

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
FELSEFE ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

NEWTON FİZİĞİ VE GÖRELİLİK
FİZİĞİNDE, ZAMAN VE MEKÂN
KAVRAMLARININ, REICHENBACH'IN
EPİSTEMOLOJİSİ ÇERÇEVESİNDE
YORUMLANMASI

SEMRA UÇAR
2502100089

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. ŞAFAK URAL

İSTANBUL 2014



DOKTORA
TEZ ONAYI

ÖĞRENCİNİN

Adı ve Soyadı :Semra UÇAR Numarası :2502100089
Anabilim/Bilim Dalı :Felsefe Tez Savunma Tarihi :04.07.2014
Danışman :Prof.Dr.Şafak URAL Saati :16:00
Tez Başlığı :”Newton Fiziği ve Görelilik Fiziğinde, Zaman ve Mekan Kavramlarının Reichenbach’ın Epistemolojisi Çerçevesinde Yorumlanması”

TEZ SAVUNMA SINAVI, Lisansüstü Öğretim Yönetmeliği’nin 50. Maddesi uyarınca yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin KABULÜ’NE OYBİRLİĞİ / OYÇOKLUĞUYLA karar verilmiştir.

JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATI (KABUL / RED / DÜZELTME)
1-Prof.Dr.Şafak URAL		Kabul
2-Prof.Dr.Tekin DERELİ		Kabul
3-Prof.Dr.Haşim MUTUŞ		Kabul
4-Doç.Dr.Yücel YÜKSEL		Kabul
5-Doç.Dr.Nazlı İNÖNÜ		Kabul

JÜRİ ÜYESİ	İMZA	KANAATI (KABUL / RED / DÜZELTME)
1-Doç.Dr.Ayhan ÇİTİL		
2-Yrd.Doç.Dr.Özgüç GÜVEN		

NEWTON VE GÖRELİLİK FİZİĞİNDE, ZAMAN VE MEKÂN KAVRAMLARININ, REICHENBACH'IN EPİSTEMOLOJİSİ ÇERÇEVESİNDE YORUMLANMASI

SEMRA UÇAR

ÖZ

Uzay ve zaman kavramları, Antik Çağdan günümüze kadar fiziğin ve felsefenin önemli problem alanlarından biri olmuştur. Bu tez çalışmasındaki amacımız, Newton fiziğinde ve Einstein'ın görelilik fiziğinde uzay ve zaman kavramlarının Reichenbach tarafından yorumlanışını analiz etmektir. Bu amaç doğrultusunda çalışmamızda öncelikle Newton fiziğinde uzay ve zaman kavramları araştırılmış sonra da aynı araştırma Einstein'ın görelilik teorisinde yapılmıştır. Bu araştırmalar ışığında, uzay ve zaman kavramlarının Reichenbach'ın epistemolojisi üzerinden değerlendirilmesi ortaya konmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Uzay ve Zaman, Reichenbach'ın Epistemolojisi, Mutlak Uzay ve Mutlak Zaman, Koordine Edici Tanımlar, Görelilik Teorisinde Uzay-Zaman.

THE INTERPRETATION OF THE CONCEPTS OF SPACE AND TIME IN NEWTONIAN AND RELATIVISTIC PHYSICS IN THE FRAMEWORK OF REICHENBACH'S EPISTEMOLOGY.

SEMRA UÇAR

ABSTRACT

The concepts of space and time in physics and philosophy have been one of the major problem areas from the Ancient times until today. In this thesis we analyzed Reichenbach's interpretation of the concepts of space and time in Newtonian physics and in Einstein's Theory of Relativity.

For our purpose, we firstly investigated the concepts of space and time in Newtonian physics, and then we did the same investigation in Einstein's Theory of Relativity. In the light of this research, we tried to give the evaluation of the concepts of space and time in terms of Reichenbach's epistemology.

Key Words: Space and Time, Reichenbach's Epistemology, Absolute Space and Absolute Time, The Coordinative Definitions, Space-Time in the Theory of Relativity.

ÖNSÖZ

Uzay ve zaman kavramları gerek fizik gerekse felsefenin önemli araştırma konularındandır. Uzay ve zaman felsefesinin konusu, bu kavramların karşılıklarının, öncelikle ontolojik ve epistemolojik açıdan incelenmesini içerir. Bu tez çalışmasının hazırlanmasında temel amaç, “uzay” ve “zaman” kavramlarını, gerek Newton fiziği gerekse görelilik fiziğinde Reichenbach’ın epistemolojisi ışığında analiz etmektir. Bu analizde zaman ve mekân konusunda özellikle günümüzde yapılan çalışmalar ile Reichenbach’ın epistemolojisinin çeşitli yazarlarca değerlendirilmesi de özellikle dikkate alınmıştır.

Klasik fizik ve görelilik fiziği üzerinde yoğunlaşan uzay ve zaman felsefesini araştırdığımız bu tez çalışmamızda 1. bölümde klasik fizikte uzay ve zaman kavramları ve bu kavramlara yapılan eleştirileri ortaya koymaya çalıştık. 2. bölümde Einstein’ın görelilik teorilerinde uzay ve zaman yapısının özelliklerini tespit edip, bu özellikleri felsefi açıdan değerlendirdik. 3. bölümde Reichenbach’ın epistemolojisi ışığında klasik fizik ve görelilik fiziğinde uzay ve zaman kavramlarının yorumlanışını analiz ettik.

Çalışmalarımın her aşamasında, uyarıları ve eleştirileri ile yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam sayın Prof. Dr. Şafak Ural’a şükranlarımı sunarım. Bu zorlu yolda destekleriyle her zaman yanımda olan aileme teşekkür ederim.

Ayrıca teorik fizik ile ilgili sorularıma cevap bulmada her daim yardımlarını gördüğüm sayın Prof. Dr. Şehsuvar Zebitay ve sayın Prof. Dr. Haşim Mutuş’a; Viyana Üniversitesi Felsefe Bölümü kütüphanesinde bana çalışma imkânı sağlayan sayın Prof. Dr. Stephan Haltmayer ile aynı üniversitede öğrenim gören ve çalışmalarına katkıda bulunan Rıfat Ertok’a; destekleriyle beni çalışmalarımda yüreklendiren sayın Doç. Dr. Yücel Yüksel’e ve Araş. Gör. Vedat Kamer’e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Semra Uçar

İstanbul

İÇİNDEKİLER

ÖZ	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ	v
ŞEKİLLER	ix
KISALTMALAR LİSTESİ	x
GİRİŞ	1
1 KLASİK FİZİKTE UZAY VE ZAMAN	4
1.1 Newton'un 'Mutlak Uzay' ve 'Mutlak Zaman' Kavramları	5
1.2 Newton'un Kova Deneyi ve Bu Deneyi İzleyen Sorular: Substantivalizm ve Relasyonizm	7
1.2.1 Substantivalizme Karşı Relasyonizm	9
1.3 Newton'un 'Mutlak Uzay' ve 'Mutlak Zaman' Kavramlarına Yapılan Eleştiriler	10
1.3.1 Berkeley'in Eleştirisi	10
1.3.2 Mach'ın Eleştirisi	11
1.4 Sonuç	12
2 EINSTEIN'IN ÖZEL VE GENEL GÖRELİLİK TEORİLERİNDE UZAY-ZAMAN ANLAYIŞI	13
2.1 Özel Görelilik Teorisi	13
2.1.1 Referans Sistemleri	14
2.1.2 Görelilik İlkesi	15
2.1.3 Işık Postulatu	16
2.1.4 Eşzamanlılık	18
2.1.5 Eşzamanlılığın Göreliliği	19
2.1.6 Zaman Genişlemesi	20
2.1.7 Uzunluk Büzülmesi	21
2.2 Genel Görelilik Teorisi (Genel Gravitasyon Teorisi)	22

2.2.1	Eşdeğerlik İlkesi	22
2.2.1.1	Einstein'ın Tasarımsal Asansör Deneyi	23
2.2.1.2	Einstein'ın Tasarımsal Işık Deneyi	25
2.2.2	Geodezik İlkesi	29
2.2.3	Mach İlkesi (Kısmen)	31
2.2.4	Genel Kovaryans İlkesi (Genel Görelilik İlkesi veya Genel İnvaryans İlkesi)	32
2.3	Einstein'ın Görelilik Teorilerinde 'Zaman' Kavramına Genel Bir Bakış	33
2.4	Sonuç	34
3	REICHENBACH'IN UZAY VE ZAMAN FELSEFESİ	37
3.1	Koordine Edici Tanımlar	39
3.2	Grafiksel Gösterim Nedir?	42
3.3	Uzay ve Zaman Arasındaki Farklılıklar	46
3.4	Zamanın Tek Tipliği	54
3.5	Pratikte Kullanılan Saatler	62
3.6	Eşzamanlılık	69
3.6.1	1. Görüş	71
3.6.2	2. Görüş	75
3.7	Mutlak Eşzamanlılığı Belirlemeye Yönelik Yapılan Girişimler	79
3.7.1	1. Girişim	80
3.7.2	2. Girişim	81
3.7.3	3. Girişim	85
3.8	Zaman Düzeni	87
3.9	Zamanın Kıyaslanması	96
3.10	Gerçek Dışı Seriler	101
3.11	Zamanın Tekil Yapısı	105
3.12	Uzay ve Zamanın Gerçekliği	112
	Tartışma ve Sonuç	118
	Kaynakça	136

ŞEKİLLER

Şekil 1: Yeryüzünde Hareketsiz Duran Bir Asansörün İçinde Düşen Bir Taşın Hareketi	23
Şekil 2: Hiç Gravitasyon Alanının Olmadığı Bir Yerde Taban-Tavan Doğrultusunda 'a=g' İvmesi İle Hareket Eden Bir Asansörün İçinde Düşen Taşın Hareketi.	24
Şekil 3: Durgun Bir Asansörün İçindeki Gözlemciye Göre Işığın İzlediği Doğrusal Yörünge	26
Şekil 4: Durgun Bir Asansörün İçindeki Gözlemciye Göre Işığın İzlediği Doğrusal Yörünge	27
Şekil 5: 'a' İvmesi İle Yukarı Doğru Hareket Eden Bir Asansörün İçindeki Gözlemciye Göre Işığın İzlediği Eğrisel Yörünge	28
Şekil 6: Bir Işık Sinyalinin Bir noktadan Diğer Noktaya Hareketi	73
Şekil 7: Bir elektrik devresi ile mutlak eşzamanlılığı belirlemeye yönelik bir girişim	81
Şekil 8: Hareketli Katı Çubuk Yardımıyla Mutlak Eşzamanlılığı Belirlemeye Yönelik Bir Girişim	84
Şekil 9: Kapalı Bir Nedensel Zincir	92
Şekil 10: Yan yana Bir Açık ve Bir Kapalı Dünya-Çizgisi	93
Şekil 11: Zaman Düzeni Olarak Belirlenemeyen Olaylar	97
Şekil 12: İki Cetvelin Hareket Eden Noktalarının Kesişimi	102
Şekil 13 (a): Belirli Tip Bir Metrik	106
Şekil 13 (b): Belirsiz Tip Bir Metrik.	106
Şekil 14: Sürekli Bir Alan İçindeki Dünya-Çizgileri Şeritlerinin Keyfiliği	108
Şekil 15: Kapalı Zaman-Çizgilerini İçeren, Tekilsiz, İki Boyutlu Bir Dünya	110
Şekil 16 (a) ve (b): Uzay ve Zaman Çeşitliliğinin Topolojik Olarak Bölünebilirliği	113

KISALTMALAR LİSTESİ

Adı Geçen Eser	: a.g.e.
Aynı Eser	: A.e.
Bakınız	: Bkz.:
Çeviren	: Çev.
Editör/Yayına Hazırlayanlar	: Ed.
Genel Görelilik Teorisi	: GGT.
Özel Görelilik Teorisi	: ÖGT.
Sayfa/Sayfalar	: s.

GİRİŞ

Antik Çağdan günümüze kadar fiziğin ve felsefenin önemli araştırma konularından birisi kuşkusuz uzay ve zaman problemleridir. Uzay ve zaman felsefesinin konusu bu kavramların karşılıklarının ontolojik ve epistemolojik açıdan incelenmesini içerir. Bu tez çalışmasının hazırlanmasında temel amaç uzay ve zaman kavramlarını gerek Newton fiziği gerekse görelilik fiziğinde farklı kaynaklar taranarak Reichenbach'ın epistemolojisi ışığında analiz etmek olmuştur.

Hans Reichenbach, 1933-1938 yılları arasında İstanbul Üniversitesi'nde öğretim üyesi olarak görev yapmış bir bilim adamı ve aynı zamanda felsefecidir. Reichenbach İstanbul Üniversitesi'nde bulunduğu süre boyunca felsefe dersleri vermiştir.^{1/2} Gerek fizik gerekse de felsefe alanında özgün çalışmaları olmuştur. Görelilik teorisini, Einstein'ın da ifade ettiği gibi³, ilk ve özgün yorumlayanlardan birisidir. Reichenbach'ın bu konudaki katkısı hem fizik hem de felsefe açısından ilginç birçok özelliğe sahiptir. Görelilik teorisini (Einstein'ın deyişiyle) ilk yorumlayanlardan birisi olması Reichenbach'ın çalışmasının taşıdığı önemin basit bir göstergesidir. Tezimizde Newton fiziğinde ve Görelilik fiziğinde uzay ve zaman kavramlarına ilişkin görüşler öncelikle ilk kaynaktan, Reichenbach'ın çalışmalarından yararlanılarak ortaya konmaya çalışılmış, ayrıca Reichenbach'ın söz konusu problemlerle ilgili görüşlerini ele alan kaynaklar da değerlendirilmiştir.

Bir cismin hareketinden söz edebilmenin *sine qua non* koşulu 'uzay' ve 'zaman' kavramlarına yer vermektir. Cisimlerin hareketlerinin tasviri, 17. yüzyıldan itibaren çeşitli tartışmalara neden olmuştur. Hareketin tasvirine dayanan bu tartışmalarda iki görüşün hâkim olduğunu söylemek mümkündür. Bunlar

¹ E.H. Hutten, "Obituary Hans Reichenbach," **The British Journal for the Philosophy of Science**, Vol. 4, No. 14, Ağustos 1953, s. 93.

² Carl G. Hempel, "Hans Reichenbach Remembered," **Erkenntnis, Special Volume in Honor of Rudolf Carnap and Hans Reichenbach**, Vol. 35, No. 1/3, Temmuz 1991, s. 10.

³ **Bkz.:** Albert Einstein, "Remarks to the Essays Appearing in this Collective Volume", **Albert Einstein, Philosopher-Scientist: The Library of Living Philosophers Volume VII**, Ed. by Paul Arthur Schilpp, New York, MFJ Books, 1970, s.663-688.

substantivalizm ve relasyonizmdir.^{4/5/6} Newton'un uzay ve zamanın ontolojisine ilişkin görüşleri substantivalizm⁷ olarak bilinir. Uzay ve zamanın, cisimler ve olaylar arasındaki ilişkilerle açıklanabileceğini ileri süren görüş ise relasyonizmdir⁸. Bu görüşler uzay ve zamanın ontolojik ve epistemolojik açıdan incelenmesi bakımından şüphesiz büyük önem taşırlar. Reichenbach bu nedenle rölativist fizikteki uzay ve zaman kavramlarını değerlendirmeden evvel Newton'un mutlak uzay ve mutlak zaman kavramlarını çıkış noktası olarak ele almıştır. Reichenbach'ın uzay ve zaman kavramlarını ele alışı epistemolojisinin özgünlüğü nedeniyle fizikçiler ve felsefeciler tarafından son derece itibar görmüştür. Bu durumu göz önüne alarak, bir doktora tezinin olanaklı kıldığı ölçüde Reichenbach'ın epistemolojisi çerçevesinde uzay ve zaman felsefesini elden geldiğince kapsamlı, ancak derli toplu bir analizini ortaya koymayı ve yorumlamayı amaçladık.

Tezimiz üç bölümden oluşmuştur. Birinci bölümde, klasik fizikte uzay ve zaman anlayışı araştırılmıştır. Newton'un mutlak uzay ve mutlak zaman kavramları ve bu kavramlara yöneltilen eleştiriler ortaya konulmuştur. Bu kavramları ve bunlara yöneltilen eleştirileri ele almamızın amacı, Reichenbach'ın epistemolojisi açısından değerlendirebilmek üzere substantivalizm ve relasyonizm görüşlerine ulaşmaktır.

Tez çalışmamızın ikinci bölümünde Einstein'ın özel ve genel görelilik teorilerinde uzay-zaman anlayışı ele alınmıştır. Bu bölümdeki amacımız, Einstein'ın dört boyutlu uzay-zaman kavramının özelliklerini belirleyip bu kavramın felsefi özellikleri üzerine düşünebilmek ve daha sonra görelilik teorisi üzerine Reichenbach'ın felsefi görüşlerini yorumlamak olmuştur.

Tez çalışmamızın üçüncü bölümünde ise Reichenbach'ın uzay ve zaman felsefesi ele alınmıştır. Bu bölümde öncelikle Reichenbach'ın epistemolojisinin temel

⁴ **Bkz.:** John Earman, **World Enough and Space-Time**, London, The MIT Press, 1989, s. 91-136.

⁵ **Bkz.:** Lawrence Sklar, **Space, Time and Spacetime**, Los Angeles, University of California Press, 1974, s. 157-229.

⁶ **Bkz.:** Micheal Friedman, **Foundation of Space-Time Theories**, New Jersey, Princeton University Press, 1983, s. 216-264.

⁷ **Bkz.:** Sklar, **a.g.e.**, s. 161.

⁸ **Bkz.:** Friedman, **a.g.e.**, s. 216.

kavramları tespit edilip açıklanmıştır. Sonra Reichenbach'ın epistemolojisinin temel kavramları aracılığıyla gerek klasik fizikte gerekse de görelilik fiziğinde Reichenbach'ın uzay ve zamanı nasıl ele aldığı değerlendirilmeye çalışılmıştır. Bu değerlendirmede uzay ve zaman ile ilgili özellikle günümüzde yapılan çalışmalar ile Reichenbach'ın epistemolojisinin farklı bakış açıları tarafından yorumlanması da dikkate alınmıştır. Böylelikle, 'Uzay ve zaman nedir?', 'Uzay ve zamanın ontolojik özellikleri nedir?', 'Uzay ve zamanın epistemolojik özellikleri nedir?', 'Hangi uzay ve zaman kavramları fizikte daha faydalıdır?' gibi uzay ve zaman felsefesinin sorduğu temel sorulara Reichenbach'ın epistemolojisi çerçevesinde yanıtlar aranmış ve bu yanıtlar analitik ve eleştirel bir tarzda ortaya konmaya çalışılmıştır.

Semra Uçar

İstanbul

1. KLASİK FİZİKTE UZAY VE ZAMAN

‘Uzay’ ve ‘zaman’ kavramlarının felsefi yönden incelenmesi, bu kavramlara karşılık gelen nesnelere, ontolojik ve epistemolojik yönden incelenmesini içermektedir.

Aşağıda ilkin 17. yüzyılda cisimlerin hareketlerinin Newton tarafından yapılan tasviri ve bu tasvire yöneltilen eleştiriler üzerinde durulacaktır. Böylelikle ‘mutlak uzay’ ve ‘mutlak zaman’ kavramlarıyla ‘mutlak (gerçek) hareket’ tanımlarının ne anlama geldiği sorusu araştırılacak ve bu soruya gerek ontoloji gerekse de fizik açısından verilen yanıtlar tartışılacaktır.

Newton sistemi bize mekanik olarak işleyen açık bir evren modeli sunar. Bu sistem içinde ‘mutlak uzay’, ‘mutlak zaman’ ve ‘mutlak hareket’ gibi kavramların aksiyomatik bir ilke olarak kabul edilmesi söz konusudur. Newton bu görüşleriyle, aşağıda ele alınacak olan ‘Substantivalizm’⁹ akımının öncüleri arasında yer almıştır. Newton’un bu görüşlerini benimsemeyen karşı görüşe de ‘Relasyonizm’¹⁰ denmiştir. Bu iki görüşün uzay ve zaman hakkındaki tartışmalarının ele alınması, sonuç kısmında ortaya koyacağımız değerlendirmeye yapacağı katkı açısından önem teşkil etmektedir. Bu nedenle aşağıda önce Newton’un savunduğu şekilde ‘mutlak uzay’ ve ‘mutlak zaman’ kavramlarını ele alacağız. Ardından Newton’un mutlak uzay ile ilgili dikkate değer argümanlar geliştirdiği ‘kova deneyi’ üzerinde durulacaktır. Bu deneyin ele alınmasının nedeni, substantivalizm ve relasyonizm akımlarının birbirlerine karşı geliştirdikleri uzay ve zaman ile ilgili düşünceleri bir örnek aracılığıyla ortaya koymaktır. Bu düşünceler ortaya konulduktan sonra Newton’un ‘mutlak uzay’ ve ‘mutlak zaman’ ile ilgili görüşlerine Berkeley ve Mach’ın¹¹ yaptıkları eleştiriler ele alınacaktır.

⁹ **Bkz.:** Lawrence Sklar, **Space, Time and Spacetime**, Los Angeles, University of California Press, 1974, s. 161.

¹⁰ **Bkz.:** Micheal Friedman, **Foundation of Space-Time Theories**, New Jersey, Princeton University Press, 1983, s. 216.

¹¹ **Bkz.,** Şafak Ural, **Basitlik İlkesi**, İstanbul, Kabalcı Yayınevi, 2011, s. 29.

1.1 Newton'un 'Mutlak Uzay' Ve 'Mutlak Zaman' Kavramları

Newton, 'mutlak uzay' ve 'mutlak zaman' kavramlarını, cisimlerin hareketini açıklamada bir tür aksiyomatik ilke gibi düşünmüştür. Mutlak uzay, evrendeki kütle dağılımına göre ortalama olarak durgun olduğu varsayılan referans sistemidir.¹² "Mutlak uzayın hiçbir şeye bağlı kalmaksızın daima hareketsiz ve kendi kendisinin aynısı olduğu kabul edilir, yani Newton'a göre mutlak uzay cisimlerden ayrı olarak vardır."¹³

Newton'a göre zaman ise evrende olup biten her şeyden bağımsız bir şekilde akıp gider. Bir başka deyişle, cisimlerin hareketleri hızlanmaya, gecikmeye ya da askıda kalmaya devam ederken bile 'zaman' aynı sakinlikte akmaya devam eder.¹⁴ "Yani zaman akışı referans sistemlerinin hızına ya da diğer özelliklerine bağlı değildir. Newton'a göre bu zaman 'mutlak zamandır.'"¹⁵

John Earman, Newton'un zaman ile ilgili açıklamasını, zamanın ontolojisine değil, zamanın yapısına (**structure**) refere eder.¹⁶ Earman uzay, zaman, uzay ve hareket gibi niteliklerin, duyumsanabilir cisimler arasındaki ilişkileri açıklamak için kullanılan terimler olarak kabul edildiğini söyler ve bunları ikiye ayırır: Birincisi, bu ilişkilerin görelî, aşikâr ve onların genel kabulü; ikincisi, mutlak, gerçek ve onların matematiksel nicelikleridir.¹⁷ Bu bahsedilenlerin açıklaması Newton'un sistemine göre aşağıdaki gibi sıralanabilir:

¹² **Bkz.:** Haşim Mutuş, "Mach İlkesi ve Teorik Gelişmeleri", İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Teorik Fizik Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 1979, s. 6.

¹³ James Ward, "LSE Philosophy of Physics Lectures", Lecture11, Spring 2002, s.3.

¹⁴ **Bkz.:** John D. Norton, **Newton's Views on Space, Time and Motion**, Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2004, s. 2.

¹⁵ Mutuş, **a.g.e.**, s. 6.

¹⁶ **Bkz.:** John Earman, **World Enough and Space-Time**, London, The MIT Press, 1989, s. 8.

¹⁷ **Bkz.:** **A.e.**

• Mutlak, gerçek ve matematiksel zaman, doğası gereği herhangi harici bir şeyle ilişkisi olmaksızın akıp gider; saat, gün, ay, yıl gibi zaman ölçümlerinden bağımsızdır.¹⁸

• Mutlak, gerçek ve matematiksel uzay, herhangi harici bir şeyle ilişkisi olmaksızın aynı kalır ve hareketsizdir.¹⁹

• Bir cismin uzayı (konumu), o cismin uzayda işgal ettiği yerdir. Bu uzay, mutlak da görelî de olabilir; bu durum uzayın mutlak ya da görelî olmasına bağlıdır.²⁰

• Mutlak hareket, bir cismin mutlak bir yerden bir başka mutlak yere geçişi, görelî hareket bir cismin görelî bir yerden bir başka görelî yere geçişidir.²¹

Newton, mutlak ve görelî hareketleri birbirinden ayırt etmenin yolunun mutlak uzayın varlığını kabul etmekle mümkün olabileceğini ileri sürmüştür. Bir başka deyişle Newton, eylemsizlik kuvvetlerinin ortaya çıkışını, mutlak uzaya göre bir dönme hareketinin (ya da ivmeli öteleme hareketinin) belirlediğini, böylelikle mutlak ve görelî hareket arasındaki ayrımın yapılabileceğini savunmuştur. Mutuş'a göre:

“Mutlak hareketleri izafi hareketlerden ayırdeden etkiler bir dairesel hareketin ekseninden uzaklaşan kuvvetlerdir. Zira basit izafi bir dönme hareketinde bu tür kuvvetler yoktur, fakat gerçek ve mutlak bir dairesel harekette bu kuvvetler hareket miktarına orantılı olarak büyük ya da küçüktürler.”²²

Mesela yukarıdaki ifadeye örnek olarak bir konik sarkacın dönme hareketini ele alalım: Konik sarkaç dönerken, bu hareketi gözlemleyen iki farklı gözlemci olsun. Bu gözlemcilerden birisi konik sarkacı, dönme hareketine dâhil olmadan gözlemlesin. Diğeri ise konik sarkaçla birlikte dönsün. Bu iki gözlemciden birincisi, Newton'un düşüncesine göre dönme hareketi nedeniyle ortaya çıkması gereken eylemsizlik

¹⁸ **Bkz.:** Isaac Newton, **Doğal Felsefenin Matematiksel İlkeleri (Seçmeler)**, Çev. Aziz Yardımlı, İstanbul, İdea Yayınevi, 1998, s. 74.

¹⁹ **Bkz.:** A.e., s. 72.

²⁰ **Bkz.:** A.e.

²¹ **Bkz.:** A.e., s. 73.

²² Mutuş, a.g.e. s. 6.

kuvvetini fark edemez. Diğer gözlemci ise bu eylemsizlik kuvvetini fark eder. Newton'un iddiasına göre bu örnekteki gözlemcinin yeri önemlidir. Yani bu durumda Newton'a göre, dönme hareketini mutlak uzaya göre tanımlarsak bahsedilen eylemsizlik kuvvetleri ortaya çıkar. Aynı zamanda eylemsizlik kuvvetlerinin ortaya çıkışı da mutlak uzayın varlığına bağlıdır.²³ Bu çelişkili durum 'mutlak uzayın' varlığını kabul etmeyenlerin dikkatinden kaçmamıştır. Aşağıda Newton'un 'mutlak uzay' argümanını kuvvetlendirdiği 'kova deneyi', Newton'un argümanlarına yapılan eleştiriler ve bu çelişkili durum ele alınacaktır.

1.2 Newton'un Kova Deneyi ve Bu Deneyi İzleyen Sorular: Substantivalizm ve Relasyonizm

Newton, yukarıda bahsedilen iddialarını dönen kova deneyi ile açıklamıştır. Deney şöyledir:

İçi su ile dolu olan bir kova alınır. Kova bir platform üzerine konulur. Platform döndürülmeye başlanır. Böylelikle platformun dönmesiyle kova da dönmeye başlar. Mutuş'un ifadesiyle:

“Kova dönmeye başladığında suyun yüzeyi düzlemseldir. Başlangıçta maksimum olan suyun kovaya göre izafi hızı, kovanın suyu sürüklemesi sonucu suyun da dönmeye başlamasıyla gitgide azalır ve suyun kova tarafından tamamen sürüklenmesiyle sıfıra indirgenir. Bu süre zarfında da suyun yüzeyi gitgide bir paraboliede dönüşür. NEWTON su yüzeyini çukurlaştıran merkezkaç kuvvetlerinin suyun kovaya göre izafi hızı esnasında değil fakat suyun mutlak uzaya göre izafi hareketi sonucu ortaya çıktığını belirterek, bu deneyde mutlak uzaya göre bir dönmenin söz konusu olduğunu ileri sürmüştür.”²⁴

²³ Bkz.: A.e.

²⁴ A.e. s. 7.

Bu deneyin sonucu için Newton'un yorumuna şöyle bir genel eleştiri yapılabilir: Eğer merkezkaç kuvvetlerinin sebebi görelî hız olsaydı, deneyin başlangıcında yani görelî hızın maksimum olduğu anda bu kuvvetlerin ortaya çıkması gerekirdi. Oysa Newton'un açıklamasına göre, bu kuvvetler görelî hız sıfır olduğunda ortaya çıkar.^{25/26}

Aslında bu hareket, tanımlanması kolaymış gibi görünür. Oysa hareket tanımlanmaya çalışıldığında bir takım zorluklar ortaya çıkar. Yani hareketin neye göre tarif edildiği sorusunu yanıtlamak, bu deney için en büyük problemdir.²⁷ Su yüzeyinin başlangıçta düz ve hemen sonra iç bükey olması suyun döndüğünün göstergesidir. Bu deneyde su kütesinin dönmesinin kovaya göre olduğunu söyleyelim. Bu durumda kovaya göre su hareketsizdir. Ama hareketsiz bir su yüzeyi iç bükey değil, düz olmalıdır. O halde kovanın içinde olan bir gözlemci kovanın döndüğünü fark edebilir. Peki, bu durumda kova neye göre dönmektedir? Kovanın sabit olduğunu, odanın döndüğünü farz edelim. İzafi bir bakış açısına göre odadaki bir kişi odayı sabit, kovayı döner halde görecektir. Ancak, kovanın içindeki su yüzeyinin şekli iç bükey olmayacaktır. Bu da kovanın sabit olduğunun göstergesidir. Sonuç olarak Newton'a göre kova kendisine ya da odaya göre değil, mutlak uzaya göre dönmektedir.²⁸

Bu durumda Newton'a göre bir cismin mutlak (gerçek) hareketi, başka cisimlere göre yani hareketin 'görelî' olduğu şekilde ifade edilemez.²⁹ Gerçek hareketin varlığının gerekçesi, 'mutlak bir uzayın' varlığının kabulünü gerektirir.³⁰ Yani bu durumda 'mutlak uzayın' varlığına gereksinim vardır. Newton, 'mutlak uzayın' varlığını eylemsizlik kuvvetlerinin varlığı ile açıklamaktadır. Eylemsizlik kuvvetlerinin varlığını da 'mutlak uzay' kavramı ile açıklamaktadır. Bu iki açıklamanın kısır bir döngü olduğu açıkça görülmektedir.³¹

²⁵ Bkz.: A.e.

²⁶ Bkz.: Tim Maudlin, **Buckets of Water and Waves of Space: Why Spacetime Is Probably a Substance**, Chicago Journals, The Philosophy of Science Association, 1993, s. 183-203.

²⁷ David Malament, **A Modest Remark About Reichenbach, Rotation, and General Relativity**, Vol. 52, No. 4, Aralık, 1985, s. 615-620.

²⁸ Bkz.: Newton, **a.g.e.**, s. 104-106.

²⁹ Bkz.: Ward, **a.g.e.**, s. 1-3.

³⁰ Bkz.: Norton, **a.g.e.**, s. 2.

³¹ Bkz.: Mutuş, **a.g.e.**

1.2.1 Substantivalizme Karşı Relasyonizm

Newton'un kova deneyi uzayın mutlak olduğuna ilişkin kuvvetli bir argüman olarak kabul edilir. Yukarıda ele alınan bu argüman, uzayın substantivalist görüş altında ortaya konulmasıdır. Substantivalistlere en yoğun eleştiri, relasyonistler tarafından yapılmıştır. Aşağıda kısaca görüşleri açıklanacak olan Relasyonizm öncülerinden birisi Leibniz'dir. Leibniz, Newton'un dönen kova deneyinin, mutlak uzayın varlığını ortaya koyduğu iddiasını sert bir şekilde eleştirmiştir. Leibniz-Clarke (Samuel Clarke) adıyla bilinen çalışmada, Newton'un 'mutlak uzay' ve 'mutlak zaman' kavramları çürütülmeye çalışılmıştır.³² Ancak 'Leibniz-Clarke' tezleri, bir başka çalışmanın konusu olup, bu çalışmada incelenmeyecektir.

Yukarıda kısaca açıklanan, Newton'un uzay ve zamanın ontolojisine ilişkin görüşleri 'substantivalizm'³³ olarak bilinir. Bu görüşü kabul etmeyen diğer görüşe de 'relasyonizm'³⁴ denmiştir. Relasyonizm, uzay ve zamanın, cisimler ve olaylar arasındaki ilişkilerle açıklanabileceğini ileri süren görüştür. Aşağıda substantivalizme karşı relasyonistlerin uzay ve zaman üzerine olan görüşleri kısaca ele alınacaktır.

Relasyonistler, boş uzayın kavramsal bir imkânsızlık olduğunu iddia etmişlerdir. Böyle bir uzay, relasyonistlerin cisimlerin hareketlerini kıyaslamak için kullandıkları bir soyutlamadır. Yani relasyonistlere göre uzay, maddeler arasındaki uzamsal ilişkilerden ibarettir. Relasyonistler, bütün maddelerin yok olduğu farz edildiğinde, referans alınabilecek bir madde olmayacağı için uzay diye adlandırılacak bir şeyin de olamayacağı görüşünü savunurlar. Bir başka deyişle relasyonistler, cisimlerin hareketlerini birbirlerine ya da bir başka şeye göre değerlendirirler. Relasyonistler, uzayın gerçekliğini kabul etmemelerine rağmen bir

³² **Bkz.:** John Earman, John Norton, "What Price Spacetime Substantivalism? The Hole Story", **The British Journal for the Philosophy of Science**, Vol. 38, No. 4, December, 1987, s. 515.

³³ **Bkz.:** Sklar, a.g.e.

³⁴ **Bkz.:** Friedman, a.g.e.

cismin mutlak (gerçek) hareketini bütünüyle reddetmemişlerdir. Çünkü mutlak (gerçek) hareketin, görelî hareket ve etkileri ile belirlenebileceğini iddia etmişlerdir.³⁵

Relasyonistlere göre zaman, evrendeki değişikliklerin birbiri ardı sıra gelmesinin bir ölçüsüdür. Yani bu demek oluyor ki, herhangi bir yerde bir değişiklik olmazsa bir zaman akışından bahsedilemez. Onlara göre zaman, olaylar arasındaki temporal bir ilişkidir.³⁶

Newton, yukarıda ele alınan relasyonist görüşlere ek olarak, Berkeley ve Mach tarafından da eleştirilmiştir. Aşağıda Berkeley ve Mach'ın görüşleri de kısaca açıklanacaktır.

1.3 Newton'un 'Mutlak Uzay' ve 'Mutlak Zaman' Kavramlarına Yapılan Eleştiriler:

1.3.1 Berkeley'in Eleştirisi

Berkeley, Newton'un mutlak hareket fikrine şiddetle karşı çıkmıştır. Berkeley'in ifadesiyle:

“Eğer her şey görelî ise tüm hareketler de görelîdir. Hareket, doğrultusu tayin edilmeksizin anlaşılabilir. Hareketin doğrultusu da bizimle veya herhangi bir cisimle olan ilişkisi dışında anlaşılabilir. Yukarı, aşağı, sağ, sol gibi yön ve doğrultular bir takım bağıntılara dayanır. Hareket eden cismin haricinde farklı bir cisim daha varsaymak gerekmektedir....; bu nedenle hareket, doğası bakımından görelîdir. Yani hareket, cisimlerin başka cisimlerle ilişkileri verilmediği takdirde anlaşılabilir. Birbirleriyle ilişkide olan cisimler yoksa hiçbir ilişki de olamaz. Bu görüşe dayanarak şunu söylemek mümkündür: Eğer evrende tek bir cisim kalsa, bu cismin hareketini tasarlamak olanaksız ve anlamsız olurdu.”³⁷

Berkeley şöyle bir örnek verir:

³⁵ Bkz.: Norton, a.g.e.

³⁶ Bkz.: A.e.

³⁷ George Berkeley, **Principles of Human Knowledge and Three Dialogues**, New York, Oxford University Press Inc., 1957, s. 24.

“Şimdi iki cisim göz önüne alalım. Bunların dışında hiçbir madde olmadığını varsayalım. Bu durumda bu iki cismin ortak merkezleri çerçevesinde yapmış oldukları dairesel bir hareket düşünülemez. Fakat eğer birdenbire yıldızlar kümesi yaratılmış olsaydı, bu iki cismin gökküresinin değişik kısımlarına göre, görelî konumları dolayısıyla hareketlerini tasarlamak mümkün olurdu.”³⁸

Bu örnekten de anlaşılacağı gibi Berkeley aslında Newton’un ‘mutlak uzay’ kavramının yerine bir nevi ‘sabit yıldızlar kümesini’ koyar.

Berkeley’e göre bir cismin hareketinin ancak ve ancak başka cisimlere göre görelî hareketi dolayısıyla bir anlamı olabilir.³⁹

1.3.2 Mach’ın Eleştirisi

E. Mach, Mutuş’a göre Berkeley’in düşüncelerini pekiştirmiştir. Mach’a göre mutlak uzayın ve mutlak zamanın tanımları gereği birbirlerinden ayırt edilebilir kısımları yoktur. O yüzden Mach, bunlara göre bir değişikliği ortaya koyacak hiçbir yöntemin de olamayacağını söylemiştir. Bu gerekçeyle mutlak uzay ve mutlak hareketten söz etmenin anlamsız olacağını ileri sürmüştür.⁴⁰

Mach, Newton’un eylemsizlik olaylarını açıklamak için varsaydığı ‘mutlak uzay’ kavramının gereksiz bir hipotez olduğunu belirtmiştir. Mach, bu olayların görelî hareket kavramına dayalı bir şema aracılığıyla da açıklanabileceğini savunmuştur.⁴¹ Mach görüşlerini şöyle devam ettirir:

“Bence görelî hareketler vardır... Eğer bir cisim sabit yıldızlara göre dönüyorsa merkezkaç kuvvetleri ortaya çıkar. Sabit yıldızlara göre değil de başka bir cisme göre dönüyorsa hiçbir merkezkaç kuvveti ortaya çıkmaz... Newton’un su dolu kovayla yaptığı deney bize sadece, suyun kovanın çeperlerine göre kayda değer merkezkaç kuvveti ortaya çıkardığını fakat bu tür kuvvetlerin suyun, yerin ve diğer gök cisimlerinin kütlelerine göre görelî hareketleri dolayısıyla ortaya çıktıklarını bildirir. Kovanın çeperlerinin kalınlığı ve kütlesi ‘son derece’ artsa hiç kimse deneyin ne türlü olacağını söylemeye yetkili değildir.”⁴²

³⁸ A.e.

³⁹ Bkz.: Mutuş, a.g.e., s. 7-8

⁴⁰ Bkz.: A.e.

⁴¹ Bkz.: A.e. s. 8.

⁴² Alıntılayan, Mutuş, a.g.e., s. 8., Aktarılan, E. Mach, **The Science of Mechanics**, y.y., La Salle, 1942.

Mach'a göre hareketin kinematik tasviri aynı zamanda dinamik bir anlam da kazanmaktadır. Aslında Mach'a göre uzay, kendi başına bir anlama sahip değildir.⁴³ Mach uzayı cisimler arasındaki uzaklık bağıntılarının soyutlaması olarak ifade eder. Ona göre yerel eylemsizlik sistemleri, evrendeki kütlelerin hareketlerinin bir ortalaması tarafından belirlenmiştir. Kütlelerin birbirlerine göre sadece görelî hareketleri vardır. Kinematik olarak eşdeğer hareket, dinamik olarak da eşdeğerdir. Mach'ın bu görüşlerine 'Mach ilkesi' adı verilmektedir. Bu ilkeye göre maddenin uzaya göre değil de maddenin ancak maddeye göre eylemsizliği vardır.⁴⁴

1.4 Sonuç

Yukarıda 17. yüzyılda ele alınan şekliyle uzay ve zaman kavramlarının genel özellikleri üzerinde durulmuştur. Bu açıklamalarla uzay ve zaman felsefesine ilişkin iki sorun ortaya konmaya çalışılmıştır. Bunlar:

1. 'Uzay ve zaman' nedir? Uzay ve zamanın ontolojik özellikleri nelerdir?
2. Hangi uzay ve zaman kavramları fizikte daha faydalıdır?

Bu sorulardan birincisi metafizik kökenlidir. Diğeri ise fizik biliminin üzerinde durduğu bir sorudur. Bu soruya Newton tarafından verilen yanıt birçok eleştiri almıştır. Bu yanıtta yapılan eleştirilerle 'uzay ve zaman' kavramlarının açıklamaları zamanla değişikliğe uğramış ve Einstein'ın görelilik teorisiyle yepyeni bir boyut kazanmıştır. Şimdi de Einstein'ın görelilik teorisindeki uzay-zaman yapılarını ele alalım.

⁴³ **Bkz.:** Jürgen Ehlers, "The Nature and Structure of Spacetime", **The Physicist's Conception of Nature**, Ed. by Jagdish Mehra, Dordrecht, D. Reidel Publishing Company, 1973, s. 72.

⁴⁴ **Bkz.:** Mutuş, **a.g.e.**, s. 9.

2 . EINSTEIN'IN ÖZEL VE GENEL GÖRELİLİK TEORİLERİNDE UZAY-ZAMAN ANLAYIŞI

Bu başlık altında önce Einstein'ın özel görelilik teorisi, ardından genel görelilik teorisi genel hatlarıyla açıklanacaktır. Amacımız Einstein'ın dört boyutlu uzay-zaman kavramının özelliklerini belirleyip, bu kavramın felsefi özellikleri üzerinde düşünebilmek olacaktır.

2.1 Özel Görelilik Teorisi

Einstein, özel görelilik teorisini 1905 tarihinde yayınlamıştır. Özel görelilik, eylemsizlik referans sistemlerini içeren problemlerle ilgilidir.⁴⁵ Einstein bu teorisini eylemsizlik referans sistemlerinde ışık hızının boşlukta sabit olduğu ve Lorentz dönüşümleri ile fizik yasalarının şeklen korunduğu varsayımları üzerine inşa etmiştir. Özel Görelilik Teorisinin, (ÖGT'nin) iki temel postulatı vardır:

- I. Görelilik İlkesi
- II. Işık Postulatı

Bu postulatları ele almadan önce 'referans sistemleri' ile ne ifade edildiğini inceleyelim:

⁴⁵ **Bkz.:** Arthur Beiser, **Modern Fiziğin Kavramları**, Çev: Gülşen Önengüt, Akademi Yayınları, İstanbul, 1997, s. 3.

2.1.1 Referans Sistemleri

“Uzayda herhangi bir nesnenin konumu ya da bir olayın durumunun tarifi, o nesnenin ya da olayın çakıştığı bir katı cisim üstündeki noktanın belirlenmesine dayanır.”⁴⁶ Fizikte bu belirlenim, geometrik sistemler aracılığıyla yapılır. Bu geometrik sistemlere ‘referans sistemleri’ denir. Bir cismin hareket ettiğinin söylenmesi daima belli bir referans sisteminin varlığını öngörür.⁴⁷

Klasik mekanikte salt sisteme göre düzgün doğrusal hareket yapan referans sistemlerine ‘eylemsizlik referans sistemleri’ denir. Böyle bir sistemde cisme etki eden bir kuvvet yoksa:

1. Cisim duruyorsa, durmaya devam eder,
2. Cisim hareketliyse, hareketine sabit hız (hem büyüklüğü hem yönü) ile devam eder.

Bu özelliklere sahip harekete ‘düzgün hareket’ denir.⁴⁸

“Bir eylemsizlik referans sistemine göre sabit hızla hareket eden her referans sistemi de bir eylemsizlik sistemidir.”⁴⁹

Einstein, özel görelilik teorisi ile bize her yerde kullanılacak bir evrensel referans sisteminin veya “mutlak hareket”in olmadığını bildirir.⁵⁰

Eylemsizlik referans sistemlerinin yukarıda verilmiş olan tanımından sonra, aşağıda ÖGT’ nin postulatları matematiksel hesapları verilmeden, ana hatlarıyla aşağıdaki gibi ele alınacaktır.

⁴⁶ Albert Einstein, **İzafiyyet Teorisi**, Çev: Gülen Akdaş, Say Yayınları, Ankara, 2012, s. 16.

⁴⁷ **Bkz.:** Beiser, **a.g.e.**, s. 2.

⁴⁸ **Bkz.:** **A.e.**

⁴⁹ Albert Einstein, “Time, Space and Gravitation”, **Science, New Series**, Vol. 51, No. 1305, Ocak 1920, s. 8.

⁵⁰ **Bkz.:** Beiser, **a.g.e.**

2.1.2 Görelilik İlkesi

Einstein'in ortaya koyduğu bu ilkeye göre fizik kanunları tüm eylemsizlik referans sistemlerinde Lorentz dönüşümleri altında şeklen aynıdır.⁵¹ Bir referans noktasına göre sabit duran bir gözlemci ile o referans noktasına göre düzgün doğrusal hareket eden başka bir gözlemci, bütün hareket yasalarını aynı algılar.⁵² Bir başka deyişle, bütün eylemsizlik sistemleri, fizik kanunlarının ifadesi bakımından birbirlerine eşdeğerdir. Fizik kanunları bize hangi fiziksel süreçlerin olabileceğini ya da olamayacağını söyler. Einstein'dan önce bilindiği gibi 'mutlak uzay ve mutlak zaman' kavramlarından hareketle 'mutlak hareketten' söz edilebiliyordu. Ancak Einstein'ın ÖGT ilkeleri, aşağıda işaret edileceği gibi uzay ve zamanı mutlak olarak kabul etmez.⁵³ Aşağıda bu ilkeleri ana hatlarıyla inceleyelim:

Newton'un evren tasarımı, mutlak bir uzayın varlığını gerektiriyordu. Mutlak uzay, evrensel bir referans sistemi demektir. İşte Einstein'ın Görelilik postülatı böyle bir evrensel referans sisteminin olamayacağı anlayışına dayanmaktadır.⁵⁴

Bu ilkenin önemli sonuçları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Mutlak hız kavramı herhangi bir doğa kanununda yer almaz.
- Hiçbir deney mutlak hareketi ortaya koyamaz.⁵⁵
- Her yerde kullanılacak bir evrensel referans sistemi veya "mutlak hareket" yoktur.⁵⁶

Ancak Özel Görelilik ilkesi, eylemsizlik sistemleri ile sınırlıdır. Yani bu ilke, ivmeli hareketleri kapsamaz. İvmeli hareket eden referans sistemlerini içeren genel görelilik teorisi ileride ele alınacaktır.

⁵¹ **Bkz.:** Einstein, "Time, Space and Gravitation", s. 8-9.

⁵² **Bkz.:** Friedman, **a.g.e.**, s. 149-150.

⁵³ **Bkz.:** J.D.Norton, "Special Theory of Relativity: The Basis" (Çevirimiçi) http://www.pitt.edu/~jdnorton/teaching/HPS_0410/index.html, 4 Mart 2013.

⁵⁴ **Bkz.:** Beiser, **a.g.e.**, s. 3.

⁵⁵ **Bkz.:** Norton, "Special Theory of Relativity: The Basis".

⁵⁶ **Bkz.:** Beiser, **a.g.e.**, s. 2.

2.1.3 Işık Postulatu

Einstein ortaya koyduğu bu ilkeye göre ışık hızı bütün eylemsizlik referans sistemleri için aynıdır.⁵⁷ Işık hızı “c” sembolü ile gösterilir. Işık boşlukta bir saniyede yaklaşık olarak 300.000 km yol alır. Işığın hızı, eylemsizlik sistemindeki gözlemcinin hızına bağlı değildir. Bir başka deyişle gözlemci, hangi eylemsizlik referans sisteminde olursa olsun, ışığın hızını bütün eylemsizlik referans sistemlerinde invariant (ölçülen değerinin aynı) olduğunu tespit eder.^{58/59}

Einstein’ın ışık postulatını ortaya koymasının en önemli nedenlerinden birisi elektrodinamik, elektrik ve manyetik alan teorileri konularında yapmış olduğu çalışmalardır. Bu teoriler, o zamanın en gelişmiş fizik teorileriydi. Maxwell ışığın bir tür elektromanyetik dalga olduğunu ortaya koymuştur. Maxwell denklemleri, ışık hızının değişmeyen bir “c” sabiti olduğunu varsayar.⁶⁰ Bu denklemlerin uzay-zaman fiziğindeki oynadığı rol ileride ele alınacaktır.

Işığın boşluktaki hızı, bütün eylemsizlik referans sistemlerindeki gözlemciler için aynıdır. Bu gözlemcilere göre ışın boşluktaki hızı, ışığı üreten kaynağın hızına bağlı değildir. Başka bir deyişle ışığın nasıl üretildiği, ışık kaynağının hızı gibi etmenler, kesinlikle ışığın boşluktaki hızına etki etmez. Işığın boşluktaki hızı her ne olursa olsun hep aynıdır, değişmez.⁶¹

Einstein’a göre ışığın boşluktaki yayılma hızının, bütün eylemsizlik referans sistemlerine göre aynı olması, Newton mekaniğindeki mutlak zaman kavramının sonu demektir. Einstein’dan önce Newton’un hareket yasalarına dayalı olan mekanik ilkeleri ile Maxwell tarafından birleşik bir kuram halinde geliştirilen elektrik ve manyetizma

⁵⁷ **Bkz.:** Einstein, “Time, Space and Gravitation”, s. 9.

⁵⁸ **Bkz.:** A.e.

⁵⁹ **Bkz.:** Norton, “Special Theory of Relativity: The Basis”.

⁶⁰ **Bkz.:** Wolfgang Rindler, General Relativity Before Special Relativity: An Unconventional Overview of Relativity Theory, **American Journal of Physics**, C. 62, 887, 1994, s. 887-893.

⁶¹ **Bkz.:** Einstein, “Time, Space and Gravitation”.

ilkeleri arasında hep bir uyumsuzluk vardı. Newton mekaniği iki yüzyıldan uzun bir süre birçok probleme çözüm getirmiştir. Newton mekaniği, eylemsizlik referans sistemlerinde Galile dönüşümleri altında invaryanttır. Ancak Maxwell denklemleri Galile dönüşümleri altında invaryant kalmaz.⁶²

Özel görelilik teorisinde ise birbirine göre serbestçe hareket eden gözlemcilerin uzay-zaman koordinatları arasında matematiksel dönüşümler bulunmuştur. Hollandalı fizikçi Lorentz'in kendi adıyla anılan ve Lorentz dönüşümleri denilen bu bağıntıların fiziksel anlamı, olayların serbestçe hareket eden gözlemciler tarafından nasıl algılandığını göstermekten ibarettir. Maxwell denklemleri eylemsizlik sistemlerinde Lorentz dönüşümleri altında şeklen invaryant kalır. Bu dönüşümlerin eylemsizlik referans sistemleri arasındaki ışığın invaryansı ve Özel görelilik ilkesine dayanarak çıkarılabilecek dönüşümler olduğu Einstein tarafından gösterilmiştir.⁶³

Lorentz dönüşümleri gözlemlere dayalı, eylemsizlik referans sistemleri arasındaki gerçek dönüşümlerdir. Galile dönüşümleri ise varsayımlara dayanır.

Einstein Özel görelilikle, Maxwell kuramının tutarlı olduğunu, fakat Newton mekaniğinin geçerli olmadığını göstermiştir. Işık hızından çok küçük hızlar için görelilik mekaniği ile Newton mekaniği aynı sonuçları verir. Newton mekaniğinin bu kadar uzun süre geçerli olmasının nedeni de budur. Daha yüksek hızlarda ise Newton mekaniği geçerli değildir. Bu hızlarda Einstein'ın görelilik teorisi geçerlidir.⁶⁴

Einstein'ın özel görelilik teorisi ivmeli hareket eden referans sistemlere geçildiğinde yukarıda da ifade edildiği gibi geçerliliğini kaybeder. Einstein bu sorunun çözümünü genel görelilik teorisiyle (GGT) ortaya koymuştur. GGT'ni ele almadan önce ÖGT'nin sonuçlarından, 'eşzamanlılık', 'eşzamanlılığın göreliliği', 'zaman genişlemesi' ve 'uzunluk büzülmesi' konularını ele alalım:

⁶²Bkz.: Beiser, a.g.e., s. 5.

⁶³Bkz.: Einstein, *İzafiyet Teorisi*, s. 31-38.

⁶⁴Bkz.: Beiser, a.g.e.

2.1.4. Eşzamanlılık :

Einstein, yukarıda ikinci postulatında ışığın boşluktaki hızının sabit ve eylemsizlik sistemlerinin birbirlerine göre hareketlerinden bağımsız olduğunu ileri sürmüştür. Bu postulat, zaman aralığı ölçümlerinin farklı eylemsizlik sistemlerinde bulunan gözlemciler için farklı olacağı sonucuna yol açacağını ifade eder.⁶⁵

Klasik fiziğe göre zaman, herkes ve her şey için büyüklüğü değişmeyen bir süratte akar. Herhangi bir olayın ortaya çıktığı hız ne olursa olsun zaman akışı değişmez. Bunun sonucu olarak iki olay aynı zamanda gerçekleşiyorsa, fizikte buna eşzamanlılık denir. Ancak Einstein'a göre zaman akışının ölçümü, ölçümün yapıldığı eylemsizlik sistemine bağlıdır. Bir başka deyişle zaman akışı, ölçümün yapıldığı eylemsizlik sisteminin hızından etkilenir. Einstein bu konudaki düşüncelerini bir tasarımsal deney ile ifade eder. Deney şöyledir:

“Tren yolunun üzerinde birbirinden uzakta bulunan A ve B noktalarına iki yıldırım düştüğünü düşünelim. Buna bir de yıldırımların aynı anda düştüğünü ekleyelim. Buradaki eşzamanlılığı ölçmek için şöyle bir öneri getirelim: Rayların üstünde A ve B noktalarını birleştiren çizgi ölçülmeli ve AB uzaklığının tam orta noktasına M denecek olursa, bu noktaya bir gözlemci yerleştirilmelidir. Gözlemciye A ve B noktalarını eşzamanlı görebileceği bir düzenek sağlanmalıdır. Bu düzenek 90 derecelik açıyla konumlanmış iki aynadan oluşabilir. Eğer gözlemci yıldırımların eşzamanlı olarak düştüğünü görürse, o zaman bu iki olay eşzamanlıdır.”⁶⁶

Ancak Einstein'a göre bu açıklamaya şöyle bir itiraz yapılabilir:

Eğer M noktasındaki gözlemcinin görmesini sağlayan ışığın, A noktasından M noktasına geliş hızının, B'den M'ye geliş hızıyla aynı olduğu bilinseydi, yukarıdaki eşzamanlılık tanımı doğru olabilirdi. Ama böyle bir durumun incelenmesi, ancak zaman ölçüm aletlerinin olmasıyla mümkün olabilirdi.⁶⁷ Einstein böyle bir itirazın yapılabileceğini, bunun sanki kısır döngü bir argümana yol açabileceğini söyledikten sonra yukarıdaki eşzamanlılık tanımına şöyle devam eder:

“Işığın A noktasından M'ye gitmek için harcadığı zamanın, B noktasından M noktasına gitmek için harcadığı zamanla aynı olması (eşzamanlılık), aslında ışığın

⁶⁵ Bkz.: Einstein, *İzafiyet Teorisi*, s. 26.

⁶⁶ A.e., s. 26-27.

⁶⁷ Bkz.: A.e.

fiziksel özelliği üstüne ne bir tahmin ne de bir varsayımdır, bu, eşzamanlılık tarifini yapabilmek için kendi isteğimle ileri sürdüğüm bir koşuldur.”⁶⁸

Yukarıdaki ifadenin anlamı şudur: A, B ve C olayları değişik yerlerde; A, B ile eşzamanlı; B, C ile eşzamanlı olacak şekilde oluşturulduklarında, A ve C olaylarının da eşzamanlı olmaları ilkesinin yerine getirilmiş olduğu varsayılır. Bu, ışığın yayılması yasası üstüne fiziksel bir varsayımdır.⁶⁹

Einstein’ın yukarıdaki yaklaşımlarının çerçevesinde ‘Eşzamanlılığın göreliliğini’ araştıralım:

2.1.5 Eşzamanlılığın Göreliliği:

Einstein, eşzamanlılığın göreliliğini yine yukarıda bahsedilen tasarımsal deneyi ile açıklamaya çalışır. Deneye göre A ve B noktalarına aynı anda (eşzamanlı olarak) yıldırım düşer. Yıldırımların düştüğü noktalar olan A ve B’den yayılan ışık ışınları, yerdeki AB uzaklığının orta noktası olan M noktasında karşılaşırlar. Tam bu anda ‘v’ hızı ile hareket etmekte olan bir tren düşünelim. Bu A ve B olayları, tren üstündeki A ve B noktalarına tekabül ederler. Hareket etmekte olan tren üstündeki AB uzaklığının orta noktası (M’) olsun. Yıldırımın düştüğü anda (yerden bakılınca) bu (M’) noktası, M noktası ile çakışır ve sonra tren ‘v’ hızıyla hareket eder. Eğer trende (M’) noktasında oturan bir gözlemci bu hıza sahip olmasaydı, sürekli olarak M noktasında kalacaktı ve A ve B noktalarına düşen yıldırımlar kendisine aynı anda ulaşacaktı. Yani, bulunduğu noktada birleşeceklerdi. Fakat gerçekte tren (yere göre düşünülduğünde) B’den gelen ışık ışınına doğru hareket etmekte olan ve A’dan gelen ışık ışınının önünde gitmektedir. Böylece gözlemci B’den yayılan ışığı A’dan yayılan ışıktan daha önce görecektir. Treni referans cismi olarak alan gözlemciler, bu yüzden yıldırımın B noktasına A noktasından daha önce düştüğü sonucuna varacaklardır.⁷⁰

Buradan önemli bir sonucuna varıyoruz. Yere göre aynı anda olan olaylar, trene göre aynı anda değildirler ya da bunun tersi söylenebilir. Bu sonuç, Einstein’a göre

⁶⁸ A.e.

⁶⁹ Bkz.: A.e.

⁷⁰ Bkz.: A.e., s. 29.

‘eşzamanlılığın göreliliği’ şeklinde yorumlanır. Eşzamanlılığın göreliliği bize her referans cisminin (koordinat sisteminin) kendine özgü zamanı olduğunu bildirir. Zamanın ölçüldüğü referans sistemi bize bildirilmediği takdirde, bir olayın zamanı ifadesinin hiçbir anlamı yoktur.⁷¹

Eşzamanlılığın göreliliği olması, yani farklı eylemsizlik sistemlerinde zaman ölçümünün değişmesi, ÖGT deki dönüşümlerden elde edilen bir sonuçtur. Kuramın öngördüğü diğer sonuçlar hesaba katıldığında, kuramın tutarlı bir bütün olması için böyle bir sonuç gereklidir.

2.1.6 Zaman Genişlemesi:

Einstein’ın ÖGT ne göre zaman aralıklarının ölçümü, gözlemci ile gözlenen arasındaki bağıl hareketten etkilenir. Bunun sonucu olarak, bir gözlemciye göre hareket etmekte olan bir saat, durgun olan saate göre daha yavaş işler. Bir başka deyişle her süreç, kendisinininkinden başka bir eylemsizlik sisteminde gerçekleştiğinde, gözlemciye göre daha yavaş görünür.⁷²

Zaman bağıl bir büyüklüktür. Zaman ile ilgili yukarıda verilen bilgiler, bizim zaman hakkında günlük deneyimlerimiz sonucunda edindiğimiz bilgilerin tamamının yanlış olduğu anlamına gelmez. Örneğin ‘zaman hiçbir gözlemciye göre geriye gitmez.’ Bu bilgi zaman ile ilgili deneyimlerimizden bildiğimiz ve ÖGT ile çelişmeyen bir bilgidir. ‘Belli bir noktada t_1, t_2, t_3, \dots zamanlarında oluşan olaylar dizisi, gözlemcilerin bulunduğu yer fark etmeksizin aynı sırayı izler.’ Bu bilgi de zaman ile ilgili deneyimlerimizden bildiğimiz ve ÖGT ile çelişmeyen bir bilgidir. Fakat ‘her olay çifti arasındaki $(t_2-t_1), (t_3-t_2), \dots$ zaman aralıkları aynı olmayabilir.’ bilgisi bizim günlük yaşantımızdan edindiğimiz deneyimlerimizle çelişen bir bilgidir. ÖGT bize şu bilgiyi de verir: ‘uzaktaki bir gözlemci, nasıl hareket ediyorsa etsin, bir olayı olmadan önce – yani olayın yakınındaki bir gözlemci görmeden önce- göremez.’⁷³ Bu bilgi de

⁷¹ Bkz.: A.e., s.29-30.

⁷² Bkz.: A.e., s. 37-38.

⁷³ Bkz.: Beiser, a.g.e., s. 10.

deneyimlerimizle çelişmez. ÖGT'nin bazı sonuçlarını, günlük yaşantımızdan edindiğimiz alışkanlıklar ve bilgilerimizle idrak etmemiz bir hayli güçtür.

Yukarıda 'zaman genişlemesi' olarak kısaca işaret edilen durum, Einstein'ın görelilik ilkesinin matematiksel hesapları sonucunda ortaya çıkan bir sonuçtur. Ancak bu hesaplar bu çalışmada ele alınmayacaktır.

2.1.7 Uzunluk Büzülmesi

Bağıl hareket, zaman aralıklarını etkilediği gibi uzunlukların ölçümünü de etkilemektedir. Bir gözlemciye göre hareket eden bir cismin (L) olarak verilen uzunluğu, her zaman bu cisim gözlemciye göre durduğu zamanki (L_0) olarak verilen uzunluğundan kısadır. ÖGT'nin sonuçlarından birisi olan bu özellik "Uzunluk büzülmesi" olarak tanımlanır.⁷⁴ Uzunluk büzülmesi sadece hareket doğrultusunda gerçekleşir. Uzunluk büzülmesinin fark edilebilir olduğu hızlar, ışığın hızına yakın olan hızlardır. 1000 km/s'lik bir hız bize yüksek görünür. Fakat bu hızla hareket eden bir cismin hareket yönündeki uzunluğu, has uzunluğunun sadece % 99.994'ü oranında kısalmır. Öte yandan, ışık hızının onda dokuzu ile hareket eden bir cismin uzunluğu, öz uzunluğunun yüzde 44'ü oranında kısalmır. Bu önemli bir değişiktir.⁷⁵

Zaman genişlemesi gibi uzunluk büzülmesi de görelî bir etkidir. "Örneğin sabit bir çubuk hareket halindeyken, eylemsizlik sistemine göre durağan bir gözlemciye göre daha kısadır ve daha da hızlı hareket ettikçe daha da kısalmır."⁷⁶ Daha önce de belirtildiği gibi sadece hareket doğrultusundaki uzunluklar kısaltmaya uğrar. Dolayısıyla, bir dış gözlemciye göre uçan bir uzay gemisi, yerde bulunduğu durumdakine göre daha dar değil, daha kısa ölçülür.⁷⁷ Bu sonuçlar birbirlerine göre eylemsiz olan referans sistemleri için geçerlidir. Birbirlerine göre ivmeli hareket eden

⁷⁴ A.e., s.15.

⁷⁵ Bkz.: Einstein, *İzafiyet Teorisi*, s. 37-38.

⁷⁶ A.e., s. 36.

⁷⁷ Bkz.: Beiser, *a.g.e.*, s. 17.

sistemler için Einstein Genel görelilik kuramını geliştirmiştir. Aşağıda bahsi geçen bu kuram ana hatlarıyla ele alınacaktır:

2.2 GENEL GÖRELİLİK TEORİSİ (GENEL GRAVİTASYON TEORİSİ)

Genel görelilik teorisi, gravitasyon kuvvetlerinin rölativistik teorisidir.⁷⁸ Bir başka deyişle bu teori, Newton'un durağan ve sonsuza kadar uzanan değişmez bir evrende bulunan nesnelere arasındaki etkileşimleri veren 'evrensel gravitasyonel çekim yasası'nın yerine, değişen ve genişleyen, mutlak olmayan bir uzayda, bütün gök cisimlerinin birbirlerine göre ivmeli hareket ettiği bir evrende geçerli olan çekim yasası olarak bilinir.

Genel görelilik kuramı dört temel ilkeye dayanır: Bunlar, 'eşdeğerlik ilkesi', 'Geodezik ilkesi', 'Mach İlkesi' ve 'Genel kovaryans ilkesi'dir. Şimdi bu ilkeleri kısaca ele alalım:

2.2.1 Eşdeğerlik İlkesi:

Bu ilkeye göre, aşağıda da ayrıca ele alınacağı gibi, "bir cisme kuvvet etki ettiğinde ivmesini belirleyen eylemsizlik kütlesi, cisme başka bir cismin uyguladığı kütleçekimi kuvvetinin büyüklüğünü belirleyen çekim kütlesine eşittir."⁷⁹ Einstein'a göre bu yorum; 'Bir cismin aynı niteliği, duruma göre 'Eylemsizlik' ya da 'Ağırlık' olarak kendini göstermektedir.' ifadesinin kabul edilmesiyle elde edilir.⁸⁰

Eşdeğerlik ilkesini daha ayrıntılı ifade etmeden önce Einstein'ın tasarımsal deneylerini gözden geçirmek faydalı olacaktır:

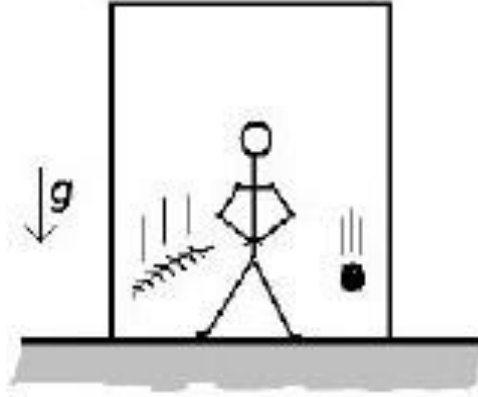
⁷⁸Bkz.: A.e., s. 3.

⁷⁹ Einstein, *İzafiyet Teorisi*, s. 62.

⁸⁰ Bkz.: A.e.

2.2.1.1 Einstein'ın Tasarımsal Asansör Deneyi:

Einstein, bu tasarımsal deneyinde, biri yeryüzünde diğeri uzayda bulunan iki ayrı asansör kurgulamıştır. Deneye göre her iki asansörün içinde 'm' kütleli birer taş vardır. Bu taşlar ayrı ayrı her iki asansörün tavanından aşağı doğru serbest bırakılmıştır. Deneydeki amaç, her iki asansörde bulunan gözlemcinin, asansörün hareketine göre taşların düşüş hareketi incelemesidir. Einstein'ın bu tasarımsal deneyini aşağıdaki şekillere göre inceleyelim.⁸¹



Şekil 1. Yeryüzünde Hareketsiz Duran Bir Asansörün İçinde Düşen Bir Taşın Hareketi.

Şekil 1' e göre, "Dünya kendi etrafında, taşın üstüne etki eden ve onun düşme hareketini oluşturan bir çekim alanı yaratır."⁸² Bu asansörün içinde bulunan bir gözlemci taşın, yerin çekim alanı etkisi olan 'm.g' kuvvetiyle asansörün dibine düştüğünü gözlemler.⁸³ Buna göre aşağıdaki denklemi yazabiliriz:

⁸¹ Bkz.: A.e., s. 60.

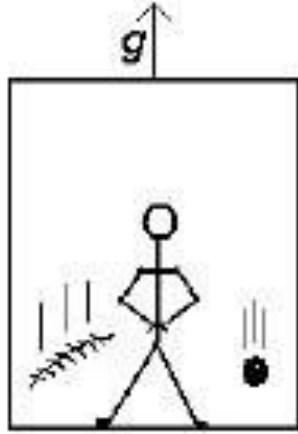
⁸² A.e.

⁸³ Bkz.: A.e., s. 61.

(Kuvvet)= (Çekim Kütlesi) x (Çekim Alanı Şiddeti) Yani;

$$F= m.g$$

Bulunur.⁸⁴



Şekil 2. Hiç Gravitasyon Alanının Olmadığı Bir Yerde Taban-Tavan Doğrultusunda ‘a=g’ İvmesi İle Hareket Eden Bir Asansörün İçinde Düşen Taşın Hareketi.

Şekil 2’ye göre asansör uzayda ‘a=g’ ivmesi ile yukarı doğru hareket eder. Bu asansörün içindeki taş serbest bırakıldığında, taşa tabana doğru bir eylemsizlik kuvveti etki eder. Böylelikle bu asansörün içindeki gözlemci, bu sefer taşın eylemsizlik kuvvetinin etkisiyle asansörün dibine düştüğünü gözlemler. Bu ‘a’ ivmesi, ‘g’ yerçekimi ivmesine eşit olduğu kabul edildiği takdirde;

(Kuvvet)= (Eylemsizlik Kütlesi) x (İvme)

$$F= m(e). g$$

⁸⁴ Bkz.: A.e., s. 61.

Bulunur.⁸⁵

“Eğer, yukarıdaki deneylere göre ivme, cismin durumundan ve cinsinden bağımsız olacak ve her zaman belli bir çekim alanı için aynı olacaksa, çekim kütlelerinin eylemsizlik kütlelerine oranı da bütün cisimler için aynı olmalıdır. Birimlerin uygun biçimde seçilmesiyle, bu oranı ‘1’e eşitleyebiliriz. O zaman şu yasayı elde ederiz:

Bir cismin çekim kütlesi, eylemsizlik kütlelerine eşittir.⁸⁶

Bu sonuç Einstein’a göre ‘Yerel olarak gravitasyonel alanlar, ivme alanlarından ayırt edilemezler’ şeklinde yorumlanabilir. Bu yoruma (I) diyelim ve Einstein’ın diğer bir tasarımsal deneyi olan ‘ışık deneyine’ geçelim.

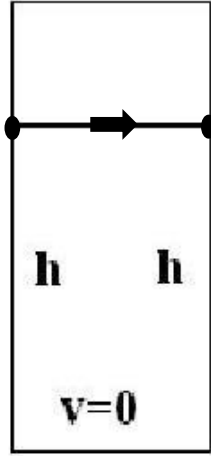
2.2.1.2 Einstein’ın Tasarımsal Işık Deneyi:

Einstein, bu tasarımsal deneyinde içinde ışığın girebileceği bir delik bulunan bir asansör kurgulamıştır. Deneye göre bu asansör, üç farklı şekilde hareket eder. Bu asansörün içinde bulunan bir gözlemci, asansörün her bir hareketinde, dışarıdan gelen ışığın delikten geçtikten sonra asansörün içinde izlediği yörüngeyi gözlemler.⁸⁷ Asansörün bahsi geçen hareketlerini aşağıdaki şekillere göre inceleyelim:

⁸⁵ Bkz.: A.e.

⁸⁶ A.e., s. 62.

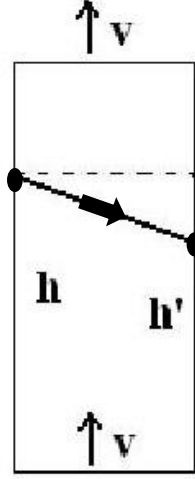
⁸⁷ Bkz.: A.e., s. 68.



Şekil 3. Durgun Bir Asansörün İçindeki Gözlemciye Göre Işığın İzlediği Doğrusal Yörünge.

Şekil 3'e göre asansör durgundur. Asansörün içindeki gözlemci dışarıdan giren ışığın asansörün içine girdikten sonra izlediği yörüngeyi doğrusal olarak gözlemler.⁸⁸

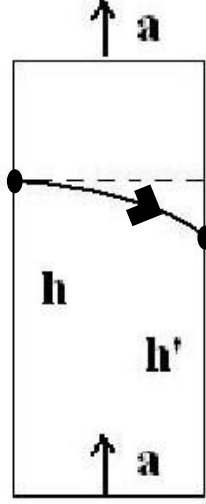
⁸⁸ Bkz.: A.e.



Şekil 4. Sabit 'V' Hızıyla Yukarı Doğru Hareket Eden Bir Asansörün İçindeki Gözlemciye Göre Işığın İzlediği Yörünge.

Şekil 4'e göre asansör 'V' dediğimiz sabit bir hızla yukarı doğru hareket eder. Bu asansörün içinde bulunan bir gözlemci, ışığın asansörün içine girdikten sonra izlediği yörüngeyi Şekil 4'teki gibi görür.⁸⁹

⁸⁹ Bkz.: A.e.



Şekil 5. 'a' İvmesi İle Yukarı Doğru Hareket Eden Bir Asansörün İçindeki Gözlemciye Göre Işığın İzlediği Eğrisel Yörünge.

Şekil 5'e göre asansör 'a' ivmesi ile yukarı doğru hızlanan bir hareket yapar. Bu asansörün içinde bulunan bir gözlemci, asansörün dışından gönderilen ışığın içeride izlediği yolun yörüngesini eğrisel (parabol) şeklinde görür.⁹⁰

Sonuç:

“İvme alanlarında ışığın yörüngesi eğrisel olur.”⁹¹ Bu sonuca (II) diyelim.

O zaman bu durumda:

Yerel olarak gravitasyonel alanlar ivme alanlarından ayırt edilemezler. (I)

İvme alanlarında ışığın yörüngesi eğriseldir. (II)

⁹⁰ Bkz.: A.e.

⁹¹ A.e.

(I) ve (II) den çıkan Sonuç: Gravitasyonel alanlarda ışığın yörüngesi eğriseldir.⁹²

Bu deneylerin sonucuna göre eşdeğerlilik ilkesini şu şekilde açıklamak mümkündür:

Eşdeğerlik olarak ifade edilen bu ilke, çok küçük yerel bir uzay bölgesi söz konusu olduğunda, gravitasyon kuvvetleri ile eylemsizlik kuvvetlerinin ayırt edilemez olmasıdır ve bu husus, eylemsizlik kütlesi ile gravitasyon kütlesinin eşdeğer olmasına dayanmaktadır. Bu ilkeye göre, eylemsizlik alanları ile gravitasyon alanları arasında bir eşdeğerlik bulunur. Bütün cisimlerin gravitasyon alanındaki serbest düşme hareketi aynıdır. Yani serbest düşme hareketi cisimlerin türüne bağlı değildir. Dolayısıyla, cisimlerin serbest düşmesi, yani gravitasyon alanının özellikleri, uzay-zaman yasasına bağlanmıştır.⁹³ Eşdeğerlilik ilkesi “geodezik ilkesi” ile beraber daha net anlaşılabilir. Aşağıda ‘geodezik ilkesi’nin kısa bir açıklaması yapılacaktır:

2.2.2 Geodezik İlkesi

Einstein’in bu ilkesine göre, tüm cisimler kütle çekimi dışında hiçbir kuvvete maruz kalmadıkları zaman, geodezikler üzerinde hareket ederler. Bu, eylemsizlik ilkesinin Riemansal uzaylardaki ifadesidir.⁹⁴

Bu ilke, geodezik ilkesi ya da geodeziksel hareket kanunu olarak bilinir. “İki boyutlu bir eğri yüzeydeki iki noktayı birleştiren örnek olarak ele alalım. Geodezikler, böyle bir yüzey üstündeki ‘en kısa eğrilerdir’.”⁹⁵ Bu kavram, iki nokta arasında

⁹² Bkz.: A.e.

⁹³ Bkz.: A.e.

⁹⁴ Bkz.: A.e.

⁹⁵ Roger Penrose, **Fiziğin Gizemi, Kralın Yeni Usu II**, Çev. Tekin Dereli, Ankara, Tübitak Yayınları, 2001, s. 73.

izlenilen yörüngenin geometrik bir ifadesidir. Örneğin, bir küre yüzeyi üzerindeki geodezikler, kürenin tüm büyük çemberleridir.⁹⁶

Özel görelilikte geodezikler doğrusal çizgilerdir. Einstein'a göre gravitasyonel alanda serbest düşen cisimlerin yolları da uzay-zaman metriğinin geodezikleridir. Bu metrik eğri bir metriktir. Eğri metriğin geodezikleri bir anlamda “doğruya en yakın” olan eğriler olarak düşünülebilir.⁹⁷

Einstein buna örnek olarak kütle çekimi altında kalan ışık ışınlarının yörüngesinin eğrilmesini verir:

“Dünyadan izlendiğinde bazı sabit yıldızlar güneşin yakınında gibi görünür ve bu yüzden de tam bir güneş tutulması sırasında gözlenebilirler. Böyle zamanlarda bu yıldızların, güneş uzayın başka bir bölgesinde olduğu zaman, görünüşteki durumlarıyla karşılaştırıldıklarında 1.7 saniye kadar güneşten dışarı kaymış gibi görünmeleri gerekir.”⁹⁸

Kraliyet ve Kraliyet Astronomi derneklerinin ortak bir komitesi tarafından oluşturulan iki seyahat heyeti tarafından çekilen yıldız fotoğrafları sayesinde kuramın öne sürdüğü, ışığın yörüngesinin eğrilmesi, ilk kez 29 Mayıs 1919 yılında bir güneş tutulması esnasında doğrulanmıştır. Uzaydaki konumu önceden bilinen bir yıldızın ışığının güneşin yanından geçerken, uzay-zaman eğriliği nedeniyle önceki konumundan daha açıkta olduğu gözlenmiştir (parallax). Gözlem sonunda elde edilen sayılar da teorik hesaplarla bulunanlara yakındır.

⁹⁶ **Bkz.:** Wolfgang Rindler, “General Relativity Before Special Relativity: An Unconventional Overview of Relativity Theory”, **American Journal of Physics**, 62, 10. 1119/1.17734 , Kasım 1994, s. 888.

⁹⁷ **Bkz.:** Harvey Brown, **Physical Relativity**, Oxford University Press, New York, 2005, s. 161-163.

⁹⁸ Einstein, **İzafiyet Teorisi**, s. 68-69.

2.2.3 Mach İlkesi (kısmen):

Mach ilkesi, bir cismin eylemsizliğinin, evrendeki bütün cisimlerin fonksiyonu olarak tanımlayan ilkedir. Bu ilke, uzay-zamanın geometrik yapısının, gravitasyon alanı ortaya koyan madde ile belirlenebileceğini ifade eder.⁹⁹

Mach, evrendeki madde dağılımının fizikte yerel olarak tanımlanan kavramları etkileyebileceğini düşünmüştür. Einstein ise uzay-zaman yasasının her zaman sabit kalmayıp, evrendeki maddenin etkisiyle değişebileceğini içeren kuramın, gravitasyonu da betimleyebileceğini ifade etmiştir.¹⁰⁰

Newton'un mutlak uzayı kütlelerden etkilenmez. Ancak Mach'a göre durum bu şekilde değildir. Mach ilkesi, yerel eylemsiz etkilerin, üzerinde çalışılan sistemle evrendeki tüm kütlelerin etkileşimi sonucu olduğunu savunur. Mach, mekanikte, uzayın etkin bir neden olduğu varsayımını ortadan kaldırmayı denedi. Evrenin uzak köşelerindeki kütleler ve onların üzerinde çalıştığımız sisteme göre devinimleri, Einstein'a göre, 'sistemin değişik davranışlarının nedeni olan ve gözlemlerle sınanabilecek nedenlerdir'. Mach'ı izleyen Einstein'ın Genel Görelilik kuramı, çekimin olmadığı yerde uzayın da ortadan kalkması gerektiğini savunur: Çekimsel potansiyelin olmadığı yerde ne uzay ne de uzay parçası olabilir; çünkü çekimsel potansiyel uzayın metrik niteliklerini belirler ve bu nitelikler olmazsa uzayı tasarlamak olanaklı değildir.¹⁰¹

Yukarıda kısaca ele alınan Mach ilkesi, Einstein'ın Genel Görelilik Kuramını geliştirmesinde önemli bir rol oynamıştır. Genel görelilik ilkesinin dayandığı diğer ilke de 'Genel kovaryans ilkesi'dir. Aşağıda bu ilke kısaca ele alınacaktır:

⁹⁹ Bkz.: Sklar, **Space, Time, and Spacetime**, s. 198-199.

¹⁰⁰ Bkz.: A.e., s. 210-215.

¹⁰¹ Bkz.: Esat Rennan Pekünlü, Einstein'a Göre, s. 53.

2.2.4 Genel Kovaryans İlkesi (Genel Görelilik İlkesi veya Genel İnvaryans İlkesi)

Genel kovaryans ilkesine göre fizik kanunları birinden diğerine (jakobyeni) sıfırdan farklı, sürekli ve türetilebilir koordinat dönüşümleriyle geçilebilen bütün referans sistemlerinde aynı şekli koruyacak biçimde ifade edilmelidir. Bir başka deyişle bu ilke, gravitasyonun rölativist teorisinin alan denklemlerinin, koordinat sistemlerinden bağımsız bir biçimde ifade edilmesidir. Yani bu ilke GRT nin tansörel özelliğini vurgulamaktadır.¹⁰²

Einstein, Genel Görelilik kuramının sonuçlarını aşağıda şöyle yorumlar:

“Genel görelilik kuramına göre, Özel görelilik kuramındaki iki temel varsayımdan biri olan, ışık hızının boşlukta sabitliği yasası, sınırsız bir gerçeklik iddia edemez ve ışık ışınlarının eğrisel hareketleri, ancak ışığın yayılma hızı yere göre değiştiğinde oluşabilir.”¹⁰³

Bu eğrilik, gravitasyonun bir ölçөгüdür. Einstein’a göre Genel görelilik ilkesince uzay-zaman süreklisi, bir Öklidyen sürekli değildir. Genel görelilik ilkesi, çekim alanı olmadığında, bilinen yasalara göre oluşan bütün süreçler üstünde çekim alanının etkisini hesap etmemizi sağlar.¹⁰⁴

Einstein’ın ifadesiyle;

“Genel görelilik kuramına göre uzayın geometrik özellikleri bağımsız değildir ve maddeyle belirlenir. Eğer –evrende fark ne denli küçük olursa olsun- sıfırdan farklı olan ortalama madde yoğunluğu istiyorsak, evren Öklidyenimsi olamaz. Tam tersine hesapların sonuçları, maddenin düzgün bir biçimde dağılması için evrenin mutlaka küresel (ya da eliptik) olması gerektiğini işaret ediyorlar. Gerçekte maddenin dağılımı düzgün olmadığından, gerçek evren yer yer küresel yapıdan uzaklaşacaktır. Yani evren küremsi olacaktır. Ama mutlaka sonludur. Gerçekte de kuram bize evrenin uzaydaki yaygınlığı içindeki ortalama madde yoğunluğu arasında basit bir ilişki vermektedir.”¹⁰⁵

¹⁰² Bkz.: Earman, **World Enough Space-Time**, s. 158-159.

¹⁰³ Einstein, **İzafiyet Teorisi**, s. 69.

¹⁰⁴ Bkz.: **A.e.**, s. 82.

¹⁰⁵ **A.e.**, s. 99-100.

Genel görelilik, geometrik bir teoridir; çünkü bu teori, uzay-zaman metriğine dinamik rol verir. Bahsedilen geometrinin oluşturduğu eğrilik, kendini, evrende gravitasyonel alanlar olarak gösterir. Genel görelilik denklemleri, uzay-zaman geometrisinin “ne şekilde olduğunu” ifade eder. Bu denklemler çözülerek, bütün cisimlerin etrafındaki uzay zaman geometrisi ve gravitasyon alanları bulunur. Bu kurama göre; kuvvet kavramının yerini uzay-zaman eğriliği alır. Maddenin bulunduğu ortam, uzay-zaman eğriliğini değiştirir.¹⁰⁶

2.3 Einstein’ın Görelilik Teorisindeki ‘Zaman’ Kavramına Genel Bir Bakış

Klasik mekanikte zaman, gözlemcinin hareket durumundan bağımsız, değişmez ve evrensel olarak kabul edilir. Görelilik ilkesine göre ise zaman, uzayın üç boyutundan ayrı olarak düşünülemez. 4. boyut olarak ele alınan zamanın ilerleyişi, ışığın hızı ve yerçekimsel alanlarla ilişkilidir. Bahsi geçen yerçekimsel alanlar, zamanın ilerleyişini yavaşlatabilir. Bu durum gözlemcinin hareketine de bağlıdır.

Einstein’a göre evren sonlu, eğrisel ve dört boyutlu bir yapıdır (H. Minkowski-1908). İçinde yaşadığımız uzay Öklidyen bir uzay değil, 3 boyutlu afin uzaydır. Ona göre dördüncü boyut zamandır. Einstein’a göre zaman görelidir. Zaman gözlemcinin bağlı olduğu referans sistemine göre tanımlanır. Newton’un sistemi hareketin tanımını üzerine kurulmuştur. Bu sistemde bir cismin hareketini mutlak zamanla ilişkilendirmek söz konusudur. Newton sistemi içerisinde zaman kavramının kabul edilişi, öngördüğü ‘evren modeli’ ve varsayımları açısından kaçınılmazdır.

Einstein’a göre kütle, uzay-zamanda eğrilikler yaratır. Bir başka deyişle maddenin varlığı, uzay-zaman geometrisi değiştirir. Bu eğrilmiş uzay-zaman geometrisi “gravitasyon” olarak adlandırılır. Bahsi geçen eğrilikte bulunan gözlemcinin eylemsizlik referans sistemine göre zaman, eğrinin dışındaki bir gözlemcinin

¹⁰⁶ Süleyman Bozdemir, Einstein’ın Görelilik Kuramlarına Bir Bakış.

eylemsizlik referans sisteminde olduğundan daha yavaş akar. Başka bir deyişle cisimler, sahip oldukları kütlelerinin büyüklüklerine göre uzayda eğrilikler oluştururlar ve zamanın akışını yavaşlatırlar. Yani çekim alanının gücü arttıkça uzay-zaman eğriliği de artış gösterir.

“Einstein’a göre uzay ve zaman kavramları birbirinden ayıramayacak bir biçimde iç içedir. Bir gözlemcinin sadece bir cetvelle ölçebildiği bir uzunluğu, bir başka gözlemci ancak bir cetvel ve bir saatle ölçebilir.”¹⁰⁷ Uzay ve zamanın tek bir çatı altında birleştirilmesi, “uzay-zaman sürekliliği” olarak bilinir. Uzay-zaman sürekliliği matematik bir modeldir. Özel Görelilik İlkesine göre olayların dört-boyutlu bir uzay-zamanda gerçekleştiği varsayılır. Bilinen üç koordinat ‘x,y,z’ uzaydaki konumu, dördüncü koordinat ‘t’ ise zamanı gösterir. Uzay-zamanı gözümüzün önüne getiremesek bile, matematiksel kullanımı, üç boyutlu uzayinkinden daha zor değildir.¹⁰⁸

2.4 SONUÇ

Fizik sistemleri, cisimlerin hareketlerini inceler; bu inceleme, fizik sistemine göre değişen kabuller çerçevesinde olur. Diğer bir ifadeyle her fizik sistemi bir takım kabuller çerçevesinde fiziksel dünyası hakkında bilgi verir.

Bir cismin hareketinden söz edebilmek için iki temel kavrama ihtiyaç vardır: Zaman ve Uzay. İşte özellikle bu iki kavram, bir fizik sisteminin kurulmasında bir takım ön kabullere gerek gösterir.

Newton kurduğu fizik sistemi ile her türlü nesnenin hareketinin, gravitasyon adı verilen kuvvete bağlı olduğunu, dolayısıyla aynı yasaların evrenin her yerinde geçerli olduğunu düşünmüştür. Newton böylece fizikte çok büyük bir zihniyet devrimi gerçekleştirmiştir. Çünkü Newton öncesi fizik anlayışı, nesnelere evrende farklı özelliklere sahip olduğunu ve farklı yasaların geçerli olduğunu varsaymıştır. Newton

¹⁰⁷Bkz.: Beiser, *Modern Fiziğin Kavramları*, s. 42.

¹⁰⁸Bkz.: A.e.

her şeyden evvel, evrendeki tüm nesnelere aynı yasaya tabi olduğunu ve nesnelere arasında bir mahiyet farkı olmadığını göstermiştir. Diğer bir ifadeyle Newton, fizik nesnelere hareketini tek bir formül altında, evrensel çekim yasası olarak ifade etmiştir. Newton sistemi içerisinde fizik nesnelere, Öklidyen bir uzay içerisinde her yöne hareket ederler. Nesnelere bu hareketi için gerekli uzayın tanımlanabilmesi için Öklid geometrisi gerekli ve yeterlidir. Newton sisteminde evrenin Öklidyen bir yapıya sahip olması (Kopernik ilkesine göre 3 boyutlu afin uzay), bu sistemin gerekli gördüğü ön kabullerden birisidir.

Fizik nesnelere hareketinin anlaşılmasında uzay dışında bir de ‘zaman’ kavramına gerek vardır. Burada sözü edilen ‘zaman’ kavramı, daha önce ele alındığı gibi, ‘mutlak’ bir zaman kabulünü gerektirmektedir. Çünkü bir nesnenin hareketinin anlaşılması için geçen zamanın ‘bir şeye göre’ hesaplanmasına ihtiyaç vardır. Bunun için bir başlangıç ve bitiş noktası tayin etmek zor değildir. Fakat belli bir aralık içinde bu geçen sürenin bir başka aralıkla ilişkilendirilmesi için Newton sisteminde ‘mutlak zamanın’ varlığının zorunlu olarak kabul edilmesi gerekmiştir.

Fakat yukarıda ÖGT ile ilgili yapılan açıklamalardan da görüleceği gibi aslında cisimlerin hareketleri Newton sisteminin öngördüğü kadar basit değildir. Bir cismin hareketi, onu gözlemleyen gözlemcinin hareketine daha doğrusu referans sistemine bağlıdır. Dolayısıyla cismin hareketini diğer cisimlerin hareketlerine yani bu cisimlerin bağlı oldukları referans sistemlerini dikkate alarak anlamak ve açıklamak söz konusudur. Cisimlerin birbirlerine göre hareketleri ivmeli veya ivmesiz olabileceği gibi yüksek süratle de olabilir.

Bu durumda bir nesnenin hareketi için kullanılması gereken zaman ve uzay kavramlarının içeriklerinin, yani bir anlamda dayandığı kabullerin de değiştirilmesi kaçınılmaz olmaktadır. Diğer bir ifadeyle zaman ve uzay kavramlarının, hareket eden nesnelere kabul edilen hareket tarzlarına göre farklı şekilde tanımlanması gerekir. Bu fark, hareket eden nesnenin madde-enerji-uzay ilişkisinin de ayrıca dikkate alınmasını, yani hareket eden bir nesnenin farklı özelliklere sahip olacak şekilde tanımlanmasını gerektirebilir. Bu durum zaman ve uzayın bağımsız birer nesne olarak kabul

edilemeyeceğinin, farklı fizik sistemlerine göre farklı içeriklere sahip olabileceğinin, farklı kabuller aracılığıyla tanımlanabileceğinin açık bir göstergesidir.

Sonuç olarak bu bölümde zaman ve uzay kavramlarının ÖGT ve GGT ne göre nasıl anlaşıldığını ve ne şekilde tanımlandığını ortaya koymaya çalıştık. Bu yaklaşım beraberinde ‘zaman’ ve ‘uzay’ kavramlarının, Newton’un bilim anlayışına ek olarak, rölativist fizik çerçevesinde ne gibi kabuller gerektirdiğini ele alabilmemize de olanak vermiştir.

Aşağıda, ‘zaman’ ve ‘uzay’ kavramlarını, kendi uzay zaman felsefesi çerçevesinde değerlendirip, yorumlayan Hans Reichenbach’ın görüşleri ele alınacaktır.

3. REICHENBACH'IN UZAY VE ZAMAN FELSEFESİ

Reichenbach, uzay ve zaman felsefesini, 'fiziksel geometri' ve 'koordine edici tanımlar' üzerine kurmuştur. Reichenbach için 'uzay ve zaman felsefesi' ile 'fizik teorileri' arasındaki ilgi 'geometri' ve 'koordine edici tanımlar' aracılığı ile kurulur. Bu durum 'uzay ve zaman felsefesinin', 'fizik teorilerine' dayandırılarak açıklanması demektir.

İlk olarak Reichenbach'ın 'geometri' ve daha sonra 'koordine edici tanım' kavramı ile ilgili açıklamalarını ana hatlarıyla ele alalım:

Reichenbach'a göre uzayın yapısı ile ilgili problemler, doğrudan geometri ve geometrinin doğasıyla ilgili problemlerdir. Salmon'a göre, Reichenbach 'fiziksel uzayın geometrik yapısı nedir?' sorusunun yanıtını aramıştır. Reichenbach bu sorunun yanıtına, geometri ve matematik sistemler ile fiziksel uzay arasındaki ilişkiyi açıklayarak ulaşmaya çalışmıştır.¹⁰⁹

Reichenbach'a göre fiziksel uzayın geometrisi, empirik bir problem olarak ele alınmalıdır. İşte bu nedenle Reichenbach, fiziğe görev düştüğünü ifade etmiştir. Ona göre fiziğin görevi, mümkün uzay çeşitlerinden aktüel uzayı seçmektir. Reichenbach, fiziğin bu seçime sadece empirik anlamda karar verebileceğini ileri sürmüştür. Bir başka deyişle bu seçim, uzayla ilgili yapılan matematiksel ölçümler tarafından ortaya çıkartılmalıdır.¹¹⁰

¹⁰⁹ Wesley C. Salmon, "The Philosophy of Hans Reichenbach," *Synthese*, Vol. 34, No. 1, Hans Reichenbach, Logical Empiricist, Part I, Ocak 1977, s. 28.

¹¹⁰ Hans Reichenbach, *The Philosophy of Space and Time*, New York, Dover Publications, Inc., 1958, s. 10.

Reichenbach insanoğlunun, dünyanın küresel yapısını, dışarıdan göremediği halde, bu şekilde ortaya çıkarttığını ifade etmiştir. Reichenbach bu nedenle içinde yaşadığımız uzayın geometrisinin de ölçümlerle belirlenimin mümkün olduğu görüşündedir.¹¹¹ Bu ölçümler sayesinde uzayın geometrik betimlemesini yapabiliriz.

Reichenbach'a göre uzayın geometrik ifade edilmesinde tek bir geometrik betimleme değil birbirine eşdeğer farklı geometrik betimlemeler vardır. Ona göre bu geometrik betimlemeler arasındaki farklılıklar, formüle edildikleri dilin özellikleri nedeniyle ortaya çıkarlar.¹¹² İçinde yaşadığımız uzayı, Öklid yahut Öklid-dışı geometri ile betimleyebiliriz.

Reichenbach değişik ölçme sistemleri ya da birbirinden farklı geometriler kullandığımızda değişik diller kullandığımızı ama işaret ettiğimiz şeyin hep aynı olduğunu ileri sürmüştür.¹¹³ Bu görüşlerine ilave olarak Reichenbach, Kant'ın uzayın doğası ile ilgili fikirlerini reddetmiştir. Reichenbach'ın bu görüşü aşağıdaki gibidir:

“Günümüz fiziği artık ne Öklid geometrisinin aksiyomlarını ne de nedensellik ve töz ilkelerini geçerli saymaktadır. Artık matematiğin analitik olduğunu, matematiğin fizik dünyaya ait tüm uygulamalarının (fiziksel geometri dâhil) ise empirik türden bir doğrulamaya konu oluşturduğunu bilmekteyiz. Bu durumda geometrinin sentetik özelliğinin, empirik bilimlerin bir parçası sayıldığını söylemek mümkündür.”¹¹⁴

Reichenbach, Einstein'ın Genel görelilik kuramı ile ortaya çıkan gelişmeleri Öklid-dışı geometriler yardımıyla analiz etmiştir. Bu analizi ile Reichenbach, Einstein'ın uzay ve zaman ile ilgili, 'yeni' görüşlerini ele almıştır. Reichenbach, Einstein'ın uzay ve zaman görüşü ile ilgili analizinde önce 'teori ve gözlem' arasındaki koordine edici tanımlarla ifade edilen ilişkileri değerlendirmiştir. Ardından uzayın topolojik ve metrik özellikleri arasındaki ilişkileri incelemiştir.

Reichenbach yaptığı bu analiz ışığında, Öklid-dışı yapıların görsel sezgisinin mümkünlüğünü psikolojik bir problem olarak değerlendirmiştir.¹¹⁵

¹¹¹Bkz., A.e.

¹¹²Bkz., Hans Reichenbach, **Bilimsel Felsefenin Doğuşu**, Çev. Cemal Yıldırım, Ankara, Bilgi Yayınları, , 2000, s. 103.

¹¹³ Bkz., A.e.

¹¹⁴ A.e. s. 38.

¹¹⁵ Bkz., Reichenbach, **The Philosophy of Space and Time**, xvi.

Reichenbach, ‘fiziksel uzayın geometrik yapısı nedir?’ sorusunun yanıtının araştırılmasında yukarıda da adı geçen bir kavramla ortaya atmıştır. Bu kavram ‘koordine edici tanımdır’ (**Coordinative definition**). Aşağıda ‘koordine edici tanım’ kavramını ana hatlarıyla ele alalım.

3.1 Koordine Edici Tanımlar

Reichenbach’a göre ‘tanımlama’ bir kavramı diğer kavramlara indirgeme (reducing) anlamına gelmektedir. Fiziğin kullandığı açıklamalar da geniş ölçüde bu tip tanımlara dayanmaktadır.

Reichenbach, bu tip tanımların dışında ikinci tip bir tanım çeşidi olduğuna dikkat çekmiştir. Ona göre bu tanım çeşidi, matematik nesnelere değil, fiziksel olgulardan türer ve gerçekler nesnelere ilgilidir. Bir başka deyişle Reichenbach’a göre fiziksel bilgi, sadece kavramların diğer kavramlarla tanımlanmasıyla değil ayrıca kavramların diğer nesnelere koordinasyonu da karakterize edilir.¹¹⁶

Reichenbach şöyle devam eder:

“Basit olarak ifade etmek gerekirse bu koordinasyon, ‘belirli bir kavramın’ ‘belirli bir şeye’ ilgisini belirtir. Genel olarak bu koordinasyon keyfi (**arbitrary**) değildir. Kavramlar test edilebilir ilişkiler içinde olduğu sürece koordinasyon ‘doğru’ ya da ‘yanlış’ olabilir. Burada kural ‘aynı kavramın, aynı nesneyi belirtmesi’ olmalıdır.”¹¹⁷

Reichenbach’a göre fiziğin metodu, Schlick’in¹¹⁸ göstermiş olduğu gibi, bu koordinasyonun biricikliğini kurmayı içermelidir. Ancak Reichenbach’a göre kesin başlangıç koordinatları, koordinasyon metodu ileriye götürülmeden önce belirlenmelidir: Bu nedenle Reichenbach, bu ilk koordinatlara ‘**koordine edici tanımlar**’ adını vermiştir.¹¹⁹ Bunlar tüm diğer tanımlar gibi keyfidir. Reichenbach’a

¹¹⁶Reichenbach, **The Philosophy of Space and Time**, s. 14.

¹¹⁷**A.e.**

¹¹⁸ **Bkz.**, Alıntılaman (Hans Reichenbach), Aktarılan: M. Schick, **Allgemeine Erkenntnislehre**, Berlin, Springer, 1918, Ziff. 10.

¹¹⁹ **Bkz.**, Reichenbach, **The Philosophy of Space and Time**.

göre bu koordine edici tanımların seçimi, bilimin ilerlemesiyle geliştirilen kavramsal sisteme bağlıdır.¹²⁰

Reichenbach, koordine edici tanıma örnek olarak bir ‘uzunluk birimi’ seçimini önermiştir. Eğer bir mesafe ölçülmek istenirse, uzunluk birimi önceden bir ‘tanım’ tarafından belirlenmelidir. İşte bu tanım Reichenbach’a göre ‘**koordine edici tanımıdır**’.¹²¹

Reichenbach’a göre burada ‘kavramsal tanım’ ile ‘koordine edici tanım’ın, düalitesi açıkça görülebilir. Bir ‘birim’ ile ne anlatmak istediğimizi, yalnızca diğer kavramların ifadesiyle belirleyebiliriz. Reichenbach şöyle bir örnek vermiştir: “Bir ‘birim’ bir mesafenin uzunluk olarak ölçüsüdür.”¹²² Ancak Reichenbach bu ifadenin ‘birimin büyüklüğü’ ile ilgili bilgi içermediğini söyler ki biz bu birimi sadece, fiziksel olarak verilen, Paris’teki standart metre uzunluğuna refere ederek saptayabiliriz. Ancak burada da ‘bir metre ne kadardır?’ gibi bir soru ile karşı karşıya kalırız. Reichenbach bunun için de şöyle bir tanım vermiştir: “Bir metre dünyanın çevresinin 40 milyonda biridir.” Eğer tanım böyleyse Reichenbach, bu çevre uzunluğu tanımının yine bazı diğer kavramlara refere edildiğini ifade etmiştir.¹²³

Reichenbach’ın ifadesiyle:

“Eğer kadmiyum ışığının dalga boyu bir ‘birim’ olarak seçilirse, bu sefer kadmiyum ışığı ‘tanımın’ bağlantılı olduğu fiziksel fenomen olur. Bahsedilen tanımlardaki metodun karakteristik özelliği, bir kavramın koordinasyonunun bir fiziksel nesneye olmasıdır. Bu düşünceler ‘koordine edici tanım’ terimini açıklar. Eğer tanım ölçüm olarak kullanılırsa, yani aynı uzunluk birimi durumunda olduğu gibi, bu bir ‘metrik koordine edici tanım’ olur.”¹²⁴

Bu durumda Reichenbach’a göre şöyle bir soruyla karşı karşıya geliriz: “Fiziksel uzay için hangi koordine edici tanım kullanılmalıdır?”. Reichenbach bu soruyu yanıtlayabilmemiz için önce bir geometriye ihtiyacımız olduğunu daha sonra da bir ‘uygunluk tanımı’ seçiminin yapılması gerektiği görüşündedir.¹²⁵ Böyle bir seçim yapmamız durumunda Reichenbach’a göre doğru ya da yanlış olma olasılığı

¹²⁰ Bkz., A.e.

¹²¹ Bkz., A.e. s. 15.

¹²² A.e. s. 14.

¹²³ A.e. s. 19.

¹²⁴ A.e.

¹²⁵ Bkz., A.e.

bulunan keyfi bir seçim yaptığımızı unutmamamız gerekir. Sonuçta Reichenbach, fiziksel uzayın geometrisinin anlık bir deneyim sonucu değil de koordine edici tanım seçimine bağlı olduğunu ifade etmiştir.¹²⁶

Koordine edici tanımları, ana hatlarıyla yukarıdaki gibi açıklamak mümkündür. Bu açıklamaların ardından Reichenbach'ın 'zaman' ile ilgili verdiği koordine edici tanımları ele alalım.

Reichenbach, 'zaman' ile ilgili dört tip koordine edici tanım yapmıştır. Bu koordine edici tanımlar aşağıdaki gibidir.

1. Koordine edici tanım:

Zaman birimi: Zaman aralığının sayısal değerini belirler.

2. Koordine edici tanım: Uygunluk (congruence) tanımı

Zamanın tek tipliği: Ardışık zaman aralıklarının kıyaslanmasına işaret eder.

3. Koordine edici tanım:

Eşzamanlılık: Uzayın farklı noktalarında birbirine paralel zaman aralıklarının kıyaslanmasını ifade eder. Eşzamanlılığın dual karakteri vardır: a) Kavramsal Tanım b) Fizik fenomene referansla yapılan tanım.

4. Topolojik Koordine edici tanım: Aynı noktalardaki (nedensel zincir) zaman düzenine işaret eder.

Örnek: Eğer E_1 , E_2 'nin etkisi ise E_2 , E_1 'den sonradır denir. Bu zaman düzeninin topolojik koordine edici tanımdır.

¹²⁶ Bkz., A.e.

Yukarıda ‘zaman’ ile ilgili Reichenbach’ın vermiş olduğu koordine edici tanımlar, tez çalışmamızın, (3.4), (3.5), (3.6), (3.7), (3.8) ve (3.10) kısımlarında ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

Aşağıda ele alacağımız bölümler, Reichenbach’ın ‘uzay ve zaman felsefesi’ adlı eserindeki görüşler esas alınarak ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu bölümleri ele almamızdaki temel amaç, Reichenbach’ın epistemolojisinin kapsamlı bir değerlendirmesini yapmaktır. Böylelikle tartışma ve sonuç kısmında, Reichenbach’ın uzay ve zaman kavramlarının empirik özelliklerini kullanarak oluşturduğu epistemolojisi tartışılacaktır. Bu tartışmada, Reichenbach’ın epistemolojisinin analizi ile Newton ve Görelilik fiziğindeki uzay ve zaman kavramlarının değerlendirilmesiyle ortaya konan sonuçlar kıyaslanacak ve bu konuda kapsamlı bir değerlendirme yapılacaktır.

Şimdi aşağıda ilk olarak ‘Grafiksel Gösterim Nedir’ başlıklı bölümü ele alalım.

3.2 Grafiksel Gösterim Nedir?

Reichenbach, uzay ve zaman felsefesini fizik teorilerine dayandırarak inşa etmiştir. Bu nedenle fizik fenomenlerin anlaşılması, Reichenbach için önem taşımaktadır. Bu bölümde, fiziksel olguları anlamamızda bize yol gösteren metotlardan birisi olan ‘grafiksel gösterim’in, Reichenbach tarafından ele alınışı ortaya konmaya çalışılacaktır.

Grafiksel gösterim, çok yaygın bir şekilde kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, fiziksel ya da teknik hemen hemen her uygulamadaki en karışık fenomenleri anlama konusunda bize oldukça yardımcı olmaktadır.¹²⁷

¹²⁷ Bkz., A.e., s. 101.

Reichenbach, grafiksel gösterim metodunu açıklamak için öncelikle diyagram kullanımına ilişkin günlük hayattan örnekler vermiştir. Daha sonra bu örnekler ile fiziksel örnekler arasında bir analogi kurmuştur. Reichenbach'ın amacı, diyagram kullanmanın bir çeşit grafik gösterimi olduğunu belirtmek ve böyle bir uygulamanın kolaylıklarını ortaya koymaktır. Reichenbach şöyle der:

“Bir mühendis, buhar makinelerini, motorları, köprüleri, elektrik akımlarını bir takım diyagramlar kullanmadan tasarlayamaz. Mühendis bu diyagramlara örneğin; motorların verimini hesaplamak, maddelerin dayanıklılığını belirlemek veya motorların titreşim düzeylerinin dengesini elde etmek için ihtiyaç duyar. Mühendisin yapmış olduğu bu ölçümler ve grafik düzlemine dökmüş olduğu bu boyutlar, onun işini kolaylaştırmakla kalmaz hesaplamalarında da ona yardımcı olur.”¹²⁸

Reichenbach bu örneğinin ardından bir fizikçiyi aynı açıdan değerlendirmiştir. Reichenbach'ın ifadesiyle:

“Bir fizikçi, doğa kanunlarını grafik düzlemi üzerinde şöyle gösterir: Doğa kanunlarını ifade eden kesin matematik fonksiyonlarını analitik geometri kurallarına göre eğriliklere ve düzlemlere taşır. Fizikçi aynı grafik düzlemi üzerindeki noktaları birleştirip, ölçümlerinin grafiğini çizerek tanımlı fonksiyonları keşfeder. Fizikçinin grafik kâğıdı üzerinde koordinat olarak gösterdiği şey yalnızca noktalar, eğriler ve uzamsal büyüklükler değildir. Bunlar basınç, sıcaklık, elektrik gerilimi gibi kısaca fizikte daha önceden bulunmuş ölçülebilir büyüklükler olabilir.”¹²⁹

Bu açıklamalardan yola çıkarak Reichenbach'a göre şu sorular sorulmalıdır:

- Gaz yasası, elektrik deşarjı gibi birbirlerinden bu kadar farklı bir takım fizik fenomenlerin hepsi nasıl olur da aynı uzamsal diyagramlarda gösterilebilir?
- Bunların aynı uzamsal diyagramlarda gösterilebilmesine olanak veren ortak özellikleri nelerdir?
- Neden gerçekte bu tip diyagramlar daha kolay anlaşılır?¹³⁰

Reichenbach bu soruların yanıtını şöyle açıklar: ona göre bu fiziksel olguların, matematiksel geometriye koordine edilebilen bir çeşit mantıksal yapıları vardır. Bunun

¹²⁸ A.e.s. 102.

¹²⁹ A.e.

¹³⁰ Bkz., A.e.

sonucu olarak bu yapılar, fiziksel geometriye de koordine edilebilmekte ve diyagramlarla gösterilebilmektedir.¹³¹

Reichenbach yukarıdaki sorulara karşılık vermiş olduğu bu yanıtı, daha ayrıntılı olarak şöyle izah etmiştir:

“Doğal fenomenlerin kontrolü, matematiksel kavramların anlamlandırılmasıyla başarıya ulaşır. Bu kavramlar, örtük tanımlar tarafından belirlenip, görselleştirmenin biricik ve spesifik çeşidinden bağımsızdırlar. Görsel nesnelere istediğimiz gibi koordine edebiliriz. Bu nesnelere katı ölçüm çubukları olabileceği gibi basınç ya da akım da olabilirler. Koordinatlandırma süreci, bir koordine edici tanıma denktir. Sadece düz çizgiler ve katı ölçüm çubukları için değil, aynı zamanda düz çizgiler ve doğru akım ya da gergin bir çubuğun gerilimindeki artış için de bir koordine edici tanım vardır. Bir başka deyişle koordinatlandırma süreci, sadece kesin olan şeylere göre keyfi (**arbitrary**) değil aynı zamanda nesnelere toplam alanına da göredir. Bu nedenle geometrik aksiyomlar, katı cisimler ve ışık ışınları gibi basınçlı gazlar, elektrik fenomeni ya da mekanik kuvvetlerin anlamları ile (bir tanım yoluyla) anlaşılır kılınabilir.”¹³²

Reichenbach’a göre bu açıklamalar beraberinde başka soruları da getirir.

Örneğin;

- Grafikselleştirme, fiziksel geometri için gerçekten bir koordinasyon sağlar mı?
- Herhangi bir şeyi değil de ideal yapıları mı koordinatlandırabiliyoruz?¹³³

Reichenbach’a göre biz gerçekte fiziksel şeyleri koordinatlandırıyoruz. Fakat burada bir takım zorluklar ortaya çıkıyor. Reichenbach’a göre katı cisimleri, matematiksel geometriye, bağıntılar teorisini kullanarak koordine etmeye alışkınsınızdır. Ancak bu alışkanlığımız yüzünden burada bir düallite olduğunu fark edemiyoruz.

Bu düalliteyi açıklamak için Reichenbach, **A** ve **a** olarak iki sistem tanımlamıştır. Reichenbach, **A**’yı matematiksel bir sistem; **a**’yı ise katı cisimlere ait fiziksel bir sistem olarak tanımlamıştır. **A** ile ilgili her iddia, **a** ile ilgili bir iddiaya çevrilebilir. **A** ile ilgili iddiaların sembollerini, **a** ile ilgili iddialar olarak tek başına kullanmak, Reichenbach’a göre bir alışkanlıktır. Buna “görsel geometri” denir.¹³⁴

¹³¹ Bkz., A.e. s. 103.

¹³² A.e.

¹³³ Bkz., A.e.

¹³⁴ Bkz., A.e.

a sistemi, **A**'nın görsel uzayıdır. Ama aksi durum yani **A**'nın içeriği görselleştirilemez, fakat formülle ifade edilebilir. Bu düşünce, Reichenbach'a göre "saf görselleştirme" düşüncesini açıklar.¹³⁵

Bu açıklamadan sonra Reichenbach, fiziksel sistemler ile geometrik sistemler arasında ilişki kurmuştur. Daha sonra da bu ilişkiyi görselleştirme formu olarak açıklamıştır. Bu durum aşağıdaki gibi ele alınmıştır:

"**a** sistemini doğal nesnelere sistemi olarak değil de Öklid geometrisinin bağıntılarını örnekleyen bir sistem olarak düşünürüz. Böylelikle **a** sistemi öğeleri, saf görsel uzam olur. Elbette **A** sistemi için sadece Öklid geometrisine bağlı değiliz. Öklid-dışı **A**¹ sistemi de seçilebilirdi. Mesela katı cisimler (**solid bodies**) gibi gözükene ama **A**¹'deki kurallara uyan **a**¹ ideal nesnelere düşünseydik; o zaman **a**¹, Öklid-dışı geometrinin saf görsel uzayı olurdu. **a** sistemi, nesnelere **a**'nın içinde icat etmemize ya da nesnelere doğada bulmamıza bağlı olarak ya saf ya da empirik görselleştirme uzayı olur."¹³⁶

Reichenbach böylelikle geometrinin zaten bir grafik gösterimi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu nedenle Reichenbach, saf mantıksal yapıları bile grafik formuyla sunmanın mümkün olduğunu ifade etmiştir.¹³⁷

A sisteminin değil de sadece **a** sistemini görselleştirebildiğimiz sürece resimlerle düşünme avantajına sahip olabilmekteyiz. Dolayısıyla şimdi Reichenbach'a göre neden grafiksel gösterimin mümkün olduğunu anlayabiliriz.

Reichenbach'ın buraya kadar grafiksel gösterimle ilgili vermiş olduğu örnekler, katı cisim geometrisi özelliği taşıyan örneklerdir. Reichenbach, katı cisim geometrisinin genellikle pratik yönü için tercih edildiğini belirtmiştir.¹³⁸ Ancak bu durum, katı cisim geometrisinin görselleştirilebilen tek geometri olduğunu göstermez.

Reichenbach'a göre biz bu geometriyi sanki tek uzay şekliymiş gibi kabul etmeye çok alışkınızdır. Bu tercihin nedeni, Reichenbach'a göre yalnız alışkanlıklarımız değil, aynı zamanda **a**'daki cisimlerin fiziksel özellikleridir. Çünkü

¹³⁵ Bkz., A.e.

¹³⁶ A.e. s. 103-104.

¹³⁷ Bkz., A.e. s. 104.

¹³⁸ Bkz., A.e. s. 105.

a'daki nesnelere, kolaylıkla cetvel, üçgen gibi geometrik araçlara dönüşebilir, kolaylıkla sabit kalabilirler ve diğer fiziksel fenomenlerle kıyaslanabilirler.¹³⁹

Bu noktada Reichenbach, geometrik bağıntıların nesnel sistemi ile gösterimi düşüncesinin elverişlilik sorunundan daha öte bir şey olduğunu vurgulamak istemiştir. Bu durum, Reichenbach'a göre insan düşüncesinin temel gerekliliğine dayanmaktadır. Reichenbach şöyle devam eder:

“Elbette ki bağıntıları soyut olarak düşünmek imkânsızdır. Bu bağıntıları, soyut ilişkilerin somut bir modele uygulanabilmesine olanak veren bazı sembolik gösterim metotları olmaksızın anlayamayız. a sistemi seçimi bir çok olası seçimden elbette ki sadece bir tanesidir. Semboller olmaksızın düşünmek imkânsız gibi gözükebilir. Bu düşünce bizi ‘seçilen sembol, düşünce içeriği için temeldir’ gibi bir yargıya götürmemelidir. Biz bağıntılar sistemini sadece somut nesne terimleri ve bu sistemin mantıksal yönüyle düşünebiliriz.”¹⁴⁰

Yukarıda, fiziksel olguların, grafik gösterimi aracılığıyla nasıl ifade edilebileceğini, Reichenbach açısından değerlendirmeye çalıştık. Grafik gösterimi, bir çeşit diyagram kullanımınıdır. Bu tip diyagram kullanımları, fizik fenomenleri anlamda bize oldukça yardımcı olmaktadır. Grafik gösterimi, aşağıda ele alacağımız, uzay ve zaman arasındaki farklılıkları tespit etmek için bize yol gösterecektir. Şimdi uzay ve zaman arasındaki farklılıkları, Reichenbach'ın nasıl değerlendirdiğini ele alalım.

3.3 Uzay Ve Zaman Arasındaki Farklılıklar

Reichenbach, uzay ve zaman arasındaki temel farklılıklardan birisinin boyut sayısından kaynaklandığını belirtmiştir. Aşağıda önce Reichenbach'ın görüşleri doğrultusunda, uzaya ait bir takım temel sorunlar tespit edilip, bu sorunların ne oldukları ile ilgili kısa açıklamalar yapılacaktır. Daha sonra bu sorunların, zamanın

¹³⁹ Bkz., A.e. s. 106.

¹⁴⁰ A.e.

sorun alanına girip giremeyeceği aşağıdaki gibi tartışılarak “uzay ve zaman” arasında boyut sayısından kaynaklanan temel bir fark olduğu ortaya konmaya çalışılacaktır.

Reichenbach’a göre bilim felsefesi, uzay ile ilgili problemleri zaman ile ilgili problemlerden daha fazla incelemiştir. Bunun nedenini Reichenbach, zamanın tek boyutlu, uzayın ise çok boyutlu olmasına bağlamıştır. Zaman, Reichenbach’a göre uzay ile hemen hemen aynı fakat daha basit bir şematik düzene sahiptir.¹⁴¹

Reichenbach’a göre çok boyutluluk, tek boyutluluktan daha fazla sorun içermektedir. Zaman tek boyutlu olduğu için, çok boyutluluktan kaynaklanan problemleri yoktur. Örneğin Reichenbach’a göre ‘zaman’ın, ‘ayna-imge uygunluğu’ problemi yoktur. Bu problem, superimpoze olmayan denk ve benzer şekilli cisimlerin varlığı problemidir. Reichenbach’a göre diğer problem, sadece uzaya ait olan ‘Öklid ya da Öklid-dışı bir yapıya sahip olma’ problemidir.¹⁴²

O halde Reichenbach’ a göre çok boyutluluktan kaynaklanan problemler şöyle sıralanabilir:

1. Ayna-imge uygunluğu
2. Öklid ya da Öklid-dışı yapıya sahip olma

Reichenbach, bu problemlerin, uzayın felsefi analizlerine izin veren ve çok boyutluluktan kaynaklanan problemler olduğunu iddia etmiştir. Ancak bu problemler tek boyutlu olması nedeniyle zaman için geçerli değildir. O halde zaman ile ilgili problemler nelerdir?

Bunun için Reichenbach önce zaman ve zaman deneyiminin özelliklerini belirtmiştir. Sonra uzay deneyimi ve zaman deneyimlerinin özelliklerini birbirlerine göre kıyaslamıştır. Böylelikle uzay ve zaman arasındaki algısal farklılıkları tespit etmiştir. Bu durum aşağıdaki şekilde ele alınmıştır:

¹⁴¹ Bkz., A.e. s. 109.

¹⁴² Bkz., A.e.

Yukarıda bahsedildiği gibi uzay ile ilgili problemlerin zaman için geçerliği söz konusu değildir. Reichenbach'ın ifadesiyle:

“Zaman için geçerli olan şey zamana ait olan özelliklerdir. Bu özellikler kendilerini bize, uzamsal bir düzenin olmadığı zamansal bir düzlemde gösterirler. Bu özellikleri insanoğlu fizik deneyimleri ile algılar. Bu durum bize, neden zaman deneyimlerimizin bilinç deneyimlerimizde ana bir yer teşkil ettiğini gösterir. Bahsedilen zaman deneyimi, uzay deneyimine göre daha anlık olarak hissedilir. Aslında hayatımızda zamanın akışını hissettiğimiz gibi uzayı hissedebileceğimiz doğrudan bir duyumuz yoktur. Zaman deneyimi, ego deneyimi ile yakından ilişkilidir. ‘Ben ...’ daima, ‘Ben şimdi ...’e denktir. ‘Ben’ sonsuz bir şimdideyimidir ve kendimi çabucak geçen zamanda aynı hissederim.”¹⁴³

Reichenbach yukarıdaki ifadesinin sonucu olarak, zaman düzenin de doğa bilimlerinin en önemli inceleme konularından birisi olan uzay düzeni gibi ele alınması gerektiğini ifade etmiştir.¹⁴⁴ Bir başka deyişle doğa bilimlerinde uzay ele alınırken zaman da aynı kaygılar güdülerek ele alınmalıdır.

Reichenbach'a göre doğa bilimlerinde uzay ve zaman ile ilgili analizler bizi epistemolojinin merkezindeki problemlere götürür. Bu nedenle Reichenbach'a göre öncelikle uzay ve zaman düzenlerinin paralelliklerinden ortaya çıkan bu problemler irdelenmelidir. Sonra da geometrinin felsefi analizlerindeki değişikliklerin zamanın düzeni içinde de ortaya çıkan sonuçları gösterilmelidir.¹⁴⁵

Bunun için Reichenbach ilk olarak uygunluk problemi üzerinde durmuştur. Uygunluk problemi yazının başında sadece uzaya ait olan bir problem olarak ele alınmıştı.

Ancak Reichenbach'a göre uygunluk problemi uzamsal uzaklıkların olduğu kadar zaman aralıkları için de geçerlidir. Reichenbach, uzay ve zaman arasında bir paralellik olduğunu kabul ederek bu problemi ele almıştır. Ona göre bu problem 4 boyutlu çeşitlilikte daha da belirginleşir. Burada Reichenbach zamanı 4. boyut olarak kabul etmiştir. Uzay ve zaman yapısını da bir arada 4 boyutlu uzay ve zaman çeşitliliği olarak ifade eder. Ancak biz bahsedilen paralellikle 3 boyutlu uzayda yüz yüze kalırız.

¹⁴³ A.e. s. 110.

¹⁴⁴ Bkz., A.e.

¹⁴⁵ Bkz., A.e.

Oysa uzay-zaman yapısı 4 boyutludur. Bu nedenle Reichenbach'a göre uzay ve zaman ile ilgili boyut ve paralellikten kaynaklanan epistemolojik problemler ortaya çıkmaktadır. Bu konuyu aydınlatmak için Reichenbach öncelikle zamanın 4. boyut olarak ifade edilmesinin ne anlama geldiğini belirtmiş ve ardından uzay-zamanın 4 boyutlu çeşitliliği ile ilgili sorunlara dikkat çekmiştir.¹⁴⁶ Reichenbach'ın ifadesiyle:

“Uzay ve zaman kavramlarını 4 boyutlu çeşitlilik olarak ele almak matematiksel fizik için oldukça verimlidir. Bu durumun epistemoloji alanındaki etkisi, sadece bir karışıklığa sebebiyet vermiştir. Zamana 4. boyut adını vermek ona bir gizem ve bir belirsizlik kazandırmıştır. Zaman, 4. boyut olarak ele alındığında sanki bir çeşit uzay gibi düşünölmeye çalışılmıştır. Zamanı, uzayın 4. boyutu olarak görselleştirmeye çalışmak boş bir uğraştır. Bahsedilen boyut eklemesi sadece matematiksel bir ifadedir. Matematiksel ifadelerde bu tip yanlış anlaşölmalar söz konusu olabilmektedir. Eğer biz zamanı, uzayın üç boyutuna uzay boyutu gibi eklersek zaman ‘zaman’ olma özelliğini yitirmez. Yani zaman artık görselleştirebileceğimiz farklı bir uzay boyutu olarak farklı bir anlam kazanmaz. Zamanı, uzayın üç boyutuna 4. bir boyut olarak eklemek bu ikiliyi, 4 boyutlu uzay-zaman çeşitliliği olarak ifade etmek demektir. Bunun anlamı, bir olayı ifade ederken olayın 3 boyutlu uzay tasvirine bir de zamansal olarak boyut eklemek olacaktır. Bu şekildeki bir belirlenim matematiksel olarak 4 boyutlu bir koordinat sistemi demektir.”¹⁴⁷

Reichenbach, bahsedilen bu matematiksel ifade şekli ile ifadenin açıkladığı şeyin önceden sahip olduğu özelliklerini kaybetmediğini ifade etmiştir. Bu matematiksel ifade şekli aslında günlük hayatımızda karşımıza çıkan birçok şey için de geçerlidir. Reichenbach bu duruma ilişkin müzik tonları ve renk örneklerini vermiştir:

“Müzik tonları ses ve perdeye göre düzenlenir. Bu bize müzikle ilgili 2 boyutlu çeşitliliğin olduğunu gösterir. Aynı şekilde renkler kırmızı, yeşil ve mavi olarak ifade edilen 3 ana renkten oluşmuştur. Yani biz herhangi bir rengi, bu ana renklerden ne kadarıyla oluştuğunu belirleyerek ifade ederiz. Bu düzen ne müziğin tonlarını ne de renkleri değiştirir. Bu ifade şekli çok önceden beridir bildiğimiz ve görselleştirdiğimiz şeylerin matematiksel ifadesidir.”¹⁴⁸

¹⁴⁶ Bkz., A.e.

¹⁴⁷ A.e.

¹⁴⁸ A.e. s. 110-111.

Sonuç olarak Reichenbach'ın yukarıdaki görüşlerine dayanarak, zamanı 4. boyut olarak şematize etmemizin, zaman kavramı ile ilgili herhangi bir değişikliğe yol açmadığını söylemek mümkün gözükmemektedir.

Reichenbach'a göre bu çeşitliliği matematiksel olarak ifade edebilmemizin pratik yönü, onu uzamsal olarak görselleştirebilmemizin altında yatmaktadır. Yani bu çeşitliliği, grafik üzerinde gösterebiliriz. Tonların çeşitliliğini bir düzlem üzerinde sembolize edebiliriz. Mesela bir müzik tonunu düşey eksen ve onun perdesini yatay eksen üzerinde gösterelim. Bu durumda grafik düzlemi üzerindeki bir nokta, ses ve perdeye ait spesifik bir tona karşılık gelecektir. Reichenbach'a göre tonların böyle bir grafik düzlemi üzerinde gösterimi epey pratik bir uygulamadır ama çok da gerekli değildir. Reichenbach'a göre biz müzik tonlarını grafik düzlemi üzerinde göstermesek de onlar yine vardır. Haliyle onları duyar ve ayırt ederiz. Yani bu iki boyutlu çeşitliliği, grafik düzlemi üzerinde göstermek onlara ait olan özellikleri değiştirmez.¹⁴⁹

Reichenbach bu noktada şöyle bir açıklamayla karşımıza çıkar.

“Çok boyutlu bir çeşitlilik, kavramsal bir yapıdır. Görselleştirilmiş uzay, bu kavramsal çerçeveye içerik olarak ekleyebileceğimiz birçok mümkün yapıdan sadece bir tanesidir. Bu nedenle ton çeşitliliğinin bir düzlem ile temsiline, 2 boyutlu ton çeşitliliğinin görsel temsili dememize gerek yoktur. Yani bir başka deyişle ton deneyimlerinin kendileri de bu kavramsal çerçeveye içerik olarak ekleyebileceğimiz bir kavramsal çeşitliliktir. Bu örnekteki aynı durum, 4 boyutlu uzay-zaman için de geçerlidir. Ancak fizik dünya algımız buna izin vermez. Çünkü görselleştirebildiğimiz uzay yapısı sadece üç boyutludur.”¹⁵⁰

Reichenbach fizyolojik yapımıza aykırı olan bu duruma bir çözüm aramıştır. Böyle bir durumu görselleştirmek muhakkak imkânsızdır. Ancak Reichenbach grafik yönteminin işe yarayabileceğini düşünmüştür. Bu düşüncesine aşağıdaki gibi devam eder:

“4 boyutlu uzay-zaman kesitlerini, onun uzamsal temsilleri olarak düşünmek faydalı olabilir. Mesela yatay eksen ile uzay boyutunu, düşey eksenle zaman boyutunu gösterebiliriz.

¹⁴⁹ Bkz., A.e., s. 110-111.

¹⁵⁰ A.e. s. 111.

Bu durum bize, zaman içinde olan olaylar bütünü, uzay düzleminde ifade etme olanağı verir. Bu diyagram, zaman akışını görselleştirmede oldukça faydalıdır. Örneğin demiryolu takvimlerini yahut ders programlarını böyle bir grafik yardımıyla ifade ederiz.”¹⁵¹

Yukarıda bahsedilen grafik ile gösterme yöntemi, işaret edildiği gibi zaman kavramının özelliklerini değiştirmez. Biz daima 4 boyutlu uzay-zaman çeşitliliğini, geçmişte bağlantılı olduğumuz uzay ve zamanın doğrudan algısal içeriği ile doldururuz. Reichenbach’ın ifadesiyle:

“Yaşantımızda olayları tecrübe ederken, uzamsal ve zamansal olarak belirlenmiş olan bu olaylar bütünü, zaten 4 boyutlu uzay-zaman çeşitliliğinde şekillenir. Mesela tonların bir düzlem üzerinde gösterimi, bizim bir tonun ses ya da perdesinin sezgisel temsilinden vazgeçmemizi gerektirmez. Bu durumda, uzay ve zamanın 4 boyutlu çeşitlilikte birleştirilmesinde de aynı şeyi düşünebiliriz. Çünkü onların sezgisel temsilleri bir takım farklılıkları ortaya çıkarsa da bu durumu (grafiksel gösterime olanak vermelerini) yok saymamızı gerektirmez. Aksine tüm 4 boyutlardaki bu sezgisel temsiller sadece bu form içinde bir zorluk gerektirmeksizin mümkündür.”¹⁵²

Reichenbach’a göre görelilik teorisinin zaman ile ilgili ortaya koyduğu özellikler, zamanın 4. Boyut olmasına bir anlam yüklemeyiz. Reichenbach bu konudaki görüşleri aşağıdaki gibidir:

“Bu süreç, (zamanın dördüncü boyut olarak adlandırılması) önceden de sıklıkla kullanıldığı gibi zaten klasik fizik teorilerinde mümkündür. Ancak görelilik teorisine göre 4 boyutlu çeşitliliğin yeni bir kavram olduğunu söylenebilir. Çünkü bu çeşitlilik, klasik teorilerin kurallarının dışında farklı kurallara uyar. Bu sonuçlar, zamanın 3 boyutlu çeşitliliğine uygulanmasındaki gibi bir analiz yoluyla ortaya çıkmıştır. Bu analiz, zaman için bile keyfi koordine edici tanımların yapılabileceğinin fark edilmesini sağlamıştır. Bu durum başlangıçta epey garipsenen bazı görüşlerin oluşmasına olanak vermiştir.”¹⁵³

Reichenbach’a göre zaman kavramıyla ilgili bu değişiklikleri yapılandırmak için matematiksel faktörleri kullanmamız gerekmektedir. Reichenbach, zamanın algısal içeriğinin bir kenara bırakılıp her şeyi görelilik teorisinin bize zaman ile ilgili sunduğu bilgilere göre geliştirebileceğimizi iddia etmiştir. Reichenbach’a göre

¹⁵¹ A.e.

¹⁵² A.e., s. 112.

¹⁵³ A.e.

epistemolojik bir görüşle bu konuyu daha da ileri taşıyabiliriz. Diğer taraftan da sonuçlarımızın matematiksel formülasyonlarının yardımıyla, 4 boyutlu çeşitliliğin yapısının önemini fark etmemiz gerekmektedir. Böylelikle zaman ile ilgili bu gizemi yok etmemiz mümkün hale gelecektir.

Hatta Reichenbach'a göre uzay ve zamanın paralelliğini savunmaya kalkıştığımızda Minkowski dünyasının yanlış bir şekilde yorumlandığını bile görmemiz olanaklı hale gelebilir. Öte yandan Minkowski dünyası, zaman boyutunun özelliğini, temel metrik formülündeki zaman ifadesinin önüne matematiksel olarak bir (-) getirerek ifade etmiştir. Yani zaman ile ilgili, nesnel zaman deneyimini bile hesaba katmaksızın böyle bir özellik ortaya çıkmıştır.¹⁵⁴

Böylelikle Reichenbach'a göre şunları söyleyebilmek mümkündür:

- Uzay ve zaman arasındaki paralellik öznel olarak yoktur.
- Doğa bilimlerinde zaman, uzaydan daha esastır.
- Topolojik ve metrik bağıntılar, tamamen zaman gözlemlerine indirgenebilir.¹⁵⁵

Reichenbach yukarıdaki sonuçlara dayanarak zaman düzeni ve 'nedensel yayılım (**causal propagation**)' arasında bir ilgi kurmuştur. O, zaman düzeninin, nedensel yayılımın prototipini ortaya koyduğunu fark edebileceğimizi iddia etmiştir. Böylelikle uzay-zaman düzeninin nedensel bağlantı şeması gibi olduğunu keşfedebiliriz.¹⁵⁶

Reichenbach yukarıda sadece fiziksel zamanla ilgili görüşlerini ifade etmiştir. Zaman deneyiminin psikolojik karakterine değinmemiştir. Zamanın fiziksel düzeninin analizini, uzayın fiziksel düzeninin analizi gibi ele almıştır.

¹⁵⁴ Bkz., A.e.

¹⁵⁵ Bkz., A.e.

¹⁵⁶ Bkz., A.e. s. 113.

Reichenbach' a göre şöyle bir farklılık kesinlikle mevcuttur: fiziğin “madde” ile ne ifade ettiğini nasıl açıklayabiliyorsak, fiziğin “zaman” ile ne ifade ettiğini de açıklayabiliriz.¹⁵⁷

Reichenbach'ın ifadesiyle:

“Bu şekilde genellikle zamanın sadece fiziksel özelliklerini ortaya çıkarabileceğimiz iddia edilmiştir ve bu durum fiziksel zamana etki etmez. Zamanın psikolojik deneyimi **a priori** karakterini korur ve kendi kurallarına uyar. Bu görüş görelilik teorisi yapısı altında birçok felsefe yazarı tarafından ifade edilmiştir. Fakat bu görüş reddedilmelidir. Bizim **a priori** olarak ifade edilen yargılarımız, düşündüğümüzden daha fazla bir şekilde ilkel deneyimlerimizle ve günlük yaşantımızdaki fizik ile belirlenir. Hiç bir şey bilimsel gelişmeye, bu tip deneyimleri **apodiktik** gereklilik gibi yorumlamaktan daha fazla zarar veremez ve bilgi alanımızın doğal gelişimine böylesine engel olamaz. Böyle bir tutum günlük yaşantı fiziğini, bilimsel fizik için norm haline getirebilir ve yine böyle bir tutum fiziği, saf dünya resminden kesin bilime doğru geliştirmek için kullandığımız hayal gücümüzü düzeltmekteki isteksizliğimizi vurgulayabilir.”¹⁵⁸

Reichenbach'a göre zamanı, ‘deneyim olarak zaman’ ve ‘fiziksel zaman’ olarak ayırmamız gerekmektedir. Reichenbach ‘fiziksel zaman’ı, bizi zaman kavramına daha derin bir bilimsel iç görüyle götürecektir olan sadece geçici bir yardım olarak görmüştür. Sezgisel deneyimlerimizi zamana bağlı olarak düzeltebiliriz. Reichenbach, bunun gerçekte, sadece zamana ait rölativist bir kavram çerçevesindeki yeni bir görüş olduğunu ifade etmiştir.¹⁵⁹

Reichenbach bu konudaki düşüncelerine şöyle son verir:

“Yukarıda yapılan bu analiz, günlük deneyimlerin içeriğini ve anlamını daha anlaşılır kılacaktır. Sonunda biz bu yolla, “zaman deneyimi” ile ne kastettiğimizi, fenomenolojik analiz yoluyla olduğundan daha iyi öğrenebiliriz.”¹⁶⁰

Yukarıda, Reichenbach'ın görüşleri çerçevesinde, ‘geometri’, ‘koordine edici tanımlar’ ve ‘grafik gösterimi’nin yardımıyla ‘uzay ve zaman’ kavramlarının ayrı ayrı

¹⁵⁷ Bkz., A.e.

¹⁵⁸ A.e.

¹⁵⁹ Bkz., A.e.

¹⁶⁰ Bkz., A.e.

primitif yapılarını ortaya koyduk. Böylelikle uzay ve zaman arasındaki en temel farklılıkları belirledik. Bu temel farklılıklar genel olarak şöyle sıralanabilmektedir:

1. Uzay ve zamanın boyutları: Bu fark, uzay ve zaman arasındaki geometrik bir farktır.

2. Uzay ve zaman düzeni arasındaki fark: Uzay ve zaman ait yapılan koordine edici tanımlar ve grafik gösterimleri arasındaki farktır.

3. Uzay ve zaman deneyimi: Uzay ve zaman ile ilgili psikolojik farktır.

Şimdi aşağıda, ‘uzayın fiziksel geometri problemi’ için Reichenbach’ın önerdiği çözümü değerlendirmek açısından büyük önem taşıyan, ‘zamanın tek tipliği’ konusunu araştıracağız.

3.4 Zamanın Tek Tipliği

Aşağıda, Reichenbach’ın epistemolojisi çerçevesinde, zamanın tek tipliği (**uniformity of time**) problemi ele alınacaktır. Zamanın tek tipliğinin araştırılması, bizi zaman akışının araştırılmasına götürecektir. Bu araştırmaların sonucunda Reichenbach’ın ulaşmak istediği sorun, “zaman akışının ölçümü”dür. Bunun için Reichenbach ilk olarak ‘koordine edici tanımlar’ düşüncesinden yola çıkmıştır ve koordine edici tanımların, uzamsal ölçümlerde nasıl kullanıldığını ele almıştır. Reichenbach’ın amacı aynı yöntemin zaman problemi için geçerli olup olmadığını tespit etmektir. Reichenbach’ın bu düşüncelerini aşağıdaki gibi ele alalım:

Reichenbach’ın fiziksel geometri problemi için önerdiği çözüm, koordine edici tanım düşüncesine dayanmaktaydı. Reichenbach’a göre ilk koordine edici tanım, uzunluk birimi; ikincisi ise uygunluktur.¹⁶¹ Reichenbach’ın ifadesiyle:

¹⁶¹ Bkz., A.e.

“Mesela iki çizgi parçasını kıyasladığımızı düşünelim: bu çizgi parçaları birbirlerine göre eşit, büyük ya da küçük olabilirler. Birbirlerinden uzakta bulunan iki çizgi parçasının birbirlerine göre eşit, büyük ya da küçük olması bir bilgi sorunu değil, bir tanım sorunudur. Bu tanım, tamamen bir birim kavramına göre koordinatlandırılmış fiziksel nesneye yapılan referanstan ibarettir. Zamanın tek tipliliği ile ilgili bir problemi ele aldığımızda böyle bir koordine edici tanıma ihtiyaç duyarız. Çünkü bu tip bir koordinat tanımı yapmadığımızda ya da yapamadığımızda, ele aldığımız problem belirsiz kalır. Çizgi parçaları örneğine geri dönecek olursak, birbirlerinden uzak çizgi parçalarını “uygunluk ölçüsünün” koordine edici tanımı olmaksızın kıyaslamak, teknik değil, mantıksal bir imkânsızlıktır. Uygunluk tanımının katı cisimler kullanılarak yapılması en kolay ve en elverişli olan yoldur.”¹⁶²

Bu açıklamalarından sonra Reichenbach, zaman problemini ele almıştır. Reichenbach’a göre benzer fikirler zaman problemi için de güdülmelidir. Zaman için de bir birim belirlemek durumundayız. Bunun için Reichenbach, ilk koordine edici tanımdan faydalanabileceğimizi ifade etmiştir.¹⁶³

Fizik nesnelere tanımlamak için uzunlukları kıyaslama yönteminin nasıl kullanıldığını yukarıda açıklamıştık. Reichenbach’a göre zaman için de yine aynı yöntemi kullanmak durumundayız. Reichenbach, böylesi bir durumun epistemolojik bir araştırma gerektirdiğini iddia etmiştir.¹⁶⁴ Fakat epistemolojik bir araştırmaya girişmeden önce şöyle bir soru sorulmalıdır: “zaman aralıklarının uzunlukça eşit olması” fizik açısından ne demektir?

Bu soruya yanıt verebilmek için Reichenbach’a göre elimizdeki en önemli örneği ele almak durumundayız. Bu örnek dünyanın dönüşü örneğidir.¹⁶⁵ Reichenbach’ın ifadesiye:

“Dünyanın bir tam dönüşü için geçmesi gereken zaman aralıklarının eşit olduğu varsayılır. Bu tip zaman aralıklarını bölümlendirmek için bir takım metotlar kullanıyoruz. Bu metotlardan bir tanesi ‘açı ölçümü’ metodudur. Bu metoda göre zaman aralıklarını, dünyanın dönüşünün eşit açılara denk geldiği takdirde, eşit kabul ediyoruz ve bunun sonucu olarak elde ettiğimiz duruma “uniform” (**tek tiplik**) diyoruz. Bu durumda zaman aralıklarının “uygunluk” probleminin çözümünü araştırmak, bizi zamanın tek tipliliği problemine götürecektir.”¹⁶⁶

¹⁶²A.e., s. 113-114.

¹⁶³Bkz., A.e.

¹⁶⁴Bkz., A.e.

¹⁶⁵Bkz., A.e.

¹⁶⁶A.e.

Bu noktadan itibaren Reichenbach'ın üzerinde durmak istediği asıl soruna, yani “zamanın tek tipliliği” problemine ulaşmış olduk.

Bu problemin ele alınması, bizi doğrudan zamanın ölçümü problemi ile karşı karşıya bırakır. Reichenbach'a göre, zamanın ölçümü için birbirlerinden farklı iki metot kullanılmaktadır. Reichenbach bu metotları şöyle ifade eder:

“Bu metotlardan birincisi, periyodik süreçleri saymayı; ikincisi periyodik olmayıp belirli bir sürece karşılık gelen uzamsal uzaklıkları ölçmeyi içerir. Periyotları sayma yöntemi ilk ve en doğal zaman ölçümü yöntemidir. Periyotları saymak için periyodik hareket yapan cisimlerin hareketini incelememiz gerekir. Periyodik hareketlere örnek olarak, dünyanın dönüş hareketi ve bir sarkacın salınım hareketini verebiliriz. Dünyanın dönüşünün tam bir devrinin eş zaman süreçlerine sahip olduğunu düşünmemizin nedeni, aynı tip periyotları ortaya koymasından kaynaklanır. Bir sarkacın tam bir turunu tamamlamasında da aynı kural geçerlidir. İkinci metot ise dünyanın dönüş açılarını gündüz sürelerine bölümlendirilmesi düşüncesine dayanır. Bu durumda eşit zamanlar, eş uzamsal büyüklükler yardımıyla ölçülür. Zaman ölçümünün, bu şekilde uzam ölçümüne indirgenmesi, eylemsizlik hareketini de ortaya koyar. Eylemsizlik yasasına göre, üzerine hızlandırıcı ya da yavaşlatıcı herhangi bir kuvvet etki etmeyen bir cisim, eşit zaman aralıklarında eşit yollar alır. Biz bu hareketi, eşit zaman aralıklarında eşit yollar alınması bakımından “tek tipliğin” ölçümü olarak kullanabiliriz. Işığın hareketi de eşit zaman aralıklarında eşit yollar taradığı için benzer bir metot kullanmamıza olanak verir.”¹⁶⁷

Reichenbach, şöyle bir kanaate sahip olduğunu ifade etmiştir: “Gerçekte hiçbir aktüel zaman ölçümü yoktur. Bütün zaman ölçümleri uzamsal ölçümlere indirgenmelidir.”¹⁶⁸ Fakat Reichenbach aynı zamanda bir bakıma, bu düşüncenin doğru olmadığını da dile getirmiştir. Bu indirgeme sadece ikinci tip zaman ölçümüne yani periyodik olmayan kesin bir sürece karşılık gelen uzamsal uzaklıkları ölçme yöntemine uygulanabilir. Reichenbach'a göre ilk yöntemin uzamsal ölçümle hiçbir ilgisi yoktur. İlk yöntemde göre, bir saatin tik taklarını saymak gibi periyodik olayları saydığımızda gerçek bir zaman ölçeği kullanmış oluruz. Yani seslerin ardışıklığını duyar ve her bir ardışık zaman aralığının eşit olduğunu söyleriz. Onların eşit olduğunu söylememiz, her bir sesin, bir sarkacın tam bir periyodunu tamamladığını bildirmesini anlamamıza dayanır. Gerçekte bu ele alınan sarkacın bir periyodunu tamamlamasında nasıl hareket ettiği, Reichenbach'ın üzerinde durduğu asıl sorun değildir.

¹⁶⁷A.e., s. 114-115.

¹⁶⁸A.e. s.115.

Reichenbach'a göre bu hareket içinde bizi ilgilendirmesi gereken şey, her bir sarkacın tamamladığı her bir periyodun eşit olması durumudur.

Periyot, bir sarkacın başlangıç noktası olarak kabul edilen bir noktadan harekete başlayıp aynı noktaya geri dönmesidir. Yani burada uzamsal bir ölçüme gerek yoktur. Bu tip bir zaman ölçümü yukarıda da açıklandığı gibi periyodik bir hareketin tamamlanması fikrine dayanmaktadır. Örneğin, “saat” Reichenbach'a göre böyle bir uygulamanın güzel bir illüstrasyonudur. Buradaki amaç, daha önceden de belirtildiği gibi periyotları saymaktır. Bu periyotları da akrep ve yelkovanın hareketlerinin gösterdiği gibi açısız olarak bölümlendiririz. Bu da bize ölçüm birimlerinin sayısını verir. Bu yöntemle sadece zaman aralıklarının tam sayılarını ölçebiliriz. Eğer birim yeterince küçük seçilirse ortaya çıkabilecek kusur da o kadar küçük olur.¹⁶⁹

Yukarıdaki açıklamaların ışığında, Reichenbach'a göre bir diğer örnek olarak ‘dünyanın dönüşü’ verilebilir. Reichenbach bu örneği şu şekilde açıklamıştır:

“İkinci yönteme göre dünyanın dönüşünün açısız yörüngesini, sabit yıldızlara göre bölümlendirebiliriz. Zaman ölçümüne ilişkin bu bölümlendirme açısız yollar olarak adlandırılan gerçek uzamsal ölçümleri içerir. Bu ölçüm, yukarıda bahsedilen saat örneğindeki açısız ölçümlerden farklıdır.”¹⁷⁰

Buraya kadar yapılan açıklamaların sonucunda Reichenbach'ın düşüncelerini şöyle özetleyebiliriz: Eşit zaman aralıklarının ölçümü, eşit zaman aralıklarında eşit periyotlar ile çalışan mekanizmalarla elde edilir. Aslında gerçekte Reichenbach'a göre asla “saf zamanı” ölçemeyiz. Saat örneğinde ele alınan periyodik ya da sabit hızlı bir hareketin sürecini ölçebiliriz. Her zaman geçişi bazı süreçlerle bağlantılıdır. Zaten diğer türlü zaman geçişinin algılanması söz konusu bile değildir. Bu yüzden zamanın ölçümü, fiziksel mekanizmaların kesin davranışıyla ilgili bir varsayıma dayanmaktadır.¹⁷¹

¹⁶⁹ Bkz., A.e.

¹⁷⁰ A.e.

¹⁷¹ Bkz., A.e., s. 115-116.

Peki, bu varsayımı nasıl test edebiliriz? Bunun için Reichenbach'a göre bir cevap vardır: Bu varsayımı test edemeyiz. Bir başka deyişle iki çubuğu birbirinin arkasına koyarak bu çubukların uzunluklarını kıyaslayabiliriz. Fakat bir saatin iki periyodunu bu şekilde kıyaslayamayız. Yani iki periyodu yan yana koyup ölçemeyiz. 2. periyot başlamışken, 1. periyodu geri getirmemiz mümkün değildir.¹⁷²

Reichenbach'a göre saatler ile ilgili empirik yargılarda bulunabiliriz. Fakat bu durum, empirik yargılarda bulunmanın dışında bizi belli bir sonuca götürür. Reichenbach bizi bu sonuca götürecektir durumu şöyle bir örnekle açıklamıştır:

“Yan yana duran iki saat düşünelim. Her iki saatin aynı anda çalışmaya başladıklarını ve periyotlarının aynı olduğunu gözlemleyelim. Sonraki gözlemlerimiz, bu saatlerin periyotlarını tamamlama sürelerinin aynı olduğunu gösterebilir. Bu deney bize yan yana duran bu saatlerin, bir kez aynı periyodu aynı anda tamamladıktan sonra bu duruma hep aynı şekilde devam edeceklerini gösterir. Sonuç ancak bu kadardır. Her iki saatin de diğer periyotlarında daha fazla zamana ihtiyaç duyup duyamayacakları belirlenemez.”¹⁷³

O zaman şu soruları sorabiliriz: Neden bu belirlenim imkânsızdır? Fizik kanunları, Reichenbach'a göre yukarıda verilen örnekteki bir sarkacın hareketindeki periyotların eşitliğine inanmamızı sağlayamaz mı?¹⁷⁴ Reichenbach bu soruları şöyle yanıtlamıştır:

“Fizik kanunlarına göre buna inanmamız gerekir. Ancak bu kanunların nereden geldiğini soracak olursak, bunlar periyotların eşitliği prensibine göre ayarlanmış saatlerle yapılan gözlemler yoluyla elde edilmiştir. Yani kanıt aslında “dairesel”dir. Eğer ölçümlerimiz için farklı bir gösterge çizelgesi kullanmış olsaydık, bu sefer de bu ölçümü doğrulayan farklı yasalar elde etmiş olurduk. Periyodik olmayan bir sürecin zaman ölçümü de daireselliği ortadan kaldıramaz. Eylemsizlik yasası, bir zaman ölçümü tayin eder. Ama bu yasa serbest hareket eden bir cismin yavaşlaması ve yere doğru düşen bir cismin sabit hızla harekete geçişindeki farklı bir zaman ölçümü için kolaylıkla yeniden ifade edilebilir. Bu yeniden ifade edilmiş şekli herhangi bir iç çelişkiye yol açmaz.”¹⁷⁵

Reichenbach'ın zaman ölçümü ile ilgili tespit ettiği problemleri yukarıdaki gibi ortaya koyduk. Şimdi bu problemlere ilişkin bir çözümleri araştıralım. Reichenbach

¹⁷² Bkz., A.e., s. 116.

¹⁷³ A.e.

¹⁷⁴ Bkz., A.e.

¹⁷⁵ A.e.

bu çözümleri 2 yolla elde edebileceğimizi önermiştir. Bu çözümler, Reichenbach'a göre aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir:

1. (3.4) kısmının başında bahsedilen uzamsal uygunlukla ilgili olan çözümleri zaman ölçümüne uygulama,

2. Zaman ölçümünü, koordine edici tanım kavramı kullanımı yoluyla tanımlama.¹⁷⁶

Zaman aralıklarının eşitliği, Reichenbach'a göre, yukarıda belirtildiği gibi bilgi sorunundan çok tanım sorunudur. Bu görüşle ilgili Reichenbach şunları dile getirmiştir:

“Büyükliklerin kıyaslanması belirlenmeden önce uzamsal uygunlukta olduğu gibi net bir kural ortaya konulmalıdır. Bu belirlenim, sadece fiziksel bir fenomene referans ile yapılabilir. Örneğin, dünyanın dönmesi fiziksel bir fenomendir. Amacımız zamanın tek tipliğini belirlemektir. O zaman dünyanın dönmesi gibi fiziksel bir süreç, bir tanım yoluyla tek tipliğin ölçülümü olarak kullanılabilir. Bunun dışında elbette daha birçok tanım yapmak mümkündür. Bu yolla yapılan tüm tanımlar denk kabul edilebilir. Ancak fizik, belirli tanımları bazı özelliklerle belirler. Fizik zamanın tek tipliliğinin tanımı için 3 bağımsız yöntemeye dayanan tanımlar kullanır.”¹⁷⁷

Bu tanımları, Reichenbach'a göre aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür;

1. Doğal saatler kullanılarak yapılan tanım,
2. Mekanik yasalar kullanılarak yapılan tanım (Bu tanım sadece eylemsizlik hareketinin ifadesini değil aynı zamanda dünyanın dönüşünü ya da sarkacın salınımını kullanan ifadeleri de içerir.),
3. Işığın hareketi kullanılarak yapılan tanım (Işık saatleri).¹⁷⁸

Reichenbach'a göre bu üç tanım, zaman akışının aynı şekilde ölçümüne işaret ettiği, empirik olguları içermektedir. Bu tanımların şöyle bir özelliği vardır: Nasıl ki katı ölçüm çubukları uzamın doğal ölçümünü yapar, saatler de aynı şekilde zamanın doğal ölçümünü yaptığını kanıtlar.¹⁷⁹

¹⁷⁶ Bkz., A.e.

¹⁷⁷ A.e., s. 116-117.

¹⁷⁸ A.e., s. 117.

¹⁷⁹ Bkz., A.e..

Böylelikle doğal süreç, zaman akışını belirler. Ancak saatleri, Reichenbach'a göre tek tipliğin tanımı olarak kullanmak epistemolojik bir gereklilik değildir. Yukarıda da bahsedildiği gibi tek anlamlı ve doğanın çelişki içermeyen betimine bizi götüren tüm diğer tanımlar da epistemolojik bir bakış açısıyla aynı şekilde kabul edilebilir. Kullanışlı çözümler için, saatlerle ifade edilen tanımlar seçilebilir. Çünkü bu tanımlar doğanın betimini önemli ölçüde basitleştirirler. Bu basitleştirmenin Reichenbach'a göre gerçekte bir ilgisi yoktur. Bir başka deyişle bu sadece betimsel bir basitliktir.¹⁸⁰ Reichenbach'ın ifadesiyle:

“Öte yandan bu tanımların ışığında şöyle bir sonuca da ulaşabiliriz: Eylemsizlik hareketi, ışığın hareketi ve diğer tüm periyodik süreçler bizi zamanın aynı şekilde ölçüldüğü bir sürece götürürler. Bu ifade, **a priori** olarak değil de deneyim sonucu olarak düşünülmelidir. Bu düşünce belki yanlıştır. Bugün biz bunun sadece ve kesinlikle gravitasyonsuz ve durgun alanlara uygulanabildiğini biliyoruz. Tam olarak böyle alanlar gerçekte yoktur. Sonuç olarak bu bir yakınsamadır ve biz doğal süreçlerin tek tip akışının karakterizasyonunu sadece bir yakınsama olarak kullanıyoruz.”¹⁸¹

Bu yakınsama, Reichenbach'a göre yeryüzü ve astronomik ilişkilere yüksek derecede uyar. Reichenbach'ın ifadesiyle:

“Elbette her bilimsel ölçümde olduğu gibi burada da bir sapma söz konusudur. Fakat bu sapma, kesinlik limitlerinin çok altındadır. Astronomlar, zamanın tek tipliğini, dünyanın kendi rotasyonundan kaynaklanan dönüş hareketinin dalgalanmalarından, eksensel salınımlardan, güneşin etrafındaki deviniminden ve ayın etkisinden bağımsız tutmaya çalışırlar. Bahsedilen bu zorluklar, bize tek tipliğin koordine edici tanımının şematik olarak kavranabileceğini, fakat bu tanımların bu kadar kolay verilemeyeceğini gösterir. Dış etkilerden bağımsız ve denge durumlarına net olarak gelebilen hiçbir periyodik hareket yoktur. Dünyanın dönüşünü bile bu şekilde kabul edebiliriz. Dünyanın eksenindeki bu devinimi sırasında bile çok çok az farklılıklar vardır ve bu nedenle her dönüşün tamamlanış noktası, bir öncekisi ile aynı değildir. Bu nedenle tek tipli zamanın, gözlenen zamanla eşit olduğu düşünülemez. Tabi bu durumda birçok düzeltme yapılır. Bu metot uzunluk ölçümü ile ilgili kullanılan metotla aynıdır. Mesela sıcaklık ölçümü yapmak için katı bir ölçüm çubuğundaki yeri değişen sıvının gösterdiği değer, dolaylı bir ölçüm değeridir. Bu metodun bize doğru zamanı vermediği aşikârdır. Ama astronomlar, fiziğin dolaylı olarak belirlediği yasalarla, belirli bir zaman akışını, mekanik yasaların yardımıyla basit bir şekilde belirler. Fizik yasalarındaki bir değişiklik yoluyla tek tipliğin yeni bir tanımı yapılıyorsa, bu astronomia farklı bir “zaman”ı verecekti.”¹⁸²

¹⁸⁰ Bkz., A.e.

¹⁸¹ A.e.

¹⁸² A.e., s. 117-118.

Reichenbach, uzunluk kıyaslamalarının tanımını nasıl şematize ediyorsak aynı yolla zamanın tek tipliğini de fizik yasalarını kullanarak şematize edebileceğimizi iddia etmiştir. Bunun için yukarıda işaret edilen, kapalı periyodik sistem olarak belirlenen saat tanımlarında Reichenbach'a göre bir ayırım yapmak zorundayız. Bu ayırım için evrensel ve diferansiyel kuvvetler arasındaki farklılığı kullanabiliriz. Bu iki kuvvet arasındaki farklılık şudur: Evrensel kuvvetler tüm maddelere aynı şekilde etki eden kuvvetlerdir. Diferansiyel kuvvetler ise her maddeye aynı şekilde etki etmez.¹⁸³ Reichenbach'ın ifadesiyle:

“Eğer dünyanın dönüş periyodunu değişken olarak hesaba katsaydık, -örneğin (keyfi bir noktadan başlayarak) ikinci periyodun, birinci periyodun iki katı; üçüncü periyodun, birinci periyodun üç katı olması gibi- o zaman bu tanım, başka bir tanımla ifade edilen bir kuvvetin ortaya çıkışıyla fizik denklemlerinde fark edilebilir hale gelecekti. Bu kuvvet, dönüş periyodunun sürekli artması “etkisine” sahiptir, diyebilecektik. O zaman bu kuvvetin, bütün saatleri ve bütün serbest hareket eden cisimlerin hareketini aynı şekilde yavaşlattığını tespit edecektik ve bu kuvvetin, evrensel bir kuvvetin sahip olması gereken bütün özellikleri taşıdığını bilecektik. Şimdi bu kuvveti bir tanımla sifıra eşitleyebiliyoruz. Yani kapalı sistemi, diferansiyel kuvvetlerden bağımsız belirleyip evrensel kuvvetleri ise ihmal ediyoruz. Bu tanım, o nedenle ölçülen kuvvetlerden bir “sıfır noktası” belirler. Böyle bir sıfır noktası olmaksızın bir kuvvetin büyüklüğü belirlenmemiş olarak kalır ki kuvvet dediğimiz şey bir değişikliğin etkisiyle ilgilidir. Zamansal ya da uzamsal bir sürecin değişimi sadece önceden uygunluğun bir koordine edici tanımı verilmişse belirlenebilir. Yani zaman aralıklarının uygunluk tanımı bir kuvvet alanı sorunu ile ilgilidir. Bu nedenle zaman kıyaslaması için uygunluk tanımı, aynı zamanda bir kuvvet ölçümü için de temeldir. Bir başka deyişle bu uygunluk tanımı, karşıt olarak bir kuvvetin ölçümündeki kurallar yoluyla da verilebilir.”¹⁸⁴

Reichenbach'ın ele almış olduğu kapalı sistemlere ait olan kuvvetlerin etkileri (3.5.) bölümde, pratikte kullanılan saatleri incelemek için kullanılacaktır. Bu kuvvetlerin zaman ölçümüyle ilgili ilişkisi bahsedilen bölümde ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

Reichenbach son olarak, bu konuda bir başka zorluktan daha bahsetmiştir. Bu zorluk, kapalı bir sistemin herhangi bir tanımı için var olan zorluktur. Reichenbach'ın bu konudaki görüşleri şöyledir:

“Bir sistemi asla dış diferansiyel kuvvetlerden tamamen izole edilmiş bir şekilde inşa edemeyiz. Çünkü bu inşa, net bir yakınsaklık derecesine kadar mümkündür. Neticede net bir yakınsaklık derecesi için kapalı bir sistem belirleyebiliriz. Bu derecedeki bir yakınsaklık

¹⁸³ Bkz., A.e.

¹⁸⁴ A.e., s. 118-119.

sistemin iç ve dış kuvvetleri arasındaki ilişkiye bağlıdır. Yani verilen bir dış (diferansiyel) kuvvetler alanındaki bir sistem, diğerlerine göre kapalıdır ama başkalarına göre de tam olarak kapalı değildir. Bir başka deyişle aynı sistem, dış (diferansiyel) alana bağlı olarak bazen kapalı bazen de tam olarak kapalı değildir.”¹⁸⁵

Yukarıda ifade edilenlerin ışığında, Reichenbach zamanın tek tipli akışının çeşitli yollarla ortaya konulabileceğini aktarmıştır. Zamanın tek tipli akışı, zamanı ölçmemizi mümkün kılar. Zaman ölçümünü Reichenbach’ın yukarıda belirttiği gibi bir ölçüm değeriyle belirleyebiliriz. Bu bölümde Reichenbach, bahsedilen belirlenimin ancak bir koordine edici tanım yoluyla yapılabileceğine dikkat çekmiştir; bu koordine edici tanım ise zamanın tek tipliğine işaret eden bir fizik fenomene referans yoluyla yapılmalıdır. Bir başka ifadeyle Reichenbach yukarıda, zamanın tek tipliğini fizik yasalarını kullanarak şematize edebileceğimiz görüşündedir. Bu nedenle Reichenbach, kapalı sistem olarak belirlenen saat tanımları ele almıştır. Bahsedilen bu tanımlar ışığında “Pratikte kullanılan saatleri” ele alalım:

3.5 Pratikte Kullanılan Saatler

Bu başlık altında, zaman ölçümü için kullandığımız saatleri ve bu saatlerin fizik açısından çalışma prensiplerini, Reichenbach’ın görüşleri çerçevesinde ele alacağız. Ele alacağımız bu saatler; sarkaçlı saat, yaylı saat (cep saati), dünya saati ve son olarak da atom çevresinde dönen elektronların atom saatidir.

Yukarıda bahsettiğimiz bu saatlerin fizik açısından çalışma prensiplerini ortaya koyabilmek için onları Reichenbach’a göre ‘açık ya da kapalı sistemler’ olarak değerlendirmemiz gerekmektedir. Bunun nedeni zamanın tek tipli ölçümünün en doğru yaklaşıklıkta belirlenmesine dayanmaktadır. Buna olanak veren saat sistemleri Reichenbach’a göre kapalı sistemler olmalıdır, çünkü kapalı sistemler açık sistemlere göre üzerlerine etki eden kuvvetlere daha az maruz kalırlar.¹⁸⁶

¹⁸⁵ A.e., s. 119.

¹⁸⁶ Bkz., A.e.

(3.4 Zamanın Tek Tipliği adlı bölümde, kuvvetleri ikiye ayırmıştık. Bunlar; evrensel kuvvetler ve diferansiyel (türetilmiş) kuvvetlerdi. Evrensel kuvvetler bütün cisimlere aynı şekilde etki eder. Diferansiyel kuvvetler ise her cisme aynı şekilde etki etmez.¹⁸⁷) Böylelikle kapalı sistem olarak varsayılan saatlerle, zamanın tek tipli ölçümünü belirlemek olanaklı hale gelecektir.

Bu görüşlerin ışığında ilk olarak sarkaçlı saatleri inceleyelim. Reichenbach, başlangıçta bu saatleri kapalı sistem olarak kabul etmemiştir ve bu nedenle ona göre sarkaçlı saatler, kapalı sistemler olmadıkları için saat sayılmazlar.¹⁸⁸

Reichenbach, sarkaçlı saatlerin başlangıçta neden kapalı sistem olarak kabul edilemeyeceğini, bu saat sistemlerine etki eden kuvvetleri inceleyerek araştırmıştır: Reichenbach'ın ifadesiyle:

“Sarkaçlı saatler, dünyanın çekim kuvveti nedeniyle hareket ederler. Dünyanın çekim kuvveti, evrensel kuvvetler sınıfına aittir. Dolayısıyla sarkaçlı saatler, bu tanım nedeniyle elenebilirler. Ancak bu şekilde genel bir analiz, sarkaçlı saatlerin, saat sayılıp sayılmayacaklarını belirlemek için yeterli değildir.”¹⁸⁹

Bu analizi yeterli bulmayan Reichenbach, sarkaçlı saatlere etki eden kuvvetleri incelemeye şöyle devam etmiştir.

“Daima sarkacın hareketine neden olan ve bu hareketi yerçekimi kuvveti için dengelemeye destek veren bir diferansiyel (türetilmiş) kuvvet buluruz. Bulduğumuz bu kuvvet, bir elastik (esnek) kuvvettir. Bu elastik kuvvet, esas bir dış diferansiyel kuvvettir. Bu kuvvet olmasaydı, sarkaç salınım hareketi değil serbest düşme hareketi yapardı. Bu kuvvet, sarkacı hareket ettiren kuvvet ile aynı sayılabilecek bir büyüklüktedir. Bu nedenle sistem kapalı olmaktan çok uzaktır.”¹⁹⁰

Sarkaçlı saatler, Reichenbach'a göre bu sebeple sadece tek tip bir zaman ölçümü için kullanılabilirler. Bu ölçüm ise dünyanın çekim kuvvetinin sabit olarak

¹⁸⁷ Bkz., A.e., s. 113-119.

¹⁸⁸ Bkz., A.e.

¹⁸⁹ A.e., s. 119-120.

¹⁹⁰ Bkz., A.e., s. 120.

kabul edilmesini gerektirmektedir. Reichenbach'a göre sarkaçlı saat, yerin çekim kuvvetinin göstergesinden başka bir şey değildir. Reichenbach'ın ifadesiyle:

“Bu kuvvet, mekanik denklemlerle ölçülür. Örneğin, dünya saatinde olduğu gibi ‘zaman’ gerçek kapalı sistemlerle tanımlandığında, bu kuvvet sabittir. Bu nedenle sarkaçlı saatin bile tek tipli zaman ölçümünü verdiği kabul edilebilir. Eğer sarkaçlı saati, farklı bir enlemde hareket ettirmiş olsaydık, zaten mekaniğin denklemleri de bize saatin zaman biriminin değiştirilmesi gerektiğini gösterecekti. Bunun nedeni ekvatorda yerin çekim kuvvetinin, kutuplardan daha az olmasıdır.”¹⁹¹

Bu nedenle sarkacın belirlediği zaman tanımı, daha önce “Zamanın Tek Tipliği”¹⁹² başlıklı (3. 5) bölümünde verilen tanımlardan ikinci tanıma uyar. Yani, hatırlatmak gerekirse, bu tanım mekanik yasalar kullanılarak yapılan bir tanımdı. Bu tanım, sadece eylemsizlik hareketinin ifadesini değil aynı zamanda dünyanın dönüşünü ya da sarkacın salınımını kullanan ifadeleri de içermektedir.¹⁹³

Sarkaçlı saatten sonra yaylı (cep saatini) ele alalım: Reichenbach'ın ifadeleriyle bu saatin özellikleri aşağıdaki gibidir:

“Bu saatteki periyodik salınımın büyüklüğünü, yayın elastik kuvveti belirler. Bu kuvvet, saate etki eden iç kuvvettir. Bu durumda yerçekiminin bir etkisi yoktur. Yerçekiminin etkisi olmadığı için yayın elastik kuvvetinin enlemde de bağımsız olduğunu söyleyebiliriz. Bu tip bir saat, yıldızlararası uzaydaki kütlelerden çok uzak bile olsaydı, yine böyle bir salınım yapabirdi. Oysaki sarkaçlı saat, bu şartlar altında salınım yapamazdı, çünkü yukarıda belirtildiği gibi sarkaçlı saat, yerin çekim kuvvetinin göstergesidir.”¹⁹⁴

Reichenbach'ın yukarıdaki ifadelerine göre yaylı saatin, şu ana kadar kapalı sisteme ait en iyi örnek olduğunu düşünebiliriz. Ancak kesin ve net zaman ölçümlerinde yaylı saatlerin, astronomik amaçlı kullanılan sarkaçlı saatlere göre bir takım eksiklikleri vardır. Reichenbach bu eksiklikleri açıklamak için yaylı ve sarkaçlı saate etki eden kuvvetlerin etkisini kıyaslamıştır. Her iki saatin de belirli bir noktada ve durgun olduğunu kabul edelim. Elastik kuvvetin yaylı saat üzerindeki etkisini değerlendirelim: Elastik kuvvetlerin hafif bir şekilde dalgalanır. Bu dalgalanma nedeniyle yaylı saat sisteminin kesin bir şekilde periyodik olmadığını tespit edebiliriz.

¹⁹¹ A.e.

¹⁹² Bkz., A.e., s. 113-119.

¹⁹³ Bkz., A.e., s. 120.

¹⁹⁴ A.e.

Bu durumda Reichenbach'a göre yaylı saat sistemi, net bir şekilde kapalı değildir. Bu nedenle yaylı saat sisteminin ölçtüğü zaman, sarkaçlı saatinki kadar doğru değildir.

Bu eksikliği Reichenbach'a göre belirledikten sonra gemilerde sarkaçlı saatlerdense, yaylı kronometreler kullanıldığını ifade edelim. Eğer bu tip gemilerde sarkaçlı saatler kullanılırsa, enlemlerin değişiminin bu saat sistemleri üzerindeki etkisi fark edilebilir düzeye ulaşır ve gemide oluşan sarsıntılar, sarkaç salınımının hareketini devam ettiren kuvvetlerle aynı büyüklük sırasında olan elastik destek kuvvetlerinde dalgalanmalara neden olabilir. Bu örnek Reichenbach'a göre hareket ettirici ve elastik destek kuvvetlerin saatler üzerine etkisini gösteren güzel bir örnektir.¹⁹⁵

Reichenbach'a göre yaylı saat ile ilgili unutulmaması gereken bir detay vardır: Reichenbach'ın ifadesiyle:

“Bu detay, yaylı saatin çok yaklaşık bir değerinde dış fiziksel kuvvetlerden bağımsız olmasıdır. Örneğin yaylı saatin, çekim alanında düşmesinin engellenmesi için sağlam bir destek üzerine yerleştirilmesi gerekir. Dış bir kuvvet olan bu elastik kuvvet saate etki eder ve onun dişlileri ile milinin biraz da olsa eğilmesine neden olur. Böylelikle yaylı saat durduğu tarafa bağlı olarak bir şekilde daha farklı çalışır. Bu etki son derece küçüktür. Şu şekilde ifade edersek: Dış fiziksel kuvvetler, saati hareket ettiren iç kuvvetlerle kıyaslandığında çok küçüktürler. Bu tip bir saat o nedenle netliğe son derece kapalıdır. Tabi ki bu ancak elastik kuvvetler çok büyük olmadığında mümkündür. Mesela bir saati dönen bir diskin üzerine bağlanmış olsaydı; destekleyici kuvvetler artardı. Dolayısıyla bu durum dişlilerin ve milin eğilmesine neden olardı. O zaman da bu saat hiçbir şekilde kapalı bir sistem olarak düşünülemezdi.”¹⁹⁶

Yaylı saatin özelliklerini yukarıdaki gibi tespit ettikten sonra ‘dünya saatinin’ ele alalım. Reichenbach'a göre pratik zaman ölçümleri için en önemli saat dünya saatidir. Reichenbach bu saatin hareketini şöyle ifade etmiştir:

“Bu saatin hareketi tam bir periyodik hareket değildir. O nedenle bir takım düzeltmelerin yapılması gerekir. Dünya saati uzayda serbest haldedir ve üzerine etki eden radyasyon ihmal edilebilir. Bu nedenle dünya saati iyi bir kapalı sistemdir. Ayın ve güneşin, dünya saati üzerine

¹⁹⁵ Bkz., A.e., s. 120-121.

¹⁹⁶ A.e. s. 121.

çok az bir çekim etkisi vardır. Bir başka deyişle tek bir periyot için bu etkiler de ihmal edilebilir. Dünya saati bu açıdan bakıldığında yaylı saate göre daha üstündür.”¹⁹⁷

Reichenbach dünya saatinin özelliklerini aşağıda şöyle ifade etmiştir:

“Dünya saati, her bir periyodunda bile aynı şekilde hareket eder. Böylelikle zaman birimi, açısal ölçümlerle ifade edilebilecek şekilde bölümlendirilebilir. Öte yandan, periyotları saymak daha zordur. Çünkü bir periyodun tamamlanışı doğrudan fark edilemez. Dünyanın tam bir periyodunun nelere bağlı olduğu sadece onun çevresine göre tanımlanabilir.”¹⁹⁸

Bu noktada Reichenbach’a göre iki ayrı gün tanımı yapılabilmektedir. Bunlar; yıldız günü ve güneş günüdür. Yıldız günü ve güneş günü arasında Reichenbach’a göre şöyle bir fark vardır:

“Güneş günü, yıldız gününe göre 4 dakika daha uzundur. Çünkü iki yıldızsal periyot tamamlanışı, dünyanın yörüngesel hareketi yüzünden artar. Eğer dünya, evrende tek başına olsaydı, bir saat olarak kullanılamazdı. Çünkü bu şekilde dünyanın tam bir periyodunun tamamlandığına dair bir gösterge olmazdı.”¹⁹⁹

Bu nedenle Reichenbach, dünya saatinin duyularımıza göre doğal bir saat olmadığını iddia etmiştir. Dünya saatini diğer saatlerle kıyaslayan Reichenbach’a göre yaylı sarkaca karşılık olarak dünya saati kapalıdır. İdeal saatlere göre de periyodik değildir.²⁰⁰

“Zamanın Tek Tipliği”²⁰¹ başlıklı bölümde, zaman ölçümü ile ilgili yapılan tanımların özelliklerinden bahsetmiştik. Bu tanımların özelliklerinden bir tanesi; tanımın, periyodik hareket sisteminin özelliklerini ya da eylemsizlik yasasını

¹⁹⁷ A.e.

¹⁹⁸ A.e.

¹⁹⁹ A.e.

²⁰⁰ Bkz., A.e., s. 122.

²⁰¹ Bkz., A.e., s. 113-119.

kullanmasıyla ilgiliydi. Bu hatırlatmadan sonra Reichenbach'ın dünya saatine ilişkin verilebilecek olan tanımıyla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ele alalım:

“Dünya saati ile ifade edilen bir zaman ölçümü tanımı, şu ana kadar ifade edilen tanımlar arasında periyodik hareket sistemini kullananları değil, eylemsizlik yasasını kullananları içermelidir.”²⁰²

Bunun nedeninin dünyanın hareketiyle ilgili olduğunu ifade eden Reichenbach, şu noktaya dikkat çekmiştir:

“Dünyanın güneş etrafındaki eliptik hareketi periyodik bir süreçtir. Dünyanın güneşe en yakın olduğu nokta, günberi noktası, periyodun bitiş noktası olarak düşünülebilir. Bu bir eylemsizlik hareketi değil, çekim hareketidir.”²⁰³

Bu yüzden Reichenbach'a göre ‘dünyanın “gerçek” bir dönüşü ne zaman tamamlanır?’ sorusu, sadece mekanik kurallar esas alınarak yanıtlanabilmektedir. Bu sorunun yanıtı, astronomik eylemsizlik sistemin belirlenimine bağlıdır. Dolayısıyla dünyanın dönüşü, bu belirlenimle bağlantılı olmalıdır.²⁰⁴

Son olarak da atom saatini ele alalım. Reichenbach'a göre atom saatinin hiçbir pratik kullanımı yoktur. Ancak atom saati, saatlerin görelilik kanunlarının deneysel araştırmasında, önemli bir rol oynar. Reichenbach, atom saatinin çalışma prensibini şöyle açıklamıştır:

“Bir elektron, atomun içinde yüksek derecedeki bir hassasiyetle döner. Onun periyodu bize, zamanın nerdeyse kesin bir ölçümünü verir. Elektronu etki eden atomun çekirdek kuvvetleri, elektrona kapalı bir yol çizerler. Bu kuvvetler, saate etki eden iç kuvvetler olarak düşünülebilir.

Bahsedilen saatler, yüksek derecede kapalıdır. Çünkü atoma etki eden dış kuvvetler, ona etki eden iç kuvvetlere kıyasla oldukça zayıftır. Kuantum teorisi sonuçları dışında atom, ideal bir saat sayılabirdi. Bir atom saatini asla diğer saatleri gözlemleyebildiğimiz gibi gözlemleyemeyiz. Biz sadece ışımının frekansını ölçebiliriz. Klasik teoriye göre frekans, elektronun dönüş periyodunun doğrudan ölçümüdür.

²⁰² A.e., s. 122.

²⁰³ A.e.

²⁰⁴ Bkz., A.e.

Bohr'un keşifleri bize atomun ışığı farklı bir şekilde yayınladığını göstermiştir. Dönen bir elektron hiçbir ışık yayınlamaz. Sonuç olarak elektronun dönüş periyodu ile ilgili hiçbir bilgiye sahip değilizdir. Işık sadece elektronun bir yörüngeden bir başka yörüngeye atlamasıyla yayınlanır. Bu nedenle periyodik sistem şartları uygun değildir. Bohr'un teorisi yine elektronun bir yörüngeden diğerine atlaması sırasındaki ışının frekansının belirlenebileceğini göstermiştir.

Bu durum fazla karmaşıktır. Sorumuz, bu şartlar altında atomun bir saat olarak sayılıp sayılamayacağıdır. Işığın yayınlanmasındaki süreç ile ilgili net bilgimiz olmadığı sürece, ancak bu konudaki tartışmaları ifade edebilmemiz mümkündür. Öte yandan elbette "deneysel olarak atom saati, saatlerin görelilik kanunlarına ne kadar uyar?", sorusunun bir araştırması yapılabilir. Bu şekilde biz doğrudan ya da dolaylı olarak atomun, zamanın görelilik teorisine göre bir saat sayılıp sayılamayacağını keşfedebiliriz."²⁰⁵

Reichenbach'ın pratikte kullandığımız saatler hakkında yukarıda ortaya koyduğumuz görüşlerini şu şekilde özetleyebiliriz: Reichenbach, zamanın tek tipli akışını ölçebildiğimiz saatlerin çalışma prensiplerini incelemiştir. Bu saatler, sarkaçlı saatler, yaylı saatler, dünya saati ve atom saatleridir. Reichenbach yukarıda bu saatleri, sistem olarak ele almış ve onların üzerine etki eden diferansiyel ve evrensel kuvvetlere göre kapalı sistemler olarak kabul edilip edilemeyeceğini tartışmıştır. Çünkü zamanın tek tipli akışının ölçümü için sistem, Reichenbach'ın belirttiğine göre kapalı bir sistem olmalıdır. Böylelikle kapalı sistemlerin yardımıyla zamanın tek tipli akışının ölçümü mümkün hale gelmektedir. Zamanın tek tipli akışının ölçülebilmesi ile de olayların eşzamanlı olup olmadıkları tespit edilebilir. Eşzamanlılık nedir? İki olayın eşzamanlı olması ne demektir? Bu soruları yanıtlayabilmek için şimdi de eşzamanlılık problemini araştıralım.

²⁰⁵ A.e., s. 122-123.

3.6 Eşzamanlılık

Reichenbach'ın bu bölüme kadar ele aldığımız görüşlerinde, zamanla ilgili iki tip metrik koordine edici tanım verdiği ortaya koyduk. Bunlardan zamanın ilk metrik koordine edici tanımı, “zaman birimi” üzerine kurulmuştu.²⁰⁶ Zamanın ikinci tip metrik koordine edici tanımı ise “zamanın tek tipliliği (**uniformity of time**)” çerçevesinde verilmişti.²⁰⁷ İkinci tip koordine edici tanımın, zaman aralıklarının uygunluğu problemi ile ilgili olduğunu belirtmiştik. Bu çalışmada zamanın üçüncü tip metrik koordine edici tanımı olan “eşzamanlılık” problemini ele alacağız.

Bu konuyu ele almadan önce Reichenbach'a göre, öncelikle zaman kıyaslaması problemini bir kez daha gözden geçirmemiz gerekmektedir.²⁰⁸ Zaman kıyaslamasını, uzayın aynı noktasında ortaya çıkan ardışık zaman aralıkları ile yapabilmekteyiz. Reichenbach'a göre böyle bir zaman kıyaslamasının dışında, uzayın farklı noktalarında ortaya çıkan paralel zaman aralıkları ile ilgili ikinci tip bir zaman kıyaslaması daha vardır. İşte Reichenbach'a göre bu tip zaman aralıklarının kıyaslanması bizi zamanın üçüncü tip metrik koordine edici tanımı olan ‘eşzamanlılık problemine’ götürecektir.²⁰⁹

Reichenbach'a göre, eşzamanlılık problemini ele alırken, Einstein'ın zaman ile ilgili çalışmalarından yola çıkmamız gerekmektedir. Reichenbach'ın ifadesiyle:

“Zamanın tek tipliliği önceleri, bir tanım sorunuydu. Örneğin Mach, zamanın tek tipliliğinin tanımsal karakterini vurgulamıştır. Daha sonra ise eşzamanlılığın tanımsal karakteri, ilk kez Einstein tarafından fark edilmiştir. O zamandan bu zamana da bu konu, ‘zamanın göreliliği’ olarak ünlenmiştir. Einstein, eşzamanlılık problemi ile ilgili çözümünü hemen teorik fiziğe uygulamıştır. Bu nedenle onun bu keşfinin epistemolojik karakteri, fiziksel sonuçlarından asla net olarak ayırt edilmemiştir.”²¹⁰

²⁰⁶ Bkz., A.e., s. 109-113.

²⁰⁷ Bkz., A.e., s. 113-119.

²⁰⁸ Bkz., A.e., s. 123.

²⁰⁹ Bkz., A.e.

²¹⁰ A.e., s. 124.

Bu nedenle, eşzamanlılık probleminin ele alınışına, bu epistemolojik karakteri araştırmakla başlayalım.

Reichenbach, eşzamanlılık problemini daha iyi görebilmemiz için, Einstein'ın çalışmalarında belirttiği olayların eşzamanlılık çeşitlerine dikkat çekmiştir: Bunlardan ilki aynı yerdeki olayların eşzamanlılığı; diğeri uzamsal olarak ayrılmış olayların eşzamanlılığıdır. Reichenbach, sadece sonuncusunun asıl eşzamanlılık problemini kapsadığını söyler. Reichenbach'a göre ilki, zamanın kimliği ile ilgilidir. Reichenbach burada "zamanın kimliği ile ilgili" ne anlatmak istediğini ortaya koymak için "rastlantı"nın tanımını yapar. Reichenbach'ın ifadesiyle;

"Olayların aynı yerde, aynı zamanda ortaya çıkmasına "rastlantı" denir. Tam bir rastlantıda zaten konum ve zaman her iki olay için de aynıdır. Bu nedenle uzay ya da zaman kıyaslaması yapılamaz. Pratikte, rastlaşan böyle iki olay, birbirinden uzun uzadıya ayırt edilemez, ama yakınsak bir rastlantı fark edilebilir. İki kürenin çarpışması ya da iki ışık ışımının kesişmesi (**intersecting**) örneklerinde olduğu gibi eşzamanlılık, kabaca yaklaşık rastlantı durumlarında bile temel bir rol oynamaz. Çünkü uzak olayların zaman kıyaslaması, komşu olayların zamanının belirlenmesinde ihmal edilebilecek çok küçük farklılıklar gösterir."²¹¹

İhmal edilebilecek bu farklılıklara ilişkin verdiği örneğini ileride ele alacağımız Reichenbach'a göre eşzamanlılıkla ilgili yaptığımız araştırma bizi, uzak olayların eşzamanlılığının bir koordine edici tanıma dayalı olduğu sonucuna götürecektir. Ona göre bu sonucu, zaman kıyaslamasının taşıdığı koordine edici tanım özelliklerini göstererek ispat etmeliyiz.²¹² Bu ispat için Reichenbach, iki düşünce ortaya koymuştur:

Bu düşüncelerden ilki, birbirinden uzak iki saatin, zamanları gösterme konusunda "doğru" ayarlanıp ayarlanmadığının belirlemenin imkânsız olduğu görüşüdür (1. Görüş). İkincisi ise bu saatlerin keyfi ayarlanmaları durumunda bile hiçbir çelişkinin ortaya çıkmayacağı düşüncesidir (2. Görüş).²¹³

²¹¹ A.e.

²¹² Bkz., A.e.

²¹³ Bkz., A.e.

3.6.1 1. Görüş:

Reichenbach'a göre bu görüş çerçevesinde şöyle bir soru sorulmalıdır: "Uzak olayların eşzamanlılığı nasıl belirlenebilir?" Reichenbach'a göre bu soruyu yanıtlamadan önce uzak olaylar ve komşu olayların kıyaslaması hakkında bir açıklama yapalım ve buna ilişkin bir örnek verelim:

"İki olay arasındaki uzaklık, insan vücudunun boyutlarıyla kıyaslandığında daha büyük ise bu olayları 'uzak' olarak düşünmeliyiz. Eşzamanlılığın algısal yargısı bu şartlar altında yeterli değildir. Mesela bir gök gürültüsü duyduk ve o anda saatimize baktık. Saatimizin 08:50'yi gösterdiğini farz edelim. Burada yapmış olduğumuz eşzamanlılık belirlenimi, komşu olayların kıyaslamasıdır. Yani saatin 08:50'yi gösterdiği anı, şimşegin ortaya çıktığı anla değil, gök gürültüsünün sesinin kulağımıza geldiği anla kıyaslıyoruz. Eğer biz bu zaman belirleniminden gök gürültüsünün ortaya çıktığı doğru zamanı türetmek istiyorsak, bunlara ek olarak fiziksel olgularımız olmalıdır. Bir başka deyişle 08:50 anının öncesinden, şimşegin ortaya çıktığı ana kadar bir hesaplama yapabilmek için, 'sesin kulağımıza kadar aldığı yolun uzaklığı' ve 'sesin hızı' gibi fiziksel olguları bilmememiz gerekmektedir."²¹⁴

Peki, daha başka fiziksel olgular yok mudur? Reichenbach'ın ifadesiyle:

"Eğer biz gök gürültüsünün sesini duymayıp, sadece şimşegin çaktığını görmüşsek, verilen örnek için sesin hızını bilmemize gerek yoktur. Şimşegin çaktığını 08:49:50. saniyede gözlediğimizi farz edelim; o zaman şimşegin görüntüsü ve gök gürültüsünün sesinin tam bu zamanda ortaya çıktığını düşünebiliriz."²¹⁵

Bu yargı doğru mudur? Bu sorunun yanıtı için Reichenbach'a göre, yukarıda bahsedilen fiziksel olguların, örnekteki olaya etkilerini tespit etmemiz gerekmektedir. Reichenbach'ın tespiti aşağıdaki gibidir:

²¹⁴ A.e., s. 124-125.

²¹⁵ A.e.

“Bu tip bir zaman belirlenmesinde durum, prensipte değil ama nicelik olarak değişir. Şimşek ışığının göze gelene kadar kesin bir miktar zamana ihtiyacı vardır. Bu nedenle bizim yargımız aslında şimşegin gerçekte ortaya çıktığı an değil de ışığın gözümüze ulaştığı an ile ilgilidir. Bu zaman farklılığı son derece küçüktür. Bu nedenle pratik amaçlar için bu farklılığı ihmal edebiliriz.”²¹⁶

Reichenbach’ın ele aldığımız yukarıdaki örneğinin ardından ‘bir sinyalin hareketinin’ ne anlama geldiğini araştıralım. Ona göre bir sinyalin bir yerden başka bir yere gönderilmesi ‘nedensel bir zincir’dir. Dolayısıyla uzak olayların zaman kıyaslaması da bu nedensel zincir nedeniyle mümkündür. Reichenbach’a göre bu bir süreçtir. Bu süreç bir rastlantıya neden olur.²¹⁷ (Rastlantının tanımı ve rastlantı kavramını neden kullandığımız yukarıda verilmişti). Reichenbach, uzak olayların zaman kıyaslamasının, sadece bir çıkarım yardımı ile belirlenebileceğini ifade etmiştir.²¹⁸ Bu çıkarımda ne gibi varsayımlar içerilir?

Reichenbach, bu çıkarımdaki varsayımların, uzaklık bilgisinin yanı sıra sinyalin hızının büyüklüğünün bilgisini de içermesi gerektiğini iddia etmiştir.²¹⁹

Bu hız nasıl ölçülür? Reichenbach’a göre prensipte, aşağıda sıralananları şematize edebileceğimiz tek bir metot mevcuttur: Bu metodu açıklamak için Reichenbach, bir düzenek kurgulamıştır. Bu düzenek, Reichenbach’ın ifadeleriyle aşağıdaki gibi ele alınmıştır:

“Bu düzenekte P_1 ve P_2 gibi iki nokta vardır. Bir sinyalin, bu iki nokta arasında hareket ettiğini farz edelim: Sinyal, bir P_1 noktasından t_1 anında ayrılır ve bir P_2 noktasına t_2 anında ulaşır. Bu sinyalin hızı (t_2-t_1) zaman aralığı ve (P_2-P_1) uzaklık farkı ile verilir. Bu nedenle iki farklı uzayda yapılan iki farklı zaman ölçümüne ihtiyaç vardır. Bu zaman ölçümünü, P_1 ve P_2 de bulunan iki ayrı saat yardımıyla yapabileceğimizi varsayalım. Bu saatler, senkronize bir şekilde ayarlanmış olmalıdırlar. Bir başka deyişle saatlerin, buldukları yerde, aynı anda, aynı zaman değerini gösterdiklerinin belirlenmiş olması gerekir.”²²⁰

²¹⁶ A.e.

²¹⁷ Bkz., A.e.

²¹⁸ Bkz., A.e.

²¹⁹ Bkz., A.e.

²²⁰ Bkz., A.e., s. 125-126.

Yukarıdaki ifadelerin ışığında, Reichenbach'a göre, bu yüzden bir hızı ölçmek için uzak olayların eşzamanlılığı zaten bilinmelidir.

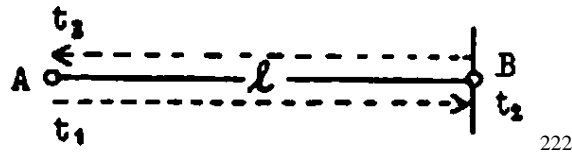
Bu yargı doğru mudur? Bu sorunun yanıtı için Reichenbach, Fizeau'nun ışığın hızını ölçme yöntemini ele alır: Fizeau'nun deneyi şu şekildedir:

“El yapımı aletlerle ışık hızını ölçmek için ilk başarılı metot, Hippolyte Fizeau (1819-1896) tarafından 1849 yılında geliştirilmiştir. Bu metotta temel düşünce, ışığın bir noktadan uzaktaki bir aynaya gidip gelmesi için geçen zamanı ölçmektir.

Fizeau, geçiş zamanını ölçmek için, sürekli ışık demetini ışık atmaları serisine dönüştüren dişli çark kullanmıştır. Böyle bir çarkın dönmesi, gözlemcinin ışık kaynağında neyi göreceğini denetler.

Fizeau bu deney sonucunda ışık hızını $3,1 \times 10^8$ m/s olarak bulmuştur. Diğer araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda da ışık hızının yaklaşık 2.9979×10^8 m/s olduğu bulunmuştur.”²²¹

Reichenbach, Fizeau'nun ışığın hızını farklı bir şekilde ölçtüğünü söyler. Ona göre Fizeau'nun farklılığı gerçekte uzak olayların eşzamanlılığını gerektirmeyen bir yöntem kullanmış olmasından kaynaklanır. Reichenbach, Fizeau'nun ölçüm düzeneğini aşağıdaki gibi şematize eder:



Şekil 6: Bir Işık Sinyalinin Bir noktadan Diğer Noktaya Hareketi.²²³

²²¹ http://tr.wikipedia.org/wiki/I%C5%9F%C4%B1k_h%C4%B1z%C4%B1#Fizeau_y.C3.B6ntemi.

²²² Reichenbach, **The Philosophy of Space and Time**, s. 126.

²²³ A.e.

Şekil 6.'da A noktasından $t_1=12:00$ anında bir ışık ışını gönderilir. Bu ışın A noktasından ' l ' kadar uzaklıkta bir B noktasından yansır ve sonunda $t_3=12:06$ anında, A noktasına geri döner. Yani bu ışın, A noktasına geri gelebilmek için ' $2l$ ' uzunluğunda bir yol almış ve 6 dakika sonra A noktasına geri gelmiştir. Bu ışının hızı, verilen bu sayıların oranıdır. Bu düzenekte, zaman sadece A'da ölçülür. Sadece bir saat kullanılır ve sadece bir saat kullanılmasından ötürü, uzak olayların eşzamanlılığı, probleme etki etmez. Reichenbach, aktüel bir deneyde " l "nin kilometrelerce uzunlukta olması durumunda bile, zaman aralıklarının 6 dakikadan daha küçük olacağını belirtmiştir.²²⁴ Reichenbach, illüstrasyonu açıklamak için kabaca büyük sayılar seçmiştir.

Reichenbach'a göre bu ölçüm ile ilgili daha derin bir inceleme yapıldığında, ışığın hızının, " l "nin her iki tarafından giderken de aynı alınması gibi test edilmeyen bir net varsayım içerdiğini görürüz.²²⁵ Reichenbach bu varsayımın tespitini şöyle ifade etmiştir:

"AB yönünün, BA yönünden daha kısa olduğunu varsayalım. O zaman AB yönünde hesaplanan hız değeri, BA yönünde hesaplanan hız değerinden daha büyük olur. Bu durumda deneyin sonucunda, Fizeau tarafından hesaplanan ışığın hızının büyüklüğü, bu iki hız değerinin ortalamasını verecektir."²²⁶

Bu varsayımı Fizeau ile nasıl kanıtlayabiliriz? Reichenbach'a göre bu soru, ancak ışığın B noktasına ulaştığı t_2 anı bilindiğinde yanıtlanabilir. Bunun anlamı, bizim yine iki saat kullanmamız ve uzak olayların bir kıyaslamasını yapmamız demektir. Reichenbach'ın "bir yöndeki herhangi bir hız ölçümünün, bir eşzamanlılık bilgisi gerektirmesi"²²⁷ tezi, bu nedenle doğru olarak kabul edilmiştir.

Bu durumda, Reichenbach'a göre kısır döngü bir argümanla karşılaşırız.²²⁸ Bu argüman şöyledir:

²²⁴ Bkz., A.e.

²²⁵ Bkz., A.e.

²²⁶ A.e.

²²⁷ A.e.

²²⁸ Bkz., A.e.

“Uzak olayların eş zamanlılığını belirleyebilmek için bir hız değeri bilmemiz gerekir ve bir hız değerinin büyüklüğünü ölçebilmek için de uzak olayların eş zamanlılığı bilgisine ihtiyacımız vardır.”²²⁹

Bu kısır döngü, Reichenbach’a göre eşzamanlılığın, bir bilgi sorunundan ziyade koordine edici tanım sorunu olduğunu kanıtlar. Reichenbach bu tespitini ortaya koyduktan sonra 2. Görüşe geçelim:

3.6.2 2. Görüş:

Reichenbach, bu görüş çerçevesinde bir kavram ileri sürmüştür: Bu kavram, Reichenbach’a göre bir koordine edici tanımın, ikinci karakteristiği olan ‘keyfilik (keyfi seçim)’ dir. Ona göre ‘keyfi seçim’in, yukarıda ele alınan deney için uygun olduğunu fark edebiliriz.²³⁰ Reichenbach’ın ifadesiyle:

“Bu keyfi seçim, ışığın B’ye varış anına atfettiğimiz (t_2) anıdır. Eğer bu zamanın 12:03 olduğunu farz edersek, bu durumda ışığın hızının büyüklüğü, her iki yön için de aynı olur. Eğer bu zamanın 12:02 olduğunu varsayarsak, ışık ışını ilk yönde 2, diğer yönde 4 dakika geçirmiş demektir ki bu varsayım Fizeau’nun ölçümleriyle kıyaslanabilir.”²³¹

Reichenbach’a göre bu noktada empirik bir yargı ile değil bir tanımla ilgili olduğumuz sürece, 12:02 zamanına “yanlıştır” ya da “imkansızdır” demenin hiçbir anlamı yoktur. Reichenbach’ın ifadesiyle

“İlgilendiğimiz tanım, ışığın hızını ve eşzamanlılığını bir kez belirler. Böyle bir tanım asla bir çelişki yaratmaz (2. Görüş). Eğer olayların eşzamanlı olduğuna ilişkin ölçümleri, hız ile belirlemek istiyorsak, daima bir tanımla verilmiş olan eşzamanlılığı elde etmeliyiz.”²³²

Bunun için Reichenbach şöyle bir eşitlik vermiştir:

²²⁹ A.e., s. 126-127.

²³⁰ Bkz., A.e., s. 127.

²³¹ A.e.

²³² A.e.

$$T_2=t_1+1/2(t_3-t_1) \dots\dots\dots (1)^{233}$$

Bu eşitlik Reichenbach'a göre bize, öncelikle örneğimizdeki ışık ışınının B'ye varış zamanını, A'dan gönderilen zaman ile A'ya döndüğü zamanın tam ortasındaki zaman olarak belirlenimini gösterir. Öte yandan aynı eşitlik bize, Einstein tarafından verilmiş olan eşzamanlılık tanımını nasıl anlamamız gerektiğini de ortaya koyar. Bu tanım, Reichenbach'a göre özel görelilik teorisi için temeldir. Ama epistemolojik olarak gerekli değildir. Reichenbach, Einstein'ın tanımının da diğer mümkün tanımlardan sadece biri olduğunu iddia etmiştir.²³⁴

Reichenbach aşağıda bir başka eşitlik daha vermiştir. Bu eşitlik, (1) de verilen eşitliğin bir katsayıyla ifade edilen keyfi bir formudur:

$$T_2=t_1+\varepsilon(t_3-t_1) \dots\dots\dots (2) \qquad 0<\varepsilon<1 \dots\dots\dots (3)^{235}$$

Reichenbach'a göre eğer (2) ile verilen eşitlikte kuralı takip etmişsek bu da Reichenbach'ın tezi için yeterli olur ve buna yanlış denemez. Reichenbach'ın ifadesiyle:

“Eğer özel görelilik teorisi ilk tanımı seçerse, $\varepsilon=1/2$ 'ye eşit olur ve bu tanım daha basit bağıntılara yol açar (Bu eşitlik, yeryüzü için geçerlidir). Burada, betimsel basitlikle ilgilenildiğinin açıkça fark edilmesi gerekir. Bu örnekteki keyfi zaman seçimi, sadece t_2 'nin, t_1 ve t_3 arasında olması gerektiğini bildiren (3) şartı ile kısıtlıdır. Diğer türlü sinyalin B'ye varış süresi A'dan ayrılış süresinden daha az olurdu.”²³⁶

Reichenbach'a göre yukarıda ortaya konan fikirler bize, 'eşzamanlılığın' bir koordine edici tanım sorunu olduğunu göstermiştir.²³⁷ Reichenbach, eşzamanlılığın,

²³³ A.e.

²³⁴ Bkz., A.e.

²³⁵ A.e.

²³⁶ A.e.

²³⁷ Bkz., A.e.

uzunluk birimi tanımı içerisinde kolaylıkla gözleyebileceğimiz ikinci karaktere özgü bir özelliği olduğunu belirtmiştir. Reichenbach'ın bu konudaki ifadeleri aşağıdaki gibidir:

“Bu ikinci karakteri açıklamak için uzunluk biriminin özelliklerinden faydalanalım. Uzunluk biriminin ne anlama geldiği kavramsal olarak belirlenebilir. Bir ‘uzunluk birimi’; diğer uzunluklarla kıyaslanabilen bir uzaklıktır. Bu tanım uzaklık biriminin kavramsal tanımıdır. Aktüel ölçümlere bir birim olarak hizmet eden uzaklık, sadece bazı aktüel uzaklıklara ‘yalnız ve sadece (**ultimately**)’ bir referansla verilebilir. Uzunluk birimi için verilen bu fikirler, ‘eşzamanlılık’ için de geçerlidir.”²³⁸

Bir başka deyişle Reichenbach'a göre önce ‘Eşzamanlılık’ın kavramsal bir tanımını verebiliriz. Bu tanım şöyle olabilir: Farklı uzaylardaki iki olay, eğer zaman ölçekleri bu olaylar için ayrı ayrı, aynı zaman değerini gösteriyorsa, bu olaylar ‘eşzamanlıdır’, deriz.²³⁹ Ancak bu tanım Reichenbach'a göre yeterli değildir. Reichenbach'ın ifadesiyle:

“Uzunluk biriminde olduğu gibi ‘eşzamanlılık’ için de ‘yalnız ve sadece (**ultimately**)’ bir referansa ihtiyaç vardır. Yani paralel zaman ölçeklerinin, hangi zaman noktasında aynı zaman değerini kabul edeceği, sadece aktüel olaylara ‘yalnız ve sadece’ referansla belirlenebilir. Bu referans temel olarak şu formdadır: ‘Bu ayrı olaylar, eş zamanlıdır.’ Uzunluk birimi için ölçüm çubukları ile ilgili olan bu form, eşzamanlılık için de sadece ‘yalnız ve sadece’ referans olarak düşünülür.”²⁴⁰

Yukarıdaki örnekteki eşzamanlılığın ifadesinde ‘ışık’ kavramı ve buna ek olarak bir takım operatörler kullanılmıştı. Eğer eşzamanlılıkla ilgili yapılan tanımda, Reichenbach'a göre ışık ve operatörlerle ne ifade edilmek istendiği açıklanmışsa, bir doğrudan referansı, kolaylıkla tekrar edilebilen bir operatörler betimi ile değiştirmemiz mümkün hale gelir.²⁴¹ Reichenbach'a göre yapılabilecek bu tanımlarda belirli bazı özellikler olmalıdır. Reichenbach'ın ifadesiyle:

²³⁸ A.e. s. 128.

²³⁹ Bkz., A.e.

²⁴⁰ A.e.

²⁴¹ Bkz., A.e.

“Işık sinyalleri kullanılarak yapılan eşzamanlılık tanımı, örneğin Einstein’ın tanımı, Paris’teki ‘metre’ tanımıyla kıyaslanamaz. Ancak ışık sinyalleri kullanılarak yapılan bu tanım, ‘dünyanın çevresi’ fizik fenomenini içeren bir metre tanımıyla kıyaslanabilir. Daha önce verilen ve koordine edici olan bu metre tanımı şöyle ifade etmiştik: ‘Bir metre, dünyanın çevresinin 40 milyonda biridir.’ Böyle bir tanımda ‘dünyanın çevresi’ fizik fenomeni, eşzamanlılık tanımındaki ‘ışık’ fizik fenomenine karşılık gelir ve ‘40 milyon kere sayma kuralı’, ‘A’dan B’ye gönderilen ve tekrar A’ya gelen bir ışık sinyalinin B’ye ulaşma süresi, A’daki iki zamanın ortalamasıdır’ kuralına karşılık gelir. Böyle bir kural, ‘ışık’ ve ‘dünyanın çevresi’ ile ne anlatıldığı ‘yalnız ve sadece’ bir doğrudan referansla belirlenebildiği sürece, koordine edici tanımın doğasını değiştirmez.”²⁴²

Eşzamanlılığın koordine edici tanımla bağlantılı olan kavramsal tanımı boş gibi gözükabilir. Reichenbach, eşzamanlılığı, paralel zaman ölçekleri üzerindeki zaman değerlerinin eşitliği olarak belirlemenin totoloji olduğunu ifade etmiştir. Ama durum Reichenbach’a göre diğer başka kavramsal tanımlardan hiç farklı değildir. Bütün kavramsal tanımlar, Reichenbach’a göre sadece analitik ilişkilere değindiği sürece totolojiktir.²⁴³

Bir kavram, diğer kesin kavramların bir kombinasyonuna koordinatlandırılabilir ve diğer kavramlardan sadece kendi anlamıyla türetilir. Uzunluk biriminin kavramsal tanımı da bu açıdan bakıldığında bir totolojidir.²⁴⁴ Reichenbach’ın ifadesiyle:

“Eşzamanlılıkla ilgili bilgi verirken, daha fazlasını anlatmak istiyoruz; farklı bir tarzda, paralel zaman ölçeklerini kısıtlayan bir kuralı araştırıyoruz. Biz bu araştırmanın eşzamanlılığın göreliliğini elemeyeceğini ama sadece (3)te verilen keyfilik kısıtlamasını haklı çıkaracağını umuyoruz.”²⁴⁵

Reichenbach’ın yukarıda ele aldığımız eşzamanlılık ve özellikleri ile görüşlerine dayanarak günümüz fiziğinin eşzamanlılığı nasıl ele aldığına değinebiliriz: Günümüz fiziği olayların eşzamanlılıklarını belirlerken en baştan, yukarıda bahsi geçen tanımlarda kullanılan saatlerin senkronize olduklarını kabul eder. Saatlerin senkronize olması durumu ‘eşzamanlılığın belirlenimi’ için en gerekli etmendir. Reichenbach, bu saatlerin gerçekte senkronize bir şekilde ayarlanıp

²⁴² A.e.

²⁴³ Bkz., A.e.

²⁴⁴ Bkz., A.e., s. 128-129.

²⁴⁵ A.e.

ayarlanamayacağıının belirlemenin imkânsız olduğunu savunmuştur.²⁴⁶ Fakat fizikteki hesaplar bu varsayımın üzerine kurulmuştur. Ancak Reichenbach, saatlerin senkronizasyonunu belirlemenin imkânsız olmasının, eşzamanlılıkla ilgili yapılacak olan koordine edici tanımın doğasını değiştirmeyeceği düşüncesindedir. Böylelikle günümüz fiziğinin en baştan kabul ettiği bu varsayım, Reichenbach'a göre eşzamanlılık ile ilgili yapılan bir koordine edici tanım sorunu halini almış ve bu tanımın doğasını değiştirmemiştir. Reichenbach, eşzamanlılıkla ilgili görüşlerini sağlamlaştırmak için mutlak eşzamanlılığın olamayacağını ifade etmiştir. Bu nedenle aşağıda Reichenbach'ın mutlak eşzamanlılığı belirlemeye yönelik yapılan girişimleri değerlendirdiği görüşlerini ele alacağız:

3.7 Mutlak Eşzamanlılığı Belirlemeye Yönelik Yapılan Girişimler

Aşağıda mutlak eşzamanlılığı belirlemeye yönelik yapılan girişimleri, Reichenbach'ın tasarımsal deneylerini ele alarak, ortaya koymaya çalışacağız. Bu girişimleri aşağıda üç başlık altında değerlendireceğiz. Bu girişimler, Reichenbach'ın geçerliğini ayrıca tartıştığı bir takım fizik kabullere dayanan deney düzenekleri ile verilmiştir. Önce bu girişimlerde ele alınan deney düzeneklerinin dayandığı varsayımları belirtip, ardından düzeneklerin nasıl çalıştığını açıklayacağız. Son olarak da kurulan bu deney düzeneklerinin çalışma prensiplerindeki eksiklikleri ve fizik fenomenlerle çelişen özelliklerini tespit eden Reichenbach'ın bu konudaki görüşlerini ortaya koyacağız. Reichenbach'ın tespit ettiği bu eksiklikler ve çelişkiler bizi “mutlak eşzamanlılığın” olmadığı sonucuna götürecektir. Reichenbach'ın ele aldığı şekilde, mutlak eşzamanlılığı belirlemeye yönelik yapılan girişimler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

²⁴⁶ Bkz., A.e.

3.7.1 1. Girişim

Reichenbach'a göre bu girişimlerden ilki, 'ışık hızından daha büyük hızları kullanma' düşüncesine dayanmaktadır.²⁴⁷ Bu girişimde, 3.6 Eşzamanlılık²⁴⁸ başlıklı kısımda ele alınan, A noktasından B noktasına gönderilen sinyalin hareketine ilişkin deney düzeneği kullanılmıştır. Bu deneyde sinyalin A noktasından ayrıldığı zaman (t_1) dir. Bu sinyal B noktasına ulaşır ve A noktasına (t_3) zamanında geri döner.²⁴⁹ Bu deneyde, "sinyal ışık hızından daha büyük hızla hareket edebilir" varsayımını Reichenbach şöyle yorumlamıştır:

"Sinyalin hızı ne kadar büyük olursa (t_3-t_1) zaman aralığı o kadar kısalcaktır. Bu durumda eşzamanlılık daha az keyfi hale gelecektir. Eğer sonsuz hıza sahip bir sinyal var olsaydı, zaman aralığı sıfıra eşit olurdu ve mutlak eşzamanlılık inşa edilebilirdi. Sonsuz bir hıza ulaşmak mümkün değildir. Çok yüksek hızları kullanarak bu yanlışlık arzu edildiği kadar küçük yapılabilir. Böyle bir yakınsaklık, mutlak eşzamanlılığı bir limit olarak belirlemeye yetebilir. Ancak böyle yüksek hızlara ulaşmak mümkün değildir, eğer keyfi olan bu yüksek hızlara erişilebilseydi, gerçekten de mutlak eşzamanlılık var olabilirdi."²⁵⁰

Reichenbach, sonsuz hız limitine ulaşmanın imkânsız olması nedeniyle 1. Girişimin mutlak eşzamanlılığı belirleyemeyeceğini tespit etmiştir. Şimdi 2. Girişimi ele alalım:

²⁴⁷ Bkz., A.e.

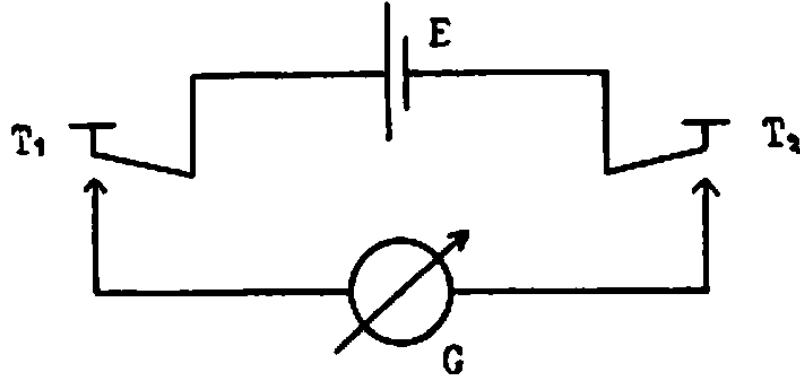
²⁴⁸ Bkz., A.e., s. 123-129.

²⁴⁹ Bkz., A.e., s. 126-127.

²⁵⁰ A.e., s.129.

3.7.2 2. Girişim

Reichenbach, girişimlerin ikinci grubunun, mutlak eşzamanlılığı belirlemek için özel olarak tasarlanmış bir mekanizma kullandığını söyler.²⁵¹ Böyle bir mekanizma aşağıda şekildeki gibidir:



252

Şekil 7: Bir elektrik devresi ile mutlak eşzamanlılığı belirlemeye yönelik bir girişim.²⁵³

Şekil 7’de bir elektrik devresi verilmiştir. Bu elektrik devresinde T_1 ve T_2 , anahtarları; E, pili; G ise galvanometreyi (Galvanometre, akım ölçmek için kullanılan bir devre elemanıdır. Galvanometrede bir sapmanın gözlenmesi, devreden akım impulsunun geçtiği anlamına gelir) ifade eder. Reichenbach, ikinci girişimin kullandığı bu deneyin dayandığı varsayımı şöyle ifade etmiştir:

“Eğer T_1 ve T_2 anahtarları kapalıysa E pilinden, G galvanometresine doğru bir akım geçer. Bu anahtarlardan sadece birisi kapalı ise G’ye doğru hiçbir akım geçmez. T_1 ve T_2 ’nin bir an için kapalı olduğunu düşünelim. Devre, anahtarların kapalı oldukları bu anlar eşzamanlı ise kapalı bir devre olacak ve kısa bir elektrik akımı impulsu, tek bir sapma gösterecek olan G’ye doğru akacaktır. Eğer anahtarların kapalı oldukları bu anlar eşzamanlı değilse, devre asla kapalı olmayacak ve G’de herhangi bir sapma gözlenmeyecektir. G’deki sapma, bu nedenle iki olay

²⁵¹ Bkz., A.e.

²⁵² A.e.

²⁵³ A.e.

(T_1 anahtarının kapalı olması 1. Olay; T_2 anahtarının kapalı olması 2. Olay olarak alınmıştır) arasındaki eşzamanlılığın kriteridir ve bu eşzamanlılık keyfi bir seçim olmadan belirlenir.”²⁵⁴

Deney yukarıdaki gibi Reichenbach tarafından ifade edilmiştir. Bu deneyde çok basit gibi gözükse ancak gözden kaçmaması gereken bir takım hususlar vardır. Dikkat edilmesi gereken hususlar Reichenbach’ın ifadesiyle aşağıdaki gibidir:

“Bu girişim çok zekice gibi gözükse de daha ayrıntılı incelendiğinde nerede başarısız olduğu ortaya çıkar. Bu düşüncede çok ilkel bir elektrik akımı teorisi kullanılmıştır. Bir elektrik akımının devrede akması için, o devrenin durgun ve tamamen kapalı olması gerekir. Hızlı değişen şartlar altında elektrik akımı tamamen farklı özellikler gösterir. Bir an için sadece T_1 ’in kapalı olduğunu farz edelim. E’den T_1 ’e doğru yayılmış olan elektromanyetik alan şimdi G’ye devam eder. Teldeki elektronlar hareket içindedir ve akımın kısa bir impulsu G’ye doğru akar. Bu akımın karakteri, açık T_2 kontağının kapasitesi nedeniyle bir yer değiştirme akımıdır. G, eğer hassas bir galvanometre ise elbette bu deney için dikkate alınmalıdır. Böylelikle iki anahtardan sadece birisi kapalıyken bile bir sapma gözleriz. Eğer bir ekleme içinde T_2 anahtarını kapatırsak, akımın ikinci bir impulsu G’deki ikinci sapmayı artıran bir sonuca ulaşır. Burada T_1 ve T_2 anahtarlarının, eşzamanlı ya da kısa bir zaman aralığında kapalı olması gereksizdir. Her iki durumda da iki impulsun ortalamasını içeren aynı sapmayı elde ederiz.”²⁵⁵

Bunun nedeni elektromanyetik dalgaların ışık hızıyla yayılmasıdır. Reichenbach, yukarıdaki devrede kurgulanan düşüncede “çok ilkel bir elektrik akımı teorisi kullanılmıştır”²⁵⁶ ifadesini de aynı nedenden ötürü belirtmiştir.

Aynı deneydeki bir başka olasılık ise Reichenbach tarafından şöyle ifade edilmiştir:

“Eğer iki olay (T_1 ve T_2 anahtarlarının kapalı olması) arasındaki zaman farkı çok büyükse T_1 ’den G’ye doğru yayılan manyetik alanın distürensisi, ikinci anahtar kapandığında T_2 ’ye ulaşmış olacaktır ki sadece bu durumda G’deki sapmanın büyüklüğünde bir farklılık olacaktır. T_1 ’den T_2 ’ye yayılan elektromanyetik alan zaten ışık hızıyla hareket eder. Böylelikle iki akım impulsunun birbirini, G’de herhangi bir etki yaratmadan takip edebileceği çok küçük bir zaman aralığı vardır. Bu nedenle iki anahtarın eşzamanlı kapalı olması zorunluluğu yoktur. Çünkü bu anahtarlar, küçük bir zaman aralığında bile kapalı kalmış olabilirler.”²⁵⁷

Mutlak eşzamanlılığı belirlemek için kurulan elektrik mekanizmaları, elektriğin ışık hızıyla yayılması nedeniyle Reichenbach’a göre başarısız olurlar. Reichenbach,

²⁵⁴ A.e. s.130.

²⁵⁵ A.e. s.130-131.

²⁵⁶ A.e. s. 131.

²⁵⁷ A.e.

bu girişimin başarısız olma nedenlerini araştırmaya devam ederken daha detaylı bir analiz yapmıştır. Bu analizinde “Temasla hareket prensibi” (**The principle of action by contact**) ve “nedensel yayılım” (**causal propagation**) özelliklerinden faydalanmıştır. Elektrik alanın hareketi, nedensel yayılma bir örnektir. Reichenbach, elektrik devresinde ışık hızıyla yayılan elektrik alanın hareketinden başlayarak, açıklamalarını aşağıdaki gibi şu şekilde ifade etmiştir:

“Durgun bir devrede olaylar arasında bir ilişki saptamak için ilk anda bir hareket olmalıdır. Fizikte buna ‘Temasla hareket prensibi’ denir. ‘Temasla hareket prensibi’ fiziğin en temel kanunlarından biridir. Söz konusu devre göz önüne alındığında ‘Temasla hareket prensibi’ni ihlal edecek bir durum yoktur. Herhangi bir uzaklıkta hareketten kaynaklanan herhangi bir oluşumun anında fark edilmesi imkânsızdır. Devrede hareketten kaynaklanan etki, tüm ara noktalardan hareket ederek yayılır. Bu prensip, nedensel yayılımın her formuna uygulanır.”²⁵⁸

Reichenbach nedensel yayılıma örnek olarak ‘yer çekimini’ verir. Ona göre yer çekiminin nedensel yayılım konusunda hiçbir istisnai durumu yoktur ve Newton’un yerçekimi kanunu sadece durgun şartlar altında doğrudur. Hızlı hareket eden sistemler için, bu kanun, yerçekiminin sonsuz hızla yayıldığı belirtilerek düzeltilmelidir. Ancak Reichenbach için yukarıda ifade edilenlere göre temasla hareket prensibinin, tüm nedensel yayılımların hızına sonlu bir limit koyması gibi bir gereklilik olduğu sonucu çıkarılmamalıdır. Prensip, sonsuz hızlar, herhangi bir keyfi hızla kıyaslama yapılabilmesi için kullanılmaz.²⁵⁹ Reichenbach’ın ifadesiyle:

“Eğer sonlu bir limitin varlığını savunmak istiyorsak, bu savunma temasla hareket prensibine eklenmek zorundadır. Sadece bu ekleme bile, mutlak eşzamanlılığı belirlemek için hiçbir mekanizma olmadığını savunmamıza yeterlidir. Yerçekimi kuvvetleri bile, ışık hızıyla yayılmaları nedeniyle, bu tip bir mekanizma için kullanılamaz.”²⁶⁰

Reichenbach, buraya kadar ele almış olduğu mekanizmaların, aynı temel düşüncenin varyasyonları olduğu görüşündedir. Bir başka deyişle her biri farklı

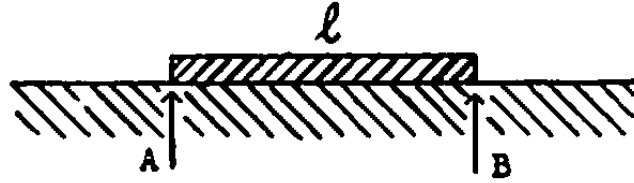
²⁵⁸ A.e.

²⁵⁹ Bkz., A.e., s.131-132.

²⁶⁰ Bkz., A.e., s. 132.

yollardan, nedensel yayılımın sonsuz ya da keyfi yüksek bir hızda olduğunu varsaydıkları için, Reichenbach'a göre başarısız olurlar.²⁶¹

Reichenbach, bu açıklamalarından sonra bir başka örneği ele almıştır. Bu örnek Reichenbach'a göre katı cisimlerin (solid bodies) hareketinin yanlış anlaşılmasına dayanan bir girişime aittir. Bu örnek için, A ve B noktalarıyla işaretlenen yerlerde biten bir katı çubuğa ait şekil aşağıdaki gibidir:



262

Şekil 8: Hareketli Katı Çubuk Yardımıyla Mutlak Eşzamanlılığı Belirlemeye Yönelik Bir Girişim²⁶³

Reichenbach'ın ifadesiyle örnek şu şekildedir:

“Eğer çubuk birdenbire A'dan tutulup sola doğru çekilirse, A ve B noktalarıyla işaretlenen yerler, artık çubuğun bitiş noktaları olmaz. Çubuğun iki bitiş noktasıyla, A ve B noktalarının rastlantısının kaybolduğu iki an, klasik fizik kanunlarına göre mutlak bir şekilde eşzamanlı olmalıdır. Bu durum, temasla hareket prensibini içeren bir fizik içinde açıklanamaz. Böyle bir fizik içinde mutlak katı cisimler yoktur. Etki, A'dan B'ye elastik yayılım ile yayıldığı için, çubuğun tutulduğu A noktası ve bittiği B noktası hemen hareket etmez. Bu elastik yayılım, ışık hızından daha büyük olamaz (Zaten çok küçüktür). Bu nedenle bu düzenek de mutlak eşzamanlılığı belirlemek için kullanılamaz. Dolayısıyla bu tip bir düşünce içinde katı cisimler de yer alamaz.”²⁶⁴

²⁶¹ Bkz., A.e.

²⁶² Bkz., A.e.

²⁶³ Bkz., A.e.

²⁶⁴ A.e., s.132-133.

Yukarıdaki açıklamaların sonucu olarak “mutlak eşzamanlılık” Reichenbach’a göre nedensel yayılım yoluyla elde edilemez. Nedensel yayılım Şekil 7’deki elektrik akımının ışık hızı ile hareket etmesinden ötürü, Şekil 8’de ise çubuğa uygulanan kuvvetin elastik yayılımının hızının çok küçük olmasından ötürü mutlak eşzamanlılığı belirlemek için kullanılamaz. Bu örneklerde kullanılan metotların dışında Reichenbach’a göre farklı bir metodun olasılığı tasavvur edilebilir. Bu da mutlak eşzamanlılığı belirlemeye yönelik girişimlerden üçüncüsüdür:

3.7.3 3. Girişim

Reichenbach, 3. Girişime, “mutlak taşıma zamanı” (**absolute transport time**) adını vermiştir.²⁶⁵ Bu girişimde kullanılan metot, Reichenbach’ın ifadeleriyle aşağıdaki gibi ortaya konmuştur:

“Bu girişim, mutlak eşzamanlılığı saptamak için “saatlerin taşınması” metodunu kullanır. İlk önce birbirine yakın iki saat senkronize edilir (Yani saatlerin kolları aynı anda, aynı konumda bulunurlar). Sonra bir tanesi taşınır. Bu durumda ilk saat ile uzak bir noktada bulunan senkronize bir saatimiz olur. Bu saatlerin bu şekilde düzenlenişine “taşıma senkronizasyonu” (**transport synchronization**) diyebiliriz.”²⁶⁶

Reichenbach’a göre öncelikle saatlerin taşınması metodunun bizi gerçekten eşzamanlılığa götürüp götürmeyeceğinin araştırılması gerekmektedir. Reichenbach bu metotla ilgili yaptığı araştırmayla ilgili görüşlerini şu şekilde ifade etmiştir:

“Bu metot, baştan saatlerin zaman göstergelerinin, yoldan ve taşıma hızından bağımsız olduğunu farz eder. Şöyle bir iddia doğru olabilir: ‘Bir yerde senkronize edilen iki saat, farklı yollar boyunca, farklı hızlarla bir yere götürüldüğünde hala senkronize durumdadırlar.’ Oysa bu ifade, Görelilik fiziğince reddedilir. Görelilik fiziğinin varsayımları olmasa bile taşıma senkronizasyonunun olasılığının, test edilmesi gereken deneysel bir varsayıma bağlı olduğunu söyleyebiliriz. Eğer Görelilik fiziği yanlış olsaydı ve saatlerin taşınmasının yol ve hızdan bağımsız olduğu gösterilebilseydi; bu, yazının başında vurgulanan epistemolojik sonuçları değiştiremeyecekti. Bunun nedeni saatlerin taşınması durumunun, bir eşzamanlılık tanımını gerektirmesidir. Yukarıda bahsedilen iki saatin, taşındıktan sonra tekrar bir araya getirildiğinde, aynı zamanı göstermeleri durumunda bile, geçen zaman içinde birinin ya da her ikisinin de değişmediğini nereden bilecektik? Eğer tek bir taşıma senkronizasyonu söz konusu ise bu sadece bir eşzamanlılık tanımıyla mümkündür.”²⁶⁷

²⁶⁵ Bkz., A.e. s.133.

²⁶⁶ A.e.

²⁶⁷ A.e.

Reichenbach'ın yukarıda ortaya koyduğumuz görüşlerini şöyle özetlemek mümkündür:

Zaman metriği üç koordine edici tanıma bağlıdır: Birincisi “zaman birimi” ile ilgili olup, bir zaman aralığının sayısal değerini belirler. İkincisi “tek tiplik” ile ilgili olup, ardışık zaman aralıklarının kıyaslanmasına gönderme yapar. Üçüncüsü “eşzamanlılık” ile ilgili olup, uzayın farklı noktalarında birbirlerine paralel zaman aralıklarının kıyaslanmasını ifade eder. Bu üç tanım, zaman ölçümünün yapılabilmesini mümkün kılar. Bu tanımlar olmadan zaman ölçümü mantıksal olarak belirlenemez.²⁶⁸

Reichenbach'ın yukarıdaki görüşlerine göre ‘mutlak’ ile ne ifade edildiği konusunda bir açıklama getirmek durumundayız. Reichenbach bununla ilgili görüşlerini şöyle ifade etmiştir:

“Eğer biz ‘mutlak’tan sadece “doğru zaman”ı anlıyorsak, bu durumda ne “mutlak eşzamanlılık” ne de “mutlak tektiplik”ten söz edebiliriz. Tektipliğin tanımı, saatle ya da eylemsizlik kanununun yardımıyla yapılabilirdi. Bunu biz deneylerden biliyoruz. Bu şekilde yapılan tektiplik tanımları, diğer tanımlardan daha basittir. Bu tanımların, diğerlerinden daha basit olmalarıyla ortaya çıkan farklılık, özel görelilik teorisinde de korunur ve sadece daha genel gravitasyonel alanlarda kaybolur. Eşzamanlılık tanımları arasında, sonsuz hız limiti ya da saatlerin taşınmasına dayalı olan tanımlar en basit tanımlar haline gelir. Öyle ya da böyle bu iki tanımın ortaya koydukları empirik bir sorundur; iki olasılık da özel görelilik teorisi tarafından reddedilir. Bundan dolayı bu teori, eşzamanlılığın tanımsal karakterinin netleştirilmesinde önemli bir rol oynar.”²⁶⁹

Yukarıda Reichenbach'ın ‘mutlak eşzamanlılığın olmadığı’ yönündeki iddiasını ortaya koyduk. Reichenbach bu iddiasını, Şekil 7 ve Şekil 8’te ele alınan deney düzeneklerinin dayandığı varsayımların eksikliklerini ve düzeneklerin kendi içindeki çelişkileri ortaya koyarak göstermek istemiştir. Nitekim mutlak eşzamanlılığın olmaması ve eşzamanlılığın bir koordine edici tanım yoluyla yapılabilmesinin Reichenbach’a göre önemli bir sonucu vardır. Bahsi geçen iki özellik sayesinde zaman ölçümünün belirlenebilmesi olanaklı hale gelir. Bir kez zaman

²⁶⁸ Bkz., A.e., s.135.

²⁶⁹ A.e.

ölçümü yapıldığında ise bu ölçümün ifade edilışinde çelişkilerin ortaya çıkmaması sağlanmış olur. Zaman ölçümü yapıldığı takdirde zaman düzeni ile ilgili sorunların tespit edilmesi ve bu sorunların çözümüne ilişkin görüşler ortaya koymak mümkün hale gelecektir. Bu nedenle önce Reichenbach'ın zaman düzeni ile ilgili verdiği koordine edici tanımı ele alarak, onun bu konudaki görüşlerini, zaman düzeni başlığı altında aşağıdaki gibi ortaya koyalım:

3.8 Zaman Düzeni

Reichenbach, bundan önceki çalışmalarda belirtildiği gibi, zamanın üç tip metrik koordine edici tanımını vermiştir. Bunlar, zaman birimi, tektiplik ve eşzamanlılıkla ilgilidir. Zaman düzeni adlı bu başlıkta ise Reichenbach'ın, 'topolojik' olarak adlandırdığı, bir başka koordine edici tanımı ele alınacaktır.²⁷⁰

Reichenbach, zamanın ilk topolojik belirleniminin, *aynı noktadaki zaman düzeni* ile ilgili olduğunu ifade etmiştir.²⁷¹ Aynı noktada ortaya çıkan iki olayın zamansal değişimi, Reichenbach'a göre "öncelik-sonralık" ilişkisiyle belirlenebilmektedir. Reichenbach, bu kıyaslamayı sembollerle ifade edebileceğimizi bildirmiştir: Bu ifadede E_1 ve E_2 ayrı ayrı iki olaya karşılık gelir. İfade şöyledir: ' $E_2 > E_1$ ' ve bu ifade E_2 'nin, E_1 'den daha sonra olduğu anlamına gelir.²⁷²

Reichenbach, E_1 ve E_2 olaylarını gözlemleyen bir gözlemcinin, öznel deneyimleri sayesinde iki olay arasında zaman düzeni ilişkisi kurabileceğini iddia etmiştir. Ancak Reichenbach aşağıda, olayların sırasını belirlemek için öznel duyularını kullanmanın prensipte imkânsız olduğu düşüncesini savunacaktır. Bu yüzden ona göre, zaman düzenindeki olayların sırasını belirlerken bu öznellikten kurtulmamız için farklı bir kriter saptamamız gerekmektedir.²⁷³

²⁷⁰ Bkz., A.e.

²⁷¹ Bkz., A.e.

²⁷² Bkz., A.e., s. 136.

²⁷³ Bkz., A.e.

Reichenbach, böyle bir kriterin nedensel ilişkide bulunduğunu belirttikten sonra şöyle devam etmiştir:

“Eğer E_2 , E_1 'in etkisi ise; ' E_2 , E_1 'den sonradır' denir. Bu, zaman düzeninin topolojik koordine edici tanımıdır. Bu ifadeyi tamamlamak için, ifadeye E_1 'in, E_2 'nin sadece nedensel kısmı ya da E_2 'nin, E_1 'in kısmi bir etkisi olduğu durumu da eklemeliyiz.”²⁷⁴

Reichenbach yukarıdaki açıklamaya göre '-den sonra' tanımı ile '-den önce' tanımının da verilmiş olduğunu dile getirmiştir ve bu tanımların olayların zaman düzeni ile ilgili kurdukları ilişkiyi şu şekilde açıklamıştır: “'-den önce' ilişkisi, '-den sonra' ilişkisinin tersinden başka birşey değildir. Eğer E_2 , E_1 'den sonraysa; E_1 de E_2 'den öncedir. Bu analitik olarak birbirini izler ve yeni bir koordine edici tanıma gerek yoktur.”²⁷⁵

Burada Reichenbach'a göre olaylar arasında 'neden' ve 'etki' ilişkisi ile zaman düzenini belirlemekteyiz. Ancak “-den sonra” tanımının, bu ilişkide dairesel bir düşünce içerip içermediği durumu söz konusudur. Buna ilişkin Reichenbach'ın düşüncesi şöyledir: “Aslında “neden” ve “etki”nin ne olduğunu, bunların zamansal düzenini bilmeden farkına varabiliriz. Burada tartışılması gereken sorun, nedensel olarak bağlantılı iki olaydan; “etki”nin mi? yoksa “nedenin mi?” daha sonra olduğudur.”²⁷⁶

Reichenbach bu soruya yanıt ararken şöyle bir sonuca ulaşmıştır: Reichenbach'ın ifadesiyle:

“Tartışılması gereken bu sorunda, aslında bir reddetme söz konusudur. Bu reddetme, nedenselliğin, iki olayın arasındaki bağlantı olduğu ama bunlar arasındaki yönü belirlemediği varsayımından ileri gelir. Ne var ki bu varsayım yanlıştır. Nedensellik iki olay arasında simetrik değil asimetrik bir ilişki kurar.”²⁷⁷

²⁷⁴ A.e.

²⁷⁵ A.e.

²⁷⁶ A.e.

²⁷⁷ A.e.

Neden-etki ilişkisini ‘C’ sembolü ile gösterirsek iki durum şöyle ayrılabilir:

$$C(E_1, E_2) \text{ ve } C(E_2, E_1).^{278}$$

Reichenbach’a göre deneyim bize gerçekte yukarıdaki durumlardan hangisinin ortaya çıktığını söyler. Bu ayrımı aşağıdaki gibi belirleyebiliriz:

“Eğer E_1 , E_2 ’nin nedeni ise E_1 ’deki küçük bir değişiklik (işaret), E_2 ’deki küçük bir değişiklikle ilişkilidir, ancak E_2 ’deki küçük değişiklikler, E_1 ’deki değişikliklerle ilgili değildir.”²⁷⁹

Eğer yukarıda sembollerle ifade edilen formülasyonun zamansal düzen kavramını kapsamadığını daha da net bir şekilde ortaya koymak istiyorsak, Reichenbach bunu E^* ile ifade edilen çok küçük bir değişikliğin gösterildiği aşağıdaki formda belirtebileceğimizi iddia etmiştir.²⁸⁰

$$E_1 E_2 - E_1^* E_2^* - E_1 E_2^* \quad (1) \quad \text{kombinasyonlarını gözlemleriz.}$$

$$E_1^* E_2 \quad (2) \quad \text{kombinasyonunu asla gözlemleyemeyiz.}^{281}$$

Reichenbach bu düzenlemenin ne ifade ettiğini şu şekilde açıklamıştır:

“Bu düzenlemede iki olay (E_1 ve E_2) asimetriktir ve bu yüzden burada bir ‘düzen’ belirtilir, E_2 ile ifade edilen gözlemlenmemiş işaretsiz kombinasyon içindeki olaya ‘etki’ ve dahası “zamansal olarak sonra olan olay” denir. (1) ve (2) iddiaları bir düzenin tahmini olmaksızın elde edilmişlerdir. Bu kombinasyonlar arasında, ilk önce E_2 olayını yerleştirebilseydik, hala E_2 ’nin ‘etki’ olabileceğini fark edebilirdik. Öte yandan varsayımı, E ve E^* olaylarını ayırabilmek için yapmıştık. E_1 ve E_2 ’nin, iki ayrı olay olduğunun ayırt edilebildiği varsayımı gibi; E^* ’ın de, iki ayrı olayın kombinasyonu gibi ayırt edilebildiğini varsayabiliriz. Bu varsayım, tek tek olayları ayırt edebildiğimiz tahmini yapmamıza olanak veren şematizasyonumuzda yatar. Bu şematizasyonun doğruluğunu, uzay ve zaman ile sınırlı olan

²⁷⁸ A.e., s. 137.

²⁷⁹ A.e.

²⁸⁰ Bkz., A.e.

²⁸¹ A.e.

şimdiki tartışmamızın bünyesinde henüz gösteremeyiz. Çünkü bunun için ihtiyacımız olan gerekçelendirme, nedensellik²⁸² kavramının analizinde yatar.”²⁸³

Reichenbach’ın nedensellik kavramının ele alışını ortaya koymadan önce, yukarıdaki açıklamalarına ilişkin verdiği iki örneği aşağıdaki gibi değerlendirelim:

“A’dan B’ye bir ışın göndeririz. Eğer A’daki yola kırmızı bir filtre tutarsak, ışık B’de kırmızı gözükecektir. Eğer ışığın B’deki yolunda kırmızı bir filtre tutarsak, ışın A’da renklenmeyecektir.”²⁸⁴

Reichenbach ikinci örneği ise şu şekildedir. Reichenbach’ın ifadesiyle:

“A’dan B’ye bir taş atarız. Eğer taşı bir tebeşirle A’dayken işaretlersek, taş B’ye vardığında bu izi taşıyacaktır (**E₂** olayı). Eğer taşı B’ye vardığında işaretleseydik, taş A’dan ayrıldığında işaretsiz olacaktı (**E₁** olayı).”²⁸⁵

Yukarıda görüldüğü gibi Reichenbach verdiği bu örneklerde, olaylar arasında işaretin taşınmasına dayanan bir ayırım yapmıştır. Ona göre bu ayırım dışarıdan önemsiz gibi gözükebilir ama o, bu ayırımın fazlasıyla önemli olduğu görüşündedir. Reichenbach bu görüşünü nedensellik kavramı ile açıklamıştır. Reichenbach’ın ifadesiyle:

“Tarif etmiş olduğumuz bu metot, günlük yaşantıda bir zaman düzeni belirtmek için kullanılır ve doğrudan gözlemin zor olduğu, çok küçük zaman aralıklarının zamansal düzeninin tespitinde kullanabileceğimiz başka metodumuz yoktur. Bu nedenle işaret prensibini, zaman teorisinin temelinde dâhil etmeliyiz. Yukarıdaki prensibin, zamanın yönünü kullanmayan, nedensel bir düzen için bir kriteri vardır ve biz bunu zaman düzeninin tanımını için kullanabiliriz. Bu, zaman düzeni için topolojik bir koordine edici tanımdır. Bu tanımı, genel olarak olaylar düzeninin, zaman düzenine uyduğu ‘nedensel zincir’ kavramı üzerine dayandırabiliriz. Bazen buna ‘sinyaller’ ya da ‘sinyaller zinciri’ denir. ‘Sinyal’ sözcüğünün ‘işaretlerin taşınması’ anlamına geldiği unutulmamalıdır ve bundan ötürü, bu durum tartışmış olduğumuz nedensel düzen prensibiyle çok alakalıdır.”²⁸⁶

²⁸² Max Planck, **Modern Doğa Anlayışı ve Kuantum Teorisine Giriş**, Çev. Yılmaz Öner, İstanbul, Spartaküs Yayınları, 1996, s. 20-26.

²⁸³ Reichenbach, **The Philosophy of Space and Time**, s. 137.

²⁸⁴ **A.e.**, s. 137-138.

²⁸⁵ **A.e.**, s. 138.

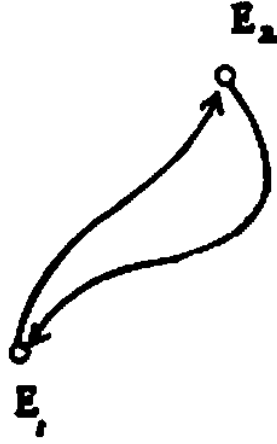
²⁸⁶ **A.e.**

Nedensel düzen, zamanın yönünün tespit edilmesinde önemli bir rol oynar. Bu nedenle Reichenbach nedensel düzen ile ilgili yukarıda yapmış olduğu analizin sonuçlarını kullanarak zamanın yönü ile ilgili bilgi vermiştir. Bunun için zamanın ilerleyiş yönünü, bir düzlem üzerindeki noktaların ilerleyiş yönü ile kıyaslamıştır. Bu kıyaslama Reichenbach'ın ifadeleriyle aşağıdaki gibi ele alınmıştır:

“Bir düzlem üzerindeki noktalar serisinin iki yönü vardır. Zamansal düzenin de iki yönü vardır. Bunlar; önceki olaylar yönü ve sonraki olaylar yönüdür. Zaman erken olan olaydan, sonra olan olaya doğru akar. Bu nedenle zaman, sadece asimetrik ilişkiyle meydana gelen düzenli serileri değil aynı zamanda tek yönlülüğü de temsil eder. Genel olarak şunu ifade etmek mümkündür: Önceki olaydan, sonraki olaya; nedenden, etkiye olan yön, zamanın ilerleyişinin yönüdür. Ancak bahsedilen bu durum, ‘zamanın ilerlemesi’ ile ne ifade edildiği belirtilmediği sürece boş bir iddiadır. Aynı şekilde bir düzlem üzerinde noktaların soldan sağa doğru ilerlediğini söyleyebiliriz. Ama bu da, ‘noktaların ilerleyişinin’ seçilen yöndeki ilerleyişi ifade ettiği sürece boş bir iddiadır. Zamanın ilerleyişi hakkında konuşuyorsak, fiziksel gerçekliğe ve doğrudan bir deneyime değinen sentetik bir iddia yapmayı amaçlıyoruz.”²⁸⁷

Reichenbach'ın yukarıda ele aldığımız iddiasına göre ‘daha önce- daha sonra’ olarak belirlenen yön, zamanın ilerleyişiyle aynı yöndür, yargısında bulunabiliriz. Reichenbach, olaylar arasındaki zamansal düzen ilişkisini “nedensel zincirler” kavramını kullanarak tespit etmeye çalışmıştır. Bunun için aşağıdaki şekilden faydalanalım:

²⁸⁷ A.e., s. 139.



288

Şekil 9. Kapalı Bir Nedensel Zincir.²⁸⁹

Şekil 9. Reichenbach'ın ifadeleriyle şöyle açıklanmıştır:

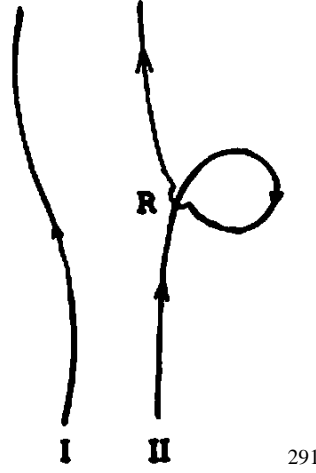
“Şekilde E_1 'den E_2 'ye doğru E_2 'yi E_1 'in bir etkisi; aynı zamanda E_1 'i de, E_2 'nin etkisi gibi yapan bir nedensel zincir vardır. Kombinasyon kendi orjinine dönen nedensel bir zincirde sonuçlanır. Görüldüğü gibi burada bir çelişki ortaya çıkar. Bu çelişkiyi ortadan kaldırmak için ‘kapalı nedensel zincirler yoktur’ varsayımını yapmalıyız. ‘Kapalı nedensel zincirler yoktur’, ifadesi sadece tecrübeyle ortaya konmuş bir sonucu ifade eder.”²⁹⁰

Reichenbach, nedensel zincirler kavramını, dünya-çizgileri örneği ile açıklamıştır. Burada Reichenbach, ‘dünya-çizgisi’ ile bir insanın zamanda ilerleyerek yaşamına devam etmesini ifade etmiştir ve aşağıdaki şekli kullanarak dünya-çizgisine ilişkin bir örnek vermiştir:

²⁸⁸ A.e., s. 140.

²⁸⁹ A.e.

²⁹⁰ A.e., s. 139-140.



291

Şekil 10: Yan Yana Bir Açık ve Bir Kapalı Dünya-Çizgisi.²⁹²

Şekil 10'da gösterilen dünya-çizgisi-I ve dünya-çizgisi-II'nin her ikisi de insanoğlunun yaşantısına ait dünya-çizgileridir. Reichenbach'ın ifadesiyle bu dünya çizgilerine ilişkin ilginç bir örneği aşağıdaki gibi ele alalım:

“Dünya-çizgisi-I, normal bir yaşam çizgisini ifade eder. Dünya-çizgisi-II, kendisiyle doğrudan kesişmez. Ama spirale benzeyen, gerçekte kapalı olmayan, ancak sadece kendi noktalarından komşu bir noktaya geri dönen bir eğriyle temsil edilir. Bu olgu, belirli bir noktadaki küçük bir yay ile gösterilir. Bu dünya-çizgisinin, komşu bölümleri arasındaki bir nedensel bağlantı, küçük yay bölgesi içerisindeki sinyal (konuşma) yardımıyla kurulabilir. Eğer siz bir dünya-çizgisi –II kişisi olsaydınız, şöyle bir deneyiminiz olabilirdi:

-Bir gün, sizin gelecekteki haliniz olduğunu iddia eden birisiyle tanışıyorsunuz. Bu kişi size, o andaki durumunuzla ilgili bütün bilgileri veriyor ve hatta size o an ne düşündüğünüzü bile söylüyor. Bu kişi hem de onun şuan ki pozisyonundan daha sonraki bir gelecekte olabileceğiniz halinizi tahmin ediyor ve sizin önceki halinizle tanışıyor. Elbette adamın deli olduğunu düşünüp, yürümeye devam ediyorsunuz. Dünya-çizgisi-I üzerindeki eşiniz bu konuda size katılıyor. Yabancı, size bakarak, bilmiş bir gülümsemeye yoluna devam ediyor. Dünya-çizgisi-I deki eşiniz ve siz yabancıyı gözden kaybediyorsunuz ve her ikisini de unutuyorsunuz. Yıllar sonra, birdenbire gençliğiniz gibi hatırladığımız genç bir adamla karşılaşıyorsunuz. Daha önce karşılaştığımız yaşlı adamın size söylediklerini, harfi harfine ona anlatıyorsunuz. Size inanmıyor ve deli olduğunuzu düşünüyor. Bu sefer bilmiş bir gülümsemeye ayrılan kişi, siz oluyorsunuz. Aynı zamanda sizin eski eşinizi görüyorsunuz. O da, onu en son gördüğünüz kadar yaşlı. Ancak o sizi tanıdığını inkâr ediyor ve sizin genç halinize sizin deli olduğunuz

²⁹¹ A.e., s. 141.

²⁹² A.e.

konusunda katılıyor. Bu karşılaşmadan sonra onunla beraber yürüyorsunuz ve genç haliniz gözden kayboluyor. Ondan sonra normal hayatınıza devam ediyorsunuz.”²⁹³

Reichenbach, bu olayların çok garip gözükebileceğini, ancak mantıksal olarak imkânsız olmadığını öne sürmüştür. Ona göre bu durumla ilgili bazı temel prensipler kullanılmaz, çünkü bu prensiplerin yanlış olduğu düşünülür. Reichenbach, bu prensiplerin ne olduğu konusuna değinmemiştir.²⁹⁴

Reichenbach, Şekil 10 için açıklamalarına şu şekilde devam etmiştir:

“Aynı dünya çizgisi üzerinde birbiri ardı sıra gelen periyodik “şimdi noktaları” vardır. Yukarıdaki şekilde R bölgesinde, nedensel etkileşim içinde, aynı dünya çizgisinin iki şimdi noktasını görebilirdik ve bu şartlar altında, zamanın akışı içinde kendimize eş kişileri tasavvur etme olasılığını kaybedebilirdik. Bu dünya çizgisinde, net zaman aralıklarında, yine aynı dünya çizgisinde seyahat eden yeni kişilerin öncekilerin yerine geçmesi durumu olabilirdi. Dünya-çizgisi-I de bazı periyotların sınırlarını çizmeliyiz; çünkü bu dünya-çizgisinin kişileri, diğer dünya-çizgisi kişilerinin şimdi-noktalarına nedensel etkileşim içinde asla giremeyecekleri için, onların asla farkına varamazlardı. Böylelikle, sadece zaman düzeninin eşsizliğinin değil aynı zamanda, zamanın geçişi süresince kişilerin kimliklerinin de kaybedilebileceğini fark edebiliriz. Bu kavram, hiçbir nedensel zincir olmadığı olgusundan kaynaklanır.”²⁹⁵

Reichenbach burada fiziksel gerçekliği kontrol eden temel bir prensiple karşılaştığımızı iddia etmiştir. Ona göre bu prensip bizim, eşsiz bir şimdi noktası ve eşsiz bir zaman düzeni hakkında konuşabilmemize olanak verir. Dahası bu prensip, zamanın geçiş sürecinde ‘aynı kalan kişi’ kavramını mümkün kılar. Reichenbach’ın bu durumla ilgili dip notu şöyledir:

“Bu sıklıkla “**genidentity**” terimiyle belirtilir. Bu terim, K. Lewin, (in Der Begriff der Genese, Berlin, 1922) tarafından öne sürülmüştür.”²⁹⁶

²⁹³ A.e., s. 141-142.

²⁹⁴ Bkz., A.e.

²⁹⁵ A.e.

²⁹⁶ A.e.

Reichenbach, yukarıda ortaya koyduğumuz açıklamalarına ilişkin şöyle bir ikazda bulunmuştur:

“Yukarıda ifade edilen, zaman düzeni ile ilgili en önemli aksiyomdur. Bu aksiyom sayesinde nedensellik ve zaman düzeni arasındaki ilişkiyi kolaylıkla kurabiliyoruz. Bu aksiyomun, bir deney sonucu olduğu unutulmamalıdır.”²⁹⁷

Reichenbach, zaman düzeninin asimetrik bir ilişki olduğunu, zaman düzeni ile ilgili deneyimlerimizden ve duyularımızdan kaynaklanan bir öngörüye sahip olduğumuz görüşündedir. Bu nedenle Reichenbach bu özelliğin dahil olmadığı bir kriter saptanmasının gerekli olduğunu vurgulamıştır. Bu kriter ise, zaman düzeni içerisinde zamanın ilerleyiş yönünün ‘nedensel zincir’ kavramına dayandırılmasıdır.²⁹⁸

Ancak zamanın ilerleyiş yönünün ‘nedensel zincir’ kavramına dayandırılması beraberinde bir takım çelişkiler ortaya çıkarabilmektedir. Reichenbach bu çelişkileri ortadan kaldırmak için, K. Lewin tarafından öne sürülen ‘genidentity’ terimine işaret etmiştir. Buna göre zamanın geçiş süresince kişi aynı kalır. Dolayısıyla nedensel zincirler kavramı, zamanın ilerleyiş yönünü koordine edici tanım yoluyla belirlemiş olur. Reichenbach zaman düzeninin belirlenimini yukarıdaki ifadelerle tespit ettikten sonra yine ‘nedensel zincir’ (sinyaller) yardımıyla zamanın kıyaslanması düşüncesini aşağıdaki gibi ele alacaktır:

²⁹⁷ A.e.

²⁹⁸ Bkz., A.e.

3.9 Zamanın Kıyaslanması

Reichenbach, uzayın farklı noktalarındaki iki zaman serisinin kıyaslanmasını ele almıştır.²⁹⁹ Bu kıyaslamayı yapabilmek için, “zaman düzeni”³⁰⁰ başlıklı bölümde olduğu gibi yine sinyallerin hareketini içeren örneği inceleyeceğiz. Bu örneği kullanmamızın amacı, uzay ve zaman içerisindeki olayların zaman düzeni bakımından sıralanmalarını göstermektir. Bu olaylardan bazıları aşağıda ele alınacağı gibi zaman düzeni içerisinde sıralanabilmekte, bazıları ise sıralanamamaktadır. Reichenbach bu olayları, zaman düzeni tanımına göre aşağıdaki gibi ele almıştır:

Reichenbach, sinyallerin hareketi ile ilgili örneği açıklamadan önce uzayın herhangi iki noktası arasında daima bir sinyal bağlantısı olduğu varsayımının yapılması gerektiğini belirtir. Reichenbach’ın sinyallerin hareketi ile ilgili örneği şöyledir:

“Sinyal, (P) ve (P') olarak adlandırılan noktalar arasında hareket etsin. Sinyalin (P) noktasından ayrılışına, (E) olayı; (P') noktasına varışına da (E') olayı diyelim. Bu durumda (E) ve (E') olayları, birbirlerine bir sinyal ile bağlanmış olur. Bu olaylar zaman düzeni içinde sıralıdır. Bir başka deyişle (E'), (E)’den sonra olmalıdır.”³⁰¹

Bu örneğe göre Reichenbach, bazı olayların zaman düzeni olarak birbirinden önce veya sonra ortaya çıkmasına göre sıralı olduklarını, ama bazı olayların bu şekilde sıralı olmadıklarını belirtmiştir. Reichenbach, bunun nedenini açıklamak için bizi ‘ilk-sinyal’ kavramıyla tanıştırmıştır.³⁰² Reichenbach ‘ilk sinyal’ kavramının ne anlama geldiğini yukarıda (P) - (P') noktaları arasında hareket eden sinyal örneği içerisinde şöyle ifade etmiştir:

“Eğer (P)’den aynı anda birçok sinyal gönderilmişse, bunlar (P')’a farklı zamanlarda varacaklardır. Onların (P')’a varış zamanlarını sıralamak için, sadece (P')’daki zaman serilerine ihtiyacımız vardır. (P')’a en erken zamanda ulaşan sinyale “ilk-sinyal” denir. Bu sinyal, (P')’a en erken ulaşan sinyal olması bakımından uzaydaki iki nokta arasındaki ‘en hızlı mesaj taşıyıcı’ olarak tanımlanır.”³⁰³

²⁹⁹ Bkz., A.e., s. 143.

³⁰⁰ Bkz., A.e., s. 135-142.

³⁰¹ A.e., s. 143.

³⁰² Bkz., A.e.

³⁰³ A.e.

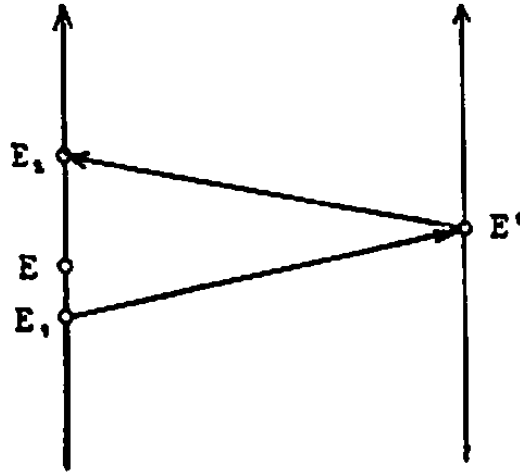
Reichenbach, yukarıdaki örneklerde zaman düzeni olarak belirlenebilen olayları ortaya koymuştur. Ancak “zaman düzeni olarak belirlenemeyen” olaylar da vardır. Reichenbach bu tip olayları ortaya koymak için yukarıdaki örneğini şöyle devam ettirir. Reichenbach’ın ifadesiyle:

“(P)’den bir ilk-sinyal gönderelim. Bu sinyalin (P)’den ayrılış olayına (E_1); (P)’a varış olayına (E') diyelim. Bu sinyalin (P)’a varışıyla eşzamanlı olarak, bir başka ilk-sinyali (P)’dan gönderelim. Bu sinyalin (P)’ye varış olayına da (E_2) diyelim. Bu durumda (E')’ın zaman düzeni olarak sırası (E_1) ve (E_2)’ye bağlıdır.”³⁰⁴

Bu olaylar düzenini Reichenbach’a göre aşağıdaki şekilde ifade edebiliriz:

(E'), (E_1)’den daha sonradır.

(E'), (E_2)’den daha öncedir.³⁰⁵



306

Şekil 11: Zaman Düzeni Olarak Belirlenemeyen Olaylar.³⁰⁷

³⁰⁴ A.e.

³⁰⁵ Bkz., A.e.

³⁰⁶ A.e.

³⁰⁷ Bkz., A.e.

Reichenbach'ın ifadesiyle:

“Yukarıdaki olayların dışında (P)’deki bir başka (E) olayının, (E_1) ve (E_2) arasında olduğunu söyleyelim, (E)’nin, (E')’a göre durumu nasıldır? sorusuna zaman düzeni tanımımızla yanıt vermeye çalıştığımızda, tanımımız burada başarısız olur.”³⁰⁸

Bu başarısızlığın nedenini Reichenbach şöyle izah etmiştir:

“Şekil 11’den de kolaylıkla görülebileceği gibi (E)’den gönderilen bir ilk sinyal, (P')’a, (E')’dan daha sonra varabilirdi ve (E')’dan gönderilen bir ilk sinyal (P)’ye, (E)’den sonra varabilirdi. (E) ve (E') olaylarını bir sinyal yardımıyla ilişkilendirmek imkânsızdır ve dolayısıyla bu olayların zaman düzeni belirlenemez. Böyle olaylara ‘zaman düzeni olarak belirlenemez olaylar’ deriz.”³⁰⁹

Zaman düzeni olarak belirlenemez olayların tanımını yukarıdaki gibi veren Reichenbach için Şekil 11’e göre iki durumdan bahsedilebilir. Bu durumlar Reichenbach’ın ifadesiyle aşağıdaki gibi ele alınmıştır:

“İlk durumda (E_1E_2) zaman aralığı (E') olayına koordine edilmiştir ve bu zaman aralığının bitiş noktaları dışındaki her olay, (E')’a göre zaman düzeni olarak belirlenemez. Sinyallerin hızları sınırlıdır. Eğer sinyallerin hızları sınırlı olmasaydı, ilk sinyalin sonsuz bir hızı olabilirdi. İkinci durumda (E_1E_2) zaman aralığı Şekil 11’de gösterilmeyen (E_0) gibi bir tek noktaya indirgenebilirdi. Daha sonra bu (E_0) noktası, (E')’a koordine edilebilir ve bu nokta (E')’a göre zaman düzeninin belirlenemez olduğu, (P)’deki tek nokta olurdu.”³¹⁰

Reichenbach’a göre yukarıda anlatılanlar, bizim dünyamızda bu iki durumdan hangisinin ortaya çıkacağına ilişkin empirik bir soru ortaya koymuştur. Reichenbach, bu soruna klasik fiziğin vereceği cevabın birinci durum; görelilikçi fiziğin vereceği cevabın ise ikinci durum olduğunu ifade etmiştir. Görelilikçi fiziğin bu durumu nasıl değerlendirdiğini, Reichenbach şu sözlerle dile getirmiştir:

³⁰⁸ A.e.

³⁰⁹ A.e., s. 143-144.

³¹⁰ A.e., s. 144.

“Zamanın görelilikçi teorisi için kesin bir empirik kanıt vardır. Bu kanıt ışığın hızının bir limitinin olması ve fiziksel olarak daha yüksek hızlara ulaşmanın imkânsız olmasıdır. ‘Işık bu nedenle bir ilk-sinyaldir.’ Hem hız hem de eşzamanlılık kavramları olmadan ışık hızının kısıtlayıcı karakterini formüle edebiliyor oluşumuzu söylemek önemlidir; ilk-sinyalin (P $P'P$)’den ayrılışı ve dönüşü, (P)’de zamanın sonlu bir aralığıyla ayrılır.”³¹¹

Reichenbach yukarıda anlatılanların ışığında bir değerlendirme yapmıştır. Bu değerlendirmede, ‘eşzamanlılık’ ve ‘zaman düzeni olarak belirlenemeyen iki olay’ arasında eşzamanlılık tanımını veren şöyle bir ilgi kurmuştur:

“Yukarıdaki ifadeler, eşzamanlılık probleminin netleştirilmesinde önemli bir rol oynar. Eşzamanlılık tanımı, uzayın farklı noktalarına ‘eş zaman’ değerleri atfeder. Bu tanım, (E_1), (E') ve aynı şekilde (E_2) nin zaman değerlerini kısıtlayan zaman düzeni tanımımızla çelişmemelidir. Bu nedenle sadece ‘kendi zaman düzenleri olarak belirlenemez olaylar’ eşzamanlı olarak değerlendirilebilir. Bu durumda ‘kendi zaman düzeni olarak belirlenemeyen iki olaya eşzamanlıdır’ diyebiliriz.”³¹²

Reichenbach’a göre ‘kendi zaman düzeni olarak belirlenemeyen iki olay eşzamanlıdır’ tanımı topolojik bir tanımdır. Reichenbach’ın ifadesiyle:

“Bu topolojik tanım, zamanın klasik teorisinde bir eşzamanlılık tanımı için yeterli olabilir. (P')’daki her bir (E') olayına, (P)’deki zaman düzeni olarak belirlenemeyen tek bir (E) olayı karşılık gelir ve bu (E) olayı dolayısıyla (E') ile eşzamanlı olarak kabul edilebilir. Şekil 11’deki gibi sonlu ve sınırlayıcı bir hız nedeniyle, eşzamanlılığın topolojik tanımı özel bir belirlenim ortaya koymaz, ancak bu tanım, (E_1) ve (E_2) arasındaki herhangi bir (E) olayını, (E') ile eşzamanlı gibi kabul eder.”³¹³

Reichenbach’ın yukarıdaki topolojik tanım ve eşzamanlılığa ilişkin değerlendirmesi şöyledir:

“Eşzamanlılık kavramı, ‘zaman düzeni olarak belirsiz’ tanımına indirgenebilir. Bu sonuç, eşzamanlılık kavramını sezgisel olarak anlamamıza yardımcı olur. Nedensel bir zincir üzerinde eşzamanlı iki olay öyle bir yerleşmiştir ki; nedensel zincir birinden diğerine her iki yönde de gidemez. Böyle bir anda ortaya çıkan olaylar bizden hiçbir şekilde etkilenmez. Öte yandan bu olaylar, şu anda burada ne olduğunu da etkileyemezler. ‘Eşzamanlılık nedensel zincirin dışında kalmak demektir’, diyebiliriz. Bu sonuç, epistemolojik bir araştırma çerçevesinde haklı olarak ortaya çıkar. Sonuçta, bu tanım, farklı bir yerde verilen herhangi bir olayı tek bir olaya

³¹¹ A.e.

³¹² A.e., s. 144-145.

³¹³ A.e., s.145.

koordinatlandırır. Bu, sadece nedensel yapının özel bir formu içindir. Bu form fiziksel realiteye uymaz.”³¹⁴

Reichenbach’a göre görelilikçi temsilde, epistemolojik meseleleri karıştıran iki temel hata vardır. Reichenbach tespit etmiş olduğu bu hataları aşağıdaki gibi açıklamıştır. Reichenbach’ın ifadesiyle:

“Hatalardan birisi eşzamanlılığın göreliliğinin, farklı gözlemcilerin hareketlerinin farklı durumlarından türetilmesinden kaynaklanır. Eşzamanlılığın, farklı hareket eden sistemlerde, Lorentz dönüşümleri altında farklı bir şekilde belirlenebileceği doğrudur. Ama böyle bir tanım gerekli değildir. Bir (**K**) sisteminin eşzamanlılık tanımını, (**K**)’ye göre hareket halinde olan ve bizi aynı sonuçlara götüren bir başka (**K'**) sisteminde de düzenleyebiliriz. (**K**)’deki eşzamanlılığın tanımı³¹⁵ çerçevesinde ϵ , $\frac{1}{2}$ ’ye eşit olmayabilir ve başka bir değer alabilirdi. Hareketin, eşzamanlılıktaki göreliliğinin gerekli olduğu fikrinden alınmasına inanılması, ciddi bir yanlışlıktır. Zaten eşzamanlılığın göreliliğinin, görelilik hareketle bir ilgisi yoktur. Eşzamanlılığın göreliliğini, farklı gözlemcilere göre değerlendirmek de bir başka karışıklıktır. Görelilik teorisindeki gözlemci çeşitliliğinin bir önemi yoktur. Biz burada referans noktalarının farkı ile değil, ölçümle ilgili mantıksal tahminlerdeki fark ile ilgilimiz. Zamanın kıyaslanması, zaman ölçümünün her yerde mümkün olmasından önce, bazı yöntemlerle belirlenmelidir. Bu belirlenim, kesin limitler içinde dünyanın nedensel yapısı yüzünden, keyfidir.”³¹⁶

Reichenbach hatalardan diğerini açıklamaya şöyle devam etmiştir:

“Görelilikçi temsillerin üstlendiği bir başka yanlışlık, mutlak zaman teorisinin, mantıksal olarak imkânsız bir kavram olduğu inancında yatar. Böyle bir eleştiri sadece, genellikle görelilik teorisi öğeleriyle temsil edilen mutlak zaman kavramlarına uygulanır. Mutlak zaman, ‘zaman düzeni olarak belirlenemez’ kavramının tek bir eşzamanlılığı temsil ettiği nedensel bir yapı içinde var olabilirdi: örneğin (**P**)’de (**P P'P**)ilk-sinyallerinin ayrılış ve dönüşünün arasında sonlu bir zaman aralığı olmaması nedensel yapı olarak kabul edilebilir. Sadece bu kesin formülasyon zamanın klasik teorisindeki hatayı ortaya çıkarır: Empirik bir araştırma yapılmak istendiğinde, nedensel yapının bu özelliği, ‘**a priori**’ olarak postüle edilmiştir.”³¹⁷

Rölativistik fizikçiler gerçekte zamanın doğru bir teorisini formüle etmişlerdir ama Reichenbach’a göre bu teoride epistemolojik olarak araştırılmayı bekleyen birçok varsayım söz konusudur. Bu varsayımlardan bazıları ‘uzay ve zamanın gerçekliği’ başlığı altında ele alınacaktır.

Reichenbach epistemolojik olarak incelenmesinin gerektiği düşündüğü varsayımlara özetle şöyle ulaşmıştır: Reichenbach sinyallerin hareketini inceleyerek

³¹⁴ A.e.

³¹⁵ Bkz., Hans Reichenbach, **The Philosophy of Space and Time**, New York, Dover Publications, Inc., 1958, s. 127. “ ϵ ” Özel Görelilik Teorisi çerçevesinde eşzamanlılık tanımı içerisinde yer alan zamanın keyfi seçimi ifade eder. Yeryüzü için geçerli olan eşzamanlılık eşitliğinde “ ϵ ”nun değeri $\frac{1}{2}$ dir.

³¹⁶ A.e., s.146.

³¹⁷ A.e., s.146-147.

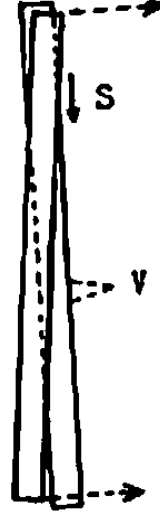
uzay-zaman çeşitliliğindeki olayları, zaman düzeni olarak sıralanabilen ve zaman düzeni olarak sıralanamayan olaylar olmak üzere ikiye ayırmıştır. Reichenbach'ın uzay-zaman çeşitliliği içindeki olaylar arasında böyle bir ayırım yapmasının nedeni, eşzamanlılık tanımı ile zaman düzeni olarak belirlenemeyen olaylar arasında ilgi kurmak istemesinden kaynaklanmaktadır. Reichenbach bu ilgiyi 'kendi zaman düzeni olarak belirlenemeyen iki olay eşzamanlıdır' şeklinde kurar. Ona göre bu ifade eşzamanlılığın topolojik bir tanımıdır. Bu topolojik tanım, 'zaman düzeni olarak belirsiz' ifadesine indirgenmiştir. Böyle bir ifade Reichenbach'a göre birbirlerinden farklı yerlerdeki olaylardan birisini zamansal olarak tek bir olaya koordinatlandırır. Ancak, böyle bir indirgeme fiziksel realiteye uymaz. Reichenbach bu durumu eşzamanlılığın göreliliğinin değerlendirilmesinde yapılan hataları göstererek ortaya koymaya çalışmıştır. İşte Reichenbach buradaki tespitleri ile epistemolojik olarak incelenmesi gereken varsayımlar olduğu düşüncesini ortaya koymuştur.

3.10 Gerçek Dışı Seriler

'(3. 9.) Zamanın Kıyaslanması'³¹⁸ başlıklı kısımda, Reichenbach tarafından geliştirilen bir zaman teorisi ortaya konmuştur. Ortaya konan bu zaman teorisinde Reichenbach, eşzamanlılığın göreliliğini, ışık hızının sonlu bir değere sahip olmasına dayandırmıştır. Aşağıda ise ışık hızının sonlu olmasının bilinmesine rağmen keyfi yüksek hızlara ulaşmanın mümkün olup olmadığı, Reichenbach'ın görüşleri çerçevesinde araştırılacaktır. Bu araştırmayla, Reichenbach'ın '**gerçek dışı seriler**' adını verdiği kavram ortaya koyulacaktır. Reichenbach'ın bahsi geçen kavramını ortaya koymak için, aşağıda Şekil 12'de verilen mekanizmadan faydalanacağız.³¹⁹

³¹⁸ Bkz., A.e., s. 143-147.

³¹⁹ Bkz., A.e., s. 147.



320

Şekil 12. İki Cetvelin Hareket Eden Noktalarının Kesişimi.³²¹

Şekil 12’de verilen mekanizmaya göre birbirini eğik olarak kesen iki cetvel ele alalım. Bu iki cetvelden eğik olanı, Şekil 12’ de gösterilen ok yönünde hareket ettirelim. Bu durumda ‘S’ ile ifade edilen ve iki cetvelin kesişimini gösteren nokta, düz duran cetvel boyunca aşağı doğru hareket eder. Cetveller arasındaki açı küçüldükçe, S noktasının hızı artacaktır. Eğer bu cetveller, paralel hale gelirse, kesişim noktasının hızı sonsuz olacaktır.³²²

Reichenbach, açıkladığı bu mekanizmaya ilişkin şu soruları sormuştur: “Bu kesişim noktasını hareket eden bir sinyal gibi düşünemez miyiz? ve böylelikle eşzamanlılık için ihtiyacımız olan sonsuz hızı saptayamaz mıyız?”³²³

³²⁰ A.e.

³²¹ A.e.

³²² Bkz., A.e.

³²³ A.e.

Reichenbach'a göre bu sorular sinyal tanımına göre yanıtlanabilir ve yanıt Reichenbach'ın ifadesiyle aşağıdaki gibidir:

“Kesişim noktası, bir işaret taşıyamaz. Örneğin Şekil 12'de noktalarla gösterilen bir 'V' yansımaları aşağıdaki cetvele ekleseydik, sinyal kesilebilirdi. Öte yandan, sinyal gerçekte değişmeden cetvelin aşağı kısmına ulaşır. Hareketli noktalarda oluşan 'sinyal' bu nedenle gerçek bir süreç değildir ve 'sinyal' olarak ifade ettiğimiz şey bir 'sinyal' değildir. Buna tam anlamıyla 'gerçek dışı seri' diyebiliriz”³²⁴

Reichenbach, yukarıdaki durumu 'gerçek dışı seri' olarak adlandırmıştır. Çünkü sinyal gibi düşünülen nokta, kendi özelliklerinden ötürü bir yön belirtmez.³²⁵ Reichenbach'a göre bu durum, 'E' olaylarının kombinasyonları kullanılarak şöyle ifade edilmiştir:

Eğer kesişim noktasının yukarıdan ayrılışına 'E₁' ve aşağıya varışına 'E₂' olayı dersek, dört kombinasyon düzenlememiz gerekir.

Şu kombinasyonları gözleriz: E₁E₂ E₁*E₂ E₁E₂*(1)

('*' işareti olay üzerinde yapılan bir değişikliği ifade etmektedir. Eğer 'E₁', 'E₂'nin nedeni ise 'E₁', 'E₂'den önce gerçekleşmiştir. 'E₁'de yapılan değişiklikler 'E₂'de değişikliğe neden olacaktır. Bu değişiklikleri yukarıdaki kombinasyonlarda gözleyebiliriz.)³²⁶

Şunu ise asla gözleyemeyiz: E₁*E₂*(2)

('E₂'de yapılan değişiklikler 'E₁'de asla bir değişikliğe neden olmayacaktır. Bu nedenle (2) kombinasyonunu gözleyemeyiz)³²⁷

'3.9 Zaman Düzeni' başlıklı bölümde³²⁸ de belirtmiş olduğumuz (1) ve (2) düzeninin aksine, burada E₁ ve E₂'nin simetrik bir şekilde ortaya çıktığını görürüz.

³²⁴ A.e.

³²⁵ Bkz., A.e., s. 148.

³²⁶ Bkz., A.e., s. 137.

³²⁷ Bkz., A.e.

³²⁸ Bkz., A.e., s. 135-143.

Sonuç olarak bu olayların ortaya çıkış zamanları, kesişim noktasının hareketinin yönü fenomeni temel alınarak belirlenemez.³²⁹

Reichenbach'a göre 'kesişim noktasının hareketinin yönü, cetvelin eğildiği yöne bağlıdır' şeklinde bir itiraz yapılabilir, ancak bu itiraz, cetvelin eğiminin, hareketli bir cetvelle ilgili olduğumuz sürece doğrudan belirlenemeyeceği olgusunu gözden geçirir.

Reichenbach'ın ifadesiyle bu durumu şöyledir: "Cetvelin eğimi, hareketli bir çizginin oluşumu içinde belirlenebilir; bunun için durgun bir sistemde, cetvelin her noktasını eşzamanlı olarak yansıtır ve yansımanın eğimini ölçeriz."³³⁰

Reichenbach burada sonucun sadece eşzamanlılık tanımına bağlı olduğunu söyler. Reichenbach cetvellerin kesişim noktasına göre yapılan bu eşzamanlılık tanımlarını şu şekilde ifade etmiştir:

"Bir tanıma göre cetveller paraleldir ve kesişim noktası sonsuz hızla hareket eder. Bir başka tanıma göre ise kesişim noktası, yukarı doğru; bir üçüncü tanıma göre ise aşağı doğru hareket eder. Bu nedenle kesişim noktasının hareketi, eşzamanlılığın tanımı için kullanılamaz. Aksine kesişim noktasının hareketinin yönünün belirlenimi, eşzamanlılık tanımının öncesine gereksinim duyar. Bu açıklananlar, tüm 'gerçek dışı seriler' için kanıtlanabilir."³³¹

Reichenbach'a göre gerçek dışı seriler tartışması, zamanın nedensel teorisinin önemini açıkça göstermiştir. Reichenbach'a göre sadece gerçek bir nedensel süreç içinde gerçekleşen olaylar zaman düzeni olarak sıralanabilmektedir. Gerçek dışı seriler zaman süreçlerini, sistem içinde zaten belirtilmiş olan bazı zaman kıyaslaması metotlarının sonuçları olarak elde ederler. Reichenbach bu tespitiyle, zamanın görelî teorisinin, zaman fenomenini klasik teoriden daha iyi açıkladığı savına ulaşmıştır.³³² Reichenbach'ın bu savını aşağıda 'Zamanın Tekil Yapısı' başlıklı kısımda şöyle ele alacağız:

³²⁹ Bkz., A.e., s. 148.

³³⁰ A.e.

³³¹ A.e.

³³² Bkz., A.e., s. 149.

3.11 Zamanın Tekil Yapısı

Bu başlık altında, Reichenbach'ın görüşleri çerçevesinde, Lorentz dönüşümlerinden elde edilen, uzay ve zamana ilişkin temel metrik formun özelliklerini ele alacağız. “Düz harita mesafelerini eğri yüzeylerdeki gerçek mesafelere dönüştüren matematiksel niceliğe uzayın ‘metriği’ denir. Metrik bize uzayın eğriliği hakkında bilgi verir.”³³³ “Lorentz dönüşümlerinden elde edilen temel metrik form

$$\Delta x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 - x_4^2 = \Delta s^2$$

şeklindedir, Δs büyüklüğüne, iki olay ya da dört boyutlu iki nokta arasındaki ‘uzaklık’ denir.”³³⁴ Genel görelilik teorisinin temel topolojik özellikleri, bu temel metrik formda ifade edilir. Reichenbach'ın temel metrik formun özelliklerini incelemesinin sebebi, bu özelliklerin bize zamanın tekil yapısına ilişkin bilgi vermesinden kaynaklanmaktadır.³³⁵

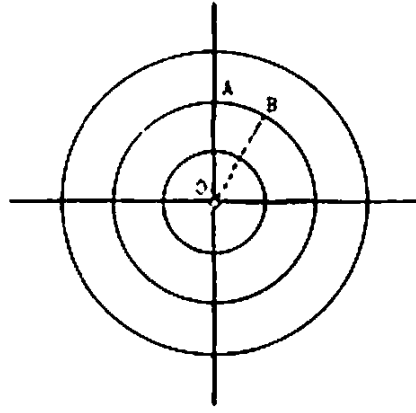
Reichenbach bu metriği, metrikteki değişkenlerin önlerindeki işaretlerin pozitif (+) ya da negatif (-) olması bakımından ikiye ayırmıştır. Değişkenlerin önündeki işaret pozitif olduğunda metrik ‘**belirli**’ (**definite**), negatif olduğunda ise ‘**belirsiz**’dir (**indefinite**).³³⁶ Belirli ve belirsiz metrikler arasındaki farkı Reichenbach, aşağıdaki şekiller yardımıyla açıklamaya çalışmıştır:

³³³ B. Bassett, R. Edney, **İzafiyet Teorisi**, Çev. Duygu Akın, İstanbul, NTV Yayınları, 2009, s. 62-63.

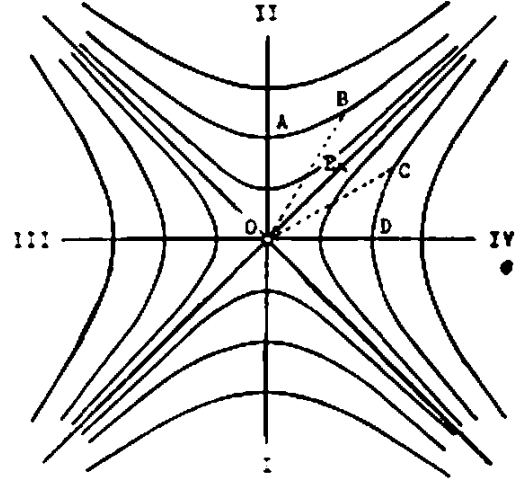
³³⁴ Einstein, **İzafiyet Teorisi**, s. 81.

³³⁵ **Bkz.**, Reichenbach, **The Philosophy of Space and Time**, s. 269.

³³⁶ **Bkz.**, **A.e.**, s. 178.



Şekil 13. (a) Belirli Tip Bir Metrik³³⁷



Şekil 13. (b) Belirsiz Tip Bir Metrik³³⁸

Reichenbach'a göre, Şekil 13 (a), belirli tip bir metriğe, Şekil 13 (b) belirsiz tip bir metriğe karşılık gelmektedir. Şekil 13 (a)'da orijinden başlayan dairelerin aralarındaki uzaklık aynıdır, ancak Şekil 13 (b)'de orijinde başlayan eşyükselti eğrilerinin hepsi birbirlerine aynı uzaklıkta değildir.³³⁹

Reichenbach, bu çalışmada ayrıntılı bir şekilde ele alınmayacak olan, Δs^2 nin çözümünü, Şekil 13 (a) ve Şekil 13 (b)'ye uygulamıştır. Reichenbach'ın çözümüne göre belirsiz metriktaki negatif işaret, zamanın tekil yapısına işaret eder. Uzay-zamanı dört boyutlu süreklilik olarak değerlendiren bu metrik, zamanı bir boyut, diğer üç boyutu ise uzay boyutu olarak ele almamıza olanak verir. Bu da Reichenbach'a göre zamanın tekilliği anlamına gelir.³⁴⁰

Reichenbach, yukarıdaki şekillerin matematiksel analizleri sonucunda, zamanın özellikleri ile ilgili görüşlerini şu sözlerle ifade etmiştir:

“Zamanın temel özelliklerinden biri, ‘yön’ kavramı ile ifade edilebilir olmasıdır. Bu spesifik özellik, zamanın, uzay ve zaman teorisini üzerine temellendirdiğimiz ‘nedensel zincirlerin bir

³³⁷ Bkz., A.e., s. 179.

³³⁸ Bkz., A.e.

³³⁹ Bkz., A.e. 182-190.

³⁴⁰ Bkz., A.e.

boyutu olması' olgusuna dayanır. Zaman, nedensel zincirlerin uzanımı boyunca çeşitlilik çizgisinin yönüdür; uzay ise sadece nedensel zincirlere eşlik eden komşuluk ilişkilerini yansıtır. Nedensel zincirlerin yönü, kendileriyle aynı kalan ve bu nedenle nedensel zincirlerin özel bir durumunu temsil eden nesnelerin dünya-çizgilerinin yönüdür. Bu çizgiler, zamanın tekil karakterini en net bir biçimde gösterirler.”³⁴¹

Reichenbach'a göre uzayın bir dünya-çizgisi üzerinde bulunan herhangi bir çubuğun atomları birbirinden farklıdır. Bu atomlar birbirlerine dinamik bağlarla bağlıdır. Bu bağlar, atomların özgünlüklerini bozmadan onları bir kompleks içinde bağlar. Öte yandan uzayın dünya-çizgileri noktaları, aynı nesnenin durumlarına karşılık gelmektedir. Bir başka deyişle; dünün atomu ile bugünün atomu aynıdır, ancak bir çubuğun sağındaki atom ile solundaki atom birbirlerinden farklıdır.³⁴²

Bu bir zamansal kimlik tespitidir. Böyle bir kimlik tespitinde daha önce 'Genidentiti'³⁴³ terimini kullanmıştık. 'Genidentiti prensibi'^{344/345} bizim, eşsiz bir şimdi noktası ve eşsiz bir zaman düzeni hakkında konuşabilmemize olanak vermektedir. Dahası bu prensip, zamanın geçiş sürecinde 'aynı kalan kişi' kavramını ifade etmeyi mümkün kılar.³⁴⁶

Reichenbach 'Genidentiti prensibine' ilişkin şöyle bir örnek vermiştir:

“Örneğin insan organizması kadar karmaşık bir yapıyı ele alalım. Dünün Bay A'sı ile bugünün Bay A'sı aynıdır ama Bay A ile Bay B aynı değildir. Eğer uzay ve zaman arasındaki bu belirleyici farklılık olmasaydı; dünün Bay A'sını bugünün (ya da hatta dünün bile) Bay B'sinin devamlılığı gibi düşünebilirdik.”³⁴⁷

³⁴¹ A.e. 269.

³⁴² Bkz., A.e., s. 269-270.

³⁴³ Bkz., Flavia Padovani, “Genidentity and Topology of Time: Kurt Lewin and Hans Reichenbach”, **The Berlin Group and The Philosophy of Logical Empiricism, Boston Studies in the Philosophy and History of Science**, ed. by Nikolay Milkov and Volker Peckhaus, Vol. 273, 2013, s. 97-122.

³⁴⁴ Bkz., Hans Reichenbach, “Are Phenomenal Reports Absolutely Certain?”, Duke University Press on Behalf of Philosophical Review, **The Philosophical Review**, Vol. 61, No. 2, April, 1952, s. 147-159.

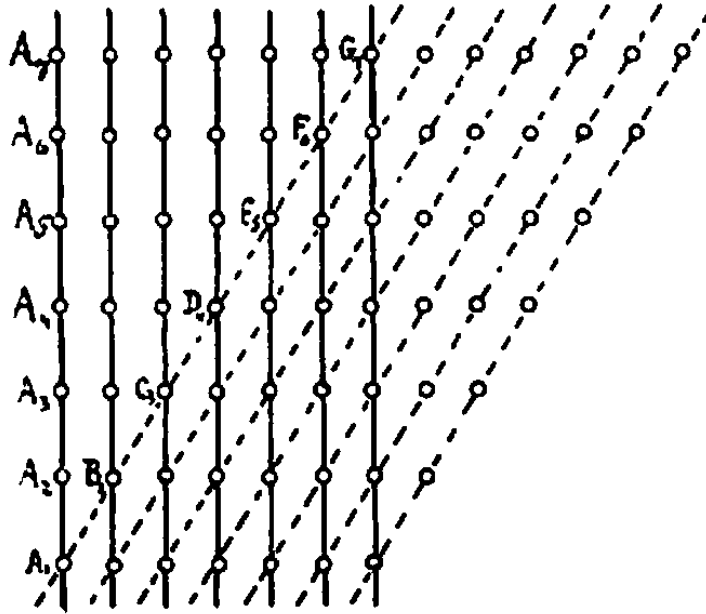
³⁴⁵ Bkz., Ronald C. Hoy, “The Role of Genidentity in the Causal Theory of Time”, **Philosophy of Science Association**, Vol. 42, No.1, March, 1975, s. 11-19.

³⁴⁶ Bkz., Reichenbach, **The Philosophy of Space and Time**, s. 142.

³⁴⁷ A.e., s. 270.

Reichenbach'ın 'Genidentiti prensibi' üzerine olan görüşleri ve Şekil 14'ün Genidentiti prensibiyle ilişkisi aşağıdaki gibi ele alınmıştır: Reichenbach'ın ifadesiyle:

“Genidentiti teorisi, Eter teorisinin (evrenin 'eter' denilen bir madde ile kaplı olduğunu savunan görüş) tekrar ele alınışıyla meydana gelen töz kavramının eleştirisinden büyük bir darbe almıştır. Buna göre maddesel bir alanın dünya çizgilerini, belirli bir yöndeki çizgiler gibi düşünmek gerekli değildir; çizgi seçimi net bir keyfîlik içerir. Eğer maddesel bir alanın durumu, Şekil 14'teki gibi geleneksel bir biçimde grafikte temsil edilirse; düşey çizgiler, noktalı eğimlerle birlikte, özgün taneciklerin dünya-çizgileri gibi düşünülebilir. Böylelikle A_1 taneciği, B_2, C_3, D_4, \dots ile birlikte; A_2, A_3, \dots ile genidentik gibi düşünülebilir. Doğa bu durumda bize tek bir kural sunmaz. Einstein, bu olguda eski töz kavramının çöküşünü görmüştür. Einstein gravitasyonel kuvvetlerle yayılan metrik alanı karakterize etmeyi istemiştir. Diğer taraftan, içinde doğal çizginin olduğu maddesel alanlar da vardır. Buna bir örnek atom maddesidir.”³⁴⁸



349

Şekil 14. Sürekli Bir Alan İçindeki Dünya-Çizgileri Şeritlerinin Keyfiliği.³⁵⁰

³⁴⁸ A.e., s. 270-271.

³⁴⁹ Bkz., A.e., 271.

³⁵⁰ Bkz., A.e.

Sonuç olarak genidentiti kavramı, Reichenbach'a göre nedensellik kavramıyla yakından ilişkilidir. Bu kavram, bir işaretin taşınması örneğinde olduğu gibi, Reichenbach'ın nedensel zinciri bir sinyal gibi ele alan görüşünü desteklemiştir. Reichenbach'a göre aynı işaretin tanınması ile ilgili bir durumdan bahsetmek, uzay-zaman çeşitliliğinin bir çizgisini işaret etmektir. Ancak Reichenbach'a göre buna karşılık her dünya-çizgisi, bir işaretin yayılım çizgisi gibi yorumlanamamaktadır. Aynı zamanda, işaret prensibiyle ifade edilen nedensellik karakterizasyonu, Reichenbach'ın görüşleri çerçevesinde, Şekil 14'te diyagramla ifade edilen genidentiti çizgilerinin seçimindeki keyfiliği içerecek şekilde yeteri kadar genişletilebilmektedir.³⁵¹

Reichenbach, 'genidentiti' kavramının, zaman düzeninin tespitindeki rolü ile ilgili iddialarını yukarıdaki gibi ortaya koyduk. Ancak ona göre zaman düzeni ile ilgili açıklığa kavuşturulması gereken bir takım özellikler tespit edilmelidir. Bunun için aşağıda Reichenbach'ın 'zamanın topolojik özelliklerini nasıl daha detaylı bir şekilde karakterize edilebiliriz?' sorusunun yanıtına ilişkin görüşleri ele alınacaktır:

“Daha önce, daha sonra ve zaman düzeni olarak belirlenemez' dediğimiz temel kavramlar, zamanın fiziksel düzeninin çekirdeğini oluşturmaktadır. Bu kavramlar aynı zamanda, zaman düzeninin sezgisel karakterine de ait kavramlardır. Rölativistik gravitasyon teorisi, zaman düzeninin sezgisel karakterini bozamaz. Zaman düzeninin topolojik aksiyomlarının geçerliliği, gravitasyonel alanlarda sadece kesik bölgelerde öne sürülebilir. Bir bütün olarak dünyanın yapısı, özel göreliliğin infinitesimal (sonsuz küçük) bölgelerdeki geçerliliğinin, tek matematik temel olduğu farz edilmesi halinde belirlenemez. Bir başka deyişle, eğer anlatım infinitesimal alanlarla kısıtlanırsa, bütüncül özellikler belirlenemez; dolayısıyla evrenin topolojik karakteri açık bir soru haline gelir. Özellikle, bir bütün olarak evren için 'kapalı nedensel zincirlerin var olmaması' aksiyomu başarısız olabilir.”³⁵²

Bu durumunun matematik diliyle Reichenbach'a göre ifadesi şöyledir: “Bir bütün olarak dünyada nedensel zincirlerin kapalı olabildiği ve özel görelilik teorisinin istisna olmaksızın infinitesimal alanlarda uygulanabildiği bir dünya tasarlamak mümkündür.”³⁵³

³⁵¹ Bkz., A.e., s. 271-272.

³⁵² A.e., s. 272.

³⁵³ A.e.

Bu ihtiyaç, kapalı dünya-çizgilerinin varlığının, koordinat sisteminin zaman ekseninin orijininde olması gerekliliğinden doğar.³⁵⁷

Reichenbach'a göre "bu sonuçlar görelilik teorisinin, zaman problemine katkısını azaltır, görelilik teorisi, nedensellik ve zaman kavramları arasındaki bağlantıyı kurmuştur ve bu teori zaman düzeninin genel aksiyomlarının formülasyonuna izin vermiştir."³⁵⁸

Reichenbach'ın bu konudaki görüşlerini şöyle özetleyelim: Reichenbach'a göre nedensellik kavramının detaylı olarak incelenmesi bize zamanın doğası ile ilgili bilgi vermektedir. Reichenbach nedensellik kavramını 'nedensel zincirler' yahut 'sinyallerin taşınması' adı altında ele almıştır. Sinyallerin taşınması, Reichenbach'a göre olaylar arasında zaman düzeni ilişkisi kurulabilmesine olanak verir. Bu şekilde olaylar arasında zaman düzeni olarak 'önce', 'sonra' ya da 'zaman düzeni olarak belirlenemez' şeklinde kurulabilecek bir ilişkiyi tespit edebilmekteyiz. 'Zaman düzeni olarak belirlenemeyen' olaylar, Reichenbach'a göre bir koordine edici tanım yoluyla 'eşzamanlı' olarak ifade edilebilmektedir.

Ancak bazı olaylar ise sinyallerin taşınması metodu kullanıldığında, zaman düzeni kurmakta başarısız olurlar. Reichenbach bu tip olayları 'gerçek-dışı seriler' olarak yorumlamıştır. İşte olaylar arasında zaman düzenine ilişkin bahsedilen ayrımları yapabilmemize olanak veren özellik, zamanın tekil yapısının olmasıdır. Reichenbach zamanın tekil yapısını, temel metrik formun belirsiz özelliği üzerinde durarak ifade etmeye çalışmıştır. Bunun yanı sıra Reichenbach, 'Genidentiti prensibi' ile zamanın akışı esnasında 'aynı kalan kişi' ye olanak veren eşsiz bir zaman düzeni olduğunu savunmuştur. Bu prensip ile zamanın akışının yönü bir 'gen kimliği' referans alınarak yapılabilmektedir. Yani bir bakıma 'genidentiti prensibinin' nedensellik kavramı ile yakından ilişkili olduğunu söylemek mümkündür. Nedensellik ve Genidentiti prensibi arasındaki ilişkiyi tespit eden Reichenbach, zamanın doğası ile

³⁵⁷ A.e., s. 273.

³⁵⁸ A.e.

ilgili daha fazla bilgiye ulaşmanın nedensellik konusunda daha fazla araştırma yapılmasıyla mümkün olacağını savunmuştur.

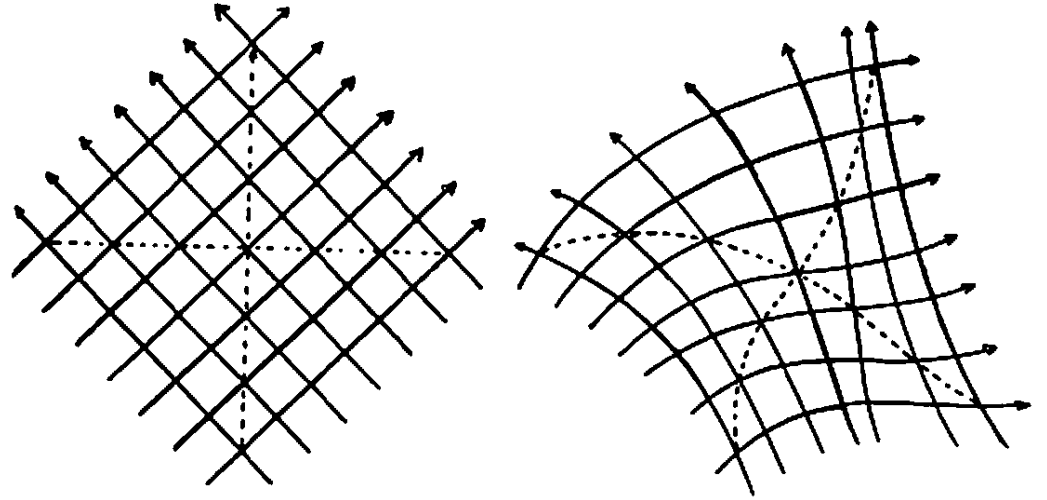
3.12 Uzay Ve Zamanın Gerçekliği

Bu başlık altında Reichenbach'ın uzay ve zamanın gerçekliğine ilişkin görüşlerini, onun uzay ve zaman düzeni ile ilgili yapmış olduğu açıklamalara³⁵⁹ dayandıracacağız. Reichenbach'ın uzay ve zaman düzeni ile ilgili yapmış olduğu açıklamalara göre en güvenilir olanlar topolojik açıklamalardır. Bu nedenle, bu başlık altında, topolojik bir ifade olan 'Her yerde ve her zaman *bir uzay-zaman koordinat sistemi* mevcuttur.' iddiası dikkate alınacaktır. Bu iddianın dikkate alınmasının nedeni, iddianın 'uzay ve zamanın topolojik olarak ayrılabilirliğini' belirtmesinden kaynaklanmaktadır. Reichenbach'a göre uzay ve zamanı topolojik olarak, uzay-zaman koordinat sistemindeki boyutlardan birinin zaman, diğer üçünün ise uzay boyutu olduğunu kabul ederek ayırabilmekteyiz.³⁶⁰

Bu topolojik ayırım aşağıdaki şekillere göre açıklanacaktır:

³⁵⁹ Bkz., A.e., s.135-142.

³⁶⁰ Bkz., A.e., s. 283.



361

(a)

(b)

Şekil 16 (a) ve (b). Uzay ve Zaman Çeşitliliğinin Topolojik Olarak Bölünebilirliği.³⁶²

Şekilde 16’da bölünmüş çizgiler gösterilmiştir. Uzay ve zaman içindeki bu bölümlendirme, ışığın dünya-çizgileriyle yapılır. Reichenbach’a göre Şekil 16 (a), özel görelilik; Şekil 16 (b) ise genel görelilik içindir.³⁶³

Reichenbach Şekil 16’deki çizimlerin topolojik özelliklerini şu şekilde ifade etmiştir:

“Şekil 16 (b)’deki diyagram, Şekil 16 (a)’daki diyagrama topolojik olarak denk olduğunda, kendi metriğiyle birinci diyagramdan önemli ölçüde ayrılır. İki diyagramda da noktalı çizgilerle gösterilen bir zaman dünya-çizgisi (oklu) ve bir uzay dünya-çizgisi (oksuz) vardır. Şekil 16’da ışığın dünya-çizgilerine referansı yoluyla topolojik olarak karakterize edilebilen bu çizgiler sayesinde, açılal bölgenin nasıl çaprazlama geçirildiği kolaylıkla görülebilir: Uzay dünya-çizgileri oklu bir dal ve oksuz bir dal arasından açılal bölge boyunca ilerler. Zaman dünya-çizgileri ise sadece oklu olan çizgilerin arasından açılal bölge boyunca geçer. Eğer bir dizi uzay ve bir dizi zaman dünya-çizgisini aynı şekilde çizmiş olsaydık, bunlar bir uzay-zaman koordinat sistemini (gerçek bir sistemi) temsil etmiş olacaktı.³⁶⁴

³⁶¹ Bkz., A.e., 284.

³⁶² Bkz., A.e.

³⁶³ Bkz., A.e., s. 283.

³⁶⁴ A.e., s. 283-284.

Reichenbach'a göre böyle bir koordinat sistemiyle Şekil 16'daki gibi bir çeşitliliği açıklamak gerekli değildir. Böyle bir açıklama Reichenbach'a göre daha kolay yollarla yapılabilir. Bir başka deyişle; iki dizi uzay çizgisi yardımıyla da ünik bir açıklama yapılabilir. Bu matematiksel bir kolaylıktır. Reichenbach, 'topolojik olarak bölünmüş bir koordinat sistemi seçilebilir' olgusunun, fiziksel dünyanın en önemli özelliklerinden birini ifade ettiğini iddia etmiştir. Böyle bir koordinat sistemi, bize uzay-zaman çeşitliliği ile ilgili bilgi vermektedir.³⁶⁵

Reichenbach, uzay-zaman çeşitliliğiyle ilgili durumu görselleştirebileceğimizi ifade etmiştir. Ona göre bir uzay-zaman koordinat sistemi, uzay ve zamana ilişkin şu özellikler verildiğinde elde edilebilmektedir:³⁶⁶

1) Uzay noktalarını sürekli bir şekilde numaralandırmak,

2) Zamanı, sadece 'zaman düzeni olarak belirsiz' olaylarla bağlantılı olan eşzamanlılıktaki bir saatle ölçmek.³⁶⁷

Reichenbach, bu özelliklerin değişmesi halinde bir başka örnek daha verilebileceğini savunmuştur. Reichenbach'ın ifadesiyle:

“Yukarıda bahsedilen iki özellik dışında zaman belirlenimini tamamen farklı bir şekilde değiştirebilirdik. Örneğin, bütün uzayda ardışık olarak numaralandırılmış bir mermi sağanağının olduğunu ve böyle bir ortamda bir olayı tarif ettiğimizi farz edelim. Bu durumda zaman gösterimi yerine, tarif edilen olaya en yakın merminin numarasını, üç uzay koordinatı dışındaki dördüncü koordinat olarak kullanabiliriz. Bu şekilde elde edilen koordinat sistemi, gerçek bir sistem değildir ama bu koordinat sistemi, bütün olayların ünik bir belirlenimini gösterir. Bu nedenle koordinat sistemine bölünmüş bir uzay-zaman seçiminin gereksiz olduğunu söyleyemeyiz. Ancak 'bu daima mümkündür' demek, uzay-zaman çeşitliliğinin topolojik olarak bölünebilmesiyle aynı anlama gelir.”³⁶⁸

Reichenbach yukarıdaki görüşlerin beraberinde bir soru getirdiği düşüncesindedir. Bu soru, infinitesimal (sonsuz küçük) bölgelerde, böyle bir

³⁶⁵ Bkz., A.e.

³⁶⁶ Bkz., A.e.

³⁶⁷ Bkz., A.e.

³⁶⁸ A.e., s. 284-285.

koordinat seçiminin olasılığının, özel görelilik teorisinin geçerliliğinden türetilmesinin mümkün olup olmadığıyla ilgilidir.³⁶⁹

Reichenbach bu sorunun yanıtını aramıştır, ancak daha sonra tespit etmiş olduğu görüş ve girişimlerin savunulamayacağını şöyle ifade etmiştir:

“Tüm olayların, bir boyut zaman ve üç boyut uzay içerisinde düzenlemenin mümkün olması, uzay ve zamanın fiziksel teorisinin temelini oluşturmaktadır. Bu görüşle kıyaslanacak olursa, bir metriğin olasılığının önemi ikinci planda kalır. Bu metrik, sadece genel görelilik teorisinde gravitasyonel alanın bir etkisi olarak anlaşılabilen bir metriktir. Bu nedenle uzay-zaman koordinatları içindeki bir düzenlemenin mümkün olduğu açıklamasını yeterli bulmalıyız. Bu düzenlemede üç boyutluluk, uzay ve zamanın topolojik özelliklerinden birini temsil etmektedir. Buna ilişkin yapılan herhangi bir açıklama, uzay ve zamanın sürekli düzeninin olduğu varsayımı ile başlamıştır. Diğer girişimler, uzay ve zamanın topolojisini açıklamak için yapılmıştır. Koordinat sistemi, herhangi bir metrikten bağımsız bir şekilde rastlantılar sistemiyle nokta olaylar arasındaki müşterek bir düzeni saptar. Bu nedenle bu rastlantılar düzeni, esas bir olgu olarak anlaşılmalıdır. Yukarıdaki düşüncelere göre duyum algıları doğrudan sadece rastlantıları algılar ve uzay-zaman düzeninin nihai ögesi, bizim duyum algılarımızın karakteri ile belirlenir.”³⁷⁰

Reichenbach’a göre, bu görüşün savunulamaz. Çünkü ona göre ilk olarak şu açıktır ki; algıların öznel düzeni, dış olayların nesnel düzenine karşılık gelmediği takdirde verilen rastlantılar düzeni dikkate alınamaz. Bunun nedeni şöyle açıklanabilir: nesnel nokta olaylar dört boyutlu bir çeşitliliği temsil eder; oysa biz ‘tek boyutlu bir zincir formunu’ algılarız. Buradaki asıl problemi bu durum teşkil etmektedir. Bu nedenle, nesnel düzen yapıları için bir takım kurallar ortaya konmalıdır. Bu tip kurallar, Reichenbach’a göre, topolojik koordinat tanımlarında formüle edilmişlerdir.³⁷¹

Reichenbach, yukarıda iki rastlantı durumundan bahsetmiştir: Bunlar öznel ve nesnel rastlantılardır. Bu rastlantılar, Reichenbach’ın ifadeleriyle aşağıdaki gibi açıklanmıştır:

“Rastlantı tiplerinden birincisi atomlar, bilardo topları ya da kesişen ışık ışınları gibi ve hiçbir gözlemcinin olmadığı zamanlarda bile ortaya çıkan fiziksel şeylerdeki nesnel rastlantıdır. İkincisi ise duyum algılarının karışması durumunda ortaya çıkan öznel rastlantıdır. Duyum algısına örnek olarak bir şimşegın çakmasını ele alabiliriz: Bu örnekte şimşegın çakışının sesi ile görüntüsünün algısı karışabilir. Bir başka deyişle ses deneyimi, ışık izlenimi ile karışabilir. Böyle bir rastlantı öznel rastlantıdır. Uzay-zaman düzeni sadece nesnel rastlantılarla uğraşır. Nesnel rastlantılar sisteminin, öznel sisteme uygunluk ilişkisi nasıldır? şeklinde bir soru

³⁶⁹ Bkz., A.e., s. 285.

³⁷⁰ A.e., s. 285-286.

³⁷¹ Bkz., A.e., s. 286.

soralım. Bu soru sayesinde uzay ve zaman düzeni problemleri dışına çıkmış oluruz. Bu sorunun analizi, bir yandan nesnel gerçeklik ve bilinç; diğer yandan ise nesnel gerçeklik ve algı arasındaki bağlantıyı ortaya koyan epistemolojiye aittir. Burada sadece şu söylenebilir: Nesnel rastlantılarla ilgili herhangi bir açıklama, fiziksel bir olguyu ilgilendiren herhangi bir açıklama gibi epistemolojik olarak aynı şekilde değerlendirilebilir.”³⁷²

Reichenbach’a göre uzay ve zamanın topolojisini, gözlemcinin doğasındaki öznel alanlara indirgemek mümkün değildir. Diğer taraftan da prensiplerimizi, tespit edilmiş bir nesnel rastlantıya göre belirtmeliyiz. Bu durum, fiziksel bir olayın bir, iki ya da daha fazla nokta-olaylara ayrılıp ayrılmadığına nasıl karar vermemiz gerektiğini gösteren bir metot bulmamız anlamına gelmektedir.³⁷³

Reichenbach’a göre, bu tip metotlar sıklıkla fizikçiler tarafından kullanılmaktadır. Nesnel rastlantılar, diğerleri gibi fiziksel olaylardır; onların ortaya çıkışları sadece teorik araştırmanın içeriği içerisinde tasdik edilebilir. Olaylar, nesnel rastlantılara indirgenebileceği sürece, bu durum Reichenbach’a göre, fiziksel dünyanın bir rastlantılar sistemi olmasına karşılık gelmektedir. Bu ise en genel empirik bir olgu olarak düşünülmelidir. Bu olgu, en karmaşık gravitasyonel alanlarda bile tüm uzay-zamansal düzenin üzerine kurulduğu bir olgudur. ‘Ne çeşit fiziksel oluşumlar rastlantı sayılabilir?’ sorusu, empirik bir kanıtla tek bir şekilde belirlenmemiştir, ancak bu sorunun cevabı yine bizim teorik bilgimizin bütünlüğüne bağlıdır.³⁷⁴

Reichenbach’a göre bahsi geçen bu fikirlerin en önemli sonucu, uzayın nesnellüğünün özelliklerini ortaya koymasıdır. Reichenbach’ın ifadesiyle:

“‘Uzay ve zamanın gerçekliği’, epistemolojik analizlerimizin reddedilemez sonucu haline gelir. Bu sonuç bir şekilde, kendisinin ifade edildiği anlatımın seçimi içindeki keyfilik olarak görülebilir. Keyfiliğin koordine edici tanımlara uygun olduğunu göstererek, tüm uzay-zaman tanımlarının empirik öğeleri hakkında kesin bir açıklama yapılabilir.”³⁷⁵

³⁷² A.e.

³⁷³ Bkz., A.e.

³⁷⁴ Bkz., A.e., s. 286-287.

³⁷⁵ A.e., s. 287.

“Filozoflar, uzay ve zamanın idealist bir yorumunu tek mümkün epistemolojik durum gibi düşünmüşlerdir. Çünkü bu filozoflar, uzayın matematiksel ve fiziksel problemlerinin doğasını iki misli gözden kaçırmışlardır. Matematiksel uzay ‘kavramsal bir yapı’dır ve bu şekilde ‘ideal’dır. Fiziğin, bu matematiksel yapılardan birini ‘gerçekliğe’ koordine etmek gibi bir görevi vardır. Fizik bu görevini yerine getirirken ‘gerçeklik’ ile ilgili açıklamalar yapar.”³⁷⁶

Fiziğin bu matematiksel yapılardan birini, gerçekliğe koordine etme görevini ‘gerçeklik’ ile ilgili açıklamalar yapmasıyla ilişkilendiren Reichenbach, yukarıda bunun topolojik tanımlarla mümkün olabileceğini tartışmıştır. Bu topolojik tanımlar bize uzay ve zamanın özellikleri ile bilgi vermektedirler. Uzay ve zamanı koordinat sistemi üzerinde ifade edebilmek fizik dünyanın en önemli özelliklerinden biridir. Reichenbach’a göre bu argümanın en önemli sonucu, böyle bir koordinat sisteminin bize uzay-zaman çeşitliliği ile ilgili bilgi vermesidir. Bir başka deyişle fiziksel olayların, bir boyut zaman ve üç boyut uzay içerisinde düzenlemenin mümkün olması, uzay ve zamanın fiziksel teorisinin temelini oluşturmaktadır. Bu düzenleme ise uzayın nesnel özelliklerini ortaya koymaktadır. Reichenbach’a göre böyle bir düzenleme ile uzayın nesnel özelliklerine ulaşmak, ‘uzay ve zamanın gerçekliği’ ile ilgili epistemolojik analizlerin sonucu olarak düşünülebilmektedir. Reichenbach’a göre uzay ve zaman kavramlarını sadece onları ortaya çıkaran fenomenler olduğu sürece kullanabiliriz. Reichenbach’ın ifadesiyle, günümüzde böyle fenomenlerin varlığı sadece makrokozmos için doğrulanmıştır. Katı cisimler (solid bodies), saatler, nedensel zincirler, rastlantılar olarak adlandırılan, uzay ve zaman düzenine temel olan tüm fiziksel kavramlar, makrokozmosik fenomene refere edilir. Onların, atom içindeki dünya gibi mikrokozmosa uzanıp uzanamayacağıyla ilgili bilgi sahibi olabilmeyi, ancak gelecekte yapılacak araştırmalar doğrultusunda başaracağız.

³⁷⁶ Bkz., A.e.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Zaman ve uzay kavramları tarih boyunca fizikçilerin ve filozofların sürekli dikkatini çekmiştir. Bilimsel gelişim her ne kadar bu kavramları farklı açılardan tanımlamış olsa da felsefî açıdan değişen bir şey olduğunu söylemek kolay görünmemektedir. Böylesine zorlu bu iki kavramın yeni bir felsefî yorumunu yapma yoluna gidemezdik. Ne var ki, Reichenbach'ın bu kavramlarla ilgili özgün yorumlarını analitik ve eleştirel bir tarzda ele alıp değerlendirmenin hem fizik hem de felsefe ile uğraşanlar açısından önemli bir katkı sağlayacağını ileri sürmek yanlış olmayacaktır. Sorunun fizikçileri ilgilendirdiği kadar filozoflarla ilgili de bir yönü vardır. Reichenbach'ın her iki açıdan da soruna önemli bir katkı yaptığı bilinmektedir. Bu tez çalışması süresince uzay ve zaman konusunda özellikle günümüzde de yapılan çalışmaları da dikkate alarak Reichenbach'ın çalışmasını analiz etmeyi amaçladık.

Tartışma ve sonuç bölümünü üç kısım olarak ele aldık. İlk kısma 'uzay' ve 'zaman' kavramlarının Newton ve rölativist fizikteki anlamlarının ve içeriklerinin bir değerlendirmesini yaparak başlayacağız. İkinci kısımda Reichenbach'ın bu kavramları yorumlayışı ile bu kavramların Newton ve rölativist fizik açısından nasıl ele aldığını özetlemeye çalışacağız. Bu özetleme tezimiz içerisinde ayrıntılı olarak yapmış olduğumuz analizleri ve Reichenbach'ın epistemolojik görüşlerine çeşitli yazarlar tarafından yapılan eleştirileri kapsayacaktır. Son olarak elde edilen sonuçlar ile 'Tartışma ve Sonuç' kısmının ilk üç sayfasında yorumladığımız uzay ve zaman kavramlarının, Reichenbach'ın görüşleri göz önünde bulundurularak değerlendirilmesi yapılacaktır.

Değerlendirmemize ilk olarak 'uzay' ve 'zaman' kavramlarının Newton ve rölativist fizikteki anlamlarını ve içeriklerini ele alarak başlayalım. Tez çalışmamız süresince incelemelerimiz ve analizimizin sonucunda şu yorumları yapmak mümkündür: Hareketi anlamak için yapılacak bir çalışma bize evrenin yapısı hakkında da bilgi verme özelliğine sahiptir. Hareketin inşası, varsayılan bir takım önkabullere bağlı olarak gerçekleştirilir. Örneğin, Newton'un hareket sistemi bize mekanik olarak

işleyen açık bir evren modeli sunar. Bu sistem içinde ‘mutlak uzay’ ve ‘mutlak zaman’ gibi kavramların aksiyomatik bir ilke olarak kabul edilmesi adeta kaçınılmazdır. Böylece, hareketin tanımı, bir uzay tanımını gerektirmekte ve bu uzay tanımı da ‘fizik nesne’ hakkında bilgi öngörmektedir.

Newton evrendeki tüm nesnelere aynı yasaya tâbi olduğunu ve nesnelere arasında bir mâhiyet farkı olmadığını göstermiştir. Newton böylece fizikte çok büyük bir zihniyet devrimi gerçekleştirmiştir. Çünkü Newton öncesi fizik anlayışı, nesnelere özlerinde farklı özelliklere sahip olduğu ve evrende farklı yasaların geçerli olduğu varsayımı üzerine kurulmuştur. Aristoteles fiziğinde hareket, nesnelere arasında mâhiyet farkına dayanan, nesnelere sahip olduğu varsayılan metafizik özleri aracılığıyla ve onların kendi doğal alanına yönelme eğilimiyle açıklanmıştır. Ancak Newton fiziğinde fizik nesnelere hareketi tek bir formül altında, evrensel çekim yasası olarak ifade edilmiştir. Newton sistemi içerisinde fizik nesnelere, Öklidyen bir uzay içerisinde hareket ederler. Nesnelere bu hareketi için gerekli uzay tanımlanmasında Öklid geometrisi yeterlidir. Fakat nesnelere hareketinin anlaşılmasında uzay dışında bir de ‘zaman’ kavramına gerek vardır. Burada sözü edilen ‘zaman’ kavramı, daha önce ele alındığı gibi, ‘mutlak’ bir zamanın kabulünü gerektirmektedir. Çünkü bir nesnenin hareketinin anlaşılması için geçen zamanın bir referans tanımına göre hesaplanmasına ihtiyaç vardır. Bunun için bir başlangıç ve bitiş noktası tayin etmek zor değildir. Fakat belli bir aralık içinde bu geçen sürenin bir başka aralıkla ilişkilendirilmesi için Newton sisteminde ‘mutlak zamanın’ bir referans noktası olarak varlığının kabul edilmesi zorunlu olarak gerekmiştir. Newton sistemi içinde varsayılan fizik nesnelere uygun bir zaman kavramı ancak bu şekilde tanımlanabilmektedir. Newton sisteminde ‘zaman’ ve ‘uzay’ tanımları, fizik nesne tanımını da beraberinde getirmektedir.

Bir başka ifadeyle bir fizik sisteminde, nesnelere hareketinin incelenmesi, ‘zaman’ ve ‘uzay’ tanımlarını gerektirmektedir ve bu tanımların beraberinde gelen fizik nesne tanımının da felsefi bir takım kabuller gerektirdiği ortaya çıkmaktadır.

Newton sisteminde gözlemcinin dikkate alınmadığını, süratin, uzay ve zamanı etkilemediğini görmekteyiz. Klasik fizikte hız, mutlak uzay ve mutlak zamanın bir

fonksiyonudur. Newton fiziğine göre, bir sistemin belli bir andaki durumundan yola çıkarak, o sistemin geçmişteki deviniminin ne olduğu ve gelecekteki deviniminin ne olacağı hesap edilebilmektedir.³⁷⁷ Hâlbuki rölativist fizikte uzay ve zaman hızdan bağımsız olarak düşünülemez.

Referans sistemlerinin hızı, Einstein'ın fizik sisteminde çok önemlidir. Işık hızı sabit olup hiçbir hız ışık hızından büyük olamaz. Rölativist fizik bu anlamda zaman kavramına farklı bir bakış açısı getirmiştir. Rölativist fizikte zaman ve uzay, gözlemcinin referans sisteminden bağımsız bir şekilde tanımlanamaz. Zaman, gözlemcinin referans sistemine bağlı bir tasavvurdur. Bu tasavvurun belirleyici unsuru gözlemcinin referans sistemiyle doğrudan ilgilidir. Fakat ne tuhaftır ki gözlemcinin sahip olduğu zaman, doğuştan gelen ve değişmeyen bir zaman değildir. Görelilik teorisi, gözlemcinin sahip olduğu zamanın fizik dünyasının sahip olduğu özelliklerin bir yansıması olarak yorumlamıştır. Ancak bu yorum bir gözlemcinin varlığını şart koşmaktadır. Gözlemci yoksa, diğer bir ifadeyle gözlemcinin varlık kazandırdığı bir referans sistemi yoksa, doğanın öngöreceği bir zaman kavramından söz edilemez.

Newton sistemi, zaman ve uzayın saf bilinç olarak algılandığını, bu kavramların a priori olduklarını öngörmüştür. Öyle görünüyor ki rölativist fizik açısından zaman ve uzay, hareketin/hızın bize yansıması olarak yorumlanabilir. Dolayısıyla 'zaman' ve 'uzay' kavramlarının saf bilinç olarak tanımı söz konusu değildir.

Yukarıda da işaret edildiği gibi, hareketin incelenmesi 'zaman' ve 'uzay' kavramlarının tanımlarının yapılmasını gerektirmektedir. Bu tanımlar da bizi bir evren tasavvuruna götürmektedir. Bu evren tasavvuru, fizik nesnelere ontolojik tanımını da yapmamıza olanak vermiştir.

Öte yandan her iki fizik sisteminde de, zaman ve uzayı bir araca bağlı olarak tespit etmek söz konusu değildir. Gözlemci gözlem yaptığında, zaman bilgisine ulaşmaktadır. Zamanın varlığı, ölçüm aracına gerek duyulmayan bir ontolojik kabul üzerine kurulmuştur. Rölativist fizikte gözlemci vasıtasıyla uzay ve zamanın nesnel

³⁷⁷ Heisenberg, a.g.e., s. 25.

tasviri yapılmaya çalışılırken, ışık hızından, büyüklüğü değişmeyen ve aşılamayan bir sabit olarak faydalanılması gözden kaçmamalıdır. Işık hızı, zamana gözlemciden bağımsız nesnellik kazandırır. Zamanı, gözlemcinin doğasındaki öznel alanlara indirgemek mümkün değildir. Görüldüğü gibi nesnelliği sağlayan etmen 'ışık hızı'dır. Newton sisteminde, 'mutlak uzay', bu sisteme nesnellik ve aksiyomatik bir sistem oluşturulmasına olanak sağlayan bir özellik konumunda bulunmaktadır. Benzeri özellikleri, özel görelilik teorisinin 'ışık hızı' ile ilgili değerlendirmesinde de görmek mümkündür. Işık hızının, görelilik teorisinin aksiyomatik olarak kabul ettiği bir ilke olduğu söylenebilir. Bu iki fizik sisteminin dayandığı matematik ilkeler ve evren tasavvurları birbirlerinde çok farklı olsa da her iki sistemde zaman ile ilgili kabul edilen varsayımlar ortak bir görev üstlenmiş gibi bulunmaktadır.

Reichenbach'a göre zaman, yeryüzünün dönüşüyle değil, ışık hızıyla belirlenebilmektedir. Bir bakıma ışık hızı, olayların birbirlerini etkileyebilecekleri sınırı temsil etmektedir. Bu durumda rölativist bakış açısına göre tek bir zaman yoktur. Her ayrı bir referans sistemi için ayrı bir zaman akışından söz edilebilmektedir. Neticede gözlemcinin bulunduğu referans sisteminin hızı bu sistemdeki zaman akışını değiştirecektir. O halde zamanın ontolojisine ilişkin klasik fizikteki anlayışın, rölativist fizikte radikal bir şekilde değişikliğe uğradığını söylemek gerekmektedir. Klasik fizik ve rölativist fizikte uzay ve zaman kavramları aynı nesneden söz ediyor gözüke de bu iki görüş açısından açıklamaları farklı içeriklere sahiptir. Dolayısıyla bu noktada uzay ve zaman kavramlarının Klasik fizik ve rölativist fizikte sadece ontolojik olarak değil, epistemolojik olarak da farklı olduğu söylenebilir. Bu durum, 'uzay' ve 'zaman' kavramlarının aslında varlık kazandırdığı sistemlere göre düşünülmesi gerektiğini göstermektedir.

Şimdi tezimizde ayrıntılı bir şekilde ele aldığımız Reichenbach'ın görüşlerini ve Reichenbach'ın epistemolojisine yöneltilen eleştirileri özetleyelim. Daha sonra bu özetle yukarıda yapılan 'uzay' ve 'zaman' kavramlarıyla ilgili analiz arasında ilişki kurmaya çalışalım. Böylece Reichenbach'ın görüşlerini yukarıdaki analiz çerçevesinde değerlendirme olanağı elde edeceğiz.

Reichenbach, uzay ve zaman felsefesini ‘fiziksel geometri’ ve ‘koordine edici tanımlar’ üzerine kurmuştur. Reichenbach için ‘uzay ve zaman felsefesi’ ile ‘fizik teorileri’ arasındaki ilgi fiziksel uzayın geometrisinin seçimi ve koordine edici tanımların seçimi yoluyla kurulur. Bir başka deyişle bu ilgi, geometri ve koordine edici tanımlar kavramlarını içine alan uygunluk tanımları ile yapılır. Bu yaklaşım ise ‘uzay ve zaman felsefesinin’, ‘bilimsel teorilere’ yahut daha spesifik bir ifadeyle, ‘fizik fenomenlere’ dayandırılarak açıklanması demektir. Shapiro’ya göre Reichenbach, uzay ve zaman felsefesinde bilimsel teorileri, semantik bir bakış açısıyla değerlendirmiştir.³⁷⁸ Bu düşünceye göre, Reichenbach’ın uzlaşımçı (**conventionalist**) fikirleri, uzay ve zaman felsefesinde öne çıkar. Reichenbach’ın uzlaşımçılığı uzay ve zaman felsefesine uygulaması, koordine edici tanım düşüncesi çerçevesinde odaklanmıştır.

Aşağıda Reichenbach’ın uzay ve zaman üzerine olan düşüncelerini tartışabilmek için öncelikle onun fiziksel geometriye bakışı, ardından koordine edici tanımın Reichenbach’ın felsefesindeki yeri ve önemini özet olarak ele alalım.

Reichenbach’ın türetilmiş (diferansiyel) ve evrensel kuvvetler kavramlarının, kendi uzay ve zaman felsefesinin inşasına önemli bir katkısı olmuştur. Fakat bu kavramlar daha sonra eleştirilmiştir. Bizim amacımız ise, Reichenbach’ın uzlaşımçı kimliği ile fizikçi ve empirist kimliği yoluyla ortaya koyduğu uzay ve zaman ile ilgili fikirleri eleştirel bir gözle fizik felsefesi bakımından değerlendirmek olacaktır.

Öncelikle Reichenbach’ın fiziksel geometri ile ilgili düşüncelerini ele alarak başlayalım.

Çalışmamızın üçüncü bölümünde belirttiğimiz gibi Reichenbach’a göre uzayın yapısı ile ilgili problemler doğrudan geometri ve geometrinin doğasıyla ilgili problemlerdir. Bu nedenle Reichenbach fiziksel geometrinin yapısının araştırılmasının

³⁷⁸ **Bkz.:** Lionel S. Shapiro, “‘Coordinative Definition’ and Reichenbach’s Semantic Framework: A Reassessment”, **Erkenntnis**, C. 41, No:3, Kasım, 1994, s. 287.

gerekliliği üzerinde durmuştur. Reichenbach, ‘fiziksel uzayın yapısı nasıldır?’ sorusuna yanıt aramıştır. Reichenbach bu sorunun yanıtını kendi uzay ve zaman felsefesinde teknik bir dille ortaya koymuştur. Beauregard, Reichenbach’ın uzay ve zaman felsefesindeki teknik çalışmalarının çoğunda, onun fiziksel geometri ve görelilik teorisindeki empirik merkezden, uzlaşımçı öğeleri ayırmayı görev edindiğini dile getirmiştir.³⁷⁹ Beauregard bu tespitinde haklıdır, çünkü Reichenbach’a göre fiziksel uzayın geometrisi, empirik bir problem olarak ele alınmalıdır. Bu anlamda fizik, Reichenbach’a göre mümkün uzay çeşitlerinden aktüel uzayı seçmekle yükümlüdür ve bu seçimini empirik anlamda yapabilir. Bir başka deyişle, aktüel uzayın seçimi matematiksel ölçümler aracılığıyla ortaya çıkartılmalıdır. Bu ölçümler sayesinde uzayın geometrik betimlemesinin yapılabileceğini ifade eden Reichenbach, uzayın bir tek geometrik betiminden bahsedilemeyeceği, birbirine eşdeğer farklı betimlemeler olduğu görüşündedir. Bu noktada şöyle bir soru sorulabilir: Uzayın bir tek geometrik yapısı söz konusuysa, neden birbirinden farklı geometrik betimlemeler yapabilmekteyiz? Reichenbach’a göre bu farklılıklar, formüle edildikleri dilin özellikleri nedeniyle ortaya çıkarlar. Ancak hepsi aynı şeye işaret ederler.

Milič Čapek, Reichenbach’ın bu konudaki görüşlerini şöyle yorumlar:

“Evrenimiz büyük ölçeklidir. Biz bu evrende orta ölçekli bir alanı algılıyoruz. Antik çağdan bu yana uzay, zaman ve nedensellik kavramları, Öklid geometrisi terimleriyle ifade edilmiştir. Ancak gerçekte evrenin yapısı non-öklidyendir. Bizler, bilimsel gelişmeleri, içinde bulunduğumuz orta-ölçekli evreni ifade ederken kullandığımız terimleri ödünç alarak tarif etmeye çalışıyoruz. Tabi ki bunların küçük ölçekli evrende karşılıklarını bulmada zorlanıyoruz.”³⁸⁰

Čapek şöyle devam eder:

“Reichenbach’a göre Newtoncu-Öklidyen evren yapısının özellikleri bizim orta-boyut algımızdaki alışkanlıklarımızla ilgilidir. Bu gerçekliğin sınırlı bir kısmıdır. Gerçekliğin bu sınırlı kısmı mikro ve makro kozmos arasında kalmıştır ve Reichenbach buna ‘orta boyut dünyası’ der. Bahsi geçen orta boyut dünya, günlük deneyimlerimizin merkezidir. Klasik bilime göre biz bu boyuta adapte olmuşuzdur. Bu adaptasyon nedeniyle mikro ve makro

³⁷⁹ Laurent A. Beauregard, “Reichenbach and Conventionalism”, *Synthese*, C. 34, No: 3, Hans Reichenbach, Logical Empiricist, Part III, Mart, 1977, s. 265.

³⁸⁰ Milič Čapek, “The Development of Reichenbach’s Epistemology”, *The Review of Metaphysics*, C.11, No: 1, Eylül, 1957, s. 44-45.

kozmos algımız başarısız olur. Reichenbach'a göre bu algıyı yaratan eski alışkanlıklarımız yenileriyle değiştirilmelidir."³⁸¹

Reichenbach'ın bu sorunu günümüz fiziğiyle ilişkilendirmesi ise şöyledir:

"Günümüz fiziği artık ne Öklid geometrisinin aksiyomlarını ne de nedensellik ve töz ilkelerini geçerli saymaktadır. Artık matematiğin analitik olduğunu, matematiğin fizik dünyaya ait tüm uygulamalarının (fiziksel geometri dâhil) ise empirik türden bir doğrulamaya konu oluşturduğunu bilmekteyiz. Bu durumda geometrinin sentetik özelliğinin, empirik bilimlerin bir parçası sayıldığını söylemek mümkündür."³⁸²

Yukarıda işaret ettiğimiz Reichenbach'ın fiziksel geometri ile ilgili düşüncelerini uzay ve zaman felsefesi ile ilişkilendirmek ve bu düşüncelerinde haklı olduğunu göstermek için Reichenbach'ın 'koordine edici tanım' kavramından faydalanmamız gerekmektedir. Reichenbach, Einstein görelilik kuramlarıyla ortaya çıkan gelişmeleri, Öklid-dışı geometriler ile analiz ederken Kant'ın uzay ve zamanın doğası üzerine olan görüşlerini nispeten reddetmiştir ve Reichenbach bu analizinde koordine edici tanımları kullanmıştır. Reichenbach'ın bu analizini ele almadan önce koordine edici tanımların, kendi uzay ve zaman felsefesindeki yeri ve önemini tartışmak yerinde olacaktır.

Reichenbach'a göre "tanımlama' bir kavramı diğer kavramlara indirgeme (**reducing**) anlamına gelir."³⁸³ Fiziğin kullandığı açıklamalar da geniş ölçüde bu tip tanımlara dayanmaktadır. Reichenbach, bu tip tanımların dışında ikinci tip bir tanım çeşidi olduğuna dikkat çekmiştir. Ona göre bu tanım çeşidi, matematik nesnelere değil, fiziksel olgulardan türer ve gerçek nesnelere ilgilidir.^{384/385} Bir başka deyişle Reichenbach'a göre fiziksel bilgi, sadece kavramların diğer kavramlarla tanımlanmasıyla değil ayrıca kavramların diğer nesnelere koordinasyonu da karakterize edilir.^{386/387} Reichenbach şöyle devam eder:

³⁸¹ A.e., s. 44.

³⁸² Reichenbach, **Bilimsel Felsefenin Doğuşu**, s. 38-41.

³⁸³ Reichenbach, **The Philosophy of Space and Time**, s. 14.

³⁸⁴ A.e.

³⁸⁵ **Bkz.:** Robert A. Holland, 'Kant, Reichenbach, and Aprioricity', **Philosophical Studies: An International Journal for Philosophy in the Analytic Tradition**, C. 66, No:3, Haziran, 1992, s. 210.

³⁸⁶ Reichenbach, **The Philosophy of Space and Time**, s. 14.

³⁸⁷ **Bkz.:** Shapiro, "Coordinative Definition' and Reichenbach's Semantic Framework: A Reassessment", s. 288.

“Basit olarak ifade etmek gerekirse bu koordinasyon, ‘belirli bir kavramın’ ‘belirli bir şeye’ ilgisini belirtir. Genel olarak bu koordinasyon keyfi (**arbitrary**) değildir. Kavramlar test edilebilir ilişkiler içinde olduğu sürece koordinasyon ‘doğru’ ya da ‘yanlış’ olabilir. Burada kural ‘bir kavramın, hep aynı nesneyi belirtmesi’ olmalıdır.”³⁸⁸

Reichenbach’a göre kesin başlangıç koordinatları, koordinasyon metodu ileriye götürülmeden önce belirlenmelidir. Bu nedenle Reichenbach, bu ilk koordinatlara ‘koordine edici tanımlar’ adını vermiştir.³⁸⁹ Bunlar tüm diğer tanımlar gibi keyfidir. Reichenbach’a göre bu koordine edici tanımların seçimi, bilimin ilerlemesiyle geliştirilen kavramsal sisteme bağlıdır.³⁹⁰

Kamlah, Reichenbach’ın koordine edici kavramlarının epistemolojik önemini şöyle ifade etmiştir:

“Hans Reichenbach, Kant’ın saf görüşü (**pure intuition**) teorisini çürütmek istemiştir. Bunu gerçekleştirmek için Reichenbach, Kant’ın teorisinin dayandığı ön kabullerden birisini yıkar: ‘düşünce yönelimli semantik’ (**thought oriented semantic**). Aynı zamanda sağduyuya uygun düşen bu semantiğe göre bir kelimenin anlamı, bir kimsenin kelimeyi ifade ettiği anda düşündüğü mental imge, düşünce ya da bu tip bir şeydir... Reichenbach, bir koordine edici tanım vasıtasıyla düşünceye ya da imgeye koordinatlandırılmak zorunda olan empirik anlamın, düşünce yönelimli anlamdan farklı bir şey olduğunu göstermiştir.”³⁹¹

Reichenbach’ın koordine edici tanımlarının epistemolojik öneminin daha net bir şekilde anlaşılabilmesi için, Reichenbach’ın koordine edici tanımlara ilişkin verdiği örnekleri hatırlamak yerinde olacaktır:

Reichenbach, koordine edici tanıma örnek olarak bir ‘uzunluk birimi’ seçimini önermiştir. Eğer bir mesafe ölçülmek istenirse, uzunluk birimi önceden bir ‘tanım’ tarafından belirlenmelidir. İşte bu tanım Reichenbach’a göre ‘koordine edici’ bir tanımdır.³⁹²

³⁸⁸ Reichenbach, **The Philosophy of Space and Time**, s. 14.

³⁸⁹ **A.e.**

³⁹⁰ **Bkz., A.e.**

³⁹¹ Andreas Kamlah: “Hans Reichenbach’s Relativity of Geometry”, **Synthese**, C:34, No:3, Hans Reichenbach, Logical Empirist, Bölüm III, Mart 1977, s. 260.

³⁹² Reichenbach, **The Philosophy of Space and Time**, s. 15.

Reichenbach'a göre burada kavramsal tanımla koordine edici tanımın düalitesi açıkça görülebilir. Bir 'birim' ile ne anlatmak istediğimizi, yalnızca diğer kavramların ifadesiyle belirleyebiliriz. Reichenbach  oyle bir örnek verir: "Bir 'birim' bir mesafenin uzunluk olarak  l s d r."³⁹³ Ancak Reichenbach bu ifadenin 'birimin b y kl  ' ile ilgili bilgi içermediğini söyler ki biz bu birimi sadece, fiziksel olarak verilen, Paris'teki standart metre uzunluğuna refere ederek saptayabiliriz. Ancak burada da 'bir metre ne kadardır?' gibi bir soru ile karşı karşıya kalırız. Reichenbach bunun için de  oyle bir tanım verir: 'Bir metre dünyanın çevresinin 40 milyonda biridir.' Eğer tanım böyleyse Reichenbach, bu  evre uzunluğu tanımının yine bazı diğer kavramlara refere edildiğini söyler.³⁹⁴ Reichenbach  oyle devam eder:

"Eğer kadmiyum ı ı ının dalga boyu bir 'birim' olarak seçilirse, bu sefer kadmiyum ı ı ı 'tanımın' bağlantılı olduğu fiziksel fenomen olur. Bahsedilen tanımlardaki metodun karakteristik özelliği, bir kavramın koordinasyonunun bir fiziksel nesneye olmasıdır. Bu d  nceler 'koordine edici tanım' terimini açıklar. Eğer tanım ölüm olarak kullanılırsa, yani aynı uzunluk birimi durumunda olduğu gibi, bu bir 'metrik koordine edici tanım' olur."³⁹⁵

Beauregard'ın, Reichenbach'ın yukarıdaki koordine edici tanım örneklere ilişkin yorumu öyledir:

"Reichenbach, koordine edici tanıma örnek olarak, bir uzunluk birimi seçimini önermiştir. Peki, ama böyle bir koordine edici tanıma olan ihtiyacın kaynağı nedir? Cevap bellidir. Uzunluk  l m  yapmak isteyen birisinin 'saf mantıksal bir gerekçeyle' bir birime ihtiyacı vardır. Bir uzaklığı (ya da bir zaman-aralığını), önceden belirlenen bir uzunluk birimi (ya da bir süreç birimi) olmadan ölçmek mantıksal olarak imkânsızdır. Koordine edici tanımlara olan gereksinim, azımsanamayacak kadar fazladır."³⁹⁶

Reichenbach da Beauregard ile aynı g r  tedir: "Koordine edici tanımlara, klasik uzay ve zaman teorisinde inanılandan daha fazla ihtiyaç vardır."³⁹⁷ Beauregard ise Kamlah'ın yukarıda ifadelerine destek vererek, bu ihtiyacın bir biçimsizlik (**amorphousness**) sorunu olmayıp, semantik sorunu olduğunu ifade etmiştir.^{398/399}

³⁹³ A.e., s. 14.

³⁹⁴ A.e., s. 19.

³⁹⁵ A.e., s. 19.

³⁹⁶ Beauregard, **A.g.e.**, s. 267.

³⁹⁷ Reichenbach, **The Philosophy of Space and Time**, s. 177.

³⁹⁸ **Bkz.**, Beauregard, **a.g.e.**, s. 269.

³⁹⁹ **Bkz.**, Kamlah, **a.g.e.**, s. 260.

Yukarıdaki görüşler koordine edici tanımların oldukça önemli bir özelliğine işaret eder: Bu özellik, koordine edici tanımların, kelimeleri değil kavramları tanımlamasıdır. Bu özellik ise yine oldukça önemli epistemolojik bir tezdır. Bu görüşü destekleyen Lawrence Sklar'ın, Reichenbach'ın koordine edici tanımları tezine, bilim felsefesi bakımından yaklaşımı şöyledir:

“Reichenbach kelimelerin anlamlarındaki kaymaları (**shift**), bilimsel teorilerdeki bazı spesifik terimlerin anlamlarındaki değişiklik olarak açıklamaya çalışmıştır. Örneğin, eski bir teoriyi açıklamaya yardımcı olan bir koordine edici tanım ele alalım. Bu koordine edici tanım yeni bir teoriyi açıklamada kullanıldığı takdirde, zaten yeni teori bu tanımı reddedecektir. Bu reddediş, yeni teoriye göre terimin anlamındaki kaymadan kaynaklanır ki söz konusu bu durum, bilimdeki ilerlemeye işaretir.”⁴⁰⁰

Sklar'ın da yukarıda ifade etmeye çalıştığı gibi Reichenbach'ın koordine edici tanımları paradigmatik bir özelliğe sahiptir. Reichenbach'ın da aslında tam olarak anlatmak istediği budur. Çünkü Reichenbach'ın ifadelerine göre koordine edici tanım için doğru ya da yanlış demek anlamsızdır. Açıklanmak istenen teoride, koordine edici tanımı, bir fizik fenomene refere etmek yeterlidir. Eğer o koordine edici tanımın refere edildiği fizik fenomen, teoriyi açıklamada yeterli değilse, koordine edici tanım değiştirilmez. Aşağıda koordine edici tanımların bu özelliğinden faydalanan Reichenbach'ın fiziksel geometri ile koordine edici tanımlar arasındaki ilişkiyi ele alışıma kısaca değerlendirelim:

“Fiziksel dünyanın geometrisi hakkındaki ifadeler, ancak ve ancak uygunluğun bir koordine edici tanımı yapıldıktan sonra bir anlam ifade eder. Eğer uygunluğun koordine edici tanımını değiştirirsek bu farklı bir geometri ifadesine neden olacaktır. Bu olguya ise ‘geometrinin göreliliği’ denir.”⁴⁰¹

Reichenbach'ın ifade ettiği ‘geometrinin göreliliği’ olgusuna, Kamlah şöyle bir yorum getirmiştir:

“Reichenbach'ın geometri ile ilgili düşüncelerinde, geometrinin sadece koordine edici tanımlara göre doğru ya da yanlış olabileceği ifade edilmiştir. Bu koordine edici tanımlar, uzunluk gibi niceliklerin nasıl belirlenebileceği ve uygunluk gibi geometrik ilişkilerin nasıl

⁴⁰⁰ Sklar, **a.g.e.**, s. 98.

⁴⁰¹ Hans Reichenbach, **The Rise of Scientific Philosophy**, Berkeley-Los Angeles, Univ. of California Press, 1951, s. 132.

saptandığını bildirir. Örneğin, bir grup koordine edici tanıma göre fiziksel uzayın Öklidyen, bir başka grup koordine edici tanıma göre ise hiperbolik olduğunu söyleyebiliriz. Bir geometri sadece eğer ona koordine edici tanım eklenmişse empirik olarak anlamlı olur. Eğer bu özellikler bir geometri tanımını içeriğinde yoksa bu tip bir geometri, sadece empirik içerikten yoksun bir dizi doğrudan tanımlamadan ibarettir.”⁴⁰²

Čapek, uzayın geometrisine ilişkin yukarıdaki ifadeleri desteklediği gibi aynı zamanda eleştirir. Čapek’in bu konudaki görüşleri aşağıdaki gibidir:

“Uzayın geometrisinin Öklidyen olması mı yahut non-Öklidyen olması mı doğrudur? sorusu, İngiliz birim sistemleri mi yahut metrik sistemler mi ‘doğrudur’? sorusu kadar anlamsızdır. Bu sorulara vereceğimiz cevaplar, yalnızca uzlaşımlar olan tanımlarımıza bağlıdır ki bu tanımlar ne doğrudur ne de yanlış... Reichenbach’a göre açıklamalarımızda en basit olanı seçeriz.”⁴⁰³

Čapek, Reichenbach’ın, koordine edici tanımlar ile ilgili açıklamalarında uzlaşımcı yanını korurken, fiziksel geometri ile ilgili açıklamalarında ise empirist-fizikçi yanını ortaya koyduğunu ifade eder ve Reichenbach’ı uzlaşımcı ve fizikçi kimliği arasında gidip gelmekle eleştirir. Čapek’in bu eleştirisi bana kalırsa gereksizdir. Çünkü Reichenbach, yukarıda işaret edilen ifadelerinde, tanımlama yaparken en basit olandan faydalanmak gerektiğini vurgulamıştır. En basit açıklama kullanımı, uzlaşımcı kimlik yahut empirist-fizikçi kimlik gerektirebilir. Bu durum da en az bir koordine edici tanımın doğru ya da yanlış olduğunu tartışmak kadar anlamsızdır.

Reichenbach, yukarıda ana hatlarıyla değinilen çalışmalarındaki görüşleri ile her ne kadar eleştirilmiş olsa da çağdaşları olan bilim felsefecilerinden ayrılır. Glymour, bu durumu şu şekilde açıklamıştır:

“Reichenbach’ın Carnap, C. I. Lewis ve çağdaşları olan diğer bilim felsefesiyle ilgili çalışma yapanlardan, bir takım epistemolojik ayrılıkları vardır. Reichenbach’ın onlardan farkı, kendi epistemolojisini, fiziksel teorilerdeki yenilikleri, dikkatli bir şekilde yapmış olduğu analizlerle ortaya koymuş olmasından kaynaklanır. Reichenbach görüşlerini fiziksel örneklerle desteklemiştir.”⁴⁰⁴

⁴⁰² Kamlah, **a.g.e.**, s. 250.

⁴⁰³ Čapek, **a.g.e.**, s. 63.

⁴⁰⁴ Clark Glymour, “Reichenbach’ Entanglements,” **Synthese**, Vol. 34, No. 2, Şubat 1977, s. 219.

Reichenbach'ı fiziksel teorilerdeki bu yeniliklerin analizini yapmayı iten nedeni ise Reizler şöyle açıklamıştır: “Reichenbach bilim felsefesiyle ilgili çalışmalar yapmaya başladığı andan itibaren kendisini ‘fiziksel problem nedir?’ sorusunun cevabına adanmıştır, dolayısıyla ‘uzay ve zamanın fiziksel problemlerini’, ‘fiziksel problem’ başlığı altında incelemiştir.”⁴⁰⁵

Şimdi de Reichenbach'ın çok tartışma yaratan kuvvetler ayırımına değinelim. Bunun için önce Reichenbach'ın evrendeki nesnelere etki eden kuvvetleri nasıl ve neye dayanarak ayırdığını ve isimlendirdiğini ele alalım. Sonra da bu ayırımın uzay ve zaman felsefesine hangi amaç ile hizmet ettiğini vurgulayalım. Bunun ardından da Reichenbach'ın bu ayırımına yöneltilen eleştirileri ele alıp bu konudaki tartışmamızı sonlandıralım.

Reichenbach evrendeki kuvvetleri ikiye ayırmıştır. Bunlar, Reichenbach'ın ifadesiyle:

“Evrensel kuvvetler ve diferansiyel kuvvetlerdir. Bu iki kuvvet arasındaki farklılık şudur: Evrensel kuvvetler tüm maddelere aynı şekilde etki eden kuvvetlerdir. Diferansiyel kuvvetler ise her maddeye aynı şekilde etki etmez.”⁴⁰⁶

Reichenbach'ın ‘Uzay ve Zaman Felsefesi’ adlı eserinin önsözünde Carnap, evrensel ve diferansiyel kuvvetlerin ayırımından övgüyle söz etmiştir. Yukarıdaki soruların cevabı niteliğinde olan Carnap'ın ifadeleri aşağıdaki gibidir:

“Reichenbach'ın felsefi teorinin gelişimine katkıda bulunduğu birçok verimli düşünceden, ben sadece birine, bana fiziğin metodolojisi için mükemmel bir ilgi olarak görünen ancak şimdiye kadar hak ettiği ilgiyi bulamamış düşünceye değineceğim. Bu düşünce, evrensel kuvvetlerin elenmesi prensibidir. Reichenbach, karşıt olarak hiçbir yalıtım duvarının inşa edilemeyeceği ve her maddeye aynı şekilde etki eden fiziksel kuvvetlere “evrensel” der. Einstein'ın tasarladığı uzayın Öklid-dışı yapıların özelliklerini kullandığı teori formuna T diyelim; T 'de hiçbir evrensel kuvvet yoktur. T , farklı geometrik yapıları kullanan ve T ile fiziksel olarak eş değer gözlemsel sonuçları elde eden bir başka T^1 formuna dönüştürülebilir. Reichenbach, T^1 gibi bir

⁴⁰⁵ Kurt Reizler, “From Copernicus to Einstein by Hans Reichenbach,” **Philosophy and Phenomenological Research**, Vol. 3, No. 1, Eylül 1942, s. 123.

⁴⁰⁶ Reichenbach, **The Philosophy of Space and Time**, s. 118.

teorinin, ölçüm çubuklarımızın sadece uzayda buldukları konumlara bağlı olarak kısılmaya ve genişlemeye maruz kalacaklarını ve bu nedenle bu değişiklikleri hesaba katmak için evrensel kuvvetleri işin içine katmayı varsaymak gerektiğini gösterir. Reichenbach, tüm evrensel kuvvetlerin ortadan kalkmasına göre, fiziksel olarak eşdeğer formlar arasından seçtiğimiz bir teori formunu (ya da bir başka deyişle, “katı cisim” ya da “ölçüm standardı” tanımını) genel metodolojik bir prensip olarak kabul etmeyi önerir. Eğer bu prensip kabul edilirse, bir ölçüm işleminin seçimindeki keyfilikten kaçınılır ve fiziksel uzayın geometrik yapısı sorununun özgün yanıtı fiziksel ölçümlerle belirlenir.”⁴⁰⁷

Reichenbach, uzay ve zaman felsefesinde koordine edici tanım uygulamaları için yukarıda bahsi geçen yöntemi önermiştir. Kuvvetlerin her maddeye aynı şekilde etki edip etmemelerine dayanan bu ayırım yardımı ile uzay ve zaman ile ilgili uygunluk koordine edici tanımları yapılabileceğini göstermiştir. Ancak Reichenbach’ın bu ayırımı bir takım tartışmalara da neden olmuştur. Nitekim Carnap, yukarıda değinilen, Reichenbach’ın ‘Uzay ve Zaman Felsefesi’ adlı eserine yazmış olduğu önsöz yazısındaki olumlu tavrını daha sonra değiştirmiş ve kendisi de bu tartışmalara katılmıştır. Carnap 1966 tarihinde yayımladığı kitabında, Reichenbach’ın kuvvetler ayırımının, ‘evrensel etkiler’ olarak kullanılmasının daha iyi olacağını önermiştir.⁴⁰⁸

Reichenbach’ın evrensel ve diferansiyel kuvvetleri ayırımına Shapiro da eleştiri getirmiştir. Shapiro’nun eleştirisi aşağıdaki gibidir:

“Reichenbach’ın epistemolojisinde farkedilen karışıklık, geometrik bir değişiklikten sorumlu olan bir şeyi Reichenbach’ın bir ‘kuvvet’ olarak belirsiz bir şekilde karakterize etmesi nedeniyle ortaya çıkıyor. Problemin kökeninde şimdiye kadar fark edilmemiş olan ‘Reichenbach’ın kuvvet’ kavramının belirsiz kullanımı yatıyor.”⁴⁰⁹

Salmon ise Reichenbach’ın kuvvetler ayırımını analizini şöyle değerlendirmiştir:

“Reichenbach uzay ve zaman analizinde iddialı terimler kullanmıştır. Reichenbach’ın kullandığı söz konusu iddialı terimlerden biri ‘evrensel kuvvet’tir. Reichenbach, bu kavramı

⁴⁰⁷ Rudolph Carnap, Introduction to “**The Philosophy of Space and Time**”, by Hans Reichenbach New York, Dover Publications, Inc., 1958, s. vii.

⁴⁰⁸ **Bkz.**, Rudolph Carnap, **Philosophical Foundations of Physics**, New York, Basic Books, 1966, s. 169.

⁴⁰⁹ Shapiro, **a.g.e.**, s. 299.

yeterince açık anlatamamıştır. Bunun nedeni bana kalırsa, Reichenbach'ın ifade tarzının metaforik olmasıyla ilişkilidir. Eğer tanımlama sürecinde bir netlik söz konusu olması istenirse, 'kuvvet' ve 'etki' gibi terimlerin metaforik kullanımından kaçınmak gerekir."⁴¹⁰

Salmon yapmış olduğu bu tespit de haklıdır, çünkü Reichenbach'a bu konuda yöneltilen bir başka eleştiri de aynı şekilde Ernest Nagel'den gelmiştir. Nagel, Reichenbach'ı uygunluk tanımları tartışmasında 'geçici hipotezlemelere' (**ad hoc hypotheses**) başvurduğu gerekçesiyle eleştirmiştir.⁴¹¹

Yukarıda değinilen eleştirilerin dışında, Einstein, Reichenbach'ın görelilik teorisi üzerine yazdığı⁴¹² epistemolojik değerlendirmesinden övgüyle söz ederken, bu değerlendirmenin görelilik teorisi ile ilgili o zamana kadar yazılan en aydınlatıcı epistemolojik çalışma olduğunu ifade etmiştir.⁴¹³

Reichenbach Einstein'ın görelilik teorisi hakkındaki değerlendirmesinde, yukarıda ele aldığımız temel kavramlardan faydalanmış ve bu kavramların görelilik teorisinde uzay-zamanın yapısına ilişkin açıklamalarda nelere karşılık geldiğini işaret etmiştir. Reichenbach'ın değerlendirmesini ana hatlarıyla ele alalım:

"Uzay ve zamanın yapısı için kullanılan tanımlar belirli tip tanımlardır. Bunlar koordine edici tanımlardır. Yani bu tanımlar bir fizik nesnenin ya da fiziksel bir sürecin bazı temel kavramlara koordinasyonu yoluyla verilirler. "Eşit uzunluk" kavramı, bir fizik nesneye referans yoluyla tanımlanır; yer değişimi denk uzunluklara karşılık gelen bir katı çubuk buna örnektir. "Eşzamanlılık" kavramı, denk uzunluklar üzerinde hareket eden ışık ışınları kullanımıyla tanımlanır. Görelilik teorisinin tanımlarının tümü bu tür tanımlardır; bunlar koordine edici tanımlardır."⁴¹⁴

Çalışmamızın üçüncü bölümünde 'denk uzunluklar' ve 'eşzamanlılık' kavramlarını ayrıntılı bir şekilde inceledik. O nedenle şimdi sadece, bu kavramların

⁴¹⁰Salmon, **a.g.e.**, s. 29.

⁴¹¹ **Bkz.:** Ernest Nagel, **The Structure of Science: Problems in The Logic of Scientific Explanation**, New York, Harcourt, Brace & World, 1961, s. 264-265.

⁴¹² **Bkz.:** Hans Reichenbach, "The Philosophical Significance of The Theory of Relativity", **Albert Einstein, Philosopher-Scientist: The Library of Living Philosophers Volume VII**, Ed. by Paul Arthur Schilpp, New York, MFJ Books, 1970, s. 287-311.

⁴¹³ **Bkz.:** Albert Einstein, "Remarks to the Essays Appearing in this Collective Volume", **Albert Einstein, Philosopher-Scientist: The Library of Living Philosophers Volume VII**, Ed. by Paul Arthur Schilpp, New York, MFJ Books, 1970, s. 663-688.

⁴¹⁴ Reichenbach, "The Philosophical Significance of The Theory of Relativity", s. 294.

tanımlarındaki nesnelere, Reichenbach'ın görelilik teorisi analizinde nasıl ele aldığını ve ulaştığı sonuçları ortaya koyalım. Reichenbach'ın ifadeleriyle:

“Uzay-zamansal düzende genel ilişkileri ifade edilen nesnelere; katı cisimler, ışık ışınları, doğal saatler yahut dönen atomlar, dönen gezegenler gibi kapalı periyodik sistemlerdir. Görelilik teorisinde ışık ışınlarının oynadığı rolün önemi, ışığın en hızlı sinyal olmasından kaynaklanır. Işık, nedensel zincirin en hızlı formunu temsil eder. Nedensel zincir kavramı, uzay ve zamanın inşa edildiği yapının terimleri arasında en temel kavram olarak gösterilebilir. Bu nedenle uzay ve zamansal düzen, fizik dünyanın nedensel düzeninin ifadeleri ile ilgili olmalıdır... Zaman düzeni, *öncelik ve sonralık* düzeni olarak nedensel düzene indirgenebilir. Bu temel bir olgudur. Neden daima etkiden daha öncedir, bu tersinemez bir ilişkidir. Eşzamanlılığın göreliliğinin sonucu olan, belirli olayların zaman düzeninin tersinirliğine Einstein'ın teorisi tarafından olarak tanınması, bu temel olgunun bir sonucudur.”⁴¹⁵

Reichenbach'a göre görelilik teorisi, uzay ve zamanın ne Platon anlamında ideal nesnelere ne de Kant anlamında insan aklı için gerekli olan düzen formlarına işaret eder. Görelilik teorisinde uzay ve zaman, Reichenbach'a göre, fizik nesnelere bazı genel özelliklerini kullanarak ilişkisel bir sistem meydana getirir. Reichenbach, böylelikle uzay ve zaman kavramları kullanılarak, fizik dünyanın bir betimlemesinin yapılabileceği düşüncesindedir.⁴¹⁶

Reichenbach'ın uzay ve zaman felsefesini üzerine inşa ettiği temel kavramların başında 'koordine edici tanım' gelmektedir. Reichenbach'ın koordine edici tanımlarının uzay ve zaman felsefesi ve bilim felsefesindeki yeri, epistemolojik özelliktedir. Reichenbach, koordine edici tanımların fiziksel geometri ile olan ilişkisinde, evrensel ve diferansiyel kuvvetler ayrımı yapmıştır. Bu ayrım çerçevesinde, Reichenbach'ın kuvvetlerin elenmesine dayalı görüşlerinin bazı belirsizlikler içerdiği ve söz konusu kuvvetleri net olarak açıklamadığını söylemek mümkündür.

Aşağıda, tartışma ve sonuç kısmının ilk bölümünde işaret ettiğimiz sonuçların, Reichenbach açısından bir değerlendirmesini yapalım:

⁴¹⁵ A.e., s. 303.

⁴¹⁶ Bkz.: a.e., s. 294.

Reichenbach'ın uzay ve zaman kavramlarını ele alışı, kendi felsefesindeki epistemolojik bir eksen etrafında odaklanmıştır. Reichenbach kendi epistemolojisinde, özellikle Görelilik fiziğindeki uzay ve zaman kavramlarını incelerken, bu kavramların empirik özelliklerini kullanmıştır.

Reichenbach, Einstein'ın görelilik teorisinin sadece fiziksel bir teori olduğunu savunanları eleştirmiştir. Reichenbach'a göre Kant'ın yahut Platon'un uzay ve zaman ile ilgili doktrinleri nasıl felsefi teorilerse, Einstein'ın teorisi sadece fiziksel bir sorunu ilgilendiren bir fizik teorisi değil aynı zamanda da felsefi bir teoridir. 'Uzay' ve 'zaman' kavramları Reichenbach'a göre felsefenin en önemli problem konularından biri olmuş, felsefe tarihi kadar eski iki kavramdır.

Einstein, uzay ve zaman kavramlarına eskisine göre oldukça farklı fiziksel ve matematiksel açıklamalar getirmiştir. Bu açıklamalar, felsefenin ilgi alanındadır. Dolayısıyla görelilik teorisi Reichenbach'a göre bir fizik teorisi olduğu kadar aynı zamanda da felsefi bir teoridir. Bu nedenle görelilik teorisi içerisinde ortaya konan 'uzay' ve 'zaman' kavramları, felsefi bir yaklaşım çerçevesinde ele alınmalıdır.

Bu konuda bizim görüşümüz, hareketin incelenmesinde gerekli olan 'zaman' ve 'uzay' tanımlarının, fizik nesnelere varlık kazandırılmasına olanak veren bir sistem oluşturduğu; bu sistemin de fizik dünya tasavvurumuzu biçimlendirdiği yönündedir.

Reichenbach, uzay ve zaman kavramlarının, epistemolojik bir incelemesi yapıldığında, bu kavramların felsefi açıdan ne kadar önemli olduğunun anlaşılabilirliğini ileri sürmüştür. Reichenbach da görelilik teorisinin epistemolojik bir analizini yapmıştır. Ona göre tarih boyunca fizik teorileri uzay ve zamanın inşasını, gözlemsel veriler ile matematiksel analizleri birbirlerine bağlayarak yapmıştır. Görelilik teorisi de bu özelliklere fazlasıyla sahip bir fizik teorisi konumundadır. Görelilik teorisi uzay ve zamana ilişkin getirdiği açıklamalarla diğer fizik teorilerine karşı, bu kavramlara bakışımızı radikal bir şekilde değiştirmiştir.

Reichenbach uzay ve zaman gibi kavramların insan aklının bir ürünü olduğu fikrine katılır. Ancak insan aklının bu ürünleri fizik dünyanın tasvirini yapmada yeterli

olamaz. Reichenbach, nitekim Einstein'ın görelilik teorisinden önce, 'uzay' ve 'zaman' kavramlarının fizik dünyayı tasvir etmede yeterli olmadığını ileri sürmüştür. Einstein'ın teorisinde uzay ve zaman aracılığıyla yapılan fizik dünya tasviri, Reichenbach'a göre şimdiye kadar yapılan tasvirler arasında geçerliği en fazla olandır. Görelilik teorisinde, uzay ve zaman, Reichenbach'a göre, fizik nesnelere bazı genel özelliklerini kullanarak ilişkisel bir sistem meydana getirir. Bu ilişkisel sistem fizik dünyanın tasvirinden başka bir şey değildir. Einstein'ın sisteminde uzay ve zaman kavramları, fizik nesnelere (katı cisimler, ışık ışınları, saatler vb.) karşılık gelir ve onları tanımlar. Bu tanımlar, Reichenbach'ın epistemolojisinde, fizik dünyanın betimlenmesine olanak veren 'koordine edici tanımlar' olarak adlandırılmıştır. Kavramlar ve fizik nesnelere arasındaki özel bir ilişkiden hareketle Einstein tarafından kurulan bu sistem, Reichenbach'a göre mükemmel bir genelleştirmeyle fizik kanunlarını formüle eder. Reichenbach'a göre bu ilişkisel sistem Newton fiziğinde, Newton'un çekim kuvvetiyle kurulmuştur. Reichenbach'a göre Newton'un sistemi yanlış bir ilişkisel sistem olmayıp, Newton'un dâhiyane fikirleri ile geçerliğini 200 sene korumuş bir sistemdir. Ne var ki Newton sisteminin 'mutlak uzay' ve 'mutlak zaman' kavramları geçerliğini bir yere kadar korumuştur. Reichenbach burada ilginç bir noktaya da dikkat çeker. Reichenbach'a göre Einstein, zaman kavramıyla ilgili düşüncelerimizi değiştirmekle kalmayıp, klasik zaman kavramını daha iyi anlamamızı sağlamıştır. Bir başka deyişle Einstein sayesinde 'mutlak zaman' kavramının ne ifade ettiğini daha iyi anlıyoruz. Reichenbach'a göre Einstein'ın sisteminde, Newton'un sistemini daha iyi tasavvur edebiliyoruz. Reichenbach, Newton'un bir bakıma, sistemler arası ilişki düşünüldüğünde Einstein'ın atası olduğu görüşündedir.⁴¹⁷

Newton fiziğinde uzay ve zaman bir yasaya bağlı olarak tayin edilirken, görelilik teorisinde uzay ve zamanın kendisi yasa konumundadır. Reichenbach, Newton fiziğinden farklı olarak, Görelilik fiziğinde zamanın yeryüzünün dönüşüyle değil, ışık hızıyla belirlendiğine dikkat çekmiştir. Bir bakıma Newton fiziğindeki 'mutlak zamanın' yerini, ışık hızına göre belirlenen 'görelî bir zaman' kavramı almıştır. Reichenbach, analizlerinde bu kavramların epistemolojik olarak

⁴¹⁷ Bkz., A.e., s. 310.

farklılıklarına dikkat çekmiş ve görüşlerini fiziksel örneklerle desteklemiştir. Ancak Reichenbach'ın, bu kavramlara, Newton ve Görelilik fiziğindeki ontolojik farklarıyla ilgili dikkate değer bir yorum getirmediği düşünülebilir. Bir diğer ifadeyle Reichenbach, bu kavramların fizik dünyadaki varlıklarının, yani ontolojik içeriklerinin üzerinde durmamıştır. Reichenbach analizinde, 'uzay ve zamanın fiziksel problemleri nedir?' sorusunun yanıtını epistemolojik bir eksen çerçevesinde araştırmıştır.

KAYNAKÇA

Basset, B., Edney, R.:	İzafiyet Teorisi , Çev. Duygu Akın, İstanbul, NTV Yayınları, 2009.
Beauregard, Laurent A.:	“Reichenbach and Conventionalism”, Synthese , C. 34, No: 3, Hans Reichenbach, Logical Empiricist, Part III, Mart, 1977, s. 265-280.
Beiser, Arthur:	Modern Fiziğin Kavramları , Çev. Gülşen Öngent, Ankara, Akademi Yayın Hizmetleri Ltd. Şti, 1997.
Berkeley, George:	Principles of Human Knowledge and Three Dialogues , New York, Oxford University Press Inc., 1957.
Bozdemir, Süleyman:	“Einstein’ın Rölativite Kuramlarına Bir Bakış”, y.y, y.t.
Brown, Harvey R.:	Physical Relativity , New York, Oxford University Press, 2005.
Čapek, Milič:	“The Development of Reichenbach’s Epistemology”, The Review of Metaphysics , C.11, No: 1, Eylül, 1957, s. 42-67.
Carnap, Rudolph:	Philosophical Foundations of Physics , New York, Basic Books, 1966.
Ehlers, Jürgen:	“The Nature and Structure of Spacetime”, The Physicist’s Conception of Nature , Ed. by Jagdish Mehra, Dordrecht, D. Reidel Publishing Company, 1973, s. 71-91.

Einstein, Albert:	“A Generalization of the Relativistic Theory of Gravitation”, Annals of Mathematics, Second Series , Vol. 46, No. 4, October, 1945, s. 578-584.
Einstein, Albert:	İzafiyet Teorisi , Çev: Gülen Akdaş, Ankara, Say Yayınları, 2012.
Einstein, Albert:	“Remarks to the Essays Appearing in this Collective Volume”, Albert Einstein, Philosopher-Scientist: The Library of Living Philosophers Volume VII , Ed. by Paul Arthur Schilpp, New York, MFJ Books, 1970, 665-688.
Einstein, Albert:	“Time, Space and Gravitation”, Science, New Series , Vol. 51, No. 1305, Ocak 1920, 8-10.
Earman, John:	World Enough and Space-Time , London, The MIT Press, 1989.
Earman, J., Norton J.:	“What Price Spacetime Substantivalism? The Hole Story”, The British Journal for the Philosophy of Science , Vol. 38, No. 4, December, 1987, s. 515-525.
Friedman, Micheal:	Foundations of Space – Time Theories , New Jersey, Princeton University Press, 1983.
Glymour, Clark:	“Reichenbach’ Entanglements,” Synthese , Vol. 34, No. 2, Şubat 1977, s. 219-235.
Heisenberg, Werner:	Çağdaş Fizikte Doğa , Çev. Vedat Günyol, Orhan Duru, Ankara, V Yayınları, 1987.

Hempel, Carl G.:	“Hans Reichenbach Remembered,” Erkenntnis, Special Volume in Honor of Rudolf Carnap and Hans Reichenbach , Vol. 35, No. 1/3, Temmuz 1991, s. 5-10.
Holland, Robert A.:	‘Kant, Reichenbach, and Apriority’, Philosophical Studies: An International Journal for Philosophy in the Analytic Tradition , C. 66, No:3, Haziran, 1992, s. 209-233.
Hoy, Ronald C.:	“The Role of Genidentity in the Causal Theory of Time”, Philosophy of Science Association , Vol. 42, No.1, March, 1975, s. 11-19.
Hutten, Ernest H.:	“Obituary Hans Reichenbach,” The British Journal for the Philosophy of Science , Vol. 4, No. 14, Ağustos1953, s. 93-94.
Kamlah, Andreas:	‘Hans Reichenbach’s Relativity of Geometry’, Synthese , C:34, No:3, Hans Reichenbach, Logical Empirist, Bölüm III, Mart 1977, s. 249-263.
Mach, Ernst:	The Science of Mechanics, y.y. , La Salle, 1942.
Malament, David:	‘A Modest Remark about Reichenbach, Rotation, and General Relativity’, Philosophy of Science , Vol. 52, No. 4, December, 1985, s. 615-620.
Maudlin, Tim:	Buckets of Water and Waves of Space: Why Spacetime Is Probably a Substance, Chicago Journals, The Philosophy of Science Association , 1993, s. 183-203.

Mutuş, Haşim:	“ Mach İlkesi ve Teorik Gelişmeleri ”, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Teorik Fizik Yüksek Lisans Tezi, 1979.
Nagel, Ernest:	The Structure of Science: Problems in The Logic of Scientific Explanation , New York, Harcourt, Brace & World, 1961.
Newton, Isaac:	Doğal Felsefenin Matematiksel İlkeleri (Seçmeler) , Çev. Aziz Yardımlı, İstanbul, İdea Yayınevi, 1998.
Norton, John D.:	Newton’s Views on Space, Time and Motion , Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2004.
Norton, John D.:	“Special Theory of Relativity: The Basis” (Çevirimiçi) http://www.pitt.edu/~jdnorton/teaching/HPS_0410/index.html , 4 Mart 2013.
Padovani, Flavia:	“Genidentity and Topology of Time: Kurt Lewin and Hans Reichenbach”, The Berlin Group and The Philosophy of Logical Empiricism, Boston Studies in the Philosophy and History of Science , ed. by Nikolay Milkov and Volker Peckhaus, Vol. 273, 2013, s. 97-122.
Penrose, Roger:	Fiziğin Gizemi, Kralın Yeni Usu II , Çev. Tekin Dereli, Ankara, TÜBİTAK Yayınları, 2001.
Planck, Max:	Modern Doğa Anlayışı ve Kuantum Teorisine Giriş , Çev. Yılmaz Öner, İstanbul, Spartaküs Yayınları, 1996.
Reichenbach, Hans:	Bilimsel Felsefenin Doğuşu , Çev. Cemal Yıldırım, Ankara, Bilgi Yayınları, 2000.

Reichenbach, Hans:	“Are Phenomenal Reports Absolutely Certain?”, Duke University Press on Behalf of Philosophical Review, The Philosophical Review , Vol. 61, No. 2, April, 1952, s. 147-159.
Reichenbach, Hans:	The Philosophy of Space and Time , New York, Dover Publications, 1957.
Reichenbach, Hans:	“The Philosophical Significance of The Theory of Relativity”, Albert Einstein, Philosopher-Scientist: The Library of Living Philosophers Volume VII , Ed. by Paul Arthur Schilpp, New York, MFJ Books, 1970, 289-311.
Reichenbach, Hans:	The Rise of Scientific Philosophy , Berkeley-Los Angeles, Univ. of California Press, 1951.
Reizler, Kurt:	“From Copernicus to Einstein by Hans Reichenbach,” Philosophy and Phenomenological Research , Vol. 3, No. 1, Eylül 1942, s. 122-123.
Rindler, Wolfgang:	“General Relativity Before Special Relativity: An Unconventional Overview of Relativity Theory”, American Journal of Physics , C. 62, 887, 1994, s. 887-893.
Salmon, Wesley C.:	“The Philosophy of Hans Reichenbach,” Synthese , Vol. 34, No. 1, Hans Reichenbach, Logical Empiricist, Part I, Ocak 1977, s. 5-88.

Shapiro, Lionel S.:	“‘Coordinative Definition’ and Reichenbach’s Semantic Framework: A Reassessment”, Erkenntnis , C. 41, No:3, Kasım, 1994, s. 287-323.
Schlick, Moritz:	Allgemeine Erkenntnislehre , Berlin, Springer, 1918.
Sklar, Lawrence:	Space, Time, and Spacetime , Los Angeles, University of California Press, 1974.
Yıldırım, Cemal:	Bilim Felsefesi , İstanbul, Remzi Kitapevi, 2002.
Ural, Şafak:	Basitlik İlkesi , İstanbul, Kabalcı Yayınevi, 2011.
Ural, Şafak:	Pozitivist Felsefe , İstanbul, Say Yayınları, 2006.
Ward, James:	Philosophy of Physics Lectures , Lecture 11, 2002.

ÖZGEÇMİŞ

12.06.1982 tarihinde Edirne’de doğdum. Kabataş Erkek Lisesi’ni bitirdikten sonra İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü’nden 2004 yılında mezun oldum. 2006 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Öğretmenliği Tezsiz Yüksek Lisans Programı’nı tamamladım. Ardından 2010 yılında, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Felsefe Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı’ndan, Kaos Teorisinin Felsefi Özellikleri konulu tez çalışmasını tamamlayarak mezun oldum. Aynı yıl İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Felsefe Anabilim Dalı Doktora Programı’na başladım. Temel ilgi alanlarım, Bilim felsefesi, Fizik felsefesi, Kaos Fiziği ve Uzay ve Zaman felsefesidir.