

Bilim Felsefesinde Metinler (T-İ)

James Clek Maxwell
Albert Einstein
Michael Faraday
Erwin Schrödinger
Max Born



Uzay Zaman Özdek — I

Çeviren
Aziz Yardımlı

idea

UZAY, ZAMAN, ÖZDEK

I

Uzay, Zaman, Özdek I

*Maxwell, Einstein, Faraday,
Schrödinger, Born*

Koşut İngilizce Metinler İle

Çeviren
Aziz Yardımlı

İdea • İstanbul

İdea Yayınevi
Şarap İskelesi Sk. 2/19 Karaköy, Beyoğlu — İstanbul
www.ideayayinevi.com

Bu çeviri için © AZİZ YARDIMLI 1997, 2022

Uzay, Zaman, Özdek I

Türkçe-İngilizce

Birinci baskı 1997

Tüm hakları saklıdır. Bu yayının hiçbir bölümü

İdea Yayınevinin ön izni olmaksızın

yeniden üretilemez.

Baskı: Umut Matbaacılık

Fatih Cad. Yüksek Sok. No 11, Merter — İstanbul

Printed in Türkiye

ISBN 978-975-397-057-0

CONTENTS

James Clerk Maxwell	
<i>Are There Real Analogies in Nature?</i>	
James Clerk Maxwell	
<i>Ether</i>	
James Clerk Maxwell	
<i>Action at a Distance</i>	
Michael Faraday	
<i>On Some Points of Magnetic</i>	
<i>Philosophy</i>	
Albert Einstein	
<i>Aether and Relativity</i>	
Albert Einstein	
<i>Space-Time</i>	
Albert Einstein	
<i>On The Generalized Theory of</i>	
<i>Gravitation</i>	
Erwin Schrödinger	
<i>What is Matter?</i>	
Max Born	
<i>Restless Universe</i>	
<i>Postscript</i>	

İÇİNDEKİLER

James Clerk Maxwell	
<i>Doğada Olgusal Andırımlar Var mıdır? — 7</i>	
James Clerk Maxwell	
<i>Ether — 17</i>	
James Clerk Maxwell	
<i>Uzaktan Eylem — 32</i>	
Michael Faraday	
<i>Manyetizma Felsefesinin Kimi Noktaları Üzerine</i>	
<i>— 49</i>	
Albert Einstein	
<i>Ether ve Görelilik Kuramı — 56</i>	
Albert Einstein	
<i>Uzay-Zaman — 67</i>	
Albert Einstein	
<i>Genelleştirilmiş Yerçekimi Kuramı Üzerine — 81</i>	
Erwin Schrödinger	
<i>Özdek Nedir? — 98</i>	
Max Born	
<i>Dinamiksiz Evren'e Postscript — 114</i>	
ÇÖZÜMLEMELER — AZİZ YARDIMLI	
<i>— 125</i>	
KISA BİR SÖZLÜK — 131	
DİZİN — 135	

James Clerk Maxwell
*Are There Real Analogies
in Nature?*

James Clerk Maxwell
*Doğada Olgusal Andırımlar Var
Mıdır?**
(1884)

In the ancient and religious foundation of Peterhouse there is observed this rule, that whoso makes a pun shall be counted the author of it, but that whoso pretends to find it out shall be counted the publisher of it, and that both shall be fined. Now, as in a pun two truths lie hid under one expression, so in an analogy one truth is discovered under two expressions. Every question concerning analogies is therefore the reciprocal of a question concerning puns, and the solutions can be transposed by reciprocation. But since we are still in doubt as to the legitimacy of reasoning by analogy, and as reasoning even by paradox has been pronounced less heinous than reasoning by puns, we must adopt the direct method with respect to analogy, and then, if necessary, deduce by reciprocation the theory of puns.

That analogies appear to exist is plain in the face of things, for all parables, fables, similes, metaphors, tropes, and figures of speech are analogies, natural or revealed, artificial or concealed. The question is entirely of their reality. Now, no question exists as to the possibility of an analogy without a mind to recognize it—that is rank nonsense. You might as well talk of a demonstration or refutation existing unconditionally. Neither is there any question as to the occurrence of analogies to our minds. They are as plenty as reasons, not to say blackberries.

Peterhouse'ın¹ eski ve dinsel temelinde öyle bir kurala uyulurdu ki, her kim bir sözcük oyunu yaparsa onun yaratıcısı, ama her kim onu çözdüğünü ileri sürerse yayıcısı sayılır, ve ikisi de cezalandırılırdı. Şimdi, tıpkı bir sözcük oyununda tek bir anlatımda iki gerçekliğin gizlenmesi gibi, bir andırımda da tek bir gerçeklik iki anlatım altında ortaya serilir. Andırımlar ile ilgili her soru öyleyse sözcük oyunlarını ilgilendiren bir sorunun karşılıksıdır, ve çözümler karşılıklı yoluyla birbirinin yerini alabilir. Ama andırım yoluyla usamlamanın geçerliği konusunda henüz kuşkuyla olduğumuz için, ve paradoks yoluyla usamlama bile sözcük oyunları yoluyla usamlamadan daha az kötü sayıldığı için, andırım açısından doğrudan yöntemi benimsemeli, ve sonra, eğer zorunlu ise, karşılıklı yoluyla sözcük oyunları kuramını çıkarsamalıyız.

Andırımların var görünmeleri şeylerin kendileri karşısında açıktır, çünkü tüm alegoriler, masallar, benzetmeler, eğretilmeler, değişmeler ve deyimler doğal ya da bildirilmiş, yapay ya da gizlenmiş andırımlardır. Soru bütünüyle olgusalılıklarına ilişkindir. Şimdi, bir andırımın onu kavrayacak bir anlık olmaksızın olanağı konusunda bir soru yoktur—bu dört dörtlük bir saçmalıktır. Pekala koşulsuz olarak varolan bir tanıtlamadan ya da çürütmeden de söz edebilirsiniz. Ne de andırımların kafalarımızdan geçmesi konusunda bir soru vardır. Zeminler denli çokturlar—böğürtlenler kadar demesek de. Çünkü,

*[*The Life of James Clerk Maxwell*'den, Yay. Haz. Lewis Campbell ve William Garnett, 1884.]

¹[*Peterhouse* en eski ve en küçük Cambridge Kolejidir. 1284'te Ely Piskoposu tarafından kurulan vakıf ertesi yıl Kral I. Edward tarafından onaylandı.]

insanların dışsal doğada şeylerin kendi anlamlarındaki izdüşümleri olarak gördüğü herşey bir yana, bilimin bütün çerçevesi, felsefenin doruğunun kendisine dek, kimi zaman doğanın kesitlenmiş bir modeli olarak, ve kimi zaman anlığın iç yüzeyinin doğal bir büyümesi olarak görünür. Şimdi, eğer bilim ve felsefedeki kabul edilmiş gerçeklikleri yoklarken, engin bir konular erimi içerisinde görünen ve zaman zaman insan bilgisinin bütünüyle ayrı bir parçasında yeniden-görünen belli genel ilkeler bulursak; ve eğer usun kendisinin yapısı üzerine dönerek orada bu biçimdeşliğin nedenini usun doğru eyleminin temel bir yasası biçiminde saptayabileceğimizi düşünürsek, içinde andırımlı yasaların varolduğu bu çeşitli doğa bölümlerinin olgusal bir karşılıklı bağımlılığı olduğu vargısını mı çıkaracağız; yoksa ilişkilerinin yalnızca görünürde ve insan düşüncesinin zorunlu koşullarına bağlı olduğu vargısını mı?

Şeylerin doğru anlaşılması için *sayı* ilişkilerinin doğru bir algısından daha özsel hiçbirşey yoktur. Şimdi en ilk sayı kavramı ön bir us edimini imler. Şeylerin herhangi bir sayısını sayabilmek için, önce onları evrenden çıkarıp almamız ve her birine tanım yoluyla kurgusal bir birlik vermemiz gerekir. Bunu yapınca dek, duyu evreni ne bir ne de çok ama belirsizdir. Ama gene de, ne yaparsak yapalım, doğa bölümlenmeden belli bir dehşet duyuyormuş gibi görünür. Belki de “bir” sayılacak en doğal şey bir insandır, ama gene de bunu yapmak çok güçtür. Kimileri kafalar ile, kimileri ruhlar ile, başkaları burunlar ile sayar; gene de ya kütlelere birleşme ya da üyelere ayrılma yönünde bir eğilim vardır. Evrenin büyük değirmen-taşı boyunca değişik derinlikleri görebilmek için kuramın odaklayıcı merceğini işletip onu kimi zaman bir keskinlik derecesine, kimi zaman bir başkasına ayarlamadıkça, fenomenal şeylerin bulanık anahatları tümüyle birbirine kaynaşır.

Uzay ve zamana gelince, biri size “şimdi onların yalnızca kendi anlamlarımızın değişikleri

For, not to mention all the things in external nature which men have seen as the projections of things in their own minds, the whole framework of science, up to the very pinnacle of philosophy, seems sometimes a dissected model of nature, and sometimes a natural growth of the inner surface of the mind. Now, if in examining the admitted truths in science and philosophy, we find certain general principles appearing throughout a vast range of subjects, and sometimes reappearing in some quite distinct part of human knowledge; and if, on turning to the constitution of the intellect itself, we think we can discern there the reason for this uniformity in the form of a fundamental law of the right action of the intellect, are we to conclude that these various departments of nature in which analogous laws exist have a real interdependence; or that their relation is only apparent and owing to the necessary conditions of human thought?

There is nothing more essential to the right understanding of things than a perception of the relations of *number*. Now the very first notion of number implies a previous act of intelligence. Before we can count any number of things we must pick them out of the universe and give each of them a fictitious unity by definition. Until we have done this, the universe of sense is neither one nor many, but indefinite. But yet, do what we will, nature seems to have a certain horror of partition. Perhaps the most natural thing to count “one” for is a man or human being, but yet it is very difficult to do so. Some count by heads, others by souls, others by noses; still there is a tendency either to run together into masses or to split up into limbs. The dimmed outlines of phenomenal things all merge into one another unless we put on the focusing glass of theory, and screw it up sometimes to one pitch of definition and sometimes to another, so as to see down into different depths through the great millstone of the world.

As for space and time, any man will tell you that “it is now known and ascertained that they are

merely modifications of our own minds.” And yet if we conceive of the mind as absolutely indivisible and capable of only one state at a time, we must admit that these states may be arranged in chronological order, and that this is the only real order of these states. For we have no reason to believe, on the ground of a given succession of simple sensations, that differences in position, as well as in order of occurrence, exist among the causes of these sensations. But yet we are convinced of the coexistence of different objects at the same time, and of the identity of the same object at different times. Now if we admit that we can think of difference independent of sequence, and of sequence without difference, we have admitted enough on which to found the possibility of the ideas of space and time.

But if we come to look more closely into these ideas, as developed in human beings, we find that *their* space has triple extension but is the same in all directions, without behind or before, whereas time extends only back and forward and always goes forward.

To inquire why these peculiarities of these fundamental ideas are so would require a most painful if not impossible act of self-exentiation; but to determine whether there is anything in nature corresponding to them, or whether they are mere projections of our own mental machinery on the surface of external things, is absolutely necessary to appease the cravings of intelligence. Now it appears to me that when we say that space has three dimensions, we not only express the impossibility of conceiving a fourth dimension, coordinate with the three known ones, but assert the objective truth that points may differ in position by the independent variation of three variable. Here, therefore, we have a *real* analogy between the constitution of the intellect and that of the external world.

oldukları bilinir ve saptanmıştır” diyecektir. Ve gene de eğer anlığı saltık olarak bölünmez ve bir kerede salt bir duruma yetenekli görürsek, bu durumların kronolojik sırada düzenlenebileceğini, ve bunun o durumların biricik olgusal düzeni olduğunu kabul etmemiz gerekir. Çünkü, yalın duyumların verili bir ardışıklığı zemininde, yer alış düzenindeki ayrımlar gibi konum ayrımlarının da bu duyumların nedenleri arasında bulunduğu inanmamız için hiçbir neden yoktur. Ama gene de ayrı nesnelerin aynı zamanda birarada-varolduğuna, ve aynı nesnenin değişik zamanlardaki özdeşliğine inanırız. Şimdi eğer ardışıklıktan bağımsız ayrımı ve ayırım olmaksızın ardışıklığı düşünebileceğimizi kabul edersek, üzerine uzay ve zaman idealarının olanağını kurmak için yeterli olanı kabul etmiş oluruz.

Ama eğer insanlarda gelişmiş olduğu gibi bu idealara daha yakından bakarsak, *onların* uzayının üçlü uzam taşıdığını ama arka ya da ön olmaksızın tüm yönlerde aynı olduğunu, oysa zamanın yalnızca geriye ve ileriye uzandığını ve her zaman ileriye gittiğini buluruz.

Bu temel ideaların bu özgünlüklerinin niçin öyle olduğunu araştırmak, olanaksız olmasa da, çok acılı bir kendini-sakatlama edimini gerektirecektir; ama doğada onlara karşılık düşen birşeyin mi olduğunu, yoksa yalnızca kendi ansal düzeneğimizin dışsal şeylerin yüzündeki izdüşümleri mi olduklarını belirlemek usun özlemlerini yatırtmak için saltık olarak zorunludur. Şimdi bana öyle görünüyor ki, uzayın üç boyutu olduğunu söylediğimizde yalnızca bilinen üç boyut ile eşgüdümlü bir dördüncü boyutu tasarlamamızın olanaksızlığını anlatmakla kalmayız, ama noktaların üç değişkenin bağımsız değişimi yoluyla konumda değişebildiği biçimindeki nesnel gerçekliği ileri süreriz. Öyleyse burada usun yapısı ve dışsal evrenin yapısı arasında *olgusal* bir andırım vardır.¹

¹[Maxwell için bilim ve düzgün felsefe ayrımı anlamsızdır. İnsan usunun yapısının nesnel evrenin *biçimi* (yasal-kavramsal) ile koşut olması (bu yazıda kullanılan deyim ile “andırımlı” olması) evrenin özünün *Nous* olduğunu söylemenin bir başka yoludur.—A.Y.]

Zamana gelince, kimi zaman düşüncelerin mantıksal sırasının [*consecution*] zamandaki olayların ardışıklığı [*sequence*] ile tam olarak aynı türde bir olgu olduğu kabul edilir. Ama bunlar arasında ansal ayırım ve konum ayırımı arasındakinden daha yakın herhangi bir ilişki bulunuyor görünmez. Hiç kuşkusuz her düşünce ediminin sağın tarihini saptamak olanaklıdır, ama bu yolda hazırlanan bir kronolojik tablonun bilincinde olduğumuz düşüncelerin sırası ile çıkışıp çıkışmayacağı konusunda kuşkuluyum. Düşüncelerin ve şeylerin bu iki düzeni arasında bir ayırım vardır, ama sanırım bir özdeşlik değil. Yine, eğer herhangi bir saptanmış zaman kıpısında herhangi bir saptanmış uzay noktasında ne olduğunu bilirsek, doğanın tüm olaylarını bildiğimiz söylenebilir. Bilinmesi zorunlu olacak başka herhangi bir şey tasarlayamayız; ve, gerçekte, eğer herhangi bir başka zorunlu öge var ise, bu herhangi bir fenomene onu uzay ve zamanın biricik zorunlu öğeler oldukları sayılışı üzerine olacak olduğundan başka türlü yapacak bir yolda girmez.

Bununla birlikte, hiçbir düşünce kümesini onları ‘zeminler’ [*reasons*] üzerine bağımlı olarak tasarlamaksızın düşünemeyiz. Bu ‘zeminler,’ onlardan nesneler ile ilişki içinde söz edildiği zaman, ‘nedenler’ [*causes*] adını alırlar ki, andırımı olarak düşünceler yerine nesneler ile ilişkilendirilmiş zeminlerdirler. Nesneler mekanik olduğu ya da mekanik bir bakış açısından düşünüldüğü zaman, nedenler daha da sağın olarak tanımlanır ve *kuvveller* olarak adlandırılır.¹

Şimdi eğer doğanın yalnızca olayları değil ama kuvvetleri ile de tanışık isek, önceden bilinmeyen olayları tahmin etme gücünü kazanırız.

With respect to time, it is sometimes assumed that the consecution of ideas is a fact precisely the same kind as the sequence of events in time. But it does not appear that there is any closer connection between these than between mental difference and difference of position. No doubt it is possible to assign the accurate date of every act of thought, but I doubt whether a chronological table drawn up in this way would coincide with the sequence of ideas of which we are conscious. There is an analogy, but I think not an identity, between these two orders of thoughts and things. Again, if we know what is at any assigned point of space at any assigned instant of time, we may be said to know all the events of nature. We cannot conceive any other thing which it would be necessary to know; and, in fact, if any other necessary element does exist, it never enters into any phenomenon so as to make it differ from what it would be on the supposition of space and time being the only necessary elements.

We cannot, however, think any set of thoughts without conceiving of them as depending on reasons. These reasons, when spoken of with relation to objects, get the name of causes, which are reasons, analogically referred to objects instead of thoughts. When the objects are mechanical, or are considered in a mechanical point of view, the causes are still more strictly defined and are called *forces*.

Now if we are acquainted not only with the events but also with the forces, in nature, we acquire the power of predicting events not previously known.

¹[Maxwell’in sözleri Newton’ın “Yerçekimi kuvvetinin nedeni nedir?” sorusuna da bir yanıt sunar. Newton ‘kuvvet’in de her kavram gibi bir *causa sui* (ya da *effectus sui*) olduğunu, kendinin nedeni (ya da kendinin etkisi) olduğunu kavrayamaz, ve kendi “doğal felsefe”sinde onu Tanrının istenci olarak kabul eder. Gene de, kuvvetin ‘neden’in kendisi olması onun yalıtılmış, analitik bir kategori olması demek değildir. Kuvvet, başka her kavram gibi, yitimsel doğadadır, ve *özdek* ile, *eş* deyişle *uzay* ve *zaman* ile bağıntı ya da birlik içindedir. Daha yüksek kategorilere, *devim*, *dürtü*, *ivme* kategorilerine geçiş bu kavramsal bağıntı mantığı içinde yer alır.—A.Y.]

This conception of cause, we are informed, has been ascertained to be a notion of invariable sequence. No doubt invariable sequence, if observed, would suggest the notion of cause, just as the end of a poker painted red suggests the notion of heat, but although a cause without its invariable effect is absurd, a cause by its apparent frustration only suggests the notion of an equal and opposite cause.

Now the analogy between reasons, causes, forces, principles, and moral rules is glaring, but dazzling.

A reason or argument is a conductor by which the mind is led from a proposition to a necessary consequence of that proposition. In pure logic reasons must all tend in the same direction. There can be no conflict of reasons. We may lose sight of them or abandon them but cannot pit them against one another. If our faculties were indefinitely intensified, so that we could see all the consequences of any admission, then all reasons would resolve themselves into one reason, and all demonstrative truth would be one proposition. There would be no room for plurality of reasons, still less for conflict. But when we come to causes of phenomena and not reasons of truths, the conflict of causes, or rather the mutual annihilation of effects, is manifest. Not but what there is a tendency in the human mind to lump up all causes and give them an aggregate name, or to trace chains of causes up to their knots and asymptotes. Still we see, or seem to see, a plurality of causes at work, and there are some who are content with plurality.

Those who are thus content with plurality delight in the use of the word *force* as applied to cause. *Cause* is a metaphysical word implying something unchangeable and always producing its effect. *Force*, on the other hand, is scientific word, signifying something which always meets with opposition, and often with successful opposition, but yet never fails to do what it can in its own favour.

Bize bu neden düşüncesinin değişmez bir ardışıklık kavramı olarak saptanmış olduğu bildirilir. Hiç kuşkusuz değişmez ardışıklık, eğer gözlenirse, neden kavramını imleyecektir, tıpkı bir ateş karıştırma çubuğunun kırmızı boyalı ucunun ısı kavramını imlemesi gibi; ama değişmez etkisi olmaksızın bir nedenin saçma olmasına karşın, görünürde boşa çıkan bir neden yalnızca eşit ve karşıt bir neden kavramını imler.

Şimdi zeminler, nedenler, kuvvetler, ilkeler ve moral kuralları arasındaki andırım ıslıl ıslıl, ama göz kamaştırıcıdır.

Bir zemin ya da usamlama [*argument*] anlığı bir önermeden o önermenin zorunlu bir sonucuna götüren bir iletkendir. Arı mantıkta zeminlerin tümü aynı yöne eğilimli olmalıdır. Bir zeminler çatışması olamaz. Onları gözden yitirebilir ya da terk edebilir ama birbirine karşı çıkaramayız. Eğer yetilerimiz herhangi bir kabul-neminin tüm sonuçlarını görebileceğimiz düzeye dek sınırsızca yeğlenmiş olsaydı, o zaman tüm zeminler kendilerini tek bir zemine çözümlendirir, ve tüm tanıtlı gerçeklik tek bir önerme olurdu. Bir zeminler çokluğu için, ve bir çatışma için yer olmazdı. Ama gerçekliklerin zeminlerine değil de fenomenlerin nedenlerine geldiğimiz zaman, nedenlerin çatışması, ya da daha doğrusu etkilerin karşılıklı ortadan kalkışı ortadadır. Buna karşın insan anlığında tüm nedenleri yığma ve onlara bir toplak adı verme, ya da nedenler zincirini düğüm ve asimptotlarına dek izleme yönünde bir eğilim vardır. Gene de bir nedenler çokluğunun iş başında olduğunu görür, ya da görüyor gibi görünürüz, ve çoğulluk ile yetinen kimileri vardır.

Böyle çoğulluktan hoşnut olanlar *kuvvet* sözcüğünün nedene uygulanmış olarak kullanılmasından haz duyarlar. *Neden* değişmez birşeyi imleyen ve etkisini her zaman üreten metafiziksel bir sözcüktür. Öte yandan, *kuvvet* her zaman karşıtlık ile, ve sık sık başarılı karşıtlık ile karşılaşan, ama kendinden yana yapabileceğini yapmayı hiçbir zaman aksatmayan birşeyi imleyen

bilimsel bir sözcüktür. Bilimin ele aldığı fiziksel kuvvetler böyledir, ve düzgüleri güç hakır düzgüsüdür ve kendilerine doğa yasaları derler. Ama örgensel yapının biçim ve eylemini belirleyen başka doğa yasaları da vardır. Bunlar doğa kuvvetleri üzerine kuruludur, ama yönetme işi dışında hiçbir iş yapmıyor görünürler. Bunların kuvvetler olarak adlandırılması gerekir mi? Bir kuvvet gücü [*strength*] ile orantılı olarak iş yapar. Bunlar kuvvetleri bir modele göre çalışmak için *yönetir*. Kuvvetler değil, *kalıplardır* [*molds*]. Şimdi burada kendisinden sapmanın yer alabileceği bir ölçünümüz olduğu için, kuvvete ait olan *güç* kavramının yanısıra örgensel yasaya ait olan *sağlık* kavramını buluruz. Örgensel varlıklar örgensel yasaların bilincinde değildir, ve onlara katılan bilinçli varlık değil ama şimdi bilinçli varlık ile çok yakın bağıntı içinde görünen bir başka yasalar kümesidir. Düşünce yasalarını demek istiyorum. Bunlara örgensel yasalar yoluyla ya da fiziksel karışıklıklar yoluyla karışılabilir, ve hiç kuşkusuz böyle her karışma beynin yasaları ve omurilik [*medulla*] ve düşünce süreci arasındaki bağıntının yasaları tarafından düzenlenir. Ama gözlenecek şey usun *doğru* sürecini düzenleyen yasaların tüm yasaların en soyutları ile, zorunlu gerçeklikler arasında bulunan yasalar ile özdeş oldukları, ve, fizyoloji ve fizikteki en karmaşık fenomen dizgeleri ile karışmış ve onlar tarafından değişkiye uğratılmış olsalar da, başka düşünce yasaları arasında en üstün yasalar olarak kabul edilmeleri gerektirir. Ve bu üstünlük fiziksel yasalarda olduğu gibi daha üstün güçten oluşmaz, ne de sanırım örgensel yasalarda olduğu gibi bir tipi yeniden üretmekten; ama doğru ve gerçek olmaktan oluşur, üstelik başka nedenler bir süre için beynin efendileri olsalar bile.

Genel olarak istemli eylemleri irdelerken istençli varlık üzerinde kuvvetler gibi etkili bulunan nedenler gördüğümüzü düşünürüz. Devimlerimizden kimileri fiziksel zorunluktan, kimileri irkilebilirlikten ya da örgensel

Such are the physical forces with which science deals, and their maxim is that might is right, and they call themselves laws of nature. But there are other laws of nature which determine the form and action of organic structure. These are founded on the forces of nature, but they seem to do no work except that of direction. Ought they to be called forces? A force does work in proportion to its strength. These *direct* forces to work after a model. They are *molds*, not forces. Now since we have here a standard from which deviation may take place, we have besides the notion of *strength*, which belongs to force, that of *health*, which belongs to organic law. Organic beings are not conscious of organic laws, and it is not the conscious being that takes part in them, but another set of laws now appear in very close connection with the conscious being. I mean the laws of thought. These may be interfered with by organic laws, or by physical disturbances, and no doubt every such interference is regulated by the laws of the brain and of the connection between the medulla and the process of thought. But the thing to be observed is, that the laws which regulate the *right* process of the intellect are identical with the most abstract of all laws, those which are found among the relations of necessary truths, and that though these are mixed up with, and modified by, the most complex systems of phenomena in physiology and physics, they must be recognized as supreme among the other laws of thought. And this supremacy does not consist in superior strength, as in physical laws, nor yet, I think, in reproducing a type as in organic laws, but in being right and true; even when other causes have been for a season masters of the brain.

When we consider voluntary actions in general, we think we see causes acting like forces on the willing being. Some of our motions arise from physical necessity, some from irritability or organic excitement, some are performed by our machinery

without our knowledge, and some evidently are due to us and our volitions. Of these, again, some are merely a repetition of a customary act, some are due to the attractions of pleasure or the pressure of constrained activity, and a few show some indications of being results of distinct acts of the will. Here again we have a continuation of the analogy of cause. Some had supposed that in will they had found the only true cause, and that all physical causes are only apparent. I need not say that this doctrine is exploded.

What we have to observe is that new elements enter into the nature of these higher causes, for mere abstract reasons are simply absolute; forces are related by their strength; organic laws act toward resemblances to types; animal emotions tend to that which promotes the enjoyment of life; and will is in great measure actually subject to all these, although certain other laws of *right*, which are abstract and demonstrable, like those of reason, are *supreme* among the laws of will.

Now the question of the reality of analogies in nature derives most of its interest from its application to the opinion that the phenomena of nature, being varieties of motion, can only differ in complexity, and therefore the only way of studying nature is to master the fundamental laws of motion first and then examine what kinds of complication of these laws must be studied in order to obtain true views of the universe. If this theory be true, we must look for indications of these fundamental laws throughout the whole range of science, and not least among those remarkable products of organic life, the results of cerebration (commonly called "thinking"). In this case, of course, the resemblances between the laws of different classes of phenomena should hardly be called analogies, as they are only transformed identities.

uyarılmadan doğar; kimileri [bedensel] düzeneğimiz tarafından bilğimiz olmaksızın yerine getirilirken, kimileri ise açıkça bize ve istemimize bağlıdır. Yine bunlardan kimileri yalnızca alışılmış bir edimin yinelemesi iken, kimileri ise hazzın çekimlerinden ya da kısıtlanmış etkinliğin baskısından ötürüdür, ve birkaçı istencin ayrı edimlerinin sonuçları olma belirtisini gösterir. Burada yine neden andırımının sürmesi söz konusudur. Kimileri istençte biricik gerçek nedeni bulduklarını, ve tüm fiziksel nedenlerin salt görünürde olduğunu sanmışlardı.¹ Bu öğretinin patlamış olduğunu söylemem gereksizdir.

Gözlememiz gereken şey bu daha yüksek nedenlerin doğasına yeni öğelerin girmesidir, çünkü salt soyut zeminler yalnızca saltıktır; kuvvetler güçleri yoluyla ilişkilendirir; örgensel yasalar tiplere benzerliklere doğru davranır; hayvan duyguları yaşam hazzını geliştiren şeye eğilimlidir; ve istenç büyük ölçüde edimsel olarak tüm bunlara boyun eğer, gerçi us yasaları gibi soyut ve tanımlanabilir olan belli başka *hak* yasaları istenç yasaları arasında *en üstün* olsalar da.

Şimdi doğadaki andırımların olgusalılığı sorusu ilginçliğinin çoğunu doğa fenomenlerinin, devim türülükleri olmakla, yalnızca karmaşıklıkta ayrı olabilecekleri görüşüne uygulanmasından türetilir, ve dolayısıyla doğayı incelemenin biricik yolu ilkin temel devim yasalarını öğrenmek ve sonra evren üzerine doğru görüşler edinebilmek için bu yasaların hangi karışıklık türlerinin incelenmesi gerektiğini yoklamaktır. Eğer bu kuram doğru ise, bu temel yasaların belirtirlerini bilimin bütün bir erimi boyunca, ve daha az olmamak üzere örgensel yaşamın o dikkate değer ürünleri arasında, beyin etkinliğinin sonuçları (genel olarak "düşünme" denilen) arasında aramalıyız. Bu durumda, hiç kuşkusuz, değişik fenomen sınıflarının yasaları arasındaki benzerliklere, yalnızca dönüşmüş özdeşlikler oldukları için, andırımlar demek güçtür.

¹[Bu gönderme de Kant'adır. Kant doğayı salt bir görüngü alanı olarak görürken, İstence (*kulgasal usa*) kendini belirleme özgürlüğü tanır.—A.Y.]

Öte yandan, eğer düşünce yasalarının (*physio-logical* ya da *fizyolojik* yasaların değil ama soyut mantıksal/ *logical* yasaların) incelemesinden başlarsak, o zaman bu görünürdeki andırımlar anlıklarımızın altgüdümlü olduğu belli zorunlu eylem kiplerinin yansıması yoluyla salt yinelemeler olurlar. Her iki hipotez üzerine de, üstünlüğün onlar açısından zorunlu ama işleyişe olumsal olduğu bir yasalar kümesinin varolusunu nasıl açıklayabileceğimizi bilmiyorum. Ama bir kez eyleme geçer geçmez işleyiş esnek olmayan ama başlangıcında belli bir isteme edimine bağımlı olan bir başka yasalar kümesi buluruz. Eylemlerin sonucu üzerine kuram her bir edimin birçok düzenek zincirini devime geçirmesi olgusu tarafından büyük ölçüde karıştırılır—zincirler ki başka etmenler üzerinde tepkirler ve öyle fiziksel ve metafiziksel kaos bölgelerine girerler ki onlardan koparılmaları güçtür. Ama evren boyunca yayılan karışıklığın altgüdümlü odaklarını oluşturan fiziksel olayları değil de kökensel edimin doğru imgesinin yeniden ürettiği moral odakları görmek için kuramın teleskopunu doğru olarak ayarlayabilirsek, o zaman herhangi bir moral edimi açıkça gördüğümüzde o edimin sonuçlarının zincirleri için bir moral zorunluk görünür ki, bunlar edimin kendi ahlaksal bakış açısı içinde doğru ve tam bir imgesini vermek üzere belli bir odakta yoğunlaşmak için dünya boyunca yayılırlar. Dışardan seyredenlerin gördüklerinin tümü fiziksel edim, ve bunun kimi dolaysız fiziksel sonuçlarıdır, ama nasıl ki bölümsel bir ışık demeti seçik bir görüş için uyarlanmış olmadığı zaman bile yalnızca ışığı değil ama bir *nesneyi* görmemizi sağlıyorsa, herhangi bir edime ilişkin bölümsel görüşümüz de, eksiksiz olmaksızın uzak olmasına karşın, onu yalnızca fiziksel açıdan bir olay olarak değil ama moral açıdan bir edim olarak görmemizi sağlayabilir.

Eğer fiziksel sonuçların uzaksıyan zincirlerinde yalnızca edimin doğru bir imgesini oluşturmak için değil ama etmen üzerinde ister doğrudan doğruya isterse uzun bir çevrimden

If, on the other hand, we start from the study of the laws of thought (the abstract logical laws, not the *physio-logical*), then these apparent analogies become merely repetitions by reflection of certain necessary modes of action to which our minds are subject. I do not see how, upon either hypothesis, we can account for the existence of one set of laws of which the supremacy is necessary, but to the operation contingent. But we find another set of laws, the operation of which is inflexible when once in action but depends in its beginning on some act of volition. The theory of the consequence of actions is greatly perplexed by the fact that each act sets in motion many trains of machinery, which react on other agents and come into regions of physical and metaphysical chaos from which it is difficult to disentangle them. But if we could place the telescope of theory in proper adjustment, to see not the physical events which form the subordinate foci of the disturbance propagated through the universe but the moral foci where the true image of the original act is reproduced, then we shall recognize the fact that when we clearly see any moral act, then there appears a moral necessity for the trains of consequences of that act, which are spreading through the world to be concentrated on some focus, so as to give a true and complete image of the act in its moral point of view. All that bystanders see is the physical act, and some of its immediate physical consequences, but as a partial pencil of light, even when not adapted for distinct vision, may enable us to see an *object*, and not merely light, so the partial view we have of any act, though far from perfect, may enable us to see it morally as an act, and not merely physically as an event.

If we think we see in the diverging trains of physical consequences not only a capability of forming a true image of the act but also of reacting upon

the agent, either directly or after a long circuit, then perhaps we have caught the idea of *necessary* retribution as the legitimate consequence of all moral action.

But as this idea of *necessary* reaction of the consequence of action is derived only from a few instances, in which we have guessed at such a law among the necessary laws of the universe, and we have a much more distinct idea of *justice*, derived from those laws which we necessarily recognize as supreme, we connect the idea of retribution much more with that of *justice* than with that of *cause and effect*. We therefore regard retribution as the result of *interference* with the mechanical order of things, and intended to vindicate the supremacy of the right order of things, but still we suspect that the two orders of things will eventually dissolve into one.

I have been somewhat diffuse and confused on the subject of moral law, in order to show to what length analogy will carry the speculations of men. Whenever they see a relation between two things they know well, and think they see there must be a similar relation between things less known, they reason from the one to the other. This supposes that although pairs of things may differ widely from each other, the *relation* in the one pair may be the same as in the other. Now, as in a scientific point of view the *relation* is the most important thing to know, a knowledge of the one thing leads us a long way toward a knowledge of the other. If all that we know is relation, and if all the relations of one pair of things correspond to those of another pair, it will be difficult to distinguish the one pair from the other, although not presenting a single point of resemblance, unless we have some difference of relation to something else whereby to distinguish them. Such mistakes can hardly occur except in mathematical and physical analogies, but if we are going to study the constitution of the individual mental man, and draw all our arguments from the laws of society on the one hand, or those

sonra olsun tepkide bulunmak için de bir yetenek gördüğümüzü düşünürsek, o zaman belki de *zorunlu* ceza düşüncesini tüm moral eylemin geçerli sonucu olarak yakalamış oluruz.

Ama eylemin sonucunun bu *zorunlu* tepkisi düşüncesi yalnızca birkaç örnekten türetildiği için—ki bunlarda böyle bir yasayı evrenin zorunlu yasaları arasında tahminle bulmuşuzdur—, ve zorunlu olarak en yüksek saydığımız yasalardan türetilen çok daha seçik bir *türe* düşüncesi taşıdığımız için, ceza düşüncesini *neden ve etki* düşüncesi ile olmaktan çok *türe* düşüncesi ile bağlarız. Böylece cezayı şeylerin mekanik düzenine *karışmanın* sonucu olarak, ve şeylerin doğru düzeninin üstünlüğünü doğrulama niyetinde olarak görür, ama gene de şeylerin iki düzeninin sonunda bire çözüleceği kuşkusunu taşırız.

Andırımın insanların kurgularını hangi uzaklığa götüreceğini gösterebilmek için moral yasa konusu üzerinde biraz dağınık ve karışık yazdım. İnsanlar ne zaman iyi bildikleri iki şey arasında bir ilişki görseler, ve daha az bilinen şeyler arasında benzer bir ilişki olması gerektiğini gördüklerini düşünseler, birinden ötekine usamlama yaparlar. Bu şey çiftlerinin birbirinden büyük ölçüde ayrılmasına karşın, bir çiftteki *ilişkinin* ötekiindeki ile aynı olabileceğini varsayar. Şimdi, bilimsel bir bakış açısından *ilişki* bilinecek en önemli şey olduğundan, bir şeyin bir bilgisi bizi büyük ölçüde ötekinin bir bilgisine doğru götürür. Eğer bildiğimizin tümü ilişki ise, ve eğer bir çift şeyin tüm ilişkileri bir başka çiftin tüm ilişkilerine karşılık düşüyorsa, onları ayırdetmemizi sağlamak için başka birşey ile ilişki ayrımı olmadıkça, tek bir benzerlik noktası bulunmasa bile bir çifti ötekinden ayırdetmek güç olacaktır. Böyle yanlışlıklar matematiksel ve fiziksel andırımlar dışında kolay kolay yer alamaz, ama eğer bireysel ansal insanın yapısını inceleyeceksek, ve tüm usamlamalarımızı bir yanda toplum yasalarından ya da öte yanda sinir dokusunun yasalarından türeteceksek,

yararlı yardımları aldanmacalara çevirebiliriz. Belki de doğanın “kitabı” denmiş olan şeyin sayfaları düzenlidir; eğer öyle ise, hiç kuşkusuz giriş bölümleri arkadan gelenleri açıklayacak, ve ilk bölümlerde öğretilen yöntemler sorgusuzca alınarak dersin daha ileri parçalarında örnekler olarak kullanılacaktır; ama eğer hiçbir biçimde bir “kitap” değil, ama bir *dergi* ise, bir bölümün bir başkası üzerine ışık düşürebileceğini sanmaktan daha aptalca birşey yoktur.

Belki de sonraki en dikkate değer andırım tüm şeylerin yerine getirmeleri gereken işlevlere uygun olarak yapılmalarını belirleyen ilke, yasa, tasar ile bir insanın işleyecek şeyler yapma niyeti arasındadır. Sonsal nedenler öğretisi, gerçi dışlayıcı biçiminde alındığında kısırlık üretici olsa da, hiç kuşkusuz doğa üzerine araştırmalara büyük ölçüde yardımcı olmuştur; ve eğer yalnızca andırımın varoluşunu ileri sürersek, ve biçimini belirlemeyi gözleme bırakırsak, gerçeklikten çok uzağa götürülemeyiz.

Ötekini kendi zemininde ortadan kaldırıyor görünen bir başka andırım daha vardır ki, şeylerin belli bir tip-ortaklığı taşımak üzere yapılmalarını belirleyen ilke, yasa, ya da tasar ile insan sanatçıları aynı modelin türölülüklerine göre değişik şeylerin bir kümesini yapmaya götüren şey arasında yer alır. Burada görünürde sonsal neden andırım ya da türdeşliktir—yararlılığın dışlanması koşulu ile.

Ve tümünden sonra üzerimize gelen ve matematiksel zorunluğun sertliği içinde pırıldayarak bize tasarla uyum, yararlık ya da moral işlem gibi şeylerden hiç söz etmeyen ikincil kristal biçimler vardır—küresel trigonometriden ve Napier’in andırımlarından daha ötesi olmayan şeyler. Bu köşeli cisimlerin dersini insan bilgisinin alanından körü körüne dışladığımız içindir ki anlıklarımızın üretmesi gereken yasaların yalnızca özdek yasaları olduğu, ve anlığın biricik yasalarının onun için özdek tarafından üretildiği biçimindeki büyük öğreti konusunda kuşkumuz sürmektedir.

of the nervous tissue on the other, we may chance to convert useful helps into wills-of-the-wisp. Perhaps the «book,» as it has been called, of nature is regularly paged; if so, no doubt the introductory parts will explain those that follow, and the methods taught in the first chapters will be taken for granted and used as illustrations in the more advanced parts of the course; but if it is not a «book» at all, but a *magazine*, nothing is more foolish to suppose that one part can throw light on another.

Perhaps the next most remarkable analogy is between the principle, law, or plan according to which all things are made suitably to what they have to do, and the intention which a man has of making things which will work. The doctrine of final causes, although productive of barrenness in its exclusive form, has certainly been a great help to inquirers into nature; and if we only maintain the existence of the analogy, and allow observation to determine its form, we cannot be led far from the truth.

There is another analogy which seems to be supplanting the other on its own ground, which lies between the principle, law, or plan, according to which the forms of things are made to have a certain community of type, and that which induces human artists to make a set of different things according to varieties of the same model. Here apparently the final cause is analogy or homogeneity, to the exclusion of usefulness.

And last of all we have the secondary forms of crystals bursting in upon us, and sparkling in the rigidity of mathematical necessity, and telling us neither of harmony of design, usefulness, or moral significance—nothing but spherical trigonometry and Napier’s analogies. It is because we have blindly excluded the lesson of these angular bodies from the domain of human knowledge that we are still in doubt about the great doctrine that the only laws of matter are those which our minds must fabricate, and the only laws of mind are fabricated for it by matter.

James Clerk Maxwell
Ether

James Clerk Maxwell
*Ether**
(1875)

Ether, or Æther (αἰθήρ, probably from αἶθω, I burn, though Plato in his *Cratylus* derives the name from its perpetual motion—ὅτι αἰεὶ περὶ τὸν ἀέρα ῥέων, αἰεθεῖ δικαίως ἂν καλοῖτο), a material substance of more subtle kind than visible bodies, supposed to exist in those parts of space which are apparently empty. The hypothesis of an æther has been maintained by different speculators for very different reasons. To those who maintained the existence of a plenum as a philosophical principle, nature's abhorrence of a vacuum was a sufficient reason for imagining an all-surrounding æther, even though every other argument should be against it. To Descartes, who made extension the sole essential property of matter, and matter a necessary condition of extension, the bare existence of bodies apparently at a distance was a proof of the existence of a continuous medium between them.

But besides these high metaphysical necessities for a medium, there were more mundane uses to be fulfilled by æthers. Æthers were invented for the planets to swim in, to constitute electric atmospheres and magnetic effluvia, to convey sensations from one part of our bodies to another, and so on, till all space had been filled three or four times over with æthers. It is only when we remember the extensive and mischievous influence on science which hypotheses about æthers used formerly to exercise that we can appreciate the horror of æthers which sober-minded men

Ether, ya da Æther (αἰθήρ/*aither*), büyük olasılıkla αἶθω/*aitho* “yakarım”dan, gerçi Platon *Kratilus*’unda adı onun bitimsiz deviminden türetiliyor olsa da—ὅτι αἰεὶ περὶ τὸν ἀέρα ῥέων, αἰεθεῖ δικαίως ἂν καλοῖτο),¹ uzayın görünürde boş olan parçalarında varolduğu sanılan ve görülür cisimlerden daha ince bir tür özdeksel töz. Bir ether hipotezi değişik kuramcılar tarafından çok değişik nedenlerle ileri sürüldü. Felsefi bir ilke olarak bir *plenumun* varoluşunu ileri sürenler için doğanın bir *vakumdan* nefret etmesi herşeyi kuşatan bir ether imgelemek için yeterli idi, üstelik başka her usulama ona karşı olsa bile. Uzamı özdeğin biricik özsel özelliği, ve özdeği uzamın zorunlu bir koşulu yapan Descartes için görünürde birbirinden uzak cisimlerin salt varoluşu bile aralarındaki sürekli ortamın varoluşunun bir tanıtı idi.

Ama bir ortam için bu yüksek metafiziksel zorunlukların yanısıra, etherler tarafından yerine getirilecek daha dünyasal işler de vardı. İçlerinde gezegenlerin yüzmesi için, elektriksel atmosferler ve manyetik *effluvia* oluşturmak için, duyumları bedenlerimizin bir bölümünden bir başkasına iletmek için vb. etherler icat edildi, ta ki sonunda tüm uzay etherler ile üç dört kez dolup taşındı. Ancak etherler üzerine hipotezlerin daha önceleri bilim üzerinde yarattığı yaygın ve zararlı etkiyi anımsadığımız zamandır ki on sekizinci yüzyıl sırasında ağırbaşlı insanların etherlerden

*[*Encyclopaedia Britannica*’dan, 9’uncu yayım, Vol. VIII, pp. 568-72.]

¹[Platon: *Kratilus* [410b]: “Ether (αἰθήρ/*aither*; hava, gök) sözcüğünü bu yolda anlayacağım; her zaman havada akıp gittiği için (αἰεὶ θεῖ περὶ τὸν ἀέρα ῥέων), ona αἰεθεῖρα demek doğru olabilir.”]

duydukları ve büyük olasılıkla giderek bir tür kalıtsal önyargı olarak merhum Mr. John Stuart Mill'e dek ulaşan dehşeti anlayabiliriz.

Newton'ın izleyicileri gök cisimlerinin karşılıklı yerçekimleri olgusunda, Newton'ın yasasına göre, onların devimlerinin tam bir nicel açıklamasını bulduklarını ileri sürdüler; ve elektriksel ve manyetik cisimlerin çekme ve itmelerini ve cisimlerin içerisindeki kohezif kuvvetleri araştırıp ölçerek, ama bunu bu kuvvetleri açıklama girişiminde bulunmadan yaparak, Newton'ın açmış olduğu yolun sonuna varmaya çalıştılar. Bununla birlikte, Newton'ın kendisi yerçekimini bir etherdeki basınç ayrımları yoluyla açıklamaya çalıştı; ama kuramını yayımlamadı, "çünkü deneyden ve gözlemden bu ortamın kendisi ve doğanın başlıca fenomenini üretmedeki işleyiş tarzı üzerine doyurucu bir açıklama veremeyi başaramadı."

Öte yandan, fenomenleri açıklayabilmek için etherler imgelemiş olanlar bu ortamların deviminin doğasını belirleyemediler, ve imgeledikleri ortamların açıklama niyetinde oldukları etkileri ürettiğini tanıtlayamadılar. Ayakta kalan biricik ether ışık yayılımını açıklamak için Huygens tarafından icat edilen etherdir. Işıksal etherin varoluşu için kanıt birikimi ek ışık fenomenleri ve başka ışımlar keşfedildikçe arttı; ve bu ortamın özelliklerinin, ışık fenomenlerinden çıkarsandığı gibi, tam olarak elektromanyetik fenomenleri açıklamak için gerekenler gibi olduğu bulundu.

Etherin Işımanın Yayılımındaki İşlevi.—Dalga ışık kuramı için kanıt tam olarak IŞIK üzerine makale altında verilecektir, ama burada etherin varoluşu ile ilgili olduğu ölçüde kısa bir özeti verebiliriz.

Işığın kendisinin bir töz olmadığı girişim fenomeninden tanıtlanabilir. Tek bir kaynaktan çıkan bir ışık ışını belli optik yöntemler yoluyla iki parçaya bölünür, ve bunlar ayrı yollardan geçtikten sonra, yeniden

had during the eighteenth century, and which, probably as a sort of hereditary prejudice, descended even to the late Mr. John Stuart Mill.

The disciples of Newton maintained that in the fact of the mutual gravitation of the heavenly bodies, according to Newton's law, they had a complete quantitative account of their motions; and they endeavoured to follow out the path which Newton had opened up by investigating and measuring the attractions and repulsions of electrified and magnetic bodies, and the cohesive forces in the interior of bodies, without attempting to account for these forces. Newton himself, however, endeavoured to account for gravitation by differences of pressure in an æther; but he did not publish his theory, "because he was not able from experiment and observation to give a satisfactory account of this medium, and the manner of its operation in producing the chief phenomena of nature."

On the other hand, those who imagined æthers in order to explain phenomena could not specify the nature of the motion of these media and could not prove that the media, as imagined by them, would produce the effects they were meant to explain. The only æther which has survived is that which was invented by Huygens to explain the propagation of light. The evidence for the existence of the luminiferous æther has accumulated as additional phenomena of light and other radiations have been discovered; and the properties of this medium, as deduced from the phenomena of light, have been found to be precisely those required to explain electromagnetic phenomena.

Function of the æther in the propagation of radiation.—The evidence for the undulatory theory of light will be given in full, under the article on LIGHT, but we may here give a brief summary of it so far as it bears on the existence of the æther.

That light is not itself a substance may be proved from the phenomenon of interference. A beam of light from a single source is divided by certain optical methods into two parts, and these, after travelling by different paths, are made to reunite

and fall upon a screen. If either half of the beam is stopped, the other falls on the screen and illuminates it, but if both are allowed to pass, the screen in certain places becomes dark and thus shows that the two portions of light have destroyed each other.

Now, we cannot suppose that two bodies when put together can annihilate each other; therefore light cannot be a substance. What we have proved is that one portion of light can be the exact opposite of another portion, just as $+a$ is the exact opposite of $-a$, whatever a may be. Among physical quantities we find some which are capable of having their signs reversed, and others which are not. Thus a displacement in one direction is the exact opposite of an equal displacement in the opposite direction. Such quantities are the measures, not of substance, but always of processes taking place in a substance. We therefore conclude that light is not a substance but a process going on in a substance, the process going on in the first portion of light being always the exact opposite of the process going on in the other at the same instant, so that when the two portions are combined no process goes on at all. To determine the nature of the process in which the radiation of light consists, we alter the length of the path of one or both of the two portions of the beam, and we find that the light is extinguished when the difference of the length of the paths is an odd multiple of a certain small distance called a half wavelength. In all other cases there is more or less light; and when the paths are equal, or when their difference is a multiple of a whole wavelength, the screen appears four times as bright as when one portion of the beam falls on it. In the ordinary form of the experiment these different cases are exhibited simultaneously at different points of the screen, so that we see on the screen a set of fringes consisting of dark lines at equal intervals, with bright bands of graduated intensity between them.

birleştirilip bir perde üzerine düşürülür. Eğer ışının her iki yarısından biri durdurulursa, öteki ışın perde üzerine düşer ve onu aydınlatır; ama ikisinin de geçmesine izin verilirse, perde belli yerlerde kararır ve böylece ışığın iki parçasının birbirini yok ettiğini gösterir.

Şimdi, iki cismin biraraya koyulduklarında birbirini yok edeceklerini varsayamayız; öyleyse ışık bir töz olamaz. Tanıtladığımız şey ışığın bir bölümünün bir başka bölümün tam karşıtı olabileceğidir, tıpkı, a ne olursa olsun, $+a$ 'nın $-a$ 'nın tam karşıtı olması gibi. Fiziksel niceliklerin arasında imlerinin tersine çevrilmesine izin veren kimilerini, ve bu yeteneği göstermeyenleri buluruz. Böylece, bir yöndeki yer değişimi karşıt yönde eşit bir yer değişiminin tam karşıtıdır. Böyle nicelikler tözlerin değil, ama her zaman bir tözde yer alan süreçlerin ölçüleridir. Böylece çıkardığımız vargı ışığın bir töz olmadığı ama bir tözde sürmekte olan bir süreç olduğu, çünkü ışığın ilk bölümünde sürmekte olan sürecin aynı kıpıda ötekinde sürmekte olan sürecin her zaman tam karşıtı olduğu ve böylece iki bölüm birleştirildiği zaman süreç hiçbir sürecin kalmadığıdır. Işığın ışımasını oluşturan sürecin doğasını belirlemek için ışının iki bölümünden salt birinin ya da her ikisinin yolunun uzunluğunu değiştiririz, ve yolların uzunlukları arasındaki ayırım bir yarı dalga-boyu denilen belli bir küçük uzaklığın tek sayılı katı olduğu zaman ışığın söndüğünü buluruz. Tüm başka durumlarda az ya da çok ışık vardır; ve yollar eşit olduğu zaman, ya da ayırımları bir bütün dalga-boyunun katları olduğu zaman, perde ışının bir bölümü üzerine düştüğü zaman olduğundan dört kat daha parlak görünür. Deneyin olağan biçiminde bu ayrı ayrı durumlar perdenin değişik noktalarında eşzamanlı olarak sergilenir, öyle ki perde üzerinde aralarında dereceli yeğinlikte parlak bantlar ile eşit aralıklı karanlık çizgilerden oluşan bir saçaklar kümesi görürüz.

Eğer aynı kıpıda ışık ışınının eksenindeki değişik noktalarda neyin sürmekte olduğunu irdelersek, noktalar arasındaki uzaklık bir dalga-boyunun katları olduğu zaman aynı kıpıda iki noktada aynı sürecin sürmekte olduğunu, ama uzaklık yarım dalga-boyunun tek katları olduğu zaman bir noktada sürmekte olan sürecin bir başkasında sürmekte olanın tam karşıtı olduğunu buluruz.

Şimdi, ışığın belli bir hız ile yayıldığı bilinir— Cornu'ya göre, vakumda saniyede $3,004 \times 10^{10}$ santimetre. Buna göre, eğer devinebilir bir noktanın ışın boyunca bu hız ile gittiğini varsayarsak, devinen nokta ışına erişirken onun her noktasında aynı sürecin sürmekte olduğunu bulacağız. Eğer, son olarak, ışının ekseninde durağan bir nokta düşünürsek, bu karşıt süreçlerin hızlı bir almasını gözleyeceğiz ve benzer süreçler arasındaki zaman aralığı ışığın bir dalga-boyunu geçmek için aldığı süre olacaktır.

Bu fenomenler şu matematiksel anlatımda toplanabilir:

$$u = A \cos(nt - px + a)$$

ki bu anlatım ışındaki değişmez bir noktadan ölçülen uzaklığı x olan bir noktada, ve bir t zamanında, sürecin evresini, u , verir.

Sürecin doğasına ilişkin olarak hiçbirşey belirlemedik. Bu bir yer değişimi, ya da bir dönme, ya da elektriksel bir karışıklık, ya da giderek hem pozitif hem de negatif değerler almaya yetenekli herhangi bir fiziksel nicelik olabilir. Sürecin doğası ne olursa olsun, eğer bu biçimde bir denklem ile anlatılabilirse, değişmez bir noktada sürmekte olan sürece bir *titreşim* denir; A değişmezine *genlik* denir; $2\pi/n$ zamanı *dönem* olarak adlandırılır; ve $nt - px + a$ ise *evre*dir.

Verili bir kıpıdaki bitilenime bir *dalga*, ve $2\pi/p$ uzaklığına *dalga-boyu* denir. Yayılma hızı n/p 'dir. Ortamın ayrı bölümlerini ardarda aynı süreç içinden geçiyor olarak düşündüğümüz zaman, sürecin fiziksel doğasını herhangi bir

If we consider what is going on at different points in the axis of a beam of light at the same instant, we shall find that if the distance between the points is a multiple of wavelength the same process is going on at the two points at the same instant, but if the distance is an odd multiple of half a wavelength the process going on at one point is the exact opposite of the process going on at the other.

Now, light is known to be propagated with a certain velocity ($3,004 \times 10^{10}$ centimetres per second in vacuum, according to Cornu). If, therefore, we suppose a movable point to travel along the ray with this velocity, we shall find the same process going on at every point of the ray as the moving point reaches it. If, lastly, we consider a fixed point in the axis of the beam, we shall observe a rapid alternation of these opposite processes, the interval of time between similar processes being the time light takes to travel a wavelength.

These phenomena may be summed up in the mathematical expression

$$u = A \cos(nt - px + a)$$

which gives u , the phase of the process, at a point whose distance measured from a fixed point in the beam is x , and at a time t .

We have determined nothing as to the nature of the process. It may be a displacement, or a rotation, or an electrical disturbance, or indeed any physical quantity which is capable of assuming negative as well as positive values. Whatever be the nature of the process, if it is capable of being expressed by an equation of this form, the process going on at a fixed point is called a *vibration*; the constant A is called the *amplitude*; the time $2\pi/n$ is called the *period*; and $nt - px + a$ is the *phase*.

The configuration at a given instant is called a *wave*, and the distance $2\pi/p$ is called the *wave-length*. The velocity of propagation is n/p . When we contemplate the different parts of the medium as going through the same process in succession, we use the word