

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK EĞİTİMİ ANABİLİM
DALI
FİZİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

KUANTUM TEORİSİNİN FARKLI YORUMLARININ
DEĞERLENDİRİLMESİ

Seda Furuncu

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Prof.Dr. Oğuz Doğan

Konya-2019



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü



BİLİMSEL ETİK SAYFASI

Öğrencinin	Adı Soyadı	Seda FURUNCU
	Numarası	148307051008
	Ana Bilim Dalı	Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi
	Bilim Dalı	Fizik Eğitimi
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tezin Adı	Kuantum Teorisinin Farklı Yorumlarının Değerlendirilmesi

Bu tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını bildiririm.

28/06/2019
Öğrencinin
Adı Soyadı İmzası

Seda FURUNCU



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü



YÜKSEK LİSANS TEZİ KABUL FORMU

Öğrencinin	Adı Soyadı	Seda FURUNCU
	Numarası	148307051008
	Ana Bilim Dalı	Ortaöğretim Fen ve Matematik Alan Eğitimi
	Bilim Dalı	Fizik Eğitimi
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tez Danışmanı	Prof. Dr. Oğuz DOĞAN
	Tezin Adı	Kuantum Teorisinin Farklı Yorumlarının Değerlendirilmesi

Yukarıda adı geçen öğrenci tarafından hazırlanan Kuantum Fiziğinin Farklı Yorumlarının Değerlendirilmesi başlıklı bu çalışma 28/06/2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği/~~oyçokluğu~~ ile başarılı bulunarak, jürimiz tarafından yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

	Ünvanı Adı Soyadı	İmza
Danışman	Prof. Dr. Oğuz DOĞAN	
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Ömer DERELİ	
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Haluk ŞAFAK	

ÖNSÖZ

Bu çalışmamızda, kuantum fiziğinin farklı yorumlamalarının değerlendirilmesi konusu; giriş, gelişme ve sonuç bölümlerine ayrılarak incelenmeye çalışılmıştır.

Bu akademik çalışma sürecinde bana desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Prof. Dr. Oğuz DOĞAN'a çok teşekkür ederim. Aynı zamanda tüm süreçte bana desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen anneme, babama, eşime; hayatımın her anında bütün imkânlarını işlerimin kolaylaşması için emeklerini esirgemeyen ablama ve hayatımda çok önemli bir yeri bulunan kızım Miray Naz'a çok teşekkür ederim.

Konya- 2019

Seda FURUNCU



T.C.

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Öğrencinin	Adı Soyadı	Seda FURUNCU
	Numarası	
	Ana Bilim / Bilim Dalı	Ortaöğretim Fen ve Matematik Anabilim Dalı /Fizik Eğitimi
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tez Danışmanı	Prof. Dr. Oğuz DOĞAN
Tezin Adı	Kuantum Teorisinin Farklı Yorumlarının Değerlendirilmesi	

ÖZET

Bu çalışmada, kuantum teorisinin farklı yorumlarının değerlendirilmesi yapılmıştır. Çalışma beş bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde, ilk çağlardan beri evreni anlama gayreti üzerine olan gelişmelerden bahsedilmiştir ve özellikle fizik biliminin evreni anlama gayreti hakkında yapmış olduğu araştırmalar incelenmiştir. İkinci bölümde, evreni tanımlamak için kullanılan fizik yasalarının ve bu yasalara ait olan felsefi görüşlerin tartışılması incelenmiştir. Üçüncü bölümde, klasik fizik anlayışından birçok hususta ayrılan kuantum fiziğinin prensipleri üzerinde durulmuştur. Bu bölümde aynı zamanda kuantum kuramının matematiksel formlarına ve bazı deneysel çalışmaların sonucuna da değinilmiştir. Dördüncü bölümde, hem klasik fizik yasalarının oluşturulduğu felsefi temeller hem de kuantum fiziği felsefi temeller üzerine olan tartışmalar ve kuantum fiziği hakkında zıt görüşlü çalışmalara değinilmiştir. Beşinci ve son bölümde, üzerinde çalıştığımız kuantum teorisine ait olan tartışmaların ve

yorumlamaların bir bütün halinde incelenmesi yapılmıştır. Sonuç bölümünde de bu beş bölüme ait olan konuların kısa bir değerlendirilmesi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kuantum, İndeterminist, Determinist, Nedensellik, EPR, Aspect, İstatistiksel, Kopenhag, Ölçme, Realist, Araçsalcılık





T.C.

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Öğrencinin	Adı Soyadı	Seda FURUNCU
	Numarası	
	Ana Bilim / Bilim Dalı	Ortaöğretim Fen ve Matematik Anabilim Dalı /Fizik Eğitimi
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tez Danışmanı	Prof. Dr. Oğuz DOĞAN
Tezin Adı	The Evaluation of Different Interpretations of Quantum Theory	

SUMMARY

In this study, evaluation of different interpretations of quantum theory has been made. This study includes five sections

In the first section, it is mentioned about the effort to understand the universe since the first ages and especially the researches on the endeavor of understanding the universe of physics have been examined. In the second section, it has been examined the physics rules for defining the universe and discussing of philosophical views of these laws. In the third section, it is emphasized that the principles of quantum physics which are different from classical physics in many respects. In this section also it is mentioned about the mathematical forms of quantum theory and the result of some experimental studies. In the fourth section, both discussions on the philosophical basis of the laws of classical physics and discussion on the philosophical basis of quantum physics, and it has been discussed contradictory studies about quantum physics. In the fifth and last section, the discussions and

comments about quantum theory have been examined as a whole. In the results section, a short assessment of these five parts has been made.

Key Words: Quantum, Indeterminist, Determinist, Causality, EPR, Aspect, Statistical, Kopenhag, Measuring, Realist, Intrumentalizm

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil-1: Batlamyus ve Aristo'nun astronomik, yer merkezci evren modeli.....	6
Şekil 2: Yer Merkezli Evren ve Güneş Merkezli Evren Sistemi	8
Şekil 3: Kara Cisim Eğrileri.....	36
Şekil.4: Atom Modellerinin Gelişim Süreci	45
Şekil 5. Schrödinger Dalga Denklemi İfadesi	52
Şekil 5. Heisenberg'in Konum-Momentum ve Enerji-Zaman Belirsizliği Bağlıları	59



İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİK SAYFASI	i
YÜKSEK LİSANS TEZİ KABUL FORMU	ii
ÖNSÖZ	iii
ÖZET	iv
SUMMARY	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
İÇİNDEKİLER	ix
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM - AYDINLANMA ÇAĞ ÖNCESİNDE EVREN HAKKINDAKİ DEĞERLENDİRMELER.....	3
1.1. Atomculuk Felsefesi Ve Evrendeki Düzen	3
1.2. Yer Merkezli Evrenden Güneş Merkezli Evrene	6
1.3. Galileo Galileinin Evren Anlayışı	11
İKİNCİ BÖLÜM - KLASİK FİZİK.....	15
2.1. Kopernik'ten Newton'a Klasik Fiziğin Gelişimi	15
2.2. Klasik Fiziğin Bilimsel Yöntemi	21
2.3. Newton Ve Hareket Yasaları	26
2.4. Klasik Evren Düzeni Ve Felsefesi	28
2.5. Klasik Fiziğin Sorunları Ve Yeni Düşünce Arayışları.....	31
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM - KUANTUM TEORİSİ.....	34
3.1. Kuantum Nedir?	34
3.2. Mor Ötesi Felaket Ve Kara Cisim Işıması	35
3.3. Max Planck Ve Kuanta Hipotezi.....	37
3.3.1. Einstein'nın Katkıları: Fotoelektrik Olay	39
3.3.2. Dalga-Parçacık İkiliği ve Işık	41
3.4 Atomun Doğası Ve Atom Modelleri.....	43
3.5. Atom Modelinde Kuantum İzleri: Bohr Atom Varsayımları Ve Eleştirileri ..	47
3.5. Kuantum Fiziğinin Matematiksel Formu	51
3.5.1 Schrödinger'in Kedisi Düşünce Deneyi	54
3.6. Kesinlikten Belirsizliğe: Heisenberg'in Belirsizlik İlkesi.....	56

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM - KLASİK FİZİK- KUANTUM FİZİK ÜZERİNE FELSEFİ YAKLAŞIMLAR	60
4.1. Determinizm/ İndeterminizm Ve Kuantum İlkesi.....	60
4.2. Nedensellik İlkesi.....	62
4.3. Yerel Olmama Durumu: Sebep-Sonuç İlişkisi.....	64
4.3.1. Epr Deneyi, Bell Eşitsizliği Ve Aspect Deneyleri.....	65
BEŞİNCİ BÖLÜM - KUANTUM FİZİĞİ YORUMLAMALARI VE İTİRAZLARI DEĞERLENDİRİLMESİ.....	69
5.1. Kopenhag Yorumu	69
5.2. Ölçüm Yorumu.....	74
5.3. İstatistiksel Yorum	77
5.4. Realist Yorum	78
5.5. Araçsalcılık Yorumu	80
SONUÇ.....	81
KAYNAKÇA.....	84
ÖZGEÇMİŞ.....	86

GİRİŞ

Evrenin varoluşundan beri, evren hakkında bilinmeyen özellikler ya da durumlar bizler için hep merak konusu olmuştur. Evreni tanımak, yorumlamak, anlamak ve tasvir edebilmek amacıyla, bilim insanları tarafından sürekli olarak çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bilim insanları içinde fizikçiler de bu nihai çabayı sürdüren kişilerdendir.

Evren ile ilgili ortaya çıkmış en önemli ve en kilit sorulardan biri; evrenin nasıl meydana geldiği sorusudur. Bu soruya ilk çağlarda cevap arayan insanlar, atomculuk felsefesine ulaşarak problemi çözümlenmeye çalışmışlardır. Evrenin, atomlardan oluştuğu yönündeki düşünce bilim dünyasında, oldukça uzun bir süre varlığını koruyan yapılardandır. Atomculuk fikri ise beraberinde, temelinde katı bir determinist felsefesi dayanan evren yapısının sağlamlaşmasına neden olmuştur. Bu zamanlardan başlayan evren tanımları, bilimin ilerlemesi ve çeşitli çalışmaların hız kazanmasıyla beraber yerini başka evren modellemelerine bırakmıştır. Tam bu sıralarda da, evren üzerine olan modellemelerin yapısını ve sistematikliğini tamamen değiştirmeyi başarmış iki kişi: Kopernik ve Kepler'dir. Bu iki isim; evrenin o zamana kadar yapılan tanımlarını, temelinde oluşturulmuş olan manevi boyuttan ayrıştırmayı başaramışlardır. Daha sonraki zamanlarda ise evrenin, matematiksel temeller üzerine kurulmasını ve bu temeller üzerine oturtulan daha başka bir yapıya dönüşmesine katkı sağlamışlardır. Tüm bu çalışmaların neticesinde, Galilei ve Newton gibi dönemin oldukça başarılı isimleri tarafından; evrenin, günümüzde bildiğimiz klasik fizik formuna ulaşılmasını sağlamışlardır.

Günümüzde de bilinen ve Newton fiziği ya da klasik fizik olarak adlandırılan fizik sistemi, uzun bir dönem boyunca fizik çalışmaları üzerinde hakimiyetini sürdürmüştür. Klasik fizik o kadar pürüzsüz bir çerçeve ile sunulmuştur ki; o dönemden daha sonra evren ile alakalı şaşırtıcı bir soruyla karşılaşılacağı bile düşünülemezdi. Evren ile ilgili başlardan itibaren üstünlüğünü sürdüren determinist felsefe ise; klasik fizik anlayışı ile beraber tamamen fizik sisteminin bir parçası haline gelmiş oldu. Evren, bizim de bir organizma olarak içinde bulunduğumuz dinamik bir düzen olarak gösterilirken; klasik fizik ile beraber tamamen katı

determinist bir görüş ile yönetilen mekanik bir düzen haline gelmiştir. İnanıldığı gibi gerçekten de klasik fizik yasaları evrenin makro düzeyinde mükemmel bir şekilde çalışmaktaydı ancak, evrenin mikro seviyesine ait olan durumlarda klasik fizik yasaları sorunlara neden olmuştur. Evrendeki mikro seviyeye ait bu tarz problemler başka bir sistem ya da mantık arayışı içerisinde girilmesine neden oldu.

Yirminci yüzyılın başlarında ise tüm bu çalışmaların ardından, kuantum fiziği adı altında, bilinen bazı problemlere getirilen çözümler üzerine tartışmalar başlamış oldu. Max Planck'ın çalışmalarıyla başlayan bu süreç; sonrasında Heisenberg ve Schrödinger ile büyük konumlara getirilmiştir. Kuantum fiziği üzerine olan çalışmaların incelenmesi, yorumlanması ve tartışılmasıyla da evrenin anlaşılamayan çok özel noktalarına ulaşılacak istenmiştir. Kuantum fiziğinin yorumlanması ve geliştirilmesi üzerine olan çalışmalar bize, evrene ait; bu zamana kadar ortaya çıkmamış tüm özel ve bilinmeyen durumlar hakkında yorum yapabilme yeteneğimizi geliştirmektedir.

BİRİNCİ BÖLÜM

AYDINLANMA ÇAĞ ÖNCESİNDE EVREN HAKKINDAKİ DEĞERLENDİRMELER

1.1. Atomculuk Felsefesi Ve Evrendeki Düzen

Evren hakkında binlerce yıl öncesinden ortaya atılmış ilk fikirler, felsefeciler tarafından öne sürülmüştür. İlk çağlarda ortaya çıkan felsefe akımlarına göre bilinen ilk önemli görüş, Atomculuk felsefesi olmuştur. Evrende sonsuz sayıda olan atomlar, birbirinden farklı büyüklüklere ve şekillere sahiptirler. İçinde bulunmakta olduğumuz maddi dünyadaki, meydana gelen değişimlerin ya da olayların bahsedilen atomların farklılıklarından meydana geldiğine inanılmıştır. Bahsedilen değişim atomların birleşme ya da ayrılma durumdan ibaret olmaktadır.

Atomculuk felsefesinin, ilk olarak nasıl oluştuğuna dair kesin bilgiler vermek oldukça zordur ancak Leukippos, bu konu hakkında fikirlerini beyan eden ilk isimdir. Bu düşünceyi daha düzenli bir şekilde irdeleyen kişi ise Demokritos olarak karşımıza çıkmıştır. Özellikle felsefecilerin evreni anlamlandırmak adına ortaya atmış oldukları Atomculuk öğretisine göre: Maddenin kendisinden oluştuğu, görünmeyen ve bölünemeyen en küçük birim olan atomlar, ezeli ve ebedidirler; var olan her şey boşluğa dağılmış olan atomlardan ibarettir¹.

Demokritos'un atomculuk öğretisinde maddeler; küçük bölünemez kürelerden oluşmaktadırlar. Atomculuk öğretisindeki atomus ifadesi de bu kürelerin bölünemez anlamından çıkarılmıştır. Leukippos ve Demokritos evren ile ilgili olan felsefi düşüncelerinde konu ile ilgili olarak üç ortak durumdan bahsetmişlerdir. Bahsedilen bu ortak durumlar: Sertlik, şekil ve büyüklük olarak ifade edilmiştir. Bunlardan sertlik kavramı atomların bölünmesine engel olan tek özellik olarak görülmüştür. Ortak yönlerden olan şekil özelliği ise; atomların, tek bir şeklinin

¹ Caner Taslaman, Kuantum Teorisi Felsefe ve Tanrı, İstanbul Yayınevi, 12.Baskı, İstanbul, 2014, s.26

olamayacağı farklı atomların farklı şekillerde bulunacağı yönündeki düşüncedir. Üçüncü olarak ifade edilen büyüklük özelliği, atomların büyüklüklerinin çeşitli olduğunu kapsamaktadır. Demokritos'a göre atomlar, aşkın (müteal) bir prensipten almadıkları, ama özlerinden gelen sürekli bir harekete sahiptirler. Onları hareket ettiren bu içsel kuvvet zorunlu bir şekilde etki yapar². Demokritos'un bu cümlelerle ifade etmek istediği husus, büyük sistemlerde tek gerçek olarak atomların bilinmesidir. Ona göre, atomlar dışında her şey manevi doğa ile bağlantılıdır.

Atomculuk öğretisinin ortaya çıkmasıyla beraber, evren hakkındaki düşünceler ve bilimin ilerleme yönü mekanistik bir düzene dönmeye başlamıştır. Evren üzerinde var olan determinist doğaya sıkı sıkıya bağlanılmış ve ardından gelecek olan ilerlemeleri de oldukça etkilemiştir.

Demokritos'tan sonra atomculuk öğretisinin felsefi yönü hakkında düşünce üreten filozoflardan bir diğeri de Epikuros olmuştur. Her ne kadar Demokritos'un düşünceleri ile bazı önemli noktalarda farklılıklar olsa da Demokritos'un fikirlerinin yayılmasındaki etkisi büyüktür. Demokritos'un evren görüşü ile Epikuros'un evren görüşü karşılaştırıldığında, Epikuros'un evren üzerinde mutlak determinist bir felsefeye inanmış olduğu değil evren üzerinde daha çok rastlantısal bir mekanizmaya inandığı ortaya çıkmıştır. Epikuros'un bu görüşlerini takip eden ve destekleyen diğeri bir filozof ise Lucretius olmuştur. Lucretius'a göre: "Hiçten, hiçbir şey çıkmaz" ve bu aksiyomu geliştiren Lucretius, şeylerin yani atomların düzenli aralıklarla birbirleri ile birleşmesi sonucu gerçekleştiği düşüncesine varmıştır³. Lucretius'a göre burada ifade edilmiş haliyle atomlar, doğada var olan nesnelere birer özleri durumundaydılar. Lucretius, nesnelere atomlardan var olduğuna inanmıştır. Evrende var olan ya da var olacak olan her şeyin boş bir uzaydan ve cisimlerden meydana geldiğini savunmuştur.

² Karadaş, Çağfer (2004). Atomcu Düşünceler ve Kelam Atomculuğu. Kelam Araştırmaları Dergisi, 2:1, 59

³ Karadaş, Çağfer (2004). Atomcu Düşünceler ve Kelam Atomculuğu. Kelam Araştırmaları Dergisi, 2:1, 62

İlk çağlarda karşımıza çıkan evren hakkındaki bu söylemlerin iyi bir şekilde ayrıştırılması gerekir çünkü atomculuk öğretisindeki atom kavramı ile fizik bilimindeki atom kavramı birbirinden çok farklı anlamlar taşımaktadırlar. Bahsedilen bu kavramlar ne kadar birbiri ile bağlantılı olsalar da aynı şey anlamına gelmezler. Ancak her iki atom görüşünde de evren üzerinde gözlemler gerçekleştirilerek, gözlenemeyen parçalar hakkında bilgi sahibi olmaya çalışılmıştır.

İlk çağlarda evren hakkındaki düşünceler sadece atomculuk felsefesi ile sınırlı değildir. Evren üzerine tartışmaların önemli bir parçasını oluşturanlardan Eelalı Zenon, özellikle evrende hareketin ilkeleri ile alakalı olan paradokslarıyla bilim tarihinde önemli bir yere sahiptir. Bahsetmiş olduğu paradoksların önemi; evrende gördüğümüz ya da tanımlamaya çalıştığımız ifadelerin, zaman kavramı üzerinden yorumlanması için çalışılmasıyla; dört boyutlu evreni sınırsız sayıda ölçülebilir boyutlardaki sınırlı noktalardan oluştuğu şeklinde bambaşka bir evren çizilmiştir⁴.

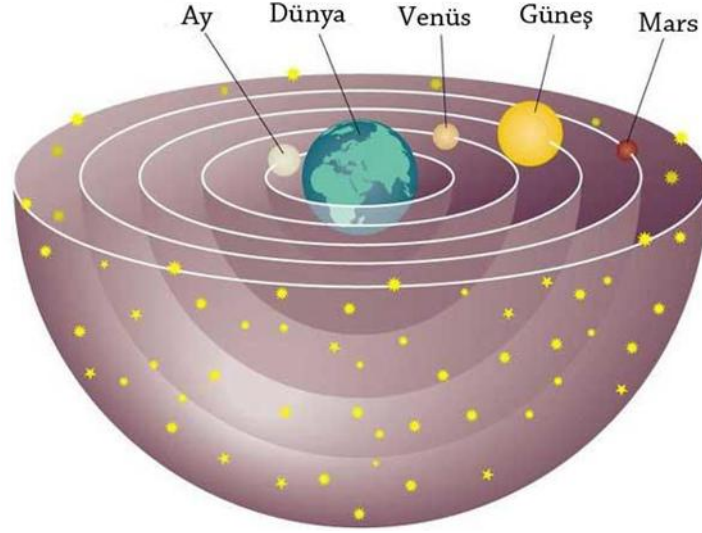
Ayrıca bu paradokslarla bilinir ki, evrendeki hareketi anlamak aynı zamanda evreni anlamaya eş değerdir. Aristo'ya göre de bu husus oldukça önemli bir konudur. Bilim tarihinde Aristoteles, genel bir yanılğı olarak sadece dört element hakkındaki söyledikleri ile anımsanmaktadır. Ancak Aristoteles, bilim tarihinde, evren üzerinde meydana gelen hareket ile ilgili oldukça önemli olan tanımlamalar yapmıştır. Hareket ile ilgili olan bu tanımlamalar daha sonra fizik bilimi için de aydınlatıcı bilgilerdir.

Aristo, evren üzerindeki hareketin iki şekilde var olacağını söylemiştir. Bunlardan biri, kuvvetle meydana gelen hareket; diğeri ise cisimlerin evren içerisinde meydana getirdikleri doğal hareketlerinden ya da eğilimlerin ortaya çıkan hareket olduğunu savunmuştur. Aristo aynı zamanda yer merkezinin oluşumunu, toprağın gelişigüzel bir şekilde evrenin merkezinde toplanmasıyla açıklamıştır. Dünyanın küresel bir şekle sahip olduğu görüşüne en başından beri inananlardan olmuştur ve Dünya'nın evren modeli hakkında Kopernik'in görüşlerine kadar olan

⁴ Torun, Cem Güney(2013).Bilim Tarihi Işığında Görelilik Teorileri, Kuantum Mekanığı ve Her Şeyin Teorisi.

zaman içinde, yer merkezli evren modelini geliştiren kişidir. Aristo'nun kurmuş olduğu bu model daha sonra on yedinci yüzyıla kadar pek de tartışılmayacak olan Batlamyus ya da diğer bir adıyla Ptolemy sisteminin oluşmasını sağlamıştır.

Şekil-1: Batlamyus ve Aristo'nun astronomik, yer merkezli evren modeli.



Kaynak:<http://bilgioloji.com/pages/fen/astronomi/kimdir/batlamyus-ptolemy-kimdir/>

Aristo düşüncesine göre; evrenin olması gerektiği en mükemmel şekli küredir. Ona göre evren küreseldir ve sonludur. Bir tek evrenin varlığı üstündür ve bu yüzden de evren dışı ya da evren ötesi diye bir şey söz konusu değildir. Aristo'nun bahsettiği evren modeline göre, evren iç içe geçmiş kürelerden meydana gelmektedir. Aristo evreni Ay-altı ve Ay-üstü olarak ikiye ayırmaktadır. Aynı zamanda bütün bu sistem içinde Ay da dâhil olmak üzere, her gezegene ait olan bir küre bulunmaktadır.

1.2. Yer Merkezli Evrenden Güneş Merkezli Evrene

Fizik ile ilgili çalışmalar sırasında, fizik bilimi içerisinde uzun bir süre hâkimiyetini sürdüren konulardan biri; yer merkezli evren hakkındaki görüş olmuştur. Yer merkezli evren görüşü oldukça uzun yıllar çok ciddi bir şekilde savunulmuştur. Dönemin din adamlarının konu üzerinde destekçi olması; yer merkezli evren modelinin bilimsel bir tartışma olmaktan çıkıp daha kutsal bir boyuta geçmesine nedendir.

Bütün bu gelişmelerden daha sonra Kepler'in Ay ve Güneş tutulmaları hakkında yapmış olduğu çalışmalar ve beraberinde gezegenler üzerine gerçekleştirdiği araştırmalar daha başka bir evren anlayışının olması gerekliliğini öngörmüştür. Kepler'in çalışmalarından, kendi araştırmalarından ve gözlemlerinden hareketle Kopernik, başka bir evren modelini bilim dünyasına sunmuştur. Kopernik' evren modeli; Güneş merkezli bir evren modelidir ve Yer'i de bir gezegen gibi düşünülerek Güneş çevresinde dolandıran, yeni bir evren modeli tasarlanmıştır.

Kopernik'e göre, gözlemlenebilen hareketler ya gözlemcinin hareketinden ya da gözlemlenenin hareketinden veya her ikisinden meydana gelmektedir. Eğer her ikisinde de aynı yönde aynı hızla bir hareket mevcutsa burada zaten hareket gözlemlenemez olur. Kopernik'in inanmış olduğu bu gibi söylemlerin ışığında, evrende meydana gelen günlük bir hareketin meydana gelebilmesi için Yer'in kendi etrafında yirmi dört saatte bir dolanım gerçekleştirmesi gerekliliğini ifade etmiştir. Evren, her şeyi içinde barındıran sabit bir düzene sahip sistem olarak tasvir edilmektedir. Evren içerisinde meydana gelen hareket kavramından da bahsedilirken, evrenin var olması için gereken bir zorunluluk olarak görülmekten daha çok evrenin bir parçası olarak ifade edilmeye çalışılmıştır. Bunun doğa felsefesine egemen olan ağırlık ve hafiflik kavramlaştırmalarından kaynaklandığını ortaya koyan Kopernik, bunların açıklayıcılıktan uzak olduklarını ileri sürmüştür⁵. Kopernik'e ait olan evren modelinde Yer, evrenin merkezi olarak değil de sadece evrene ait olan bir ağırlık merkezi olarak anlatılmıştır. Böylece Ptolemaious'un tanımlamak istediği evren modelinde, gezegenlerin hareketinden dolayı ortaya çıkan astronomik sorunu da çözmeyi başarmıştır.

Kopernik'in araştırmaları ve gözlemleri sayesinde evren hakkında ulaştığı bilgiler içinde bazı problemler de bulunmaktaydı. Örneğin, o kadar zorluğa karşın Yer'e herhangi bir hareket verilmesi başarılmış olsa bile bu hareketin fiziksel olarak

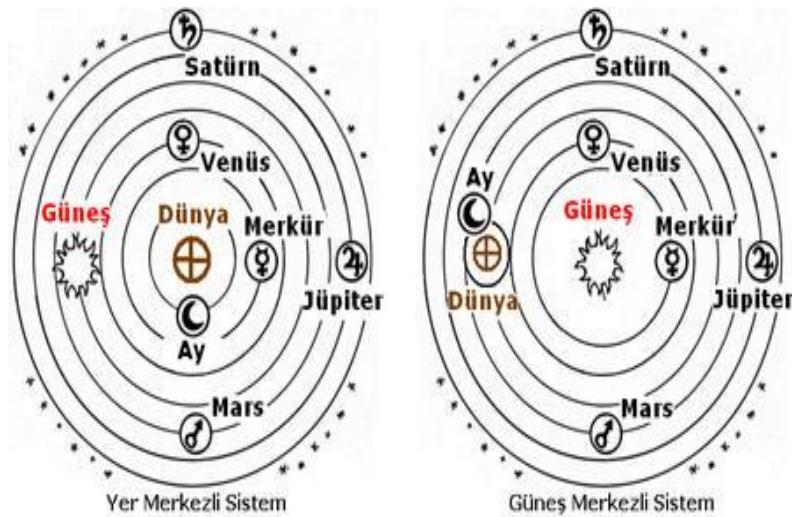
⁵ Seda, Özsoy(2015). Güneş Merkezli Evren Anlayışı: Kopernik, Kepler ve Galilei Neyi Değiştirdi? *Felsefe ve Sosyal Bilimler Dergisi*, Güz, sayı:20, s. 99

çözümlemeye çalışılması tek başına bir sorundur. Bunun çözümü ise zaten Kopernik'e ait değildir.

Kopernik'in ortaya koyduğu güneş merkezli evren modeli, hemen benimsenmemiştir Çünkü o zamanlarda bilimsel araştırmaların sınırlarını belirleyen kişiler din adamlarıydı ve bu durum yeni çıkan bir düşüncenin benimsenmesini oldukça zorlaştırmaktaydı. Özellikle o zamanlarda, karşıt bir inancı savunmak din adamlarına yapılan bir isyan olarak görülmekteydi.

Güneş Merkezli Evren modelinde, Yer ile ilgili ortaya çıkacak hareket bilgisi kabul görmüş olsaydı; oluşacak yeni sorunlara ilişkin çözümler bulunmamaktaydı. Bu tür sebeplerden ötürü Kopernik'in yeni evren modelinin kabul edilmesi oldukça zorlaşmıştır. Kopernik'in ortaya koyduğu Güneş merkezli evren modeli ile birlikte eski zamanlardan beri süregelen yer merkezli evren modeli anlayışı ciddi şekilde sarsılmıştır ve ardından gelen çalışmalarla ilerlemeler sağlayacak Kepler ve Galilei'nin sayesinde çağdaş astronomiye zemin hazırlanmıştır.

Şekil 2: Yer Merkezli Evren ve Güneş Merkezli Evren Sistemi



Kaynak: <http://bilgikapsulu.com/batlamyus/>

Kopernik'in ortaya koyduğu evren modeline tamamen bilimsel bir açıdan bakıldığında aslında ne kadar yanlış ifadelerle dolu olduğunu görmek çok kolaydır. En basitinden ve en önemlisinden bir örnek verirsek; evren modelinde bahsetmiş

olduğu yörüngelerle ilgilidir. İlgili olan bu durumda yörüngeler, evren modelinde düz birer çember olarak çizilmiştir ki bu durum sadece Antik Yunan'dan kalan bir romantiklikten ibarettir⁶. Antik Yunan döneminde yaşamış olan insanların, uzaya ve evrene bakış açılarında her zaman bir mükemmellik savı hâkim olmuştur. Uzaya ait olan her şeyin mükemmel olduğu düşüncesi, Kopernik dönemine kadar hâkimiyetini sürdürmüş ve izleri yörüngelerin sorunsuz birer çember olarak tasvir edilmesinde görülmüştür.

Kopernik çalışmalarıyla Yer Merkezli Evrenin yerini Güneş Merkezli Evren modeline bırakıyor olması o zamana kadar pek de yapılmayan bir durumun gerçekleştiğini göstermiştir. O zamana kadar her tarafı kaplamış olan Aristo fiziğinin Kopernik modeli ile sonlanmış olması bir başarı olarak görülmüştür. Güneş merkezli evren modeli çok yeni bir sistem olarak görülmekten daha çok; insan, doğa, evren anlayışına başka bir bakış açısı kazandırmıştır. Bu yanıyla Orta Çağ ile Yeni Çağ'ı ayırabilmeyi başarmış bir devrimdir. Bu model ile beraber insanoğlu yeni bir evren sistemini tanımıştır. Doğayı ve içinde yaşadığımız evreni anlayabilmek için sadece Aristoteles mantığının, ne kadar yetersiz olduğu anlaşılmıştır. Her şeyin içinde var olduğu düşünülen evren düzeni artık yok olmuştur. Bütün varlık hiyerarşisinin yeniden inşa edilmesi gerekliliği anlaşılmıştır. Kopernik'ten sonra Güneş merkezli evren modelinden daha başka işleyen bir anlayış ve matematiksel bir görüş yapılandırmaya çalışan bilim insanlar da olmuştur.

Bu bilim insanlarından biri olan Kepler'in evren üzerine çalışmaları uzun sürelerden sonra başarılarını ispatlamıştır. Kepler, özellikle Ay ve Güneş tutulmaları hakkındaki gerçekleştirdiği gözlemlere dayanarak; o zamana kadar elde bulunan verilerin, gök cisimlerinin hareketlerini incelemek için oldukça yetersiz kaldığına inanmaktaydı. Sayılar ve evren arasındaki harmoniye inanan Kepler, matematiksel uyumun hâkim olduğu bir evren tasavvur etmekteydi. Bu sebeple mesela daha önceki

⁶ Torun, Cem Güney(2013). Bilim Tarihi Işığında Görelilik Teorileri, Kuantum Mekanikliği ve Her Şeyin Teorisi

astronomlar gezegenleri tek başına ele alırken Kepler, gezegenlerin de kendi aralarında uyum içerisinde olduğu daha farklı bir sistem düşünüyordu⁷.

Kepler, daha önce evren üzerine çalışmalar yapan bilim insanlarının gezegenler arasında ortaya çıkan bağlantıya tam anlamıyla ulaşamadıklarını düşünmüştür. Bu yüzden en başından beri Kopernik sistemine olan inancı tam olan Kepler, sistemi matematik temellere dayandırmanın yollarını aramıştır ve bilim tarihine de Kepler yasaları olarak geçen yasalara ulaşmıştır. Keplerin önemli üç temel yasası şu şekilde ifade edilmektedir:

1. Yer de dâhil olmak üzere bütün gezegenler, odaklarının birinde Güneş'in bulunduğu bir elips üzerinde dolanırlar.

2. Güneş'i gezegene bağlayan doğru parçası, eşit sürelerde, eşit alanlar tarar.

3. Gezegenlerin periyodlarının karesinin Güneş'e olan uzaklıklarının küpleri ne oranı eşittir⁸.

Güneş merkezli evren modelinde, gezegenlere ait olan yörüngeler mükemmel tasarlanan çember gibi değil de daha çok eliptik şekilde tasvir edilmiştir. Bilinen bir gök cisminin hareketi, Güneş' e olan uzaklığı referans alınarak değişen hızlarda gerçekleştiği görülmüştür. Gezegenlerin hareketi üzerine yapılan bu gibi görüşler gezegenler üzerine yapılan farklı çalışmaların neticesinde netlik kazanmıştır. Kepler sayesinde de Güneş Merkezli Evren modeli bir matematik formuna girebilmiştir. Böylece bilinen eski evren sisteminin sarsılarak yeni bir evren düzeni inşa etmenin gerekliliği ortaya çıkmıştır. Galilei'nin çalışmaları da bu inşanın hızlanmasını sağlamıştır.

⁷ Prof.Dr Bayram Ali Çetinkaya, Doğu'dan Batı'ya Düşünce Serüveni, İnsan Yayınları, 1.Baskı, İstanbul, 2015, s.971

⁸ John T. Cushing, *Fizikte Felsefi Kavramlar I, Felsefe ve Bilimsel Kuramlar Arasındaki Tarihsel İlişki*, Çeviren: B. Özgür Sarıoğlu, Sabancı Üniversitesi Yayınları, İstanbul 2003, s. 102-105

1.3. Galileo Galileinin Evren Anlayışı

Galileo Galilei, fizik ve astronomi alanlarında yapmış olduğu çalışmalarla modern bilimin temelini oluşturmuştur. Aynı zamanda fizik biliminin, matematiksel ve deneysel bir özellik kazanmasını sağlamıştır. Fizik, matematik ve astronomi gibi bilim dallarında gerçekleştirmiş olduğu çalışmalarla bilimde devrimler gerçekleştirmiştir. Galilei, evren üzerine çalışmalarını gerçekleştirirken daha çok hareket kavramı üzerine yoğunlaşmıştır. Hareket kavramı çerçevesinde yaptığı araştırmalar sonucunda, klasik mekaniğin temellerini kurmayı başarmış ve güneş merkezli astronomi modelinin mantığını geliştirmiştir.

Evren üzerine araştırmaların odağını oluşturan Kopernik ve Kepler ile başlayan süreç Galilei ile devam etmiştir. Galilei daha öncesinde bilim içinde yapılan çalışmaların, deneye dayalı bilim açısından eksik yönlerini eleştirmiş ve deneye dayalı bilimin gelişmesine de katkılarını gerçekleştirmiştir. Galilei yaptığı çalışmalar sonucunda, bulduğu sonuçlarla Kopernik'in geliştirmiş olduğu evren modeline daha yakınlık göstermiştir. Güneş merkezli evren modelini, daha mantıklı ve daha açıklayıcı bir evren modeli olarak kabul etmiştir.

Gezegen ile ilgili olan araştırmalarında Galilei, Ay ile ilgili incelemeler de yapmıştır. Ay üzerine gözlemler yapan Galilei, Ay'da bulunmakta olan dağları, vadileri ve kraterleri ispatlamasıyla beraber; Aristoteles'in kendisinden önce geliştirmiş olduğu evren algısının tamamen yok olmasını sağlamıştır. Galilei yapmış olduğu gözlemler ile Venüs'ün safhalarını bulmayı da başarmıştır. Venüs gezegeni üzerine gerçekleşen bu gözlem Galilei için oldukça önemlidir. Daha önceki açıklamalar ve evren hakkındaki inanılan bilgilere göre Venüs gezegeni Ay şeklindeydi ve sürekli aynı uzaklıkta durduğu bilinirdi. Galileo'nun gözlemlerine göre ise Venüs her zaman hilal şeklinde görünmüyordu, bu da sürekli hareket ettiği anlamına gelmekteydi. Daha başka önemli incelemelerinden biri incelemesi Jüpiter çevresinde gerçekleştirdiği gözlemdir, yapmış olduğu gözlemler ile Jüpiter etrafında dört tane uydu tespit etmiştir. Bu uyduların tespiti ile de Batlamyuscu evren anlayışının yıkılmasını desteklemiştir.

Galilei, Güneş Merkezli Evren Model'ini desteklemiş ancak buna rağmen evren modelinde eksiklikler olduğunu dile getirmiştir. Galilei İki Büyük Dünya Sistemi Üzerine Diyaloglar ismi ile yayınladığı kitabında Güneş Merkezli Evren Modeli üzerine bu eksiklikleri tartışmış, bu tartışmayı da din adamlarının fazla dikkatini çekmeyecek bir üslup kullanarak yayınlamayı tercih etmiştir.

Galilei, gözlemlerini gezegenler üzerine sınırlamamış ayrıca Güneş üzerine de çeşitli gözlemler gerçekleştirmiştir. Güneş üzerine yapmış olduğu gözlemlerin neticesinde ulaştığı sonuçlarla; Güneş üzerindeki Güneş lekelerini yayınlarak, Aristoteles'in Güneş mükemmeldir savını çürütmüştür. Bundan ötürüdür ki; Aristoteles görüşlerine oldukça bağlı olan din adamlarının dikkatini çekmiştir ve yaptığı yayınlar nedeniyle kâfir ilan edilmiştir. Başlarda bahsedildiği gibi Galilei, evrendeki hareket ve mekanik sistem üzerine önemli çalışmalar gerçekleştirmiştir. Galilei'yi bu araştırmalara iten en önemli sebep Kopernik'in evren modellerinde rastladığı sorunlardır. Bilindiği üzere Kopernik'in Güneş Merkezli Evren Modeli ile beraber Dünya'nın hareket halinde olduğunun kanıtlanması; Dünya'nın evrenin merkezinde durağan olmadığı, aksine güneşin de kendi ekseni etrafında hareket ettiği tezi için çok köklü antik bir kırılmadır⁹.

Evrende meydana gelen hareketlerin bir matematiksel temele dayandığına inanan Galilei, evrende incelenen olgulara ve varlıklara ait olan özelliklerin önermelerden doğduğunu kanıtlayabilmiştir. Evren üzerine araştırmalarını gerçekleştirirken de bu sınırlar üzerinden gitmeye özen göstermiştir. Aristo'dan beri süregelen ereksel açıklamaları bilimin üzerinden atmak için çabalamıştır. Galileo, özellikle evrendeki hareket üzerine üç tane kitap yazarak bu konuya açıklık getirmeyi çalışmıştır. Hareket üzerine yazmış olduğu eser bunlardan ilkidir. İkinci kitabı ise Kepler ve Kopernik'in evren modelleri ile alakalı olup yukarıda da bahsi geçen İki Büyük Dünya Sistemi Üzerine Diyaloglar kitabıdır. Üçüncü kitabı da İki Yeni Bilimin Matematiksel İspatı Üzerine Söylem adlı eserdir.

⁹ Prof.Dr Bayram Ali Çetinkaya, Doğu'dan Batı'ya Düşünce Serüveni, İnsan Yayınları, 1.Baskı, İstanbul, 2015, s.991

Galilei'nin evrendeki hareket konusunun üzerine bu kadar yoğunlaşmasını sağlayan, en başından beri eylemsizlik ilkesine olan ilgisidir. Galilei'den önceki dönemlerde; Aristoteles, inanmış olduğu hareket kavramının tanımını iki şekilde ifade ederdi. Ona göre hareket; doğal ve zorlanmış olmak üzere iki türe ayrılmaktaydı ve bahsedilen her iki harekette doğal gereği birbirinden oldukça farklıydı. Aristoteles basit gözlemleri referans alarak, durağan bir cismin hareket etmesinin sebebini ona tesir eden dışsal bir faktöre bağlamaktaydı ki bu zorlanmış hareketti¹⁰.

Aristoteles'in kurgulamış olduğu hareket üzerine sistemde; bir cismin üzerinde hareketin meydana gelmesi için o cisim harekete geçirebilecek nitelikte bir kuvvet olması şart görülmüştür. Aynı cismin harekete devam edebilmesi yine aynı ortamda bulunan kuvvetin devamlılığına bağlıdır. İşte bahsedilen bu durum Galilei tarafından daha farklı şekilde açıklanmıştır. Galilei'ye göre bahsedilen her iki harekette zaten temelde aynı harekettir. Eylemsizlik ilkesine göre; kendi halinde olan bir cismin hareketi herhangi bir kuvvet etkisi altında kalmadığı müddetçe korunur. Yeni bahsedilen cisim hareket halindeyse hareketine devam etme isteğinde olacak ya da durağan ise durma eylemine devam etme isteğinde olacaktır. Galilei'nin basit bir şekilde ifade etmeye çalıştığı bu durum, Newton'un formüle etmesiyle beraber yeni bir hareket kavramının temellerini oluşturmuştur. Galilei'nin evren ve evrenin mekanik sistemi üzerine yapmış olduğu bu araştırmaların neticesinde bilim içerisinde kökleşmiş Aristoteles düşüncesine karşıt fikirler oluşturmuştur. Galilei'nin doğa hakkında olan çalışmaları bu araştırmaların sayesinde ulaşılmış olduğu evren sistemi üzerine ve bilim tarihinde düşünce yapısına sağladığı katkılar sıralanırsa:

1.Galilei, doğanın, matematik bir yapıda olduğunu ileri sürerek Aristoteles'e karşı yeni bir evren anlayışı oluşturmuştur.

2.Eylemsizlik ilkesini açıklayarak fizik bilimindeki gelişmelerin önünü açmıştır.

¹⁰ Prof.Dr Bayram Ali Çetinkaya, Doğu'dan Batı'ya Düşünce Serüveni, İnsan Yayınları, 1.Baskı, İstanbul, 2015, s.991

3. Teleskopla gökyüzünü gözlemleyerek Aristotelesçi doğa anlayışı üzerine dayandırılmış olan evren tasarımının yıkılmasını sağlamıştır¹¹.

Galilei'nin yaptığı tüm araştırmalardan bilimi ilgilendiren en önemli durumlardan biri; serbest düşme hareketi ile ilgili yaptığı çalışmalar olmuştur. Bu problemleri çözmek amacıyla yapmış olduğu çözümlerinde sürtünme kuvvetini yok saymış ve bir ortamda serbest düşmeye bırakılan bütün cisimlerin, aynı anda aynı yere vardıkları sonucuna ulaşmıştır.

Serbest düşme hareketi ile ilgili olan bu ispatından daha sonra aynı deneyleri eğik düzlem üzerinde gerçekleştirerek de farklı deneyimler elde etmiştir. Yine bu deneylerinde de sürtünme etkisinin ihmal edildiği ortamlar kullanılmıştır ve eğer herhangi bir cisim üzerinde herhangi bir etki yoksa cismin aynı konumunu koruyacağını ve hareketin başlaması için de bir itkinin olmasının şart olduğu tezini desteklemiştir.

Galilei'nin yapmış olduğu bu deneyler sayesinde Newton bugünkü ismiyle eylemsizlik ilkesini bilim dünyasına kazandırmıştır. Galileo başından beri kafasındaki Batlamyuscu ve Kopernik astronomisine dayanan en temel sorunu böylece çözmüş oldu. Serbest düşme hareketine bağlı olan eylemsizlik prensibi ile Dünya'nın dönmesi ile ilgili olan savlarını da kanıtlayabilmiştir. Konu ile ilgili öne sürülen matematiksel ve fizik bilimine bağlı olan itirazları da bu şekilde çürütmüştür.

¹¹ John Losee, *A Historical Introduction to The Philosophy of Science*, Oxford University Press, New York 1972, pp. 51-52.

İKİNCİ BÖLÜM

KLASİK FİZİK

2.1. Kopernik'ten Newton'a Klasik Fiziğin Gelişimi

Fizik bilimindeki düşünce hâkimiyetinin değişmesi, on altıncı ve on yedinci yüzyıllarda meydana gelmiştir. Bu dönemler içerisinde aynı zamanda; evren ile alakalı olan inançlar oldukça canlı ve doğal evren anlayışından çıkılarak, saat gibi sistematik bir şekilde işleyen mekanik bir evren anlayışına doğru devrilmiştir. On yedinci yüzyıl bilimi, Descartes'in tasarladığı doğanın matematiksel bir şekilde betimlenmesini ve analitik akıl yürütme yöntemini kapsayan, Francis Bacon tarafından da güçlü bir biçimde savunulmuş olan yeni bir araştırma yöntemine dayalıdır¹².

Kopernik'in savunduğu Güneş Merkezli Evren Model'inden insan aklı oldukça etkilenmiş ve insanoğlunun bilim ile ilgili hedefleri değişime uğramıştır. İnsanların kendini, evrenin temel bir parçası olarak görme durumu yerini; evrende sadece bir toz taneciği olduğu görüşüne bırakmıştır. Bu gibi düşüncelerin neticesinde ve gelişen araştırmalarla beraber Johannes Kepler tarafından, sistem hakkında ortaya çıkarılan buluşlar sayesinde bu görüşler daha da desteklenir olmuştur. Özellikle, Galileo Galilei'nin teleskobu kullanmasının verdiği avantajla beraber, evren üzerinde yapmış olduğu gözlemler ve araştırmalar, evrende var olan sistemin mantıksal yapısını oluşturmasına katkı sağlamıştır. İnanılan ve bilinen eski kozmolojiye olan bakış açısı çökertilmiştir.

Hareket kavramı üzerine geliştirilen açıklamalar ya da dengedeki cisimler ile alakalı oluşturulan tanımlar on yedinci yüzyılda ortaya çıkan evren görüşü hakkında değişime gidilmesine sebep olsa bile tam anlamıyla köklü bir değişim sağlanamamıştır. Dinamik kuram, herhangi bir cismin bulunduğu konumdan daha farklı bir konuma doğru yönelmesini veya yer değiştirmesini kontrol eden

¹² Nevzat, Can(2009). Mekanistik Evren Anlayışı ya da Hakikatin Bilgisinden Fenomenler Bilimine, *Kayı Dergisi*, 2009/13

mekanizmayı ifade etmekte oldukça yetersiz kalmıştır. Bu duruma neden olarak da zaman kavramının o dönemlerde doğru bir şekilde kullanılamamasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Herhangi bir cisme ait olan hız ya da ivme ile alakalı bilgilerin hatasız kaydedilmesi gerekmektedir ve bu durumun çözümü de Galilei tarafından sağlanmıştır. Galilei, sarkaçları zamanı doğru hesaplayabilmek için kullanmıştır. Zamanı hesaplayabilmek adına sarkacın kullanılabilir hale getirilmesi o dönemin şartlarında fizik bilimi için oldukça önemli bir gelişme sayılmıştır. Fizik bilimi içinde, Galilei ile gelişen dinamik kuramında, herhangi bir cisme uygulanan kuvvetin hızı değil de ivmeyi gösterdiği savunulmuştur. Bir parçacığa ait olan veya üzerinde bulunan herhangi bir noktaya ait olan hız, burada da ifade edilmek istendiği şekliyle konumun zamanla değişimi olarak gösterilmiştir. Fizik içerisinde hız, vektörel bir nicelik olarak ifade edilir. Yani hızın, belirtmiş olduğu değer kadar belirtmiş olduğu yön de önemlidir. Hızın zamanla değişimi ise bize ivmeyi vermektedir ve ivme, fizik içerisinde vektörel nicelik olan diğer kavramlardan biridir.

Galilei, fizik ile ilgili yapmış olduğu başka araştırmaların neticesinde, bir cisme etki eden çekim kuvvetinin, cisme ait olan ivmeyi kontrol etmekte olduğunu fakat aynı şekilde cisme ait olan hızını doğrudan kontrol edemediği görüşünde bulunmuştur. Oysaki bu durum Galilei'den daha öncesinde yaşamış olan Aristo ve ona inanan diğer bilim insanları için geçerli değildir.

Galilei'nin fizik hakkında ortaya çıkarmış olduğu çalışmaların daha öncesinde, fizik bilimi ile ilgili birtakım sorunlar, problem olarak tanımlanmıştır. Bu sorulara örnek gösterileceklerden biri Kopernik ve eski Yunan astronomlar tarafından ileri sürülmüş olan, Dünya'nın bir taraftan kendi eksenini etrafında dönerken diğer bir taraftan Güneş etrafındaki hareketi ile ilgili olandır. Burada merak edilen, bu dönüşlerin hızı saatte binlerce kilometreye varmasına rağmen bizim bu hareketi nasıl hissetmediğimizle ilgilidir. Aristoteles fiziği bunun cevabını veremez, çünkü Aristo fiziğine göre uzayda meydana gelen herhangi bir hareketin, bütün dinamik durumları etkileyeceği görüşü savunulmuştur. Tüm bu durumlar ve bunun

gibi evrenle ilgili açıklanamayan hareket sistemi, Galilei çalışmalarıyla başarılı sonuçlara ulaştırılmıştır.

Galilei'nin özellikle ilgilendiği konulardan biri de nesnelere kütle çekimi etkisi altındayken hareketleri ile ilgilidir. Galilei'ye göre, bir cisim eylemsizlikten kurtulduğu anda, hangi hareket durumunda olursa olsun harekete dair olan hız; ancak ve ancak o cismin serbest bırakıldığı andan itibaren ulaşmış olduğunu noktanın düşey uzaklığına bağlı olacaktır. Burada cismin başladığı noktaya geri gelmesi için sisteme ait olan hız daima yeterli görülmektedir. Bununla beraber, yerden belirli bir yükseklikte bulunan herhangi bir cismin yüksekliğine bağlı olan sistemde depolanan bir enerjisi vardır. Bu enerjiye sisteme ait olan gravitasyonel potansiyel enerji de denilmektedir. Bu enerji, cismin hareketiyle değişime uğrayan yani cisme ait olan hıza bağlı kinetik enerjiye dönüşebilir ve bu değişim sürekli tekrarlanabilir. Burada sistemde depolanan enerji, bir bütün olarak ne kaybolur ne de geri gelmiş olur.

Galilei tarafından açıklanmaya çalışılan bu iki önemli kavram, hem enerji ile ilgili olan hem de Dünya'nın hareketi ile ilgili olan açıklamalar birleştirilerek fiziğin temel yasalarından biri haline gelmiş; enerji korunum yasası oluşturulmuştur. Galilei'nin, fizik hakkında ortaya koyduğu önemli savlarından bir diğeri hava sürtünmesi hakkında olmaktadır. Galilei, hava sürtünmesi olmadığı durumlarda serbest bırakılan tüm cisimlerin yerçekiminin etkisi altında aynı hızda düşeceklerine inanmıştır ve bunu kanıtlamıştır. İşte bu öngörü daha sonra kendisinden üç yüz yıl sonra ortaya çıkacak olan Einstein'ın görelilik ilkesini, referans sistemlerinin ivmesini de kapsayacak şekilde gelişmesini sağlayacak ve yerçekimi ile ilgili olan genel görelilik kuramının oluşmasında temel olacaktır. Galilei'nin fizik bilimi üzerine kurmuş olduğu bu sağlam mantık temelleri üzerine daha sonrasında Newton büyük bir yapı kurarak günümüze kadar gelecek olan sağlam bir fizik dünyası kurmuştur.

Newton'nun kendi devrimi olarak sayılabilecek çalışmalarını sunarken sadece Galilei değil; Galilei'den daha önce başarılı çalışmalarını oluşturmuş olan Kopernik, Kepler, Descartes'in çalışmalardan da oldukça faydalanmıştır. Bilinen çalışmaların sadece devamını getirmemiş aynı zamanda bu çalışmalar üzerinde çeşitli düzeltmeler

yapmıştır. Bunların devamında da çalışmalarıyla o ana dek süregelen Aristotelesçi fizik görüşüne yıkıcı bir darbe gerçekleştirmiştir. Bu başarısının içinde, Newton'un gözlem yeteneği ve bu gözlemlere dayanarak gerçekleştirdiği deneyler bulunmaktadır. Aynı zamanda matematiği bilimsel yöntemlerle çok iyi bir şekilde birleştirmeyi başarabilen nadir fizikçilerdendir.

Newton da Galilei'nin inandığı şekilde evrende meydana gelen oluşumların ya da parçacıkların hareketleri izlenilerek; evren hakkındaki çoğu durumun anlaşılacağına inanmıştır. Kütle, hız veya ivme gibi matematiksel ifadelerin, gerçekliğin değerini verdiğiğine inanmışlardır. Galilei'nin çalışmalarıyla ve sunduğu öngörüler sayesinde belirli bir değişime uğrayan hareket kavramı, daha sonrasında Newton tarafından Principia adlı eserinde ele alınarak, ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Newton'nun Principia adlı eseri, hareket kavramının tanımını ve bu kavramın derinliğini anlatabilmek adına çıkan en önemli eserlerdendir.

Eylemsizlik ilkesi, Aristoteles fiziğinde beri hareket sistemi içerisinde tartışılan en önemli konulardan biri olmuştur. Galilei'nin eylemsizlik prensibine göre, dışarıdan herhangi bir etki olmadığı müddetçe cisim konumunu sürdürmeye devam edecektir ya da hareket halindeyse hareketini sürdürmeye devam edecektir. En basit haliyle bu şekilde tanımlanan eylemsizlik ilkesi yine aynı şekilde gezegenlerin hareketleri üzerinde de anlamlandırılmaya ve ifade edilmeye çalışılmıştır. Tam bu noktada fizik üzerine akıllarda oluşan sorulardan biri, gezegenlerin Güneş çevresinde meydana gelen hareketleri sırasında nasıl hiç uzaklaşmadıkları konusunda olmuştur. Newton bu soruya cevap olarak, Platon'dan beri bilinmekte olan ve sayısal değerini de Galilei'nin hesaplamış olduğu gravitasyon ile bulmayı başarabilmiştir.

Yapay bir uydu kuramı ile ilgili olan temel bir felsefeyi açıklamaya çalışan Newton, ortaya çıkan durumu matematiksel olarak tanımlayabilmiştir. Kepler kanunlarını göz önünde bulundurarak gravitasyonu $F=M.m/r^2$ şeklinde formüle etmiştir ve bu durumun ardından konuyu gözlemsel olarak da kanıtlamıştır. Böylece fizikte tek bir ifadenin bütün evreni anlamakta ne kadar önemli olduğunu kanıtlamış ve bu kanuna evrensel çekim kanunu demiştir.

Başlıca beş gezegen, Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn, ayrı ayrı yörüngeleriyle Güneş'i kuşatırlar...Ay, Dünya'nın merkezine çizilen bir yarıçapla, tanımlama zamanına orantılı bir alan tanımlar...Sabit yıldızlar hareketsizken, başlıca beş gezegenin periyodik süreleri ve (ya Güneş'in Dünya etrafındaki ya da) Dünya'nın Güneş etrafındaki süresi, Güneş'ten ortalama uzaklıklarının 3/2'inci kuvveti gibidir...Sonra başlıca gezegenler, Dünya'ya çizilen yarıçaplarla, zamanlarına hiçbir şekilde orantılı alanlar tanımlamazlar, ama Güneş'e çizilen yarıçaplarla tanımladıkları alanlar, tanımlama zamanlarına orantılıdır¹³.

Newton'un fizik bilimi içinde yapmış olduğu çalışmalar sayesinde çeşitli ilerlemeler gerçekleşmiştir. Bunun ardında bilim dünyasında ise Newton fiziği kavramının doğmasını sağlamıştır. O dönemden itibaren fiziğin neredeyse büyük bir kısmı, Newton fiziği olarak anılmıştır. Newton fiziği adı altında toplanan bu başarılı çalışmalar insanoğlunun bilime olan ilgisinin ve güveninin daha fazla artmasını sağlamıştır. Üç hareket yasası gibi şeklinde fizikte devrim özelliği taşıyan yasaların daha fazla ortaya çıkması, klasik fiziğe olan inancın daha fazla benimsenmesine neden olmuştur. Fizik biliminde meydana gelmiş bu tür gelişmeler sayesinde aynı zamanda gözleme ve deneye dayandırılmış klasik fizik diğer bir adıyla Newton fiziği, kendinden önce var olmuş düşünce sistemlerini de yok etmeyi başarmıştır. Newton'nun yapmış olduğu çalışmaların neticesinde ortaya çıkanlar, fizik biliminin varacak olduğu son nokta olarak kabul edilmiştir. Bu durum öyle bir hal almıştır ki bir dönem Newton fiziğinin ötesinde başka bir şeylerin olmadığı görüşüne inanılmıştır. Newton fiziğinin içermiş olduğu teorik ifadeler kadar evrene dair olan felsefesinden de etkilenilmiştir. Newton düşünüründeki bilim insanları, determinist-mekanik bir evren görüşü benimsemiş bu felsefe bilim dünyasında yaygın inanç haline gelmiştir. Newton fiziğinin dayandırıldığı felsefe, oldukça realist bir anlayış barındırmıştır.

Newton fiziği felsefesinin temelini iki basit ilkenin oluşturulduğuna inanılmıştır: Basitlik ve tahmin edilebilirlik ilkeleri. Evren içindeki düzen sayesinde

¹³ John T. Cushing, Fizikte Felsefi Kavramlar I, Felsefe ve Bilimsel Kuramlar Arasındaki Tarihsel İlişki, Çeviren: B. Özgür Sarıoğlu, Sabancı Üniversitesi Yayınları, İstanbul 2003, s. 158-159

ortaya çıkan durumlar ya da evrende var olan nesnelere arasında meydana gelen durumların sebep-sonuç ilişkisi her zaman korunmuştur. Herhangi bir nesne üzerinde etkili olmuş bir kuvvet o cisim üzerinde sebep olurken o cismin başlangıçtaki durumunu bu nedenle değiştirmesi ise sonuç olarak kabul görmektedir. Bu iki durum arasındaki ilişki ise her zaman lineer olarak kabul edilmiştir. Newton'cu bilim insanları gözlem ile gözlenen cisim arasındaki ayrımı ifade edebilmeye çalışmışlardır bunu yaparken de kendilerini verilerden ayırdılar; tıpkı diğer verileri de buldukları çevreden ayırdıkları gibi. Yani ayırık gözlem nesneliğin yeni ölçütü olmuştu¹⁴. Bilim insanları ya da eski bilim insanları olarak bilinen kişiler, olayların tam içinde bulunma halini gözlemlemekte olduğu her şeyden ayırma durumu olduğunu belirtmişlerdir. Kısaca, klasik fizikte meydana gelen olaylar 'dışarıdan seyredilebilir' olmuştur.

Klasik fiziğin dayandırıldığı fizik felsefesi ile diğer bilim dallarını da açıklanmak için uğraşmıştır. Buna sebep olarak, klasik fiziğe ait olan sabit bir evren içinde kurgulanmış olunan güç ve gerçeklik kavramı herkes tarafından daha etkileyici bulunmasıdır. Newton fiziğinin içindeki değerler, sahip olduğu yöntemler ve bilim evrenine dair yapmış olduğu çalışmalar tüm batı sistemi üzerinde etkinliğinin büyümesine yol açmıştır. Kuvvet kavramı ile yeni tanımlamaları ortaya çıkarabilmesi, indirgemecilik ilkesi yani bütünü parçalara ayırma felsefesi ile açıklamalar yapması; evren içerisinde meydana gelen olayları sebep- sebep-sonuç ilişkisine dayandırılabilmesi bahsedilen şekliyle determinizm felsefesini üstlenmesiyle bu etkinliği sürdürebilmiştir. Newton'un evrene dair makine sistemi tasviri konu ile alakalı olan sağlam felsefelerden biridir. Evrene dair olan bu felsefi betimleme, insanların çalışma şekline etki eden bir döngüyü ortaya çıkararak dünya içerisinde endüstriyel yaşam ve düşünce tarzını doğurmuştur. Evren ile ilgili olan bu durumlar on yedinci yüzyıldan yirminci yüzyıl fiziğine kadar devam etmiştir.

¹⁴ Ian Marshall, Danah Zohar, Kim Korkar Shrödinger'in Kedisinden, Paradigma Yay., 4.Baskı, İstanbul,2006, s.22-23

2.2. Klasik Fiziğin Bilimsel Yöntemi

Bilimsel bilgi, genel geçerlilik ve zorunluluk iddiasına sâhiptir ve belirli bir problem alanıyla ilgili soru ve açıklamaların nesnel bağlamını içerir. Olgusal bilimlerde, ortaya çıkan tanımlar ve kavramlar; zaten olgusal olan bu bilimin olgusal olduğunu açıklamaya yönelmiştir. Yani olgusal dayanakları olmayan hiçbir açıklama bu tarz bilimlerin içerisinde bulunamaz. Matematik ve mantık yapılarını temele almış olan formel bilimlerde ise bu durum daha farklı oluşturulmuştur. Formel bilimler, olgusal düzene değil de saf mantık üzerine kurulmuş olan düzenle ilgilenirler. Olgusal içerikten yoksul olduklarından dolayı da sınanabilmeleri mümkün değildir. Burada anlatılmak istenen durum ise olgusal gerçeklik ve mantıksal geçerlilik arasındaki farklılıkların ortaya koyulmaya çalışılmasıdır. Bilim üzerine önemi büyük olan bu iki kavram birbirinden ayrılması gerekir.

On altıncı ve on yedinci yüzyılların içinde bilimde araştırmaların sayısının artması ve yöntemlerin çok fazla geliştirilebilmesi yüzünden; evren hakkında ortaya koyulan görüşlerin ve araştırmalar köklü değişimlere uğramıştır. İlk çağlardan beri evrenin canlı bir organizma olduğu inancı yerini, makine evren tanımına bırakmıştır. Kopernik, Bacon ve Newton ile sağlanan başarılarla beraber bu düşünce fizik bilimde zirveye oturtulmuştur.

Kopernik'in evren modeli olan Yer Merkezli Evren modelinin yıkılması ve yerini Güneş Merkezli Evren modelinin kabul görmesi yeni bir sistem arayışının başlangıcı olmuştur. Kopernik'in keşfiyle, insanın hayal gücü oldukça etkilenmiş ve hedefleri çok değişmiştir. Küçük, sınırlı bir dünyanın efendisi olmadığını artık öğrenmiş olan insan, sonsuz bir boşlukta ebediyen dönüp duran bir toz taneciğinin üzerinde sürünen bir parazite dönmüştür¹⁵. Evren üzerine tartışmalar hakkında tam bir devrimin yaşanması ise Galilei'nin evren üzerine olan çalışmalarından sonra gerçekleşmiştir. Galilei, evren ve ona benzer daha pek çok araştırma konusunda modern bilimsel yöntemlerden ilk bahseden kişidir. Galilei, evrenle ilgili olan

¹⁵ AKARSU, Bedia, (1998). Felsefe Terimleri Sözlüğü, İstanbul: Remzi Kitabevi, s.36

yasaları, matematiksel formüllerle birleştirerek tüm bir durumu bilimsel, uygun bir dille anlatabilmeyi başaran kişidir.

Modern bilimsel yöntemin gelişimine tanıklık etmek için yine aynı dönemde yaşamış olan Bacon ve Descartes'in konu hakkındaki tartışmalarını incelemek gerekir. On yedinci yüzyılda, Descartes'in ortaya attığı ve Francis Bacon tarafından destek gören analitik akıl yürütme yöntemi; evrenin matematiksel bir biçimde açıklanabilir olmasını sağlamıştır. Galilei, deneysel yöntem üzerine çalışmalar yaparken, Bacon ise deneysel yöntemin doğruluğunu kanıtlamayı başaramamıştır.

Bilimde tümevarım yöntemini geliştiren ve formülleştiren ilk kişi Bacon'dur. Bacon'a göre; Aristoteles'in bir mantık kitabı olarak ortaya çıkardığı Organon, hiçbir anlam ifade etmemekteydi. Ona göre Organon kitabı, bilinen şeylerin tekrarından başka bir şey değildir. Bacon, Aristoteles'in Organon kitabı üzerine yapmış olduğu eleştirilerin üzerine kendine ait olan başka bir Organon kitabı yayınlamıştır. Bacon'a ait olan kitapta, savunmakta olduğu düşünce, Aristoteles mantığının aksine dayanan tümevarım yöntemidir. Bacon açıklamak istediği tümevarım yöntemini iki kola ayırmıştır. Hem teklerden hareketle teklere ilişkin bir şey söylenir, hem de yine teklerden hareketle tümele ilişkin bir şey söylenir¹⁶.

Evren hakkında yorum yapabilmek için de iki şey gereklidir; deneylerden birer aksiyom yaratabilmek ve aynı aksiyomlardan da tekrar yeni deneyler ortaya çıkarabilmek. Bilimsel süreçlerde deneyler bilginin kaynağıdır ve süreç içinde bilginin oluşumunda ise zihninde bir payı bulunduğu kabul edilmiştir. Tümevarım yöntemine ait olan bu kabul, tümevarım yönteminin zihin tarafından gerçekleşmesinden ötürü kabul edilmiştir. İnsan aklının sınırlarında, yeteri kadar aydın olan bir zihin için bilinen doğru yolu her zaman kendi başına bulabilecek güce sahip görülmüştür. Aristoteles, bilimsel bilgiyi tanımlarken; herhangi bir varlığın kendine ait olan tasvirleri nedenleri ile ortaya çıkarabilme durumu ifadesini

¹⁶ Sevim Tekeli, Esin Kahya, Melek Dosay, Remzi Demir, Hüseyin G. Topdemir, Yavuz Unat, Ayten Koç Aydın, Bilim Tarihine Giriş, Nobel Yay., 8. Baskı, Ankara,2012,s. 65

kullanmıştır. Burada bahsedilen nedensel biçimleri nasıl bulacağımız konusunda ise bize, tümel olan değil de tekil olan durumun bilgisine başvurulması gerektiğini söylemektedir. Bu konunun anlaşılması gereken önemli tarafı ise, bütüncül bir durumdan tekil bir duruma geçilmesi gerektiğidir. Örnek vererek anlatırsak; bütün insanların ölümlü olduğu önerme tümel bir önermedir ancak sadece bir kişinin ölümlü olduğu gibi tekil bir önermeye ulaşmak bilimsel bir işlemdir. Bütün insanlar ölümlüdür. Ali bir insandır. O halde Ali ölümlüdür¹⁶. Orta terim olarak kabul edilen terim ise burada insandır. Orta terim, bize her zaman önermelerin nedenlerini vermektedir. Yani, burada Ali'nin ölümlü olması insan olmasından kaynaklanmaktadır. Aristoteles'e göre bilimsel bir araştırmada aşağıdaki dört soruyu yanıtlamamız gerekir: Olgu sorusu (Özdeksel Neden): Varlık var mıdır? Neden sorusu (Biçimsel Neden): Varlık ne biçimde vardır? Varoluş sorusu (Etken Neden): Varlık Ne'den vardır? Öz sorusu (Ereksel Neden): Varlık niçin vardır?¹⁷

Öz sorusuna bir cevap bulunduğu zaman, orta terim olarak ifade edilen neden sorusuna ulaşmış oluruz. Bu noktada ise Aristoteles'e göre bilimsel araştırma sonlandırılmış olur. Bacon'a göre ise burada yanlış olan durum, evreni anlamaya çalışırken kullanılan yöntemlerle alakalıdır. Aristoteles'in evren üzerindeki mutlak hâkimiyetinin evreni anlamaya çalışırken insan aklını sınırlandırıldığına inanmıştır. Bu hâkimiyet özellikle, fizik ve matematik üzerine olan bilim evreninde sorunlar ortaya çıkarmıştır. Bilimde, bir konu üzerinde çalıştıkları problemleri, gözlemlere ve deneylere dayanarak çözmek yerine; sadece Aristo sınırları ile çözmeye çalışmışlardır. Bu nedendir ki o zamanlarda bilimde elde edilen bilgiler doğruluğu ve güvenilirliği tartışılmıştır. Aristoteles mantığının bilinenler üzerine yorum yapabilme yeteneği kullanılmıştır ancak yeni bir bilgi elde etme de hiçbir zaman kullanışlı olmamıştır. Bacon'a göre ise evren hakkında yeni bilgiler elde etmek için içimizde var olan algılarımızı kullanmamız yeterlidir. Algılar, hayalleri bozmak için kullanılan gerçeklerdir. Sahip olduğumuz algılar evreni olduğu gibi tasvir edemez burada daha farklı durumlar canlanmaya başlar ve insanda bulunan idoller yani ön yargılar her

¹⁷ Sevim Tekeli, Esin Kahya, Melek Dosay, Remzi Demir, Hüseyin G. Topdemir, Yavuz Unat, Ayten Koç Aydın, Bilim Tarihine Giriş, Nobel Yay., 8. Baskı, Ankara,2012,s. 65-66

şeyin önüne geçer. Evreni anlayıp tanımamız için öncelikle önyargılarımızdan kurtulmamız gerekmektedir. Evreni tanımlamak için kullanmamız gereken diğer önemli bir şey öz akıldır. İnsan akılı, evrene dair yapılan betimlemeler, açıklamalar bizim için gerekli araçlardan sayılmaktadır. Akılı daha güçlü hale getiren sistemler ise yöntemlerdir. Evreni tanımlama işleminde kullanılan yöntemler aklın; kavramlara ve kanunlara ulaşabilme gücüdür.

Descartes'e göre akıl; her insana eşit olarak dağıtılmış, doğru bilineni yanlıştan ayırt edebilme gücüdür. O zaman ortamda yer alan bu kadar yanlış bilginin kaynağı olarak sadece akıl gösterilmemelidir. Descartes buradan yola çıkarak da o kadar yanlışın bir araya gelebilmesinin ancak yanlış bir yöntemden kaynaklanmış olabileceğine inanmıştır.

Descartes, modern bilim felsefesinden bahseden ilk isimlerden biridir. Ona göre de bilimsel çalışmaların yapılmasındaki amaç evreni bütünsel olarak anlayarak, zihnin egemenliği altına girmesini sağlamaktır. Çünkü insan akılı ancak evreni anlayabildiği kadar var olacaktır. Descartes'in evreni anlamak için çıkarmış olduğu yöntemler, gerçek olanı bize açık ve seçik bir biçimde verdiği inandırır. O, bu tür açık ve seçik kavrayışı "saf ve dikkatli zihnin kavrayışını", 'sezgi' olarak adlandırmakta ve apaçık sezgi ve zorunlu tümdengelimden başka insan için hakikatin kesin bilgisine açık herhangi bir yol olmadığını iddia etmektedir¹⁸.

Descartes yönteminin temel kavramı şüphe dir. Descartes, güvenmemek için herhangi bir neden bulabildiği her şeyden şüphelenerek duruma başlar, ta ki şüphe olmayan kendisinin de ifade ettiği şekilde açık seçik olduğunu düşündüğü bir önermeye ulaşana kadar. Her yerde bilinen Descartes savı da bu inaniştan gelmektedir: "cogito, ergo sum" yani "düşünüyorum öyleyse (ben)im-varım"a ulaşmaktadır¹⁹. Descartes'in dayanmış olduğu bu felsefe üzerinden belirli bir sorunun bütün olarak değil de parçalı olarak incelendiğinde daha kolay çözümlenebilir

¹⁸ DESCARTES, René (1966) Aklın İdaresi İçin Kurallar, Çev. M. Karasan, İstanbul: Milli Eğitim Basımevi, s.12

¹⁹ Sevim Tekeli, Esin Kahya, Melek Dosay, Remzi Demir, Hüseyin G. Topdemir, Yavuz Unat, Ayten Koç Aydın, Bilim Tarihine Giriş, Nobel Yay., 8. Baskı, Ankara,2012,s. 229

olduğunu söyleyebiliriz. Descartes'in karşılaşmış olduğu herhangi bir problemi çözümlerken kullanmış olduğu bu yöntem, analitik çözümleme süreci olarak bilinmekte ve bilime yaptığı en büyük katkılardan biri olarak görülmektedir. Analitik yöntem ile modern bilim dünyasının gelişmesi ve evren içerisinde insanoğluna karmaşık gelen büyük projelerin gerçekleştirilmesine öncülük etmiştir. On yedinci yüzyıldan yirminci yüzyıla kadar olan dönemde, bilim içinde hiçbir zaman mutlak doğruluk kavramı kabul görmemiştir. Ancak yine de Descartes'in ortaya çıkardığı kartezyen düşünce sistemi her zaman varlığını koruyabilmiştir. Günümüzde de bilim ile uğraşan her insan tarafından kabul edilir ki hangi bilim dalında olursa olsun; evrenin sınırlıklarını anlayabilmek adına yapılan çalışmaların geçerli bir temel oluşturabilmesi için, herkes tarafından kabul görmüş bilimsel bir yöntemin aşamaları izlenmesi gerekmektedir. Descartes'in ifade ettiği skolastik bir felsefe üzerine kurulu yöntem ile evren hakkında bildiklerimizi egemenlik altına alamayız. Descartes'e göre skolastik felsefenin bilimsel yöntem için kullanılamamasının iki nedeni vardır:

1. Skolastik felsefenin kavramları açık ve seçik değildir.
2. Bu yöntem doğru bilgi elde etmeye uygun değildir²⁰.

Descartes bu tarz açıklamalarla bilimde yeni yöntem ihtiyaçlarına ihtiyaç duyan diğer bilim insanlarından biri olmuştur. Batı uygarlığındaki gelişim süreci için çok önemli sayılan bu yöntem değişiklikleri, on yedinci yüzyılda yaşamış olan iki büyük bilim insanının çalışmaları ile devam etmiştir. Descartes ve Newton, özellikle Descartes yeni bir düşünce sisteminin gelişinceye kadar hiçbir geleneksel bilgiyi kabul etmemiştir. Bilimsel yöntemler üzerine bu şekilde araştırmaların gerçekleştirilmesi, insanın evren üzerindeki konumunda da çeşitli değişiklik ortaya koymuştur. Mekanik evren üzerine olan inanca sıkı sıkıya olan bağlılık Descartes'in daha önceleri öne sürmüş olduğu felsefelerin ve düşüncelerin bir yansımasıdır. Descartes'in öne sürdüğü düşüncelerle evren manevi bir boyuta halini almıştır. Bir makine haline gelen evren, artık anlamsızlık ve hiçlikten ibaret olmaya başlamıştır.

²⁰ DESCARTES, René (1966) Aklın İdaresi İçin Kurallar, Çev. M. Karasan, İstanbul: Milli Eğitim Basımevi, s.12

Evrenin kendine ait olan bir anlamı yoktur; sadece insan ait olan bir ürün olarak değerlendirilmiştir. Gerçekte Descartes'in kendisi, bilimin amacını doğanın egemenliği ve denetimi olarak belirleyen Bacon'ın düşüncesini paylaşıyordu. Bacon, iddia ediyordu ki, bilimsel bilgi "bizi doğanın efendileri ve sahipleri yapmak" amacıyla kullanılabilirdi²¹.

Descartes'in kurmuş olduğu kartezyen evren mantığına yapılacak olan en büyük katkılar Newton tarafından yapılmıştır. Newton tüm bu görüşleri ve bilimsel yöntemin kökenlerine ait olan çalışmaları inceleyerek bilim içerisine yepyeni bir boyut getirmeyi başarmıştır. Newton evrenin niteliklerini, çeşitli matematik çalışmalarla toparlayabilen ve ileri taşıyan kişi haline gelmiştir. Sonraları daha çok Newtoncu evren olarak adlandırılacak olan kabul gören bu düzen, matematik yasalarına göre de tıkr tıkr işlemekteydi.

Newton sayesinde, öncesinde bahsedilen iki zıt eğilim; Bacon'ın bahsettiği tümevarım yöntemi ya da Descartes'in bahsettiği rasyonel tündengelim yöntemi birleştirilerek ortaya yöntem ile alakalı farklı bir sentez sunulmuştur. Günümüzde de oldukça yaygın bir şekilde kullanılan gözlem, hipotez, öngörü ve doğrulama şeklindeki ifadeler bilimin gelişmesi için kullanılan kavramlardır. Bilimsel bir araştırma; evren hakkında gerçekleştirilen dikkatli gözlemlerin kontrollü deneyler sayesinde sınanabilmesi ve ortaya çıkan verilerin kullanılması sırasıyla gerçekleşmektedir. Tüm bu işlemlerin ardından verilerin kullanılmasıyla bir hipotez meydana getirilir. Hipotezler sayesinde de kuramlarla ilgili sonuçlar öngörülebilmektedir. Öngörüler ise evrende olan gerçek durum ile eşleşme sağladığında kuram doğrulanmış kabul edilir.

2.3. Newton Ve Hareket Yasaları

Bilim içerisinde yer alan hareket yasaları, Newton'dan daha önceleri de tartışılmıştır ancak Newton ile beraber konu hakkında gerçekleşen düzenlemeler ile

²¹ RANDALL, John H. (1976) The Making of the Modern Mind, New York: Columbia University Press, s.224

beraber hareket kavramı netlik kazanmıştır. Konu hakkında özellikle Isaac Newton'un yapmış olduğu düzenlemeler, konu ile ilgili çoğu noktanın aydınlatılmasına neden olmuştur. Newton, hareket kavramı üzerine olan çalışmalarını Principia adlı ünlü eserinde ayrıntılı bir şekilde anlatmıştır. Principia adlı eserde en önemli ayrıntı; hareket kavramının matematiksel temellere dayandırılarak sunuluyor olmasıdır. Bu sayede artık fiziksel sonuçlar matematik dilinde bir anlam ifade etmiştir hem de bu şekilde ortaya çıkan matematiksel ifadeler sayesinde; farklı yasalardan yola çıkarak başka fiziksel olayları tahmin edebilmek mümkün hale gelmiştir. Isaac Newton'un hareket üç ana maddede incelenmiştir:

1. Eylemsizlik Yasası: Dışarıdan bir etki olmadığı sürece, maddi bir cisim, sabit hızla düz bir çizgi üzerinde hareket etmeye devam eder.

2. İvme Yasası: Hız ve yöndeki değişiklikler, uygulanan kuvvetlerden kaynaklanır ve onlarla orantılıdır. İvme kütleyle ters orantılıdır; yani ağır bir cismin hareketinin seyrini değiştirmek, hafif cisme oranla daha zordur.

3. Etki ve Tepki Yasası: Her etkiye karşılık aynı değerde ve zıt bir tepki vardır (örneğin, eğer ben bir şeyi itersem o da aynı oranda beni iter)²².

İlk çağlarda hareket kavramı ile ilgili düşüncelerde; canlı olmamak şartıyla hareket yeteneği olan her cismin bir şekilde doğal olarak hareketinin bir sonu olması gerektiğine inanılmıştır. Hatta yıldızlar ve gezegenler, durmadan hareketine devam ettiklerinden ötürü; onların canlı oldukları söylenmiştir. Onların, manevi birer varlık olabileceğinden bahsedilmiştir. Newton'nun hareket yasalarının ilk ikisinde, bu tarz düşüncelerden sıyrıldığını hemen fark etmek mümkündür. Klasik fiziğe göre herhangi bir hareketin sonlanması için sürtünme kuvveti gereklidir.

Newton'un birinci yasası olan eylemsizlik yasası: Herhangi bir cisme birbirini dengelememiş kuvvetler tarafından etki edilmedikçe, bahsedilen cisim baştaki eylemine yani duruyorsa durma eylemine; hareket halindeyse hareket etme

²² Ian Marshall, Danah Zohar, Kim Korkar Shrödinger'in Kedisinden, Paradigma Yay., 4.Baskı, İstanbul,2006, s.49

haline devam isteğini sürdürmesidir. Principia adlı eserde birinci yasanın özgün ifadesi şöyledir: *Her cisim, üzerine etki ettirilen kuvvetlerce değiştirilmeye zorlanmadıkça, içinde bulunduğu hareketsizlik ya da dik doğru üzerindeki düzgün hareket halinde kalmaya devam eder*²³. Newton'a ait olan hareket yasalarının ikincisi olan ivme yasası ise Principia adlı eserde şu şekilde ifade edilir: Herhangi bir cisme bir kuvvet etki etmekteyse, cisimde meydana gelen herhangi bir hareket sayısal olarak ifade edilebilmiştir. *Hareketteki değişiklik, etki ettirilen hareket ettirici kuvvete orantılıdır ve kuvvetin etki ettiği dik doğrunun yönünde yapılır*²⁴. Diğer bir yasa olan etki-tepki yasası, evrende var olan kuvvetlerin her zaman bir çift olarak bulunacağını söylemektedir. Etki-tepki kuvvetleri ise her zaman birbirlerine zıt olma eğilimindedirler. *Her etkiye karşı koyan eşit bir tepki her zaman vardır; ya da iki cismin birbirleri üzerine karşılıklı etkileri her zaman eşittir ve karşıt kısımlara doğru yönelmiştir*²⁵.

Evrenin çeşitli sınırlarına hâkim olduğu düşünülen bu hareket yasaları, klasik fizik ile özdeşleşmiş olup, o zamanlardan bu zamana kadar hatta günümüzde de özellikle makro dünyada güvenilir sonuçlar almamızı kolaylaştırmıştır.

2.4. Klasik Evren Düzeni Ve Felsefesi

Fizik bilimi için yapılan araştırmalarda kullanılan değişik yöntemler, felsefe temeline dayandırılarak uygulanmıştır. Bahsedilen felsefi görüşlerin bir kısmı evren ile alakalıdır bir kısmı ise daha çok genel konularla alakalıdır. Fizik ve felsefe kavramlarının bir bütün haline gelmesi; zamanla bilim içinde iki kavramın kaynaşmasıyla oluşan bir sonuçtur. Birbirini tamamlayan bu iki kavram, uzun zaman önce ise kuramsal bir tutumla deneysel bilgiye üstünlük kurmayı başarmıştır.

²³ Ian Marshall, Danah Zohar, Kim Korkar Shrödinger'in Kedisinden, Paradigma Yay., 4.Baskı, İstanbul,2006, s.151-153

²⁴ Ian Marshall, Danah Zohar, Kim Korkar Shrödinger'in Kedisinden, Paradigma Yay., 4.Baskı, İstanbul,2006, s.151-153

²⁵ Ian Marshall, Danah Zohar, Kim Korkar Shrödinger'in Kedisinden, Paradigma Yay., 4.Baskı, İstanbul,2006, s.49

Antik Çağ ve Orta Çağ'da Aristoteles felsefesine dayalı olan bir fizik yapısı hakimiyetini sürdürmüştür. Kabul edilen bu yapı içerisinde fizik, daha çok metafizik görüşlerle etkilenen evrende; tümeleştirilecek ve doğrudan algılanabilir birkaç veri ile yetinebileceğini sanılmıştır²⁶. Aristo fiziğindeki görüşler zamanla yerini Galilei fiziğindeki görüşlere devretmiştir. Aristo fiziğindeki nitel fizik görüşü, temeli daha çok matematiğe dayanan fizik bilimine yerini bırakmıştır. Tam olarak bilimde bu yeniliklerin yaşandığı sıralarda, Bacon gibi bilim insanlarını yapmış olduğu katkılar sayesinde deneysel fizik çalışmaları hız kazanmıştır. Fizik bilimi içinde evren üzerine yapılan araştırmaların sonucunda, fizik yasaları ile netleşen bilgilerin aktarımında kullanılan dil; tümdengelim yöntemi kullanılarak ortaya çıkarılmıştır. Tümdengelim ve tümevarım yöntemleri özellikle fizikçiler tarafından yaygınca kullanılmıştır. Bahsedilen yöntemler ile klasik fiziğin kurmuş olduğu mekanizmada olguları açıklayabilme ve önermelerde bulunma konuları kullanılabilir hale gelmiştir. "Ben, varsayım öne sürmüyorum." Demesine rağmen, mekaniği aksiyomlar ve ilkeler üzerine kuran Newton da bunlardan biridir²⁷.

On yedinci yüzyıl biliminde, fiziği geliştirmek adına, özellikle akılcılık felsefesinden yararlanılmıştır. Akılcılık, yani rasyonalist felsefe olarak bilinen bu akım, evrende var olan her şeyin açıklamasının ancak insan aklının yetebileceği sınırlarda olabileceğini destekler. Evrende, insan aklının anlamayacağı hiçbir durum olamaz der. Aynı zamanda uzay ve zaman kavramı; nedensellik ve değişmeyecek çeşitli yasalarla anlam kazanacağı düşüncesini desteklemektedir. Akılcılık felsefesi hakkında önemli açıklamalara sahip olan Leibnz ve Spinoza'nın Newton ile aynı görüşlere sahip olduğu da söylenmiştir.

Özellikle evrenin belirli bir düzen üstüne kurulmuş olma mantığını destekleyen belirleyicilik felsefesi bu iki kişiye oldukça mantıklı gelmekteydi çünkü evren belirli bir düzen üstüne kuruluysa aynı evreni matematik içerisinde incelemek

²⁶ BOZDEMİR, Süleyman, ÇAVUŞ, M. Serdar(2004).Klasik Fiziğin Kuramı Ve Felsefesi. Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü Seminer Notları, 14-15

²⁷ BOZDEMİR, Süleyman, ÇAVUŞ, M. Serdar(2004).Klasik Fiziğin Kuramı Ve Felsefesi. Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü Seminer Notları, 14-15

daha kolay olacaktır. Tüm bu tartışmalara rağmen Leibnz'in ortaya çıkardığı akılcılık felsefesi, deneysel felsefeden ve gözlemden oldukça uzaklaştığı gerekçesi ile felsefeciler tarafından kabul görmemiştir. Burada klasik fiziğin araştırılmasında kullanılan önemli felsefelerden biri deneysel felsefedir. Filozof John Locke tarafından ortaya atılmıştır. Locke, bu felsefe ile beraber aklın her şeyi ölçüp tartıp, çözümlenebilir ve çözümlenemez halini sorgulayarak bilgi teorisini yeniden ele almayı hedeflemiştir. Bacon ve Galilei'nin de desteklemiş olduğu felsefeyi Newton; evrende ortaya çıkması planlanan bütün durumların nedenlerinin oldukça basite indirgenerek anlatılabilme yeteneğini oldukça desteklemiştir. Hatta deneylerle kanıtlamayan bir durumun evrende de var olamayacağına inanmıştır.

Klasik fizik ile beraber evren hakkındaki yorumlama tarzının farklı bir boyutta incelendiğinden; özellikle felsefeciler klasik fizik çerçevesinde bu duruma yardımcı olmaya çalışmışlardır. Böylece bir tarafta deneysel felsefe akımına inanan bir kesim diğer taraftan akılcı felsefeye inanan bir kesim arasında ayrışmazlık başlamıştır. Deneysel felsefe düşünürleri, bilimde merak edilenlerin gözlemci tarafından ortaya çıkarılması ile ilgilenmişlerdir. Akılcı felsefe ise; bilimin akıl ile ilgili olan kısmı ile ilgilenmektedir. Klasik fiziği savunan bilim insanlarının akılcı felsefi görüşünü destekleyenler deneysel felsefeye inanan kesim ile alakalı eleştiriler sunsalar da hiçbir zaman iki felsefi görüş arasında keskin bir ayrım yapılmamıştır.

Newton'a göre, evrende meydana gelecek olan olayların tümü biütün zaman dilimlerinde, her zaman aynı şekilde meydana gelmektedir; ortaya gelecek her olayda önceden tahmin edilebilir yani olaylar her zaman öngörülebilir. Temel felsefesini bu düşünce tarzı üzerine kurulu olan klasik fizik; katı bir determinist felsefe ile yönetilmiştir. Klasik fiziğe göre evren her zaman basit birkaç yasanın sonucu olarak anlaşılabilir haldeydi. Özellikle, klasik fiziğin ilkesi haline gelmiş nedensellik ilkesi ile Newton, evrende olan her şeyin sebebini başka bir olaya bağlayabilir ya da herhangi bir sistemde meydana gelen durumun başka bir durumu tahmin edilebilir hale getirir düşüncesini savunmuştur. O dönemlerde evreni anlamaya çabalayan bilim insanları, evreni makine gibi işleyen bir sistem olarak gördüğünden artık onu anlayabilmenin tek yolunun klasik fizik yasalarından geçtiğini düşünmüştür. Bu

nedenler klasik fizik hakkındaki temel değerler, yöntemler ve anlayışlar tamamen içselleştirilmiştir. Newtoncu evren kuramı ve insani-toplumsal sorunlara rasyonel yaklaşıma olan inanç On sekizinci yüzyılda orta sınıflar arasında öylesine hızla yayıldı ki, bütün çağ “Aydınlanma Çağı” adını aldı²⁸.

Klasik fiziği mantığını anlamlandırmak üç parçada gerçekleşmektedir. İlk olarak; klasik fizik içinde geçerli belli başlı kabullerin ya da doğruluğu herkes tarafından kanıtlanmış önermelerle ulaşılan matematik düzeye ait olan parçayı anlamak gerekir. İkinci olarak olabilecek pek çok aksiyom ya da yasalardan hangilerinin evrenle alakalı olduğuna karar vermek için ortaya çıkan fiziksel düzeyi anlamak gerekir. Üçüncü ve son olarak da belli başlı yasaları ortaya koyabilmek için anlaşılmaya çalışılan ve üzerinde araştırmalar yapılan felsefi düzeyi anlamak gerekir. Her zaman sonuncu olarak ifade ettiğimiz üçüncü düzey için diğer iki düzey uygulamaya sokulmaktadır.

Kuantum fiziğinin dayandırıldığı felsefeye Newton fiziği felsefesinin devamı niteliğinde bakılabilir ancak her ne kadar durum böyle olsa bile Newton fiziği ile beslenen determinizm, indirgemecilik ya da realist inanışlarına yine kuantum teorisi ile karşı çıkmıştır. Burada birbirinin içerisinde gibi duran yapıları birbirinden ayıran şey; bahsedilen kavramlara olan eleştirilerin deney desteği ile beraber matematik formüllere dayandırılmasındandır.

2.5. Klasik Fiziğin Sorunları Ve Yeni Düşünce Arayışları

Klasik fizik, günümüzde de bilindiği gibi elektrodinamik ve mekanik teorilerin toplamı olarak tanıtılmaktadır. On yedinci yüzyılda ortaya çıkmış klasik fizik için en önemli buluşlardan biri elektromanyetik teoriler olmuştur. Bunun yanı sıra on dokuzuncu yüzyıla gelene kadar elektrik ve manyetizma hakkındaki konular ne kadar farklı konuymuş gibi araştırılsa da; Michael Faraday tarafından birleştirilmiştir. Maxwell ise bu durumu tam olarak anlaşılır kılmak için klasik fizik

²⁸ Nevzat, Can(2009). Mekanistik Evren Anlayışı ya da Hakikatin Bilgisinden Fenomenler Bilimine, *Kayı Dergisi*, 2009/13

temelli bir teori haline ortaya koymuştur. Tabii bu arada da, maddenin çok küçük taneciklerden oluştuğu görüşü kabul edilmiş ve katılar, sıvılar, gazlar gibi çok parçacıklı sistemleri düşünürsek bu tür sistemlerin fiziksel niteliklerini açıklamak için farklı teorilerin gerekli olduğu anlaşılmıştır²⁹. Hatta, bu sistemler için istatistik mekanik teorisi bile geliştirilmiştir. Mekanik, elektromanyetizma ve istatistik mekaniğin katkılarıyla geliştirilen istatistik termodinamik yasaları klasik fiziğin üç temel ögesi haline gelmiştir.

Klasik fizik hakkındaki bu gelişim süreci devam ederken bir yandan bilim insanları klasik fiziğinde karşılayamadığı durumlar hakkında da çözümler üretmek için çalışmalara başlamıştır. Bir bilimsel düşünce hakkında tartışmalar yapılırken, önemli olan ortaya bir teorem çıkarabilmektir. Bilim insanları tartışmalar sonucunda ortaya çıkan veri sonuçlarını gözlemler ve elde edilen sonuçları; gözlemlediği durumu açıklayabilecek şekilde sunabilmek isterler. Elde edilen bu teorem deneylerle test edilir ve test sonuçları onaylanırsa daha sonraki deneylerde meydana gelen sonuçları incelemek adına kullanılır. Bilim dünyasındaki düşünce çeşitliliği ve çeşitli bilimsel kuramlar yapılan tüm bu deneyleri sınavabilmek adına ortaya çıkmıştır. Bilimsel çalışmalarda bilgi tartışmaları, yapılan deneyler, gözlemlerden ya da oluşturulan yasalardan herhangi bir soruyu cevaplamak için geri dönüt alınamıyorsa bu çalışmaların tümü yetersiz anlamına gelir. Daha yeni daha kullanılabilir bir bakış açısı aramak zorunda kalınır. Bu durum da bilimsel devrimin, insanları fikir fakirliğinden ve batıl inançlardan kurtarabilmiş olarak bilinmiştir. Bütün bu anlatılan durumun nasıl gerçekleştirileceği ise çeşitli sorunlar ve sorulardan sonra ortaya çıkmıştır. Klasik fiziğe olan bu kökleşmiş algının bilim üzerinden nasıl atılacağı bir merak konusuydu. Çünkü klasik fizik o dönemin fizikçilerine ve hatta tüm bilim insanlarına göre mükemmeldi. Fizikte sorunların yaşandığı konular özellikle atom, elektron gibi küçük parçacıkları içeren konulardan ibaretti.

²⁹ Roger Penrose, Kralın Yeni Usu II, Çeviren: Tekin Dereli, Yay: TÜBİTAK , Ankara, 8.Baskı,2001, s. 100

Başlarda fizik içerisinde ortaya çıkan sorunları çözebilmek adına fizikçiler; zaten var olan yasalarla ufak tefek çözümlenmelerle durumu kapatmak istemişlerdir. Ancak sonradan mikro evrende meydana daha büyük problemler için tüm fizik kanunların baştan gözden geçirilmesi gerektiği anlaşılmıştır.

Yapılan çalışmalar ve gözlemler sayesinde başka bir fizik kavramı gelmeye başlamıştır ancak başlarda hiçbir fizikçi bu durumun tanımını tam olarak yapamamıştır. Aynı zamanda bu yeni teoremlerin hiçbiri klasik fiziğin birer parçası olarak da görülmemiştir. Her birisi, fiziğinde doğası ile alakalı devrim niteliğinde farklı varsayımlardan oluşmaktaydı. Her biri bir olayın diğerini nasıl takip ettiğini veya bu şeylerin nasıl oluştuğuna ilişkin cevaplar arayan yeni bir ifade biçimi, bir dizi yeni sınıflandırmaları ve bu sınıflandırmaları tanımlamak için yeni matematiksel içerikleri ve ilkeleri kapsamaktaydı.

Eski fizik olarak ifade edilen sistemde gözlenen ile gözlemci arasındaki ayrım net bir şekilde vurgulanırken; yeni fizik sisteminde bu ayrım kesin bir çizgi ile ayrılmamış hatta anlamsızlaştırmaya çalışılmıştır. Yeni fizik düşünce sisteminde kişilerin ya da varlıkların etkileşimli olduğu görülmüştür hatta bir olay içinde bütün olarak sisteme katıldığı düşünülmüştür. bahsedilen klasik fizik felsefesinde de süreklilik ve sürekli düzenli değişimi hâkimken; yeni fizik felsefesi ani değişimler ve beklenmedik değişimlerle gelişen bir evren anlayışı üzerine oluşturulmuştur.

Kuantum teorisyenlerin elinde, Newton'un saat gibi işleyen evreni, bilimsel metodun bazen zarların bilgisayarla atıldığı ve ihmallerin hesapladığı Mote Carlo metodunu doğurduğu, bir oyun gazinosuna dönüştü. Eski bilim birbirine katı sebep ve sonuç yasaları ile bağlı münferit parçalardan oluşan fiziksel bir evreni betimler. Yeni bilim bize her şeyin hassas bir şekilde diğer şeylere bağlı olduğu, karışık bir evren manzarası sunar³⁰.

³⁰ Ian Marshall, Danah Zohar, Kim Korkar Shrödinger'in Kedisinden, Paradigma Yay., 4.Baskı, İstanbul,2006, s.31

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

KUANTUM TEORİSİ

3.1. Kuantum Nedir?

Kuantum fiziği veya parçacıklar fiziği olarak bilinen fizik dalının, bugünkü seviyeye gelebilmesi, özellikle ikinci dünya savaşından sonra ortaya çıkan gelişmelerin sonucu olarak bilinmektedir. Newton'nun çalışmaları sonucu ortaya çıkan klasik fizik yasaları, bilim içerisinde görünür boyuttaki olayları rahatlıkla açıklayabilmiştir. Fakat atom altı dünyaya inildikçe yani üzerine çalışma yapılacak olan boyut küçüldükçe, eldeki yasalar ortaya çıkan sorunları çözmekte yetersiz kalmıştır. Dolayısıyla atom altı parçacıkların (elektron, proton, nötron...) tanımlanabilmesi ve daha iyi anlaşılması için yeni bir fizik sistemine, kuantum fiziğine ihtiyaç duyulmuştur. Bilim dünyasında, klasik fiziğin getirdiği sıradanlık veya tekdüzelik konusunun nasıl çözümleneceği ve ortaya çıkan yeni problemlerin çözümünün nasıl olacağı tartışma haline gelmiştir. Sözcük anlamı olarak kuantum; eski Yunanca 'da 'miktar' Latince 'de 'kadar' anlamındadır ya da bir şeyin 'niceliği-özgül tutarı' anlamına da gelebilmektedir³¹. Kuantum fiziğinin isimlendirilmesi taşıdığı bu anlamlar üzerinden gelmiştir.

Kuantum fiziğinin üzerine kurmuş olduğu kabuller basit bir şekilde ifade edilmek istenirse şu şekilde sıralanabilir:

1. Işık, fotonlardan oluşmaktadır.
2. Enerji kesikli olarak yayılır.
3. Elemanter parçacıklar bilinen bir durgun kütle değerlerine sahiptir.
4. Uzay-zaman sonsuz bölünür.
5. Hareket süreklidir.
6. Ölçümler belirli sınırlarda gerçekleşir.

³¹ GÜRKAN, M. Bülent. Modern Fizik ve Felsefe. Anadolu Aydınlanma Vakfı, s.14

7. Bütün fiziksel etkileşimler parçacık alışverişi veya bir kuvvet alanının bir parçacık üzerine etkisi ile meydana gelir³².

3.2. Mor Ötesi Felaket Ve Kara Cisim Işması

Kuantum fiziğinin kapılarının aralanması ve klasik fizikten daha başka bir bilim dalının gerekliliğine inanan bilim insanları, fizik ve evren ile ilgili olan problemlere cevap aramaya başlamıştır. Klasik fizik yasaları içinde çözümü bulunamayan problemlerden biri de ısıtılan bir metalden yayınlanan radyasyonun niteliğidir. Herhangi bir metal ısıtıldığında, metalde sırasıyla kırmızı, sarı, mavi ve son olarak da beyaz rengin olduğu fizikte bilinmekteydi. Oluşan renklerin değişimi de, yayılmakta olan ışığın titreşimi sırasında meydana gelen değişimden kaynaklandığı düşünülmüştür. Bu problem üzerine ortaya çıkan çalışmaların neticesinde pek çok tartışma meydana gelmiştir.

Evrende görülmeyen ancak orada olduğuna inanılan, evrenin gizemli kütlesi olarak görülmüş cisim, siyah cisim olarak bilinirdi. Evrende gözlemleyebildiğimiz yıldızlar ve gezegenler, bilinen büyük parçanın sadece küçük bir kısmını oluşturmaktadır. Bütün bunlar ise evrenin kritik yoğunluğunu sadece %1'ini oluşturur oysa galaksilerin gerçek kütlesi, kritik yoğunluğun %10'una yakın bir değerde olması gerekir. Tüm bunların içinde, evren hakkında bahsedilen bu sayısal değerler öyle kusursuzdur ki, meydana gelecek herhangi bir artış ya da azalma bütün dengeyi tamamen yok edebilir. Böyle bir durumda da hesaplamalar gösterir ki çok fazla siyah cismin varlığından bahsedilmelidir. Hatta tüm bu araştırmalar, siyah cisim hakkında bir sürü yorum yapılmasına neden olmuştur.

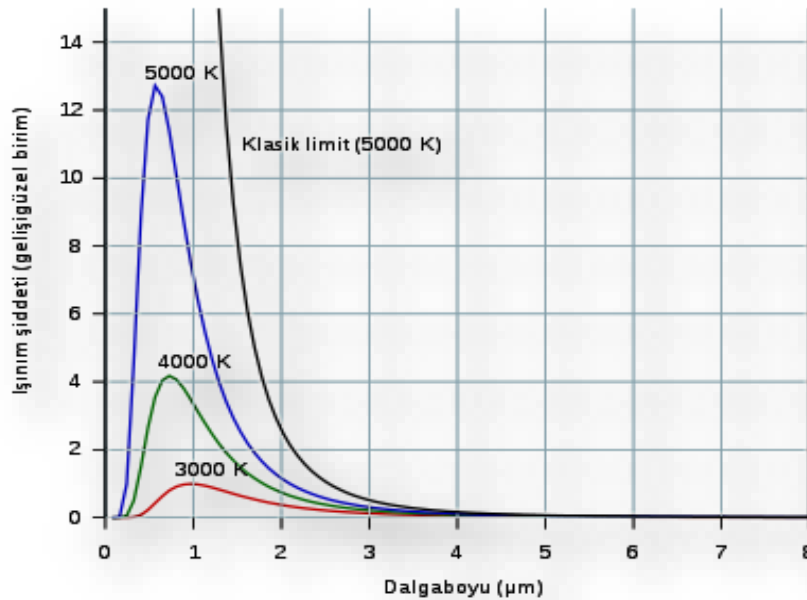
Bilim insanlarından bazıları, siyah cisimi ışık yaymayan, sıradan bir madde olarak tanımlamış; başka bilim insanları ise nötrinolardan oluşan bir madde olarak tanımlamıştır. Nötrinolardan meydana gelmiş bir madde olarak yorumu ise burada nötrinoların kütlesi hakkında bir fikir sahibi olunmadığından; siyah cisim hakkında

³² Şakir Kocabaş, Fizik ve Gerçeklik, Yay: Küre, İstanbul, 2. Baskı, 2013, s.96

yapılan sıradan bir teori olarak anılmıştır. Daha farklı bir görüş de henüz kimse tarafından bilinmeyen parçacık veya parçacıklar tarafından oluştuğu yönünde olmuştur³⁷. Siyah cisim üzerine yapılan araştırmaların ardından, siyah cismin sadece bir betimlemeden ibaret olduğu anlaşılmıştır. Zaten herhangi bir cismin iyi bir soğurucu ya da iyi bir yayıcı olması demek onun siyah olduğu anlamı taşımazdı. Güneş de bahsedilen özellikleri taşımaktaydı ancak siyah bir renge sahip değildi. Daha sonraları da fizik içinde siyah cisim modellemesi; üzerine düşmekte olan tüm radyasyonu tamamen soğuran, hiçbir şekilde yansıtmayan cisimler için kullanılan bir kavram olarak adlandırılmıştır. Dolayısıyla bir siyah cisim aynı zamanda en iyi radyasyon yayıcı bir cisim haline gelmiştir.

Tüm araştırmaların takibinde, siyah cisim hakkında yapılan deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlar grafiğe dökülmüş ve ışınım şiddeti ile dalga boyu arasındaki ilişkinin şekil 3'teki gibi olduğu bulunmuştur. Özellikle Rayleigh-Jeans ve Wien'nin, ısıtılan cisimlerin yaymış oldukları radyasyonun niteliği üzerine yapmış olduğu çalışmalar, tam anlamıyla problemi çözen bir düzeyde olamamıştır.

Şekil 3: Kara Cisim Eğrileri



Kaynak: <http://www.kuark.org/2011/12/kara-cisim-isimasi/>

Çalışmalarının sonucu; termodinamik yasalarını kullanarak soğurulan veya yayınlanan radyasyonun frekansa bağlılığını ortaya koymuştur. Fakat Rayleigh-Jeans'in çalışmaları düşük frekanslarda deneysel verilerle uyumluyken Wien'in çalışmaları büyük dalga boylarında uyumlu olduğu görülmüştür. Bahsedilen formülün tek açık noktası sadece düşük frekanslarla uyumlu olduğu hakkındaki görüş olmuştur.

Wien ise sadece mor ve mor ötesi ışınlar üzerine çalışmış ve onlar için ayrı bir formül geliştirmiştir. Ancak bu formül de sadece yüksek frekanslar için sonuç vermiştir Rayleigh yaşanan bu çelişkiyi radyasyonun, yoğunluğu yüksek olan frekanslarda daha fazla olmasından meydana geldiğini ifade etmiştir. Bu ifade bilim açısından pek bir anlam taşımamış ve bilim içinde mor ötesi felaket olarak yerini almıştır.

3.3. Max Planck Ve Kuanta Hipotezi

Siyah cisim için kabul edilen kabullerden biri; cisim üzerine düşen her dalga boyundaki ışığı soğurabilme özelliğine sahip olduğundan siyah gözüktüğü yönündedir. Aynı şekilde siyah cisim ısıtmaya başlarsanız, her dalga boyunda radyasyon yayması gerektiği bilinen bir durumdur. 1800'lü yılların sonlarına doğru, Max Planck siyah cisim ışıması ile ilgili çalışmalarda problemin çözümüne yönelik bir sonuca ulaşamamış olmakla beraber problemin çözümüne ilişkin o ana kadar hiç düşünülmemiş farklı bir düşünce yöntemine yönelmiştir. Burada, sorunun odak noktasını ışıma olayından alıp; ışıyan atoma taşıyan Max Planck, problemi deneysel yani empirik olgulara dayandırmayı başarabilmiştir. Max Planck'ın özellikle, deneysel olarak ısı ışınlarının spektrumlarını çok iyi ölçmeyi başarabilen Culbarum ve Rubens'in çalışmaları da Planck'ın farklı düşünce tarzına önemli ölçüde katkı sağlamışlardır.

Planck'ın, Culbarum ve Rubens'den öğrenmiş olduğu uzun dalga boyundaki yani düşük frekanslardaki siyah cisim radyasyonda meydana gelen enerji yoğunluğunun sıcaklıkla ilişkilidir şeklinde ifadesi, Planck'a yaptığı çalışmalar sonucunda ortaya çıkan eğriler hakkında fikir vermiştir. Planck'ın yapmış olduğu

araştırmaların doğru sonuca ulaşamamış olmasının asıl nedeni ise siyah cisim üzerinde ışıyan veya soğurulan ışığın elektromanyetik dalga olarak dűřünölmesinden kaynaklanmıştır. Ancak burada da termodinamik yasaları çerçevesinde radyasyonun dalgadan farklı bir karakterde dűřünölmesi mümkün değildir. Planck başlangıçta ortaya çıkan siyah cisim ışıması eğrileri ile kendi yaptığı çalışmalarında ortaya çıkan eğrileri karşılaştırdığında elde olan tabloyu çözümlayebilmek için çaresiz bir şekilde çözümlerini önerisi olarak bir varsayım ortaya atmıştır. Bu varsayım elektromanyetik enerjinin paketler halinde, enerji birimleri şeklinde aktarıldığını kabul eden bir varsayımdır. Planck, ortaya atmış olduğu bu çözümlerini önerisine inanmasa da çalışmalar sonucunda varsayımı kabul etmek zorunda kalmıştır.

Bilim dünyasında, fizikçiler tarafından böyle bir varsayım hiç mantıklı değildi, çünkü o zamana kadar inanılmış olan klasik fizik yasalarındaki elektromanyetik radyasyonun bir dalga olduğu ifadesi fizikçileri asla yanıltmamıştır. Radyasyonun kesikli olduğu görüşünden hareket ederek deneysel verilerle uyumlu olan, enerjinin frekansla ilişkili olduğunu ortaya koyan ve bu uyum için yeni bir sabit tanımlanması gerektiğine inanan Planck teorik bir formül geliştirmiştir. Planck'ın önerdiği formülün deneysel verilerle uyum gösterebilmesi için ortaya attığı, adını Planck sabiti olarak bildiğimiz ifadenin değerini, $6,62 \times 10^{-34}$ olarak öngörölmüştür. Max Planck'ın radyasyonun eskilerden beri bilinen dalga özelliğinden vazgeçerek radyasyonun kesikli olduğu ifadesinde ısrarı sonucunda kuantum fiziğinin kapılarını aralamış sayılmaktadır. Uzun çalışmalar neticesinde ortaya bir formül çıkarmayı başaran Planck, formülde yaşadığı pek çok sorun ile birlikte çalışmasını o dönemin fizik dergilerinde sunarak herkese kanıtlamıştır. Planck'ın ortaya çıkarmış olduğu bu formül başlarda basit bir şans ifadesi gözüyle bakılmış ya da böyle bir formül sadece istenilene verebilmesi amacıyla hazırlanmış bir hileden başka bir şey olarak görölmemiştir. Planck sabitinin ne kadar önemli olduğu ve deneyin ortaya koymuş olduğu kavramsal önem daha sonraları kuantum fiziğinin deneysel ispatıyla anlaşılmıştır.

Bahsedilen formülün hiçbir somut gerekçesi bulunamamıştır, nasıl içe yarar ve ne demek ister bu sorulara dair hiç kimsenin bir fikri yoktur. Max Planck formülle

ilgili soru işaretlerini yok etmeye çalışırken aynı zamanda bunların hepsine birer cevap bulmak zorunda kalmıştır. Bahsedilen formülde iki tane sabit değer vardır bunlardan biri k harfiyle ifade edilen Boltzman sabitidir ($k: 1.38 \times 10^{23} \text{ jul/K}^0$). Diğer bir sabit ise Planck sabiti olarak ifade edilen h değeridir. Planck bağıntısını $E=h\nu$ olarak ifade edilir. Burada, E parçacığın enerjisi, ν dalğanın frekansı, h da bu ikisini birbirine ilişkilendiren bir sabittir. Planck sabitinin burada oynadığı rol katsayı olmaktan öteye, dalga ve parçacık kavramları arasında ilişki kurmaktır³³.

Planck yapmış olduğu çalışmaların ardından böyle bir sonuç ile karşılaşacağını öngörememiştir. Hatta ortada olan sonuç hakkında yapmış olduğu yorumlara kendisi dahi inanmamıştır. Planck bu çalışmalarının sonucunda ortaya çıkan formülün, daha sonrasında fizik dünyasını değiştireceğini bilseydi belki de bu çalışmasını hiç ortaya çıkarmazdı. Çünkü diğer bilim insanları gibi o da klasik fizik yasalarına sıkı sıkıya bağlıydı. Onun, “Bu nedenle bizler enerjiyi- ki bu tüm hesaplamalardaki en temel nokta olmuştur- h sabitini kullanarak belirli sayıda eşit sınırlı paketin birleşimi olarak kabul ettik...” beyanatı fizik tarihindeki en önemli devinimlerden biridir³⁴.

3.3.1. Einstein'nın Katkıları: Fotoelektrik Olay

Planck'ın yapmış olduğu çalışmaların sonucunda ortaya çıkan formüle gelen tepkilerden de bilinir ki çok az sayıda bilim insanı böyle bir teoriye inanmıştır. Bu kişilerden biri de kuantum teorisine katkıları oldukça fazla olan isimlerden, Albert Einstein'dır. Özellikle, radyasyon ile metal yüzeyinden elektron sökme deneyi olarak bilinen fotoelektrik deneyi, Planck'ın hipotezini ispatlayan ilk deneysel sonuç olma açısından büyük önem taşımaktadır.

Fotoelektrik olay hakkında ilk gelişmeler; Hertz ile başlamaktadır, herhangi bir cisim üzerine ışık tutulduğu anda ışık, belirli bir frekansın üzerinde etki

³³Tekin Dereli, Kuantum Dünyası, Yay: ABRA Dergisi, İstanbul, 1994, s.20

³⁴ Barry Parker, Kuantumu Anlamak, Çev: Elif Akın, Yay: Güncel Yay., 1.Baskı, İstanbul, 2005, s.47-48

sağlayabiliyorsa cisimden elektron koparabilir ve hatta madde elektron saçılımı gerçekleştirdi. Bu şekildeki ifadelerle başlayan fotoelektrik olay süreci, Lenard'ın çalışmalarıyla devam etmiştir. Lenard yaptığı çalışmalarda, ışığın maddeye karşı olan bu etkisinin bazı metaller üzerinde de gerçekleştirebileceğini anlamıştır.

Fotoelektrik olaydan kabaca bahsedecek olursak; herhangi bir metal üzerine ışık gönderildiğinde metal üzerinde bir akım meydana gelmektedir ve akımın şiddetini belirleyen ışığın frekansıdır. Eşik frekans olarak ifade edilen kavramdan bahsederken, metal üzerine eğer eşik frekansı geçmeyen bir frekansta ışık gönderilirse burada akım meydana gelmez şeklinde ifadeler kullanılabilir. Gönderilen ışığın frekansı eşik frekansı geçtiği anda akım oluşmaya başlayacaktır. Burada Einstein, Planck'ın varsayımını kullanarak (foton adı verdiğimiz ışık kuantumunun varlığını) ışık enerjisinin enerji paketleri halinde aktarıldığını kabul edince, fotoelektrik etkinin oldukça basit bir açıklamasını da bulmuştur³⁵.

Bilim dünyasında fizikçiler tarafından fotoelektrik olayın önemi, ışık parçacıklardan oluşmaktadır ifadesini öne sürdüğünden dolayıdır. Burada bahsedilen kuantalardan; siyah cisim dışında başka bir fiziksel olay içinde kullanılmasından ötürü önemli bir durumdur. Klasik fizik yasaları ile evrende olan çoğu olaya açıklama getirdiğini düşünen fizikçiler için, ışığın parçacıklardan oluşuyor olma fikrini kabul etmek oldukça zor olmuştur. Klasik fiziğin dayandırıldığı düşünce sisteminde, metal bir kaynağa gönderilen ışığın frekansı attıkça maddeden kopan elektronların sayısı da artması gerekir ancak gerçekleşen durum beklenen durum gibi olmamıştır.

Einstein'nın fotoelektrik etki deneyini, Planck'ın varsayımını kullanarak açıklayabiliyor olması Einstein'nın hiç memnun olmadığı bir durumdur. Hatta o dönemlerde kendini bile eleştirmiş ve klasik fiziğe övgüler yağdırdığı yazıları ile yine kendisi ile çelişmiştir. Yazışmalarında belirttiği ifadelerden biri olan: “ Bana göre ışık enerjisinin uzayda kesikli olarak dağıldığı düşünülürse, siyah cisim

³⁵ Tekin Dereli, Kuantum Dünyası, Yay: ABRA Dergisi, İstanbul, 1994, s.

radasyonu...³⁶ Işığın iletilmesi ve emisyonla ilgili diğer ifadeleri de Planck'ın daha önce ifade ettikleri kadar devrim niteliği taşımaktadır. Aynı şekilde yine Einstein'a ait olan "Sürekli uzaysal fonksiyonla işleyen ışığın dalga teorisi, mükemmel bir biçimde kendini kanıtlamıştır..."³⁷ İfadesi klasik fizik yasalarına olan bağlılığını ortaya koymuştur.

3.3.2. Dalga-Parçacık İkiliği ve Işık

Fizik çalışmaları içinde en az anlaşılan konulardan biri ışık konusudur. Newton'un optik hakkında yapmış olduğu çalışmalarda ışığın çok küçük parçalardan oluştuğu öne sürülmüştür. Huygens ise ışığın dalga olduğunu savunarak bugün bile hala geçerli olan bir yasa haline gelmiş, Huygens prensibini ortaya çıkarmıştır. Çift yarık deneyi ile dalga modelini destekleyen Young'ın sayesinde dönemin fizikçileri ışığın bir dalga olduğu görüşünü oldukça benimsemişlerdir.

Newton'un çok önceleri vermiş olduğu parçacık modeli aslında yirminci yüzyılın başlarında farklı formlarda tekrar gündeme getirilmiştir. Newton'un önemsemeyen bu fikri sonraları da Planck'ın ortaya atmış olduğu ışık bütün halinde bir durum değil de, her birinin bir eylem kuantumuyla ilişkili olduğu fotonlar diye adlandırılan küçük paketçiler şeklinde soğurulduğu veya yayıldığı yönündeki Planck teoremi gözlemleri doğru biçimde açıklamaktadır³⁸. Fotoelektrik etki deneyi ile ortaya çıkan, ışığın davranışları hakkındaki etkiler üzerine başka bir paradoks yayılmıştır. Işık dalga mıdır yoksa parçacık mıdır?

Kuantum fiziği ile ortaya atılan en önemli konulardan biri, madde ve dalgalar hakkında hem parçacık hem de dalga olma ikiliği üzerine olmuştur. Bilim dünyasında düalite olarak adlandırılan bu konu, dalga/parçacık ikiliği olarak bilinmektedir. Dalga ve parçacık ikiliği içinde kabul edilen hiçbir durum diğerinden daha gerçek bir durum olarak kabul görmemiştir.

³⁶ Barry Parker, Kuantumu Anlamak, Çev: Elif Akın, Yay: Güncel Yay., 1.Baskı, İstanbul, 2005, s.50

³⁷ Barry Parker, Kuantumu Anlamak, Çev: Elif Akın, Yay: Güncel Yay., 1.Baskı, İstanbul, 2005, s.50

³⁸ Ian Marshall, Danah Zohar, Kim Korkar Shrödinger'in Kedisinden, Paradigma Yay., 4.Baskı, İstanbul,2006, s.273-274

Madde ve ışık hakkındaki gerçeklerin ne olduğunu yorumlamak için bahsedilen iddiaların her biri önemli kabul edilmiştir. Kuantum fiziğinin anlaşılması ve başlangıcındaki gelişmelere katkı sağlayan kişilerden biri olan Einstein'dan sonra gelen diğer önemli bir isim de Broglie olmuştur. De Broglie dalga/parçacık ikiliği adlı doktora tezinde bahseder ki ona göre, eğer bir dalga, parçacık niteliği taşıyabiliyorsa; herhangi bir parçacık da dalga niteliği taşıyabilmelidir. De Broglie konu üzerine bahsetmiş olduğu formüllerde dalga frekansını, Planck'ın bağıntısından farklı olarak enerjinin, Planck sabitine bölünmesi olarak göstermiştir.

$$E/h=\nu$$

Yukarıda ifade edilen formül basit matematiksel bir işlem olarak görülse de kavramsal olarak oldukça derin anlamlar içermektedir. Planck bağıntısı basit olarak ifade edilmeye çalışıldığında, bağıntıda bulunan dalganın enerji veya momentum gibi özelliklerini bir sabit üzerinden anlatılmak hedeflenmiştir. De Broglie bağıntısında ise, parçacıkların frekansı ve dalga boyu belirtmek istenir. De Broglie'nin üzerinde durduğu farklı ve başka bir nokta: Dalgalar parçacık niteliği taşımakla kalmaz aynı zamanda parçacıklar da dalga niteliği taşır³⁹.

Bahsedilen bu teoriyi kanıtlamak amacıyla daha sonraları elektron kırınım deneyleri gerçekleştirilmiştir. Bu deneylerde, parçacıklar sadece bir parçacık niteliği taşımakla yetinselerdi eğer kırınım deneylerinde olduğu gibi elektronların gideceği yön tayin edilebilirdi. Ancak durum beklenen yönde gerçekleşmedi ve elektronlar tıpkı elektromanyetik dalgalarla yapılan kırınım deneyindeki gibi karşı tarafta bir desen elde edilebilmiştir. İşte tam bu noktada klasik fizik ve kuantum fiziğinin anlatmaya çalıştığı felsefe ve mantık ilişkisi birbirinden ayrılmaya başlamıştır.

Klasik fizikte dalga parçacık ayrımı oldukça nettir ve değiştirilemez. Ya parçacıktan bahsedilir ya da girişim veya kırınım gibi olaylardan. Kuantum fiziğinde, böyle bir ayırmadan bahsetmek mümkün değildir. Kuantum fiziği, cisimlerin hem dalga hem de parçacık özelliği gösterebilmelerini sağlayabiliyordu. Cisimlerin dalga

³⁹ Tekin Dereli, Kuantum Dünyası, Yay: ABRA Dergisi, İstanbul, 1994, s. 2

veya parçacık özelliği gösteriyor olmaları ya da hangi özelliğinin göstermesinin gerekliliğinde devreye yeniden kuantum fiziği girmiştir.

Bu durumu netleştirecek bir örnek olarak fotonlarla çift yarık deneyi gerçekleştirdiğimizi varsayarsak; karşımızda duran iki küçük paralel yarık üzerine gönderilen fotonlar burada bir girişim deseni oluştursunlar, yarıkları küçülterek aynı düzeneği yapmış olduğumuzu düşünürsek tek tek yolladığımız fotonlar ekran üzerinde birikerek yine bir girişim deseni oluşturması gerekir. Bu fotonları, hangi yarıklardan geçerek bu deseni oluşturur şeklinde izlemek amacıyla ortama bir dedektör koyulursa eğer girişim deseni görülemez olur. Kuantum fiziği bu durumu şu şekilde ifade etmeye çalışır; siz fotonları izlemek amaçlı ortama bir dedektör koyarsanız eğer artık fotonların parçacık özelliklerini incelemeye başlamışsınızdır. Bu durumda oldukça ilginç olan kısım; fotonun dalga özelliği incelenebilirken parçacık özelliğinin olmaması ya da aynı durumun tersi, parçacık özelliği incelenebilirken dalga özelliğinin olmaması dalga/parçacık ikiliğinin tanımlanmasıdır.

Işık konusunda fizik bilimi içinde ortaya çıkan bu savlar her açıdan kesinlik kazanmamış olsa bile, matematiksel olarak ifadesi başarılı olarak görülmüştür. Işık böylece ne sadece bir dalga ne de sadece bir parçacık olarak kabul edilmiştir. Fizikte ışık, ortama göre karakterize olabilen bir kavram olarak tanımlanmıştır.

3.4 Atomun Doğası Ve Atom Modelleri

Newton'un, on yedinci yüzyılda gazların genişleme prensibi hakkında açıklama yapmasıyla beraber, fizik içinde atom konusunda daha fazla bilgi sahibi olunacağı düşünülmüştür. Ancak o dönemlerde gelinen durum, Leukippos ve Demokritos'a ait olan atom teorilerinden daha fazla ileriye gidememiştir. Demokritos'un ortaya çıkarmış olduğu atomculuk felsefesiyle; atomun maddenin en küçük parçacığı olduğu teorisi uzun yıllar kabul edilmiştir.

Maddenin görülmeyen parçacıkları hakkında oluşan bazı fikirlerin bir ihtimalden fazla anlam taşıyor olması ise bilim dünyasında on dokuzuncu yüzyıla denk gelmiştir. John Dalton sayesinde, Demokritos'un atom hakkındaki tüm

görüşleri deneysel yollarla açıklanabilir olmuştur. Dalton, atom üzerine yaptığı çalışmalarda, her atomun kendine ait farklı ağırlıkları olduğunu tespit etmiştir. Dalton'nun atom modeli hakkında bilinenlerden biri atomların bilardo toplarına olarak tasvir edilmesidir. Dalton'nun çalışmalarını gerçekleştirirken atomları doğrudan gözleme imkanı olmadığından; kimyasal deneyler sayesinde başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

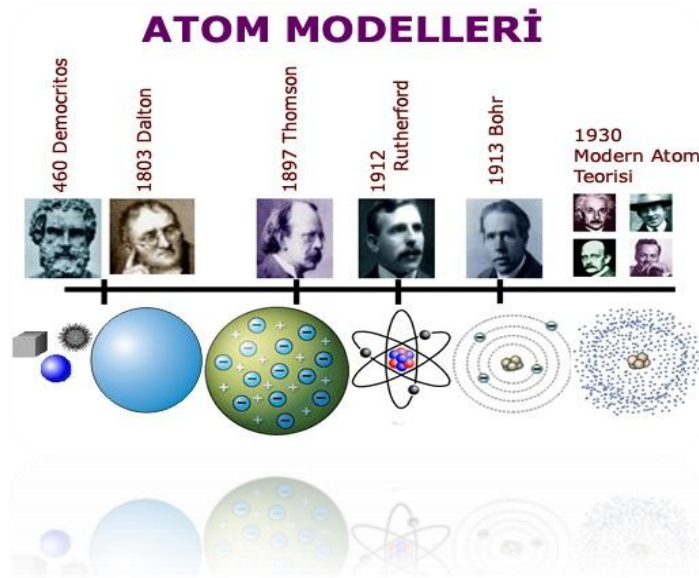
Dalton'un atom kavramı hakkındaki ortaya koyduğu özellikler:

1. Bilinen en küçük parça atomdur.
2. Atomların içi dolu küreciklerdir.
3. Atomlar bölünemez ve yok edilemezler
4. Atomlar belirli oranlarda birleşerek molekülleri meydana getirir.
5. Bir elementin bütün atomları şekil, büyüklük ve kütle yönüyle aynıdır.
6. Farklı cins atomlar farklı kütlelidir⁴⁰.

Dalton'un bahsetmiş olduğu bu atom modeli pek çok eleştiriye tutulmuştur. Dalton'un atomları içi dolu kürecikler olarak tanımlaması yanlış olarak kabul edilmiştir; bir diğer görüş olan evrende bilinen en küçük parça ifadesi kabul edilmemiştir. Dalton'un atom hakkındaki yorumlarının yanı sıra John Thomsen'ini atom hakkında ortaya attığı görüşler bilim dünyasında daha makul karşılanmıştır. Thomson atomu kendi içinde hareket eden parçacıklardan oluşan bir mekanizma olarak anlatmıştır. Thomsen'ini atom hakkındaki fikirleri ve söylemleri, bilim dünyasında dönüm noktalarından sayılmaktadır. Dalton atom modelinden farklı olarak; Thomson, atom hakkında olan çalışmalarında atomun içinde negatif ve pozitif yüklü parçacıkların bulunduğunu söylemiştir. Dalton atom modelinden daha sonra Thomson'a kadar kendine ait parçacıklara sahip olduğu görüşü pek fazla savunulmamıştır. Daha önce atomun yüksüz olduğunu kabul eden görüşler ise Thomson tarafından üzümlü kek modeli olarak anılan başka bir modele dönüştürülmüştür.

⁴⁰ Mustafa, Çakıroğlu(2014). Arkhe Problemi Bağlamında Atom Düşüncesinin Tarihsel Gelişimi ve Cern Deneyi. Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

Şekil.4: Atom Modellerinin Gelişim Süreci



Kaynak:<http://3.bp.blogspot.com/dJqBBSjX5nM/VQoXNMil8rI/AAAAAAAAAfY/vLSSprVx0tE/s1600/atom-modelleri.jpg>

Atom kavramına olan bakış açısı ve atom hakkında ortaya sunulan görüşlerdeki değişim, Ernest Rutherford'un ortaya attığı evren modeli ile başka bir boyuta geçişi sağlanmıştır. Güneş sistemi modeli; Güneş gibi ortada duran pozitif yüklü çekirdek ve onun etrafında dolanan negatif yüklü elektronlardan oluşmuş bir modeldir. Bu model, o zamana kadar bilinen katı determinist felsefesini barındıran klasik fizik ile açıklanamamıştır. Klasik fiziğin ilkeleri Rutherford'un deney sonuçlarını açıklamada yetersiz kalmıştır. Rutherford arkadaşları (Hans Geiger ve Ernest Marsden) ile beraber, Thomson atomunu laboratuvar şartlarında tasarladıkları bir deney düzeneği ile incelemiştir. Deneylerinde çok ince bir altın levha üzerine alfa taneciklerini göndermişler, alfa parçacıklarının altın levhadan saçılmalarını izlemiştir. Beklentileri alfa parçacıklarının birçoğunun altın levhadan küçük açılarla saçılacağı bir kısmının ise direk olarak yoluna devam edeceği şeklindeydi fakat bu beklentileri gerçekleşmedi. Deney sonucunda alfa parçacıklarının bir kısmı altın levha içinden geçerek küçük açılardan sapmalara uğramışlardır. Bazıları ise büyük açılarda sapmaya uğrayarak geri dönmüşlerdir. Bu deney üzerine Rutherford atom hakkında bir takım varsayımlar ise şu şekildedir:

1. Levhaya gönderilen alfa parçacıklarının bir kısmı çok az bir sapmaya uğradığına göre atomun büyük bir kısmının boşluklu olması gerekir.

2. Elektronlar, çekirdeğin etrafında büyük boşluklar bulunan sıralar halinde toplanmıştır.

3. Atomda pozitif yüklerin toplamı, çekirdek olarak bilinen ağır bölgede toplanmıştır.

4. Atom kütesinin büyük bir bölümü çekirdekten ibarettir.

5. Atom içinde bulunan elektronlar 10^{-8} değerindeki hacme sahiptir

6. Atom içindeki çekirdek, aynı atomun elektronları dengeleyecek kadar pozitif yük taşıyabilir.

7. Atomlar yük olarak nötr olduğundan elektronlar ve protonlar eşit sayıda bulunurlar.

8. Çekirdeğin çapı yaklaşık olarak atomun çapından yüz bin kez daha küçüktür.

9. Protonların toplam kütesi yaklaşık olarak atomun kütesinin yarısı kadardır.

10. Rutherford atom modelinde elektronlar çekirdek etrafında merkezkaç kuvvetinin ve coulomb kuvvetinin etkisi ile gerçekleştirirler.

Rutherford atom modeli Thomson atom modeline göre daha açıklayıcı ve kabul edilebilir görülmüştür. Tabi bütün bu durumlara rağmen Rutherford atom modelinin de eksiklikleri vardır.

Rutherford atom modelinde protonlar ve elektronların dışında, nötronlardan hiç bahsedilmemiştir. Atom modelinde ivmeli hareket ettiği kabul edilen elektronlar klasik fizik yasalarına göre hareketleri boyunca ışımaya yapmalı ve bir süre sonra enerjilerini bitirerek çekirdek üzerine düşmesi gerekmektedir fakat böyle bir durum gözlenememiştir. Atomların yaydığı spektrumlar Rutherford atom modeli ile

açıklanamamıştır. Elektronların hareketlerinden bahsedilmiştir ancak atom içinde bulunan yörüngelerden hiç bahsedilmemiştir. Rutherford atom modelinde bulunan tüm bu eksiklik yönlerine rağmen bilim dünyasında uzun bir süre kabul görmüştür.

3.5. Atom Modelinde Kuantum İzleri: Bohr Atom Varsayımları Ve Eleştirileri

Klasik fizik felsefesine göre atomlar oldukça kararlı yapılardır ve herhangi bir patlama ile de yok edilemezler. Rutherford atom modelinde bahsedildiği üzere elektronlar, çekirdek çevresinde dolanmaktadırlar. Elektronların bu şekildeki hareketlerine ait olan belirleyici açıklama bulunmamaktadır. Fakat fizik içerisinde bilinir ki her ne şekilde gerçekleşen bir dairesel hareket olursa olsun; elektronun bu hareketinin ivmeli bir hareket olacağı bilinir. Klasik fizik yasaları gereğince de ivmeli hareket eden yüklü parçacıkların ışına yapmaları gerekmektedir ve ışına yapan yüklü parçacıklar enerji kaybetmelidirler. Enerji kaybeden bu yüklü parçacıklar zaman içinde çekirdeğe yaklaşır; bir süre sonra çekirdek üzerine düşmeleri beklenir. Halbuki atomlarda klasik fizik yasalarınca beklenen böyle bir durum asla gözlenmemiştir.

Başlangıçta Rutherford'un kendisi de içinde olmak üzere fizikçiler, bu çelişkilerin farkına varamamışlardır. Bu tür çelişkileri fark eden Bohr, hidrojen atomu üzerinden yaptığı çalışmalarla, elektronların dairesel hareketlerine ilişkin bir takım şatlar ileri sürmüştür. Bohr'un atom modeline yönelik çalışmalarında ileriye sürmüş olduğu şartlar mevcut problemleri çözerken aynı zamanda klasik fizik yasalarının dışında birtakım işlemler ortaya çıkmıştır. Bu haliyle Bohr atom modeli tamamen klasik fizik yasaları ile değil aynı zamanda kuantum hipotezi ile de açıklanmıştır.

Bohr'a göre çekirdek çevresinde dolanan elektronlar rastgele dolanmamalıydı, müsaadeli enerji seviyelerinde dolanmalıydı. Bu enerji seviyelerde dolanan elektronlar kararlı olmalıydı. Kararlı olan elektronlar ise bilindiği gibi ışına yapmazlardı. Atomdan yayınlanan ışımalara ilişkin olarak ise yüksek enerji seviyesinde diğer bir ifade ile daha büyük yarıçapa sahip yörüngede dolanan bir

elektronun çekirdeğe yakın alt yörüngelere (düşük enerji seviyelerine) geçtiği zaman iki yörüngenin enerji farkı kadar bir enerjinin ışıma olarak atomdan yayınlanması gerekirdi. Bu düşünceleri ortaya koyarken, Planck'ın enerjinin süreksizliği veya kesikliği ilkesini kullanmıştır. Dolayısıyla atomdan yayınlanan ışınlar, sürekli değil kesiklidir, şeklinde ifade etmiştir. Bohr atom modelinin açıklamış olduğu durumları kısaca özetlemek istersek;

1. Elektronlar atom içinde, çekirdeğin çevresindeki rastgele dairesel bir yörüngede değil; belirli bir enerjiye sahip olan dairesel yörüngelerde bulunurlar. Bu yörüngelerdeki açısal momentumu ise $h/2\pi$ 'nin tam katları olarak değer almaktadır.

2. Atom içinde elektronlar bahsedilen bu yörüngelerden herhangi birinde olduklarında en kararlı halde sayılırlar. Bu durumda da her kararlı halin, sabit bir enerjisi bulunmaktadır.

3. Elektronlar kararlı oldukları yörüngelerde bulduklarında radyasyon yaymazlar. Aynı zamanda yüksek enerji düzeyinden düşük enerji düzeyine geçiş yaptıkları anda aradaki enerji farkı kadar ışıma yayınlarlar.

4. Atom içinde elektron hareketinin mümkün olduğu kararlı seviyeler, K,L,M,N,O gibi harflerle ifade edilebilir.

5. Atom içerisinde yüksek enerji seviyesinden düşük enerji seviyesine geçiş yaparken fotonlar halinde ışık yayar, bunun tam tersi durumda ise herhangi bir elektron bulunmakta olduğu enerji düzeyinden daha yüksek seviyede bir enerji düzeyine geçiş yapabilmek için dışarıdan enerji alarak yüksek enerji düzeyine yükselirse bu atoma 'uyarılmış atom' denir.

Bunun yanı sıra Bohr'un fizik bilimine yapmış olduğu önemli katkılar sadece bahsedilenlerle sınırlı değildir. Kuantum fiziği ile ilgili başlangıç sayılan araştırmalara öncülük eden Bohr, klasik fizik ile kuantum fiziği arasında bir karşılaştırma yapılırken tutarlılık ilkesinden bahsetmiştir. Bu ilkenin mutlaka göz önünde bulundurulması gerektiğinin önemine değinmiştir.

Fizik dünyasında, atom altı parçacıkların incelenmeye başlanmasıyla beraberinde yeni kavramları gündeme getirmiştir. Bunlar kuantum fiziği çerçevesinde incelenmiş ve klasik fizik yasaları ile oldukça farklılık göstermiştir. Bu ilke, klasik fizik ve kuantum fiziği yasaları ne kadar birbirinden farklı olsalar bile aralarında oluşan bir birlikteliğin veya bütünlüğün olması gerekliliğini anlatmaktadır. Nitekim daha sonraları kuantum fiziğin verdiği sonuçların klasik fiziğin verdiği sonuçlarla örtüşmekte olduğunu ispatlamış olması; bu birlikteliğe olan inancını kuvvetlendirmiştir.

Bohr'un tutarlılık ilkesi olarak bilinmekte olan bu ilke; ne zaman hangi fizik türünü kullanmamız gerekir ya da gerçekte böyle bir ayrıma ihtiyaç var mıdır şeklindeki sorulara bir cevap olarak kullanılabilir. Kuantum fiziğinin gelişim sürecinde de daha iyi anlaşılmıştır ki böyle bir keskin bir ayırımın olması mümkün değildir. Yani kuantum fiziğinin sınırları araştırılırken bir yandan da klasik fizikten tamamen vazgeçilmemiştir.

Bohr, atom teorisi üzerine yapmış olduğu çalışmaların neticesinde atom ile ilgili olarak ortaya çıkardığı varsayımlar hakkında gelebilecek eleştirileri kolaylıkla tahmin etmiştir. Teori ile ilgili varsayımların üzerine gelen tepkiler çoğunlukla olumsuz olmuştur. Bohr'un çalışmaları için kuşkulu ancak umut verici ifadeleri kullanılmıştır. Bahsedilen bu atom teorisi hakkında destekleyici nitelikte ilk açıklama James Jean tarafından yapılmıştır. Jean, atom teorisinden faydalanarak radyasyon ve elektron hakkında bir çalışma ortaya çıkarmıştır ve çalışmasında, "Dr. Bohr'un tayf serisi yasaları hakkında çok ustaca hazırlanmış anlamlı bir açıklaması var ve eklemeliyim ki çok da ikna edici."⁴¹ ifadesiyle Bohr'a destek vermiştir.

Bohr atom teorisi ile ilgili bilinen ilginç durumlardan biri ise Thomson'ın teoriye inanmaması olmuştur. Thomson, kendisine ait olan üzümlü kek modeline sıkı sıkıya bağlı kalmış ve fizikte kuantum fikri onun için herhangi bir anlam ifade etmemiştir. Bu duruma benzer olan yorumlardan biri Zürih'ten Max Von Laue

⁴¹ Barry Parker, Kuantumu Anlamak, Çev: Elif Akın, Yay: Güncel Yay., 1.Baskı, İstanbul, 2005, s.62

tarafından yapılmıştır, Laue, “Bu çok saçma. Maxwell’in denklemleri her koşulda geçerlidir.”⁴² ifadesi ile teoriyi eleştirenler arasında yerini almıştır. Einstein, Bohr’un atom teorisini çok şaşırtıcı bulmuş eğer bahsedilen varsayımlar doğrulanırsa fizik alanında büyük bir gelişme olarak kaydedileceğini ifade etmiştir.

Bohr’un atom teorisi hakkında söyledikleri üzerine bunu araştırmak isteyen bilim insanlarından ilki Moseley olmuştur. Moseley, çeşitli maddelerden gelen X ışınlarının emisyonu hakkında yapmış olduğu çalışmalar sayesinde X ışınlarının dalga boylarını hesaplamayı başarmıştır. Moseley yapmış olduğu bu çalışma ile Bohr’nun teorisi desteklemiştir. Konu hakkındaki önemli sayılan diğer bir çalışma John Stark tarafından gerçekleştirilmiştir. Stark’ın tayf çizgileri üzerine yapmış olduğu çalışmada, atomun bir elektriksel alanda bulunduğu tayf çizgilerinin çok sayıda çizgiye ayrıldığını kanıtlayabilmiştir. Bohr’un atom modeli üzerine desteğini çalışmaları ile sürdüren kişilerden bir diğeri ise Somerfield olmuştur. Sommerfield Einstein’ın izafiyet teorisini atom teorisini ispatlamak amacıyla kullanmıştır. Tüm bu gelişmelere rağmen Bohr atom teorisi içerisinde eksiklikler ve mantık hatalarını taşımaktaydı. Bunları eksiklikler şu şekilde sıralanabilir:

1. Atom içerisinde elektronlar çok hızlı hareket ettiklerinden klasik fizik değil, rölativite de göz önüne alınarak hesaplamalar yapılması gerekirdi.

2. Bohr atom modeli sadece tek elektronlu (hidrojen atomu için) atomların spektrumlarını açıklayabilmiştir. Hidrojen atomundan sadece bir büyük olan helyum atomu için oldukça büyük problemler çıkmıştır. Problemler üzerinde Kramers ile çalışmalarına devam eden Bohr, oldukça ciddi şekilde değişiklikler yapması gerektiğini gözlemlerine eklemiştir.

3. Bohr atom modelinde dalga-parçacık ikiliği durumu gön önünde bulundurulmamıştır.

⁴² Barry Parker, Kuantumu Anlamak, Çev: Elif Akın, Yay: Güncel Yay., 1.Baskı, İstanbul, 2005, s.63

4. Heisenberg belirsizlik ilkesine göre atomda bulunan elektronun yeri ve hızı kesin olarak ölçülemez. Bundan ötürüdür ki ‘yörünge’ kavramı yanlıştır.

3.5. Kuantum Fiziğinin Matematiksel Formu

Evren tanımını klasik fiziğe inanmış bilim insanları için, gözümüzle görebildiğimiz fotoğrafın tek bir renkten oluşturulmaya çalışması, şeklinde anlatılır. Ancak evren klasik fizikteki tanımın aksine birçok canı renkten meydana gelmektedir. Bahsedilen bu evrende atomik boyuttaki gerçekleri anlama ihtiyacından kuantum fiziği meydana gelmiştir. Kuantum fiziğinde bahsedilen durumlar gözle görülebilen geçeklikten daha çok olasılıklardan oluşmaktadır.

Evrenin bahsedildiği şekilde; mikroskobik boyutunda meydana gelen olayların mutlaka matematiksel formunun olduğuna inanılmıştır. Çünkü evren rastgele bir düzen değildir ve evrende meydana gelen her oluşumun ya da meydana gelecek olan her olayın muhakkak matematiksel bir dili bulunması gerekir.

İşte tam bu noktada kuantum teorisinde geçmekte olan, Schrödinger’in dalga fonksiyonu bahsedildiği şekilde, herhangi bir sistem üzerine meydana gelebilecek olayların olasılık üzerinden tanımlanmış bir matematiksel bir tasviridir. Schrödinger bahsetmiş olduğu bu ifade de fizik kanunları çerçevesinde hareket edebilme yeteneğine sahip olan sistemlerin, dalga hareketini oluşturabilme şartlarını belirtmiştir. Schrödinger dalga denkleminin çözümü, bir dalga hareketini vermektedir⁴³.

Bahsedilen dalga denkleminin fizik dünyası içinde yerini alabilmesi ancak bu denklemin sorulan sorular karşısında istenilen cevapları verebiliyor olmasından geçmekteydi. Ortaya çıkarılan denklemin evrende herhangi bir karşılığı yoksa denklemin herhangi bir bilimsel değeri de kalmazdı.

⁴³ Prof.Dr. Cengiz Yalçın, Kuantum: Tanrı’nın Nefesi mi? Aklın Sesi mi? Neyin Nesi?, Çev: Elif Akın, Yay: Akılçelen Kitaplar, 1.Baskı, Ankara, 2015, s.86-87

Schrödinger dalga denklemi üzerine soruların cevaplarını; Planck varsayımları sayesinde netleştiren kişi, Niels Bohr'dur. Daha önce de anlatıldığı üzere Bohr atom modeli; artı yüklü proton sabit olmak üzere çevresinde dolanan eksi yüklü elektronlardan oluşan, Güneş merkezli atom modeline benzeyen bir sistem olarak ifade edilmiştir. Bohr atom modelinde de bahsedildiği şekliyle, atom içinde iki parçacık arasında, elektrik yüklerin zıtlığı nedeniyle oluşan çekim kuvveti vardır. Bu çekim kuvvetinden doğan bir de potansiyel enerji bulunmaktadır. Tam olarak bu potansiyel kavramı, Bohr atom modeli incelenirken kullanılan hidrojen atomunda bulunan özelliklerinin de çıkmasını sağlamıştır.

Schrödinger denklemi üzerine çalışmalarına devam eden Bohr, denklemi elektron ve proton arasında meydana gelen potansiyel enerji kavramında yola çıkarak çözümlenmeyi başarmıştır. Hidrojen atomunun spektrumunda farklı renkte meydana gelen çizgiler, renklere denk gelen kısımlarda farklı bir frekansta enerji yaymakta olduğunu ifade etmiştir. Bu çalışmaların sonucunda, Schrödinger dalga denkleminin bilim dünyası içinde sadece bir denklem olarak değil, matematiksel olarak bir şeyler söylediği kanıtlanmış olur. Yani kuantum teorisinin matematik bir dili bulunduğu inanılmış olur.

Şekil 5. Schrödinger Dalga Denklemi İfadesi

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} + \frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \psi - V\psi = 0$$

Kaynak: <https://images.app.goo.gl/yvS6m9bLny2P9rZQ8>

Olasılık kavramına fizikçiler, çok farklı anlamlar yüklemişlerdir. Günlük hayatta kullanılan şans kavramı ile de asla karıştırılmaması gerektiği bilinmektedir. Olasılık kavramı fizik dünyasında, kendi içinde derin bir anlama sahiptir ve matematik olarak karşılığı bulunan bir kavramdır. Daha ayrıntılı şekilde ifade edersek, evrende meydana gelen herhangi bir durum ile ilgili olasılıklardan bahsedeceksek; aynı durum içinde gerçekler ve bunlara denk düşen seçenekler

barındırır. Örneğin; hareket halindeki serbest bir parçacığa eşlik eden dalga, parçacığın her an hangi konumda olduğunu belli bir olasılık ile verir⁴⁴.

Schrödinger dalga denklemi atom ve atom-altı gibi mikroskobik boyutlarda herhangi bir sistemin fiziksel durumunu ifade etmek için ya da herhangi bir sistemin fiziksel durumunu belirleyen değerlere anlamlar yükleyebilmek amacıyla kullanılmıştır. Burada da bir dalga denkleminin gelen çözüm her zaman bir dalga denklemidir ve herhangi bir fiziksel büyüklüğe denk gelmez.

Schrödinger dalga denkleminde, çözüm olarak karşımıza gelen dalga fonksiyonun işaret ettiği dalgalar, hareket eden bir elektrona bir dalganın eşlik ettiğini ortaya koymuş ve bu ifadeye de herhangi bir bilim insanının itirazı olmamıştır. Burada önemli olan kısım de Broglie'nin bahsetmiş olduğu dalga ile Schrödinger dalga denkleminin çözümünde ortaya çıkan dalga arasında nasıl bir bağ olduğunun çözümü ile alakalıdır.

Max Born, dalga denkleminin birer çözümü olarak karşımıza çıkan bu dalgalara olasılık dalgası ismini veren kişidir. Bu dalgalar, herhangi bir ortam olmadığı halde ya da herhangi somut birer özellikleri olmadıkları halde; sadece Schrödinger dalga denkleminin çözümü olarak elimizde bulunan matematiksel dalga fonksiyonlarıdır.

Elektron demetlerinin girişiminde de bilindiği üzere bir elektronun aydınlık saçak üzerine düşme olasılığı diğer yarıktan geçen elektronun izlediği yoldan bağımsız değildir⁴⁵. Burada hareket eden elektronlar bir şekilde birbirlerinden haberdardır ve aralarındaki bu bilgi alışverişinin kaynağı bilinmemektedir. Çeşitli durumların çözümlenmelerinden sonra anlaşılmıştır ki kuantum fiziğine göre, elektronun saçıldıktan sonraki durumu hakkında matematiksel bir ifade olan olasılık dalgasının karesi kullanılabilir olmuştur. Başlarda, çift yarıklı deneyinde yarıklardan

⁴⁴ Prof.Dr. Cengiz Yalçın, Kuantum: Tanrı'nın Nefesi mi? Aklın Sesi mi? Neyin Nesi?, Çev: Elif Akın, Yay: Akılçelen Kitaplar, 1.Baskı, Ankara, 2015, s.90

⁴⁵ Prof.Dr. Cengiz Yalçın, Kuantum: Tanrı'nın Nefesi mi? Aklın Sesi mi? Neyin Nesi?, Çev: Elif Akın, Yay: Akılçelen Kitaplar, 1.Baskı, Ankara, 2015, s.94-95

birinden geçen tek bir elektronun diğer yarıklardan geçen elektron ile aralarında herhangi bir iletişim olmadığına inanılmıştır. Ancak girişim deneyi üzerine yapılan incelemeler arttıkça burada elektronlar arasında olan iletişimin varlığı bilinmiştir. Aslında yarıktan geçen elektron yarıktan geçtikten sonra ekran üzerinde nereye varması gerektiğini bilebilmektedir. Elektronların bu özelliği Schrödinger, Broglie ve Max Born dalga fonksiyonu ve olasılık kavramı ile açıklanabilmiştir⁴⁶.

Böylece kuantum fiziğinin temelleri atom altı parçacıklarla ilgili olan sistemlerin durumlarını olasılık sayesinde belirlenebileceği ve Schrödinger dalga denkleminin hidrojen atomu üzerine olan çözümleriyle beraber daha önceki deney sonuçları ile uyum sağlayabiliyor olması kuantum fiziğinin temelleri olarak sayılmıştır.

3.5.1 Schrödinger'in Kedisi Düşünce Deneyi

Schrödinger, ortaya çıkarmış olduğu dalga denklemi ile hidrojen atomuna ait olan spektrumları açıklamış olmasına rağmen ya da kuantum fiziğinin matematiksel formunu bulduğu bu denklem sayesinde oluşturmasına rağmen; kuantum fiziği ile alakalı hala aklını kurcalayan bazı durumlar vardı. Fizikçiler arasında o zamanda kadar, fizik bilimine üstünlüğünü kanıtlanmış determinist felsefe hakimdi ve Schrödinger de bu felsefeye sıkı sıkıya bağlı fizikçilerden sadece biriydi. Bu yüzden tüm bu eleştirilerini açıklayabilmek adına; kuantum fiziğine ait olan olasılık kavramı hakkında, çok ünlü olan Schrödinger kedisi isimli düşünce deneyinde tartışmıştır.

Bu düşünce deneyinde, kutu içine yerleştirilmiş kedi ve içinde zehirli bir gaz bulunduğu düşünülen cam bir şişe tasarlanmıştır. Aynı zamanda şişenin tam üzerine düştüğü anda; şişeyi kıracağı düşünülen ağır bir çekicin bulunduğu düşünülmüştür. Yarı ömrü on dakika olan bir radyoaktif atom da çekicin yakınına konulmuştur. Burada bulunan radyoaktif atomu kendi haline bırakırsanız bozunmuş olma durumu ve bozunmamış olma durumu üst üste biner yani radyoaktif bir atom on dakika

⁴⁶ Prof.Dr. Cengiz Yalçın, Kuantum: Tanrı'nın Nefesi mi? Aklın Sesi mi? Neyin Nesi?, Çev: Elif Akın, Yay: Akılçelen Kitaplar, 1.Baskı, Ankara, 2015, s.94-95

sonunda tamamen bozulmuş olma olasılığı ile bozunmamış olma olasılığı aynı ve yüzde elli olur. On dakika sonunda radyoaktif atom bozunmuş olursa bunu algılayan sensör harekete geçer ve çekici düşürür; düşen çekiç zehirli gazın bulunduğu camı kırar ve kedi ölür. Yani kutu açılana kadar kedini ölü olma veya diri olma durumu eşit değer olarak yüzde ellidir. Kutu açılana kadar radyoaktif elementin bozulma veya bozulmama durumunun üst üste geldiği an da kuantum fiziğinde süper pozisyon durumu olarak bilinir. Kuantum fizikçileri Schrödinger'in bu deneyi üzerinde tartışmalar gerçekleştirmiş hatta bazı kuantum fizikçileri arasında problemlere bile neden olmuştur. Kedi paradoksu deneyi ile ilgili daha fazla bilgi sahibi olmak istersek daha fazla soru sormak gerekmektedir. Mesela kedi kutuya konulduğu anda zaten canlıdır ancak kedi kutuya konulduktan bir beş dakika sonrası için hiçbir şey söylenemez. Çünkü burada cam şişe içinde bulunan radyoaktif element hakkında bir şey bilinmemektedir. Kutuyu açmadan hemen önceki an kedi hem cansız hem canlı olabilir ama bu demek değildir ki kedi hem canlıdır hem ölü işte yaşanan çelişkiler de tam buradan doğmaktadır. Kedi ile ilgili olan durumu ise ancak ve ancak kutuyu açtıktan sonra söyleyebiliriz. Burada kutuyu açmadan önceki an için sadece olasılıklar bulunmaktadır ve olasılıklar gerçek değildir. Kutunun içindeki kedinin ölü veya diri olma hali ile ilgili bilgi veren bir matematiksel fonksiyonu vardır ve bu fonksiyona göre kedi yüzde elli ölü yüzde elli canlıdır. Bunlardan sonra gerçekleşecek başka bir durum da söz konusu değildir.

Olasılık denklemlerinde elde edilen bilgilere göre kedini yüzde elli canlı olma ihtimali gerçekleşirse diğer bir ihtimal olan kedini yüzde elli ölü olma olasılığının ortadan kalkma durumuna ise kuantum fiziği sınırları içerisinde dalga fonksiyonun çöküşü olarak bilinmektedir.

Schrödinger'in kedisi hakkında gerçekleşen düşünce deneyinde, kutu açılmadan önceki anda kedinin ölü veya diri olma ihtimallerinin aynı ada gerçekleşebilir olması mantıksızdır. Bu durumla ilgili diğer söylenenlerden biri de kedinin ölü ya da diri olma halinin kutu açıldığı anda oluşan bir durum olarak gözlemlemektir. Bu inanılan durum ise özellikle Einstein gibi fizikçiler tarafından oldukça eleştirilmiştir. Einstein konu ile ilgili eleştirisini, gökyüzünde asılı duran Ay

orada dururken biz ona bakınca sanki birden ortaya çıkmasına benzeten ifadelerle anlatmıştır⁴⁷.

Schrödinger'in kuantum teorisi üzerine yapmış olduğu çalışmaların üzerinden yapılan tüm bu tartışmalara bakıldığında ilk olarak akla gelen eleştiri; bu anlatılanların ne kadar mantıksız olduğu yönünde olmuştur. Sonraları ise bahsedilen bu paradokslar sayesinde kuantum fiziği oldukça gelişecek ve bilim insanları bu paradoksları çözerek kuantum fiziğinin sadece mikro alanda değil makro alanda da çalışabilecek kadar kuvvetli bir teori olduğu anlaşılacaktır.

3.6. Kesinlikten Belirsizliğe: Heisenberg'in Belirsizlik İlkesi

Fizikçiler tarafından evrenin makroskobik boyutu hakkında incelemeler yapıldığı zamanlarda, bu düzeye ilişkin evren hareketleri incelenirken tüm duyu organlarımızdan destek alabiliriz. Hatta bunun bile yetersiz kaldığı durumlarda da gerekli olan başka çalışmaları sürdürmeye devam ederiz. Ancak evreni mikroskobik boyutunda olan durumların incelenmeye başlamasıyla araştırmalarda kullandığımız yöntemleri tamamen değiştirmek zorunda kalırız. Çünkü evren mikro düzeyde bizim algımızın çok ötesinde bir davranış sergilemeye başlar. Bu yönlerden evrenin makro düzeyini, klasik fizik yasaları ile bağdaştırmayı başarmış bilim insanları; aynı başarıyı evrenin mikro düzeyini kuantum yasaları ile bağdaştırarak yakalamak istemiştir.

Kuantum fiziği, sadece fiziksel bir kuram değil aynı zamanda yirmi birinci yüzyıl biliminin alt yapısını oluşturan önemli bir değerdir. Werner Heisenberg de bu fiziğin gelişimi için önemli çalışmalar gerçekleştiren isimlerden biri olmuştur. Daha öncesinde üstünde durduğumuz bir konu olan çift yarık deneyinde, kaynaktan çıkıp ekrana doğru hareket etmekte olan elektronun hızı ve konumu, üzerine bir ışık demeti düşürerek, an ve an belirlenemeyeceğini incelemiştik. Burada elektronun

⁴⁷ Prof.Dr. Cengiz Yalçın, Kuantum: Tanrı'nın Nefesi mi? Aklın Sesi mi? Neyin Nesi?, Çev: Elif Akın, Yay: Akılçelen Kitaplar, 1.Baskı, Ankara, 2015, s.102

hızının ve momentumunun aynı anda belirlenebilir olduğu düşüncesi sadece teorikte oluşturulmuş bir düşüncedir. Bu düşünce pratikte gerçekleşemez, mümkün değildir.

Klasik fizik yasalarından bilindiği üzere, bir yerden başka bir yere doğru hareket halinde olan bir otomobilin hızını ve konumu her an belirlenebilir. Ancak, sadece evrendeki makroskobik düzeyde işlemekte olan klasik fizik yasaları ne yazık ki evrendeki mikroskobik düzeyde istenilen sonuçları vermemiştir.

Heisenberg, belirsizlik ilkesine bu gibi tartışmaların devamında doğru sorulara verdiği doğru cevaplar sayesinde ulaşmıştır. Heisenberg için önemli olan bu sorulardan biri de en başta bahsedilen konulardan, elektronun konumu ve momentumunu eş zamanlı ölçebilmek mümkün mü sorusu olmuştur.

Bu durumun mümkün olamayacağını da bu soruya karşı yaptığı araştırmaların neticesinde varmıştır. Bu çalışmalarda; elektronun konumu hakkında kesin bir bilgiye ulaşabilmek adına özel bir sistem ile çalışabilen bir mikroskoba ihtiyaç duyulmuştur. Elektron oldukça küçük olduğundan normal standartlarda bir mikroskop ile bu ölçme işlemi gerçekleştirilememiş ve gerçek sonuçlar elde edebilmek için oldukça küçük dalga boylarında ışınlar gerekmiştir. Tam olarak bir ölçümün gerçekleştirebilmek için de bu ışınların tam olarak mikroskoba denk gelmesiyle gerçekleşecektir. Bunun için kısa dalga boyuna sahip ya da yüksek enerjili ışınlar kullanılması gereklidir ve burada elektrona çarptığı anda elektron üzerinde büyük bir etki yaratması istenir. Bu etkiye maruz kalan elektronlarda da şiddetli bir geri çekilme gözlemlenecektir.

Konu üzerine çözüm ise, gönderilen ışığın dalga boyunu arttırmaktan geçtiği düşünülmüştür. Olay örgüsü bu şekilde tasarlandığında ortaya çıkan sonuçlarda gönderilen fotonlar elektrona çarptıklarında elektronların hareketlerinde bir değişikliğe neden olmamışlardır ancak burada da ortaya çıkacak başka bir sorun oluşmuştur. Fotonların dalga boyları yükseltildiğinde frekansları azalacaktır. Üzerine ışığı düşürüp yansıtarak hakkında bilgi edinmek istediğimiz sistemin boyutları ile

ışığın dalga boyunun aynı mertebede olması gerekir⁴⁸. Burada elektronun üzerine uzun dalga boylarına sahip ışığı gönderdiğimizde bu defa ışık elektronu göremez hale gelecektir. Yani ışık artık elektronun konumu belirleyemeyecektir. Daha öncesinde ifade edilen gibi yüksek enerjili yani kısa dalga boyuna sahip ışınlar gönderildiğinde; kısa dalga boyuna sahip tanecik karakteri baskın ışınlar, elektronlara çarparak enerjilerini elektronlara aktaracak ve elektronların hızında bir miktar değişime neden olacaklardır. O zamanda elektronların konumunu tam olarak belirleyebilirsek bile hızı hakkında kesin bir bilgiye sahip olamayız. Tüm bu anlatılanlardan sonra göz önünde bulundurulmuş şartlar altında, mikro seviyede bir elektronun hızı ve konumu hakkında aynı anda kesin bir bilgiye sahip olamayız sonucuna varmış oluruz. Bu tanımı da şu şekilde yapabilmekteyiz: *Bir elektronun konumu ve hızı aynı anda aynı hassasiyetle ölçülemez. Kuantum mantığı bu ilke üzerine tasarlanmıştır*⁴⁹. İşte Heisenberg'in belirsizlik ilkesi bu şekilde tanımlanmaktadır.

Tüm bu araştırmaların neticesinde kuantum teorisinin yorumlanmasında büyük gelişmeler ve ilerlemeler kaydedilmiştir. Heisenberg, daha öncesinde de Planck'in sabiti olarak ifade ettiğimiz h sabiti ile ilişkili olan bağıntıyı fizik dünyasına sunmuştur. Bulduğu bağlantı basitçe şöyle ifade edilebilir: konumda belirsizlik (x ile gösterilir) ve momentteki (p) belirsizliğin çarpımı $h/2\pi$ 'den ya daha büyük ya da eşit olmak zorundadır. Bu bağlantı bize neden büyük kütle ve uzaklıklar göz önüne alındığında belirsizlik olmayacağını açıklamıştır (atom fiziği ile kıyaslandığında)⁵⁰.

⁴⁸ Prof.Dr. Cengiz Yalçın, Kuantum: Tanrı'nın Nefesi mi? Aklın Sesi mi? Neyin Nesi?, Çev: Elif Akın, Yay: Akılçelen Kitaplar, 1.Baskı, Ankara, 2015, s.107

⁴⁹ Prof.Dr. Cengiz Yalçın, Kuantum: Tanrı'nın Nefesi mi? Aklın Sesi mi? Neyin Nesi?, Çev: Elif Akın, Yay: Akılçelen Kitaplar, 1.Baskı, Ankara, 2015, s.107

⁵⁰ Prof.Dr. Cengiz Yalçın, Kuantum: Tanrı'nın Nefesi mi? Aklın Sesi mi? Neyin Nesi?, Çev: Elif Akın, Yay: Akılçelen Kitaplar, 1.Baskı, Ankara, 2015, s.107

Şekil 5. Heisenberg'in Konum-Momentum ve Enerji-Zaman Belirsizliği Bağlıları

$$\Delta \mathbf{x} \cdot \Delta \mathbf{p} \geq \frac{\hbar}{2} \qquad \Delta t \cdot \Delta E \geq \frac{\hbar}{2}$$

Kaynak: <https://evrimagaci.org/belirsizlik-ilkesini-anlamak-werner-heisenberg-ve-digerlerine-dedi-4184/amp>

Heisenberg'in belirsizlik bağıntısında bulunan Planck sabiti oldukça küçük bir değere eş değer olduğundan; belirsizlik ilkesi evrenin makro düzeyinde incelenemez. Evrenin atom-altı boyutuna inildikçe bahsedilen belirsizlik değeri kazanmaya başlar. Momentum-konum belirsizliği fizikçiler tarafından bizlere; bir parçacığın konumu hakkındaki belirsizlik ne kadar az olursa momentumu hakkındaki belirsizlik o derecede artmaya başlar şeklinde kolay kavramlarla aktarılmaya çalışılmıştır. Aynı şekilde momentumu hakkında ne kadar az belirsizlik varsa konumu hakkındaki belirsizlik aynı derecede artmaya başlar. Hatta elektronun konumu hakkında kesin bir bilgiye sahipseniz demek olur ki hızındaki hakkındaki bilginiz sonsuz bir belirsizlik olacaktır. Belirsizlik kavramının ya da mantığının işlediği diğer iki fizik kavramı enerji ve zamandır.

Heisenberg'in bahsettiği belirsizlik ilkesi makro düzeyde evreni açıklamaya çalışan klasik fizik yasaları ile hiçbir zaman uyum sağlayamamıştır. Klasik fizikte konusu geçen radyoaktif bozunma ile alakalı bilinen bazı durumlar belirsizlik ilkesi ile bağdaştırılmaya çalışılmıştır; bazı durumlar uyum bile sağlıyor olsa da tam olarak birbirine geçen bir durum söz konusu değildir. Belirsizlik ilkesi bizlere, evrendeki düzen hakkında değil bunun yerine daha çok düzen içindeki varlıkların bulunma ihtimalleri hakkında bilgi vermektedir. Aynı zamanda belirsizlik ilkesi, evrendeki katı determinist anlayışın yerine indeterminist bir düzenin geçerli olacağı bir yapının varlığından bahsetmiştir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

KLASİK FİZİK-KUANTUM FİZİK ÜZERİNE FELSEFİ YAKLAŞIMLAR

4.1. Determinizm/ İndeterminizm Ve Kuantum İlkesi

Eski fizik adı altında bilinen klasik fiziğin temelini oluşturan felsefe, determinizm felsefesidir. Determinist felsefeye göre; herhangi bir olayın gerçekleşmesinin sonucunda ortaya çıkan bir sonuç, başka bir olayın sebebi olabilmektedir. Bu yüzden ki, sebep-sonuç ilişkisini barındıran klasik fizik, determinist felsefe ile yönetilmektedir. Klasik fizik ile desteklenen evren modeli de determinist felsefenin izin verebildiği kadar ilerleyebilmiştir. Kısaca bilinir ki; determinist felsefeye göre yönetilen evrende gerçekleşmekte olan ya da gerçekleşebilecek olan her olayın bir ön şartı bulunur. En başından beri belirtildiği gibi klasik fizik yasalarına göre bilimde; şans, sürpriz ya da olasılık gibi kavramların kullanılması bir anlam ifade etmez.

Klasik fiziğin gelişiminde özellikle büyük rol oynamış kişilerden olan; Kopernik, Kepler, Galilei ve Newton gibi fizikçiler, evren hakkındaki bilgileri birleştirilebilmiş ve böylece bilinen evren yasaları hakkında yorum yapmak daha kolay hale gelmiştir. Newton ile temelleri sağlam bir düzene oturtulan fizik yasaları, evren hakkında yorum yapmamızı kolaylaştırır hale gelmiş ve evren bu yasalara göre bütüncül bir hal almıştır.

Determinizm felsefesinin fizik ilmine olan yansımalarını görebilmek için özellikle, Newton'nun hareket sisteminde olan, Newton'nun üç temel hareket yasasına bakmak gerekir. Bu yasalarla beraber öne çıkan neden-sonuç ilişkileri, determinist felsefesi üzerine kurulmuş fizik yasaları için hangi durum gerçekleşirse gerçekleşsin; herhangi bir olayın başlangıcının başka bir olayın sonucu olduğuna inanılmıştır.

Daha sonraları fizik içinde determinist felsefesi ve Newton'nun evren üzerine olan yasalarından oldukça etkilenen Laplace bilimsel determinizm kavramını ortaya

atmıştır. Laplace'a göre, evrende var olan bütün parçacıkların herhangi bir anda sahip olduğu konum ya da hızı hakkında bilgi sahibi olabilirsek; evrenin geçmişi ya da geleceği hakkında kesin ve net bilgilere sahip olabiliriz. Yani, içinde bulunduğumuz evrende ve evren içinde bulunan muntazam bir sistemde neden olarak göreceğimiz kuvvetlerin başlangıç durumları hakkında bilgi sahibi olursak; sistemin geleceği hakkında da bilgi sahibi oluruz.

Laplace'a göre; Determinist evrende hiçbir boşluk yoktur, 'A' hep 'B'yi, 'B' hep 'C'yi belirler, 'B' gerçekleştiği zaman arkasından ne geleceği bellidir, aksi bir durum mümkün değildir⁵¹. Newton fiziği ile bu şekilde oldukça bütünleşmiş olan determinizm felsefesi, fizik üzerinde olan hakimiyetini on dokuzuncu yüzyıla kadar sürdürmüştür. Hala günümüzde sıkı sıkıya bu felsefeye bağlı olan fizikçiler de bulunmaktadır.

On dokuzuncu yüzyıldan itibaren kuantum fiziği sınırlarında meydana gelen gelişmelerin neticesinde, klasik fiziğin öne sürmüş olduğu lineer mantık ve determinist felsefe ile evreni anlamayabilme çabaları; yerini lineer olmayan indeterminizm bir felsefe ile evreni anlama çabalarına bırakmıştır. Çünkü eldeki determinist felsefe ile mikro seviyedeki evreni anlamak pek mümkün olmamıştır. Burada bahsi geçen lineer olmayan ifadesi için de öngörülemeyen ifadesi kullanılabilir. Kuantum fiziğinin gelişim sürecinde de açıkladığımız gibi atom modeli hakkında ortaya çıkan yeni çalışmalarla beraber kuantum fiziği adı altında gelişmekte olan fizik bilimi hakkındaki yorumlar ve özellikle Heisenberg'in belirsizlik ilkesi, kuantum fiziğinin felsefe boyutu daha farklı anlamlar taşır hale gelmiştir. Kuantum fiziği hakkında meydana gelen tüm bu başarılı çalışmaların sonucunda Heisenberg, Schrödinger ya da Bohr gibi fizikçiler kuantum teorisinin felsefe boyutunu oluşmasına katkı sağlamışlardır. Kuantum fiziğinde ortaya çıkarılan tüm durumların, olasılık temeli üzerine kurulmuş olması kuantum felsefesini klasik fizik felsefesinden ayırtmıştır.

⁵¹ Taslaman, Caner(2006).Tanrı-Evren İlişkisi ve Mucize Sorunu Açısından, Determinizm, İndeterminizm ve Kuantum Teoremi. M.Ü İlahiyat Fakültesi Dergisi, 31, 166

Kuantum fiziğinin giderek geliştiği sıralarda ise klasik fizik ile açıklanamayan durumlara bakış açısı daha çok sübjektif indeterminist felsefeye dayanarak açıklanmıştır. Aynı zamanda açıklanmaya çalışılan kuantum fiziğinde, mikro evren düzeyinde meydana gelen durumların klasik fizik ile açıklanamıyor olmasının nedeni olarak da epistemolojik bilgi eksikliğine dayandırılmıştır.

Özellikle belirsizlik ilkesinin bulunmasından sonra gelişmiş olan sübjektif indeterminizm, daha sonra kuantum fiziğinin kendini kanıtlamasıyla beraber yerini objektif indeterminizm felsefesine bırakmıştır. Budan sonraki zamanlarda da kuantum fiziğinin temelindeki felsefe olarak, objektif indeterminizm kabul görmüştür. Artık bilim insanları determinist bir felsefeye sıkı sıkıya bağlanmış klasik fizik yerine, evrenin sürekli değişken bir yapısının olduğunu kabul eden ve olasılıklar üzerine kurulu indeterminist bir felsefe ile yönetilen kuantum fiziğini tercih etmeye başlamışlardır.

4.2.Nedensellik İlkesi

Evren devamlı olarak bir döngü ve akış içindedir. Evrende varlığını sürdüren hiçbir şey sabit değildir. Aynı zamanda bilinir ki evrende karşımıza çıkmış durumların hiçbiri sebepsiz gerçekleşmez. Evrende meydana gelen herhangi bir olayın nedenini merak edip araştırmak istersek aynı zamanda aradığımız şey meydana gelen olayın sebebini de bize verecektir. Bu durumda anlatılmak istenen; evrende meydana gelmiş bir durumun herhangi bir nedeninin olması gerektiği ilkesi insan aklı ile evren arasındaki bir bağ halini almıştır.

Immanuel Kant, nedenselliği insanın akıl yürütmesinin temel kategorilerinden biri olarak tanımlamıştır. Bu tanımlama için: “Onsuz bir dünya tasavvur edemeyiz⁵²” ifadesini kullanmıştır. Empedokles, Aristo ve Platon gibi ünlü düşünürler, neden ile sonuç arasındaki bağıntıları farklı açılardan değerlendirmişlerdir. Empedokles’e göre evrende var olan her şey; sevgi ve çatışmanın sonucunda ortaya çıkmıştır. Platon,

⁵² Ian Marshall, Danah Zohar, Kim Korkar Shrödinger’in Kedisinden, Paradigma Yay., 4.Baskı, İstanbul,2006, s.342

neden ve sonuç arasındaki ilişkiye dair çözüm yollarını herhangi şeylerin sıfatlarında aramayı tercih etmiştir. Aristo ise bütün kendinden önceki düşünürlerin konu hakkındaki çıkarımlarını kullanarak, eksiksiz olduğu düşünülen bir teori ortaya koymayı başarmıştır. Aristo'ya göre dört çeşit nedensel açıklama bulunmaktadır: İçeriksel, biçimsel, etkileyici ve ereksel.

Bunların yanı sıra nedensellik ilkesi, bilimde herhangi bir çözüm için tümevarım yönteminin kullanılmasını desteleyen felsefelerdendir. Bilim içinde olguları ya da meydana gelen olayların nedenlerini açıklama isteği, on yedinci yüzyıl ve sonrasında etkisini yitirmiş bir araştırma türüdür. Galilei ve Newton'dan itibaren bilimsel araştırmalar, meydana gelen olguların nedenlerini bulmaktan daha çok olguları arasında oluşan ilkeler ya da fiziksel yasaları bulmaya yönelik çalışmalara yerini bırakmıştır. Yani Aristo ile başlamış olan olayların nedenlerini açıklama isteğine yönelik çalışmalar modern bilim ile daha çok nedensel ilişkiyi bulma çabasına dönüşmüştür.

Nedensellik ilkesi, klasik fiziğin vazgeçilmez bir döngüsü olarak kabul edilmiştir. Burada bahsedilen nedensellik ilkesinin tanımı ise Aristo mantığındaki nedensellik değildir. Buradaki nedensellik ilkesi, Aristo felsefesindeki nedensellik ilkesine göre daha basit anlamlar taşımaktadır. Klasik fizikte bahsedilen nedensellik ilkesinde; Aristo felsefesindeki ara öğeler bulunmamaktadır. Bu yüzden, Aristo fiziğinde öne çıkan ereksel (amaç) nedenler, klasik fizikte yer almamaktadır. Newton fiziğinde kabul görmüş nedenler daha çok maddi ya da biçimseldirler.

Tüm bu anlatılanlardan yola çıkarak, klasik fizikte meydana gelen neden-sonuç ilişkisi hakkında söylenebilir ki; Newton fiziğinde yer alan öğeleri seçebilme hakkımızın bulunduğu ya da ardından gelecek durumların varlığını bildiğimiz zorunlulukların olduğu bir süreçtir.

Tüm bu anlatılanların dışında, nedensellik ilkesi fizik üzerindeki varlığını yirminci yüzyılda ortaya çıkan gelişmelerin devamında yitirmiştir. Kuantum fiziği hakkında yapılan doğru çalışmalar sayesinde bilim dünyası içinde bir belirlenemezlik durumu oluşmuş ve nedensel durumlarla açıklanamayan çalışmalar ortaya çıkmıştır.

Bunun devamında, fizik dünyasının bu zamana kadar üzerine kurulu olmuş olan temel ilke haline gelen nedensellik ilkesi tamamen tartışmalı bir konuma girmiş ve kavram kendi içinde tamamen bir değişim sürecine girmiştir.

Nedensellik ilkesinin, atom altı sistemde ya da çok küçük parçacıklar üzerinde herhangi bir anlamı olmadığı; Heisenberg belirsizlik ilkesi ile ilgili olan araştırmaların sonucunda daha anlaşılır hale gelmiştir. Kuantum fiziği içerisinde, atomu oluşturan parçacıkların bir anlık herhangi bir durumundan yola çıkarak daha başka durumları hakkında bilgi sahibi olunamayacağı anlaşılmıştır. Klasik fiziğin temelini oluşturmuş olan nedensellik ilkesi böylelikle bilim dünyası içerisinde yerini olasılık kavramına bırakmıştır.

Maddenin bölünemeyen en küçük parçacıklarının yer kaplamıyor olması kaba anlamdaki materyalizmin yerini madde etrafında dönen bir epistemolojiye bırakmasına neden olmuştur. Pozitivizmin gözlenemeyenleri metafiziğe mal etmek suretiyle bilimin dışına ittiğini, üzerine konuşulamayan konusunda susma eğiliminde olduğunu düşünürsek gelişmelere direnmekte olduğunu ve tartışmanın devam ettiğini de çıkarabiliriz.⁵³

4.3. Yerel Olmama Durumu: Sebep-Sonuç İlişkisi

Bilim dünyasında yerel olmama kavramı, kuvvetlerin bulunmadığı herhangi bir durum içerisinde meydana gelen olay, anlamına gelmektedir. Bu tanımı daha farklı anlatmaya çalışırsak, içerisinde nedensellik ilkesi öğeleri olmadan meydana gelen olaylar şeklinde edebiliriz. Kuantum fiziği içerisinde önemli ilkelere bir olan yerel olmama durumu, birbiri ile hiçbir bağı bulunmayan olayların arasında bir ilişki bulunma halidir. Burada anlatılmaya çalışılan durumda, yerel olmama hali kabul edilirse, nedensellik ilkesinin yok sayılması gerekmektedir.

Klasik fiziğin temelini neden-sonuç ilişkisi oluşturmaktadır ve bu ilişkiye göre, herhangi basit bir işlem gerçekleştiğinde mutlaka bunun bir sebebi vardır

⁵³ YALDIR, Hülya, KİRAZ, Sibel, (2008). Nedensellik, Bilim ve Metafizik. Kaygı, 2008/11.161

şeklinde basit bir mantıkla çalışmaktadır. Kuantum fiziğinin yapısını oluşturan yerel olmama ilkesi ise daha karmaşık bir mantık ile çalışmaktadır. Örnek vermek gerekirse, çift yarık deneyinde elektronların dalga gibi mi ya da parçacık gibi mi özellik gösterecekleri sadece o an bilinebiliyor. Ancak burada elektron hangi özelliğini göstermiş olursa olsun; dalga özelliği gösterdiği anda parçacık özelliği yok olur ya da parçacık özelliğini göstermiş olduğu an da dalga özelliği yok olur. Yani aynı parçacık üzerine iki tane özellik tanımlayamayız.

Bahsedilen çift yarık deney düzeneğinde parçacığı incelerken, parçacığın birinci yarıқта görülme ihtimalinin bulunması aynı zamanda ikinci yarıқта görülme ihtimalini sıfıra indirecektir. O zaman birinci yarıқта ve ikinci yarıқта bulunma ihtimalleri birbirlerine bağımlı bir durum yaratmış olur. Fotonun birinci yarıқта bulunduğu anda ikinci yarıқта bulunma ihtimalinin yok olması, nedensel değildir. Nedensel olduğunu düşünmemizi gerektirecek herhangi bilimsel bir çalışma da bulunmamaktadır.

Konu ile ilgili olarak gerekli tartışmaların ardından kuantum ile ilgilenen fizikçiler olasılıkların kendi aralarında bağlantılı olduğunu belirtmişlerdir. Çift yarık deneyine, klasik fizikçi mantığı ile bakacak olursak zaten başlangıçta parçacığın iki yarığa doğru da giderken başladığı zaten yarışın sonucunun başından belli olduğu söylenebilir ancak yorum sadece parçacık ile ilgilidir. Bu yorumda fotonun dalga tarafı göz ardı edilmektedir. Hiçbir klasik fizikçi burada, parçacık dedektörü olmadan açığa çıkacak olan girişim modelini bununla beraber gelen fotonun hem birinci yarıktan geçebilme durumu hem de ikinci yarıktan geçebilme durumunu açıklayamaz.

4.3.1. Epr Deneyi, Bell Eşitsizliği Ve Aspect Deneyleri

EPR deneyi, kuantum fiziği hakkındaki gelişmelerin tartışıldığı yıllarda özellikle Solvay konferansının devamı niteliğinde kabul görmüş bir düşünce deneyidir. Heisenberg'in belirsizlik ilkesinin ortaya çıkışından sonra, atom ve atom altı boyutlarda ölçümle ilgili sınırlılık getiren bu ilkeyi yok sayan, bir takım bilim insanları tarafından ortaya çıkarılmıştır. EPR deneyini savunan bilim insanları,

kuantum fiziğinde bahsedilen belirsizliğin kaynağını araştırmak istemişlerdir. Bu makale, ‘Fizik Gerçekliğinde Kuantum Mekaniği Tanımı Tamamlanmış Olarak Düşünülebilir Mi?’ adı ile yayınlanmış olsa bile bilim dünyası içinde EPR makalesi olarak bilinmektedir.

EPR makalesi, kuantum fiziğinin nedensellik ilkesi ile ilgili olan problemlerini değerlendiren Einstein’ın, kuantum teorisine olan eleştirisini pekiştiren nitelikte bir makaledir. Makalede bahsedilen deneyde, uyarılmış bir enerji seviyesinden alt enerji seviyesine düşerek seviyeye düşerek ışınım gerçekleştiren bir atomdan yayınlanan ışık demeti göz önüne alınmıştır. Işık demeti, polarize olmamış yani zıt yönde ilerlemekte olan ve her yönde titreşen, iki demete ayrılır. Burada bahsedildiği şekilde birbirinden ayrı, iki demet olarak uzaklaşmış olsalar bile aralarında bir bağ bulunmadığı halde sanki aralarında bir bağ varmış gibi, bir bütün gibi davrandıkları kanıtlanmıştır. İşte Einstein tam bu noktada kuantum teorisini eleştirmiştir.

EPR makalesindeki eleştiriye göre, birbirinden bağımsız olan iki demet arasında oldukça uzun mesafeler olsa bile bir şekilde bilgi alışverişi sağlanıyor olması gerekir. EPR deneyi üzerine çalışan fizikçiler, bahsedilen durumu özel görelilik kuramına aykırı olduğunu savunmuşlardır. Çünkü eğer burada anlatıldığı gibi, birbirinden bağımsız iki demetin arasında, inanıldığı gibi bilgi alışverişi varsa bu bağıntının gerçekleşmesi için bu haberleşmenin ışık hızından fazla hızlarda gerçekleşmesi gerekir. Tabi burada varlığından bahsedilen etkileşimin özel görelilik kuramına aykırı hareket ettiğini düşünmek ve eleştiriye buna dayanarak yapmak; kuantum fiziğinin yerel bir kuram olduğunu kabul etmek anlamına gelir. Halbuki kuantum teorisi yerel olmayan bir kuramdır⁵⁴.

EPR makalesi üzerine bu tarz eleştiriler ve tartışmaların üzerinde başka bir konu olan Bell teoreminden bahsederek; atom fiziğinde ya da nükleer fizikte çok sayıda gözlenebilen özellik parçacıkları nokta olarak kabul edilmektedir. Nokta

⁵⁴ Prof.Dr. Cengiz Yalçın, Kuantum: Tanrı’nın Nefesi mi? Aklın Sesi mi? Neyin Nesi?, Çev: Elif Akın, Yay: Akılçelen Kitaplar, 1.Baskı, Ankara, 2015, s.128

parçacık kavramı fizik için sadece bir modelledir. Eğer temel parçacıklar nokta parçacık olarak kabul ediliyorsa bu parçacıkların bir hacminin olmaması gerekir. Çünkü fizik bilimine göre nokta parçacıkların herhangi bir hacmi bulunmamaktadır. Ayrıca nokta parçacıklar, geometrik eksenleri etrafında dönüyormuş gibi hareket ederler. Klasik fizikte bir benzeri olmayan bu dönme hareketi spin olarak tanımlanmıştır ve mikroskobik boyutlarda parçacıklar spin özelliğine sahiptirler. Bell teoremi ise temel parçacıkların spin özelliği göstermesi üzerine kurgulanmıştır⁵⁵. Epr tezine göre, mikroskobik boyutta bulunan herhangi bir elektron her eksen etrafında dönme hareketini gerçekleştirebilir. Elektronun herhangi bir eksen etrafında dönme hareketi ölçüldüğü bir anda diğer eksenlerdeki dönme durumları yok sayılmıştır savı kabul görmemiştir. Bell bu savın üzerine, taneciğin tek bir ekseninde dönerken ölçülüp, diğer eksenlerde meydana gelecek dönme durumlarının belirsizlik ilkesi nedeni ile ölçülemez olmasının sonucunda diğer eksenler için dönme hareketinin bittiği anlamını çıkmaz şeklinde tartışmıştır. Bu da demektir ki elektron herhangi bir ölçme işlem olmadan önce her eksen etrafında dönmesini gerçekleştiriyor olabilir anlamına gelmektedir. Sonuç olarak, belirsizlik ilkesinin gerçekte meydana gelen durumla alakalı değil de olay sırasında ölçüm işlemine sınırlama getirdiği düşüncesi netleştirilmiştir ve bu bilgi fizikçiler arasında oldukça nitelikli bir çıkarım olarak görülmüştür.

Bu çalışmaların ve tartışmaların ardından Aspect ve arkadaşları Bell'in çalışmalarını doğrulama amacıyla 1980 yılında deneyler gerçekleştirmişlerdir. Epr tezini kuantum hakkındaki savları Aspect deneyleri sayesinde çürütülmüştür. Fotonların kutuplanma özelliğinden yararlanılarak yapılan deneylerde anlaşılmıştır ki; fotonlar birbirlerinden ne kadar uzaklaşırlarsa uzaklaşırlar birinin kutuplanması dik bir konumdayken diğerini kutuplanmasının yatay konumda olacağını net bir şekilde gösterilebilmiştir. Aynı zamanda deneyde yer alan ve ölçüm işlemini gerçekleştiren polarizatörün de ölçümü etkileyeceği düşünülmüş ve bunun için de fotonların kutuplanmasındaki payı unutulmamıştır.

⁵⁵ Prof.Dr. Cengiz Yalçın, Kuantum: Tanrı'nın Nefesi mi? Aklın Sesi mi? Neyin Nesi?, Çev: Elif Akın, Yay: Akılçelen Kitaplar, 1.Baskı, Ankara, 2015, s.145-146

Tüm bu araştırmaların ve deneylerin sonucunda da Einstein'nın kuantum hakkında olan eleştirileri çürütölmüştür. Bu iddialar üzerinde ortaya çıkmış olan gizli değişkenler gibi teorilerin de ortadan kaldırılması sağlanmıştır.



BEŞİNCİ BÖLÜM

KUANTUM FİZİĞİ YORUMLAMALARI VE İTİRAZLARI DEĞERLENDİRİLMESİ

5.1. Kopenhag Yorumu

Evren içinde bulunan yıldızların ya da gökyüzünün veya daha farklı örnekler vererek çoğaltabileceğimiz; evrenin içindeki herhangi bir durum hakkında yorum yapabiliyor olmak tamamen evren hakkında yorum yapmak demek değildir. Bilindiği gibi klasik fizik, evrenin makro düzeyindeki sistemleri için çalışırken; kuantum fiziği, evrenin mikro düzeydeki çalışan sistemleri üzerinde işlemektedir. Klasik fizik aynı zamanda, evrenle alakalı bir görüş sunacakken, evreni bir bütün olarak ele almak yerine elinde olan tek tek parçalardan bir bütün meydana getirerek bir yorum ortaya sunar. Bu durumdan tamamen farklı olarak ise kuantum fiziği, evreni yorumlarken sisteme tamamen bütüncül bir gözle bakmaktadır.

Bazı fizikçilere göre, kuantum fiziğinin ortaya çıkması belirsizlik ilkesi ile bütünleştirilmiştir hatta bu teorinin kuantum fiziğine karşı bir eleştiri olarak sunulduğuna inanmışlardır. Bu kişilerden biri olan Einstein, belirsizlik ilkesinin kuantum teorisi ile bir bağlantısı olduğuna inanmamış hatta kuantum teorisinin yanlış ya da eksik bir teori olduğunu savunanlardan olmuştur. Tüm bu itirazların aksine kuantum teorisi ya da belirsizlik ilkesi ile alakalı durumlardan oldukça etkilenen isimlerden biri Niels Bohr; konu ile ilgili çalışmaları anlayabilmek için özellikle belirsizlik ilkesinin anlaşılmasının gerekliliğini savunmuştur. Bohr sonraları konu üzerine olan çalışmalarının neticesinde farklı bir bağıntı ortaya koyamamıştır ancak bahsedilen her iki durum hakkında da yoğun bir tartışma olması gerektiğini düşünmüştür.

1926 yılında Bohr, Max Born'un maddenin dalga özelliği çok farklı şekilde yorumlayabilmesini baz alarak, Heisenberg ve Pauli'nin de aralarında olduğu kişilerle Solvay Konferansı'nda konu hakkındaki düşüncelerini tartışmışlardır. Bu konferansın toplanmasındaki amaç özellikle Einstein'nın kuantum hakkındaki eleştirilerini çürütmek olmuştur.

Kopenhag Yorumu ile çift yarık deneyi kullanılarak elektronun davranışı şu şekilde açıklanmıştır:

1. Elektron, deneyde kaynaktan çıkıp ekrana kadar olan yolunda klasik bir dalga olarak değil de daha küçük boyutlarda bir dalga paketi olarak davranmıştır. Enerji paketler halinde bulunur ve buna da kuantum denir.

2. Elektronun hareketini tanımlayacak bir dalga fonksiyonundan bahsedilmiştir. Bu dalga fonksiyonun sadece tek bir elektronun değil de, aynı kaynaktan çıkan tüm elektronların matematiksel bir ifadesi olarak görülmüştür.

3. Çift yarık deneyinde ekrana gönderilmiş olan elektron, ekrana geldiği ana kadar ki zaman içinde dalga olarak fakat ekrana düştüğü anda parçacık gibi davranmaktadır. Bu durumu Bohr bütünsellik ilkesi ile açıklayabilmiştir. Yani Bohr'a göre dalga ve parçacık arasındaki ilişki bütünlük ilkesine dayanmaktadır. Aynı anda hem parçacık hem de dalga karakteri gözlenemez olmaktadır.

4. Çift yarık deneyinde elektronun kaynaktan çıktığı andan itibaren ekrana giderken sabit bir yol izledi düşünülemez. Bu durum Bohr'a göre gözlenirlik ilkesi ile açıklanabilmektedir. Gözlenirlik ilkesine göre, herhangi bir büyüklük gözlenebildiği ana kadar tanımlanmış bir büyüklük değildir.

5. Ölçümden önce sistem aynı anda mümkün olan fiziksel durumların tümünde bulunur. Sistemin hangi fiziksel durumda bulunduğunu saptamak için ölçüm yapıldığında mümkün olan fiziksel durumları içeren olasılık fonksiyonu çöker ve sistemi sadece ölçülen durum fonksiyonu temsil eder. Diğer olasılıkları içeren fonksiyonlar sıfırlandığından ölçümde elde edilen sonuç gerçeğin ifadesi olur⁵⁶.

Kuantum fiziğinin bu şekilde açıklanmış olan Kopenhag Yorumu olarak bilinen açıklama, fizikçiler için oldukça önemli bir yere sahiptir ve hala kuantumun olasılık yorumu olarak da bilinmektedir. Fizik dünyasında meydana gelen deneysel çalışmaları, bir takım fizikçiler klasik fizik ile açıklamaya çalışılırken bazı fizikçiler ise bu yasaların evren ile bir düzen içinde olması gerekliliğine dayanarak

⁵⁶ Bekir KARAOĞLU, Kuantum Mekaniğine Giriş, Seçkin Yayıncılık, 6. Baskı, İstanbul, 2008, s.35

açıklamıştır. Fizikçiler arasındaki bu paradokstan ise Kopenhag yorumu doğmuştur. Kuantum teorisini basitçe anlamak isteyen biri için ortaya çıkarılan bu yorum, oldukça makul bir açıklama olarak fizik dünyasında yerini almıştır. Kuantum teorisinin kavramamıza yardımcı olan Kopenhag Yorumu, fizikte var olan gerçeklik algısının istatistiksel bir yapıya dayandırılarak, klasik fiziğin temelini oluşturan determinizm felsefesinin ortadan kalkmasını sağlamıştır. Burada bahsedilen gerçeklik nesnel gerçeklik olarak karşımıza çıkmaktadır ve kelime anlamıyla meydana gelen her durumu makro dünyada oluyormuş gibi algılamaya çalışma halinin çökmesi anlamına gelmektedir.

Klasik fizikte herhangi bir sistemin özelliğinden bahsederken anlamını bildiğimiz konum, hız, basınç, hacim ya da sıcaklık gibi kavramlar kullanılmaktadır. Kuantum fiziğinde ise atom ve atom altı sistemler incelenirken sistem hakkında bilgi sahibi olmak için soyut bir matematik bağıntısı ile karşılaşılmaktadır

Eğer bu matematiksel ifadeyi okuyabilirsek o zaman sistemi de anlamış oluruz. Yani kuantum fiziğine göre evren hakkında bilinmek istenenler, soyut bir matematiksel ifadenin ardında gizlenmektedir. Bu düşünceye inanmak ise, Niels Bohr dışında, o zamanın bilim insanları için oldukça zor bir durumdu.

Kuantum fiziği ile klasik fizik yasalarını ayırıştıran temel fark, kuantum fiziği araştırmalarında olayın içine olasılık fonksiyonunun giriyor olmasıdır. Herhangi bir sistemin sahip olduğu olasılık fonksiyonu, sistemin içinde bulunabileceği her durumu temsil etmektedir. Bohr'un Kopenhag yorumu üzerine durmuş olduğu noktalardan bir diğer kavram bütünsellik kavramıdır. Bohr'un kuantum fiziğinin sınırlarını açıklarken bahsetmiş olduğu bütünsellik ilkesi hakkında bilgi sahibiysek, önceki durumda bahsedilen sistem hakkında bilinenleri yok saymadan, aynı sistem hakkında kesinlik içerisinde bir yorum yapmaya çalışmak imkansızdır. Sistemi anlamlandırabilmek adına her iki durumda da sistem hakkında bilinenleri kullanmamız gerekmektedir. Yani, atom ya da atom altı dünya ile ilgili bir sistemde meydana gelen herhangi bir olayı tanımlayabilmek için daha önceden bilinen nedensel ya da determinist kavramlar kendi aralarında bütünseldir. Kuantum fiziğinde elde bulunan bir olasılık fonksiyonu ile hareket denklemi elde edebilme

işlemi. Newton fiziğinde eldeki verilerle ortaya çıkarılan bir hareket denklemi kurma işlemi gibi görülebilir.

Bohr'un ifade ettiği bütünsellik kavramı en basit şekliyle, sistemi rahatsız etme durumu olarak anlatılmaktadır. Bohr'un bütünsellik kavramının irdelenmesi, kuantum teorisi hakkında ortaya çıkan yorumlamaların felsefe yönlerini de etkilemiştir. Bohr, bütünsellik kavramı ile alakalı olarak birçok çalışmanın takipçisi olmuştur. Bohr'un bu çalışmalar hakkında ve bütünsellik ilkesi ile alakalı net söylemleri bulunmamaktadır. Bohr'un bütünsellik ilkesi ile alakalı olan görüşlerini anlamlandırmak için Barbour'un konu hakkındaki söylemlerini özetlersek:

1. Bir deney sürecini, araçların ve gözlemin bulunduğu, geleneksel kavramlar kullanarak açıklamaktan kaçamayız.

2. Herhangi bir deney esnasında gözlem süreci ile gözlenen arasına keskin çizgileri olan sınırlar çizilemez, ancak üzerinde inceleme yapılacak durumlar için belirli sınırlar oluşturulabilir. Bunlar gerçekleşirken de yine geleneksel kavramları kullanmaktan vazgeçemeyiz. Bütün bu durumlar gerçekleşirken bizler deney içerisinde seyirci değil özgür irademizle gözlem sürecinin birer parçalarıyız.

3. Atom altı dünyadan bahsedilirken, dalga ve parçacık gibi kavramlardan bahsedilmemesi olanaksızdır ve bu durum yararlıdır. Ancak değişik deney süreçleri için değişik deney modelleri kullanmamız gerekir. Deneyler modelleri arasındaki bu çeşitlilik bizim için alternatif değil tamamlayıcı bir niteliktedir.

4. Geleneksel kavramlarla atomun dünyasını bütüncül bir şekilde anlayamayız; çünkü kavramlarımızın sınırları bunu engeller⁵⁷.

Kuantum fiziğinin Kopenhag yorumu olarak bilinen görüşler, materyalist felsefe bakış açısından oldukça uzaktır. Bu yüzdendir ki, Kopenhag yorumunu kabul

⁵⁷ Caner Taslaman, Kuantum Teorisi Felsefe ve Tanrı, İstanbul Yayınevi, 12.Baskı, İstanbul, 2014, s.49-50

etmeyen fizikçiler bu görüşleri çürütmeye yönelik çalışmaların içine girmişlerdir. Kopenhag yorumunu eleştirmek isteyen fizikçilerden bazıları bunu yaparken, klasik fizik deneylerini kuantum fiziği ile ilişkilendirmek istemişlerdir. Yani klasik fizik yasalarına o kadar bağlı kalmışlardır ki bu yasalara dokunmadan sadece temeline almış olduğu determinist ve materyalist felsefeleri değiştirmek için çabalamışlardır. Diğer türden farklı eleştiriler, Kopenhag yorumundaki deneysel sonuçlara ilişkin itirazlar olmuştur. tüm bu açılardan ayrı bir eleştiri ise, kuantum fiziğinin Kopenhag yorumundan herhangi bir destekli eleştiri yapamadan sadece kuantum teorisine karşı tatminsizliğini savunmuştur. Kopenhag yorumuna gelen tüm bu karşıt eleştirileri anlamlandırmaya çalışırsak diyebiliriz ki; fizik bilimi evreni tasvir etmeye çalışan doğa bilimlerinden sadece biridir ve evren hakkındaki yorumları ancak bu sıfatla yapabilmektedir.

Fizik biliminin evren hakkındaki olayları anlatırken kullanmış olduğu dil oldukça önem taşımaktadır. Herhangi bir konu hakkında ne anlattığınız onu anlatırken kullandığımız dili nasıl kullandığımızla ilişkilidir. Kuantum fiziği ortaya çıkmadan önce fizik bilimi için oldukça önem taşıyan klasik fizik kavramlarının tümü, evreni tasvir etmek amaçlı kullanılan tek ve gerçek fizik dili olarak kabul edilmiştir. Ancak atom fiziğinde ya da mikro evrende meydana gelen durumları tanımlamak için klasik fizikte oldukça sık kullanılan; ‘tanım’, ‘gerçek’ ve ‘olup bitme’ gibi kelimelerin hiçbiri bu durumları anlatırken kullanılamamıştır.

Kuantum teorisinin gelişimi içinde herhangi bir durumda meydana gelen arda arda iki gözlem arasında neler olduğunu anlatabilmek için klasik fizik dili kullanılırsa; bu durumda fizik bilimi için de çelişkiler meydana getiri ve anlam karmaşası ortaya çıkar. Çünkü klasik fizikte kullanıldığı şekilde, tanımlama ya da yorumlama anlamına gelen kavramlar sadece klasik fizik yasalarının öngördüğü durumları açıklamak için kullanılabilir. Bu kavramlar sadece ve sadece gözlemin gerçekleştiği o an ile ilgili bizlere bir şeyler anlatabilir.

Kopenhag yorumu hiçbir zaman pozitivist (olguculuk) felsefeyi içinde barındırmamıştır. Pozitivist felsefede; meydana gelen olaylarda gözlemcinin durumu bu olayın bir parçası olarak kabul edilirken; Kopenhag yorumunda yani kuantum

fiziği içerisinde her fiziksel yorum için gerekli görülen şeyler bambaşkadır. Buradan da anlaşılır ki mikro fizik ile ilgili olan yasaların niteliği istatistiksel bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır⁵⁸.

5.2. Ölçüm Yorumu

Klasik fizikteki bulmaya çalıştığımız herhangi bir fiziksel büyüklüğün hesabını basit matematiksel yasalarla yapabilmekteyiz. İşten eve doğru olan bir güzergahta yola çıktığınızda dakikada ortalama hızınız biliniyorsa; gitmek istediğiniz yere ne kadar zamanda varacağınızı, iş ile ev arasındaki mesafeyi sizin hızınıza bölerek işlem yapmak ve sonuca ulaşmak oldukça basittir. Burada bilinmeyenden bilinene ulaşmak için matematiksel bir bağıntı kullanmak yeterlidir. Kuantum fiziğinde ise anlatılan işlemin yöntemi aynı gibi gözükse de kuantum fiziğinde işin içine olasılık fonksiyonu girmektedir.

Bir sistemi temsil eden dalga fonksiyonu, o sisteme ait olabilecek olan her fiziksel durumu temsil eden dalga fonksiyonlarının üst üste binmiş halidir. Yani sistem, ölçülebilen her bir durum için farklı bir dalga fonksiyonu barındırmaktadır. Sistemde meydana gelecek herhangi bir durumun bilgisi de burada sisteme ait olan matematiksel bir fonksiyondan alınmış olur. Kuantum fiziğinde sistem üzerinde yapılacak olan herhangi bir ölçüm işlemi için dalga fonksiyonu bu yüzden oldukça önemlidir.

Evrenin mikro düzeyinde, atom içinde meydana gelen olayların nasıl meydana geldiği ve tüm bunların nasıl takip edilmesi gerektiği, kuantum fiziğinin Kopenhag yorumunda da bahsedilmiştir. Olasılık fonksiyonun da matematiksel bir ifade olarak karşımıza çıkması bize kuantum fiziğinde imkan ve eğilim kavramlarına yönlendirmiştir. Kuantum teorisinin, herhangi bir sistem hakkındaki gerçekliği kesin olarak yansıttığına çoğu fizikçi inanmamıştır. Bilimin herhangi bir dalında evren ile ilgili bir gerçeklikten bahsedeceksek gerekli olan matematiksel ifadenin sonuçlarının, yapılan deney ve gözlemlerin sonuçları ile uyum sağlamış olması yeterlidir.

⁵⁸ Heisenberg, Werner, Fizik ve Felsefe, Çev: M. Yılmaz Öner, 2.Baskı, İstanbul, 1993, s.134-135

Kuantum teorisinde dalga fonksiyonun vermiş olduğu her olasılık durumu farklı bir değer taşımaktadır. Kuantum ile ilgili olan sistemlerde dalga fonksiyonları fiziksel durumların üzerinden hesap yapabilmeyi kolaylaştırır ancak bu olasılıklar üzerinden gerçeğe ulaşabilme durumu tamamen problem haline dönüşür. Bir kuantum sistemini oluşturan fiziksel büyüklüklere ait bilgileri içeren olasılık dalgası veya olasılık fonksiyonu, kuantum gerçeğinin kendisi olarak kabul edilir⁵⁹. Kuantum fiziğinin bilim dünyası içerisindeki başarılar kabul görmüş olsa bile kuantum fiziğinin matematiksel bir ifadeden gerçekliğe ulaşabiliyor olması fizikçiler tarafından oldukça garip karşılanmıştır. Kuantum fiziğinin, matematiksel ifadeler ile gerçeğe ulaşabiliyor olma durumu günümüzde de hala çeşitli tartışmaların odağı haline gelmiştir.

Evrende mikro düzeyde meydana gelen herhangi bir durumun gözlemlenmesiyle gözlem sonucunda ortaya çıkacak sonuçlar; daha sonra başka bir sistem üzerinde yapılacak olan başka gözlemlerin sonucunda ortaya çıkacakları bilmemize imkan sağlamaz. Kuantum fiziğinde, ‘her ikisinde’ olarak bilinen durumlar içermektedir. ‘Her ikisinde’ durumları, elektronların hem dalga hem de parçacık olması gibi örneklendirilebilecek durumlardır.

Schrödinger’e ait olan ünlü kedi paradoksunda da bu durum geçerlidir. Kedi kutu açılmadan önce hem ölü hem de diridir. Tabi ki biz bu durumların içinde sadece birini görmekteyiz, ya da kedinin ölü olduğunu görürüz ya da diri olduğunu; elektronun ya parçacık olarak davrandığını görürüz ya da sadece dalga olarak davrandığı durumları biliriz. Bu şekilde anlatılmaya çalışılan tüm durumlar kuantum fiziğinde ölçüm sorunu olarak karşımıza çıkar. Ünlü kedi paradoksunda, kutunun içine baktığımızda ölü ya da canlı kedi olarak bilinen her ikisi de durumu, bir anda ya canlı ya ölü olarak tek bir duruma inmiş olacaktır. Ancak bu durumun neden bu şekilde olması gerektiğine kimse mantıklı bir açıklama yapamamıştır. Herhangi bir sistem içerisinde ölçümden kaynaklanan ya da gözlemden kaynaklanan böyle bir

⁵⁹ Prof.Dr. Cengiz Yalçın, Kuantum: Tanrı’nın Nefesi mi? Aklın Sesi mi? Neyin Nesi?, Çev: Elif Akın, Yay: Akılçelen Kitaplar, 1.Baskı, Ankara, 2015, s.136

etkinin varlığının açıklanamıyor olması kuantum kuramını eksik bir teori olarak görülmesine de neden olmuştur.

Kuantum fiziğinde oluşan bu ölçüm sorunlarını aşmak için çeşitli yaklaşımlar da bulunulmuştur. Bunlardan biri, daha çok deneysel çalışmalar gerçekleştiren fizikçiler tarafından kullanılan pragmatik yaklaşımdır. Pragmatik yaklaşımı savunan fizikçiler için ölçüm sırasında meydana gelen durumlar önemli değildir. Bu yaklaşım için önemli olan kısım, Schrödinger'in dalga denkleminin bize deneysel sonuçlar hakkında doğru fikirler veriyor olmasıdır bunun ötesini çok fazla önemsememek gerektiğine inanmışlardır. Bohr'un bütünsellik ilkesi de bu yaklaşım ile bağlantılıdır. Kuantum teorisinde gerçeklik algısı hakkında ortaya çıkan çelişkiler, kuantum fiziği ile klasik fizik arasındaki bütünsellik gibi görülmektedir. Diğer bir yaklaşım, David Bohm'un yapmış olduğu gizli değişkenler teorisidir. Bohm'a göre mikroskobik seviyedeki parçacıklar makroskobik düzeyde hareket eden herhangi bir parçacık gibi bir konuma ya da bir hıza sahiptirler. Ancak David Bohm'un varlığına inanmış olduğu gizli değişkenler parçacığına ait bu büyüklükleri, belirsizlik ilkesinin prensiplerine uyararak gizlemektedirler. Bohm'un ölçüm sorunu hakkında yapmış olduğu gizli değişkenler teorisi fizikçiler arasında her ne kadar daha uyumlu gibi gözükse de bu teorisinin yerel olmama ilkesi ile ilgili getirdiği problemleri aşamamışlardır. Bunların haricinde bir başka yaklaşım da olan çoklu dünyalar teoremdir. Çoklu dünyalar teoremi bu sorunu aşmak için, herhangi bir ölçüm problemi olduğunu yok sayarak aşmaya çalışmıştır. Çoklu dünyalar teoremine göre, kuantum teorisi içerisinde olan tüm süper pozisyon durumları gerçekliği ifade etmektedir. Bizim her ölçüm yaptığımız sırada zaten ortamda var olan herhangi durumdan biri gerçekleşmek için yön almış olur. Kuantum teorisinin içinde zaten var olan bir sürü gerçeklik durumu bulunmaktadır ve biz ölçüm yaparak sadece bu durumlardan birini seçmiş oluyoruz.

Kuantum teorisinin ölçüm sorunu hakkında ortaya atılan bu şekildeki yaklaşımlar arasında meydana gelen tartışmalar günümüzde de hala devam etmektedir. Tüm bu tartışmalar sadece kuantum teorisi ile ilgili çalışılan bir taraf olarak kalmıştır. Bu çalışmalardan hiçbiri de netlik kazanmamıştır. Hiçbir yorum,

olasılık fonksiyonun çökmesi durumu ile ölçüm arasındaki bağlantıya eksiksiz bir açıklama getirememiştir.

5.3. İstatistiksel Yorum

Bohr'un, fizik bilimi için ortaya çıkarmış olduğu çalışmaların ışığında başarılı araştırmalar gerçekleştiren Heisenberg, belirsizlik ilkesini türetmiştir. Heisenberg'in belirsizlik ilkesi ile ilgili çalışmaları devam ederken bir yandan da atomal olaylarda da dalga-parçacık ikiliğinin oluşabilmesini mümkün bulmaya başlamıştır. Bu savını destekleyecek fikirler bulmak için de çalışmalarına devam etmiştir. Kuantum fiziğinin geliştirilebilmesi amacıyla bu tarz araştırmalara ve incelemelere iki ayrı yoldan devam edilmiştir.

Bu yollardan biri olan; klasik fizik yasalarından yola çıkarak kuantum teorisine geçiş yapabilme yollarını araştıran Heisenberg kendini bu yolla ifade etmeyi denemiştir. Schrödinger de diğer bir yol olarak kabul edilen; de Broglie dalga kuramı kullanarak kuantum kuramına ulaşabilmeyi hedeflemiştir.

Her bir elektronun her birinin ayrı ayrı dalga paketleriyle ifade edildiğini anlatmaya çalışan Schrödinger, bahsettiği dalgaların küçük bir bölge içinde girişim yaparak güçlendiğini söylerken; aynı dalgaların o bölgenin dışında birbirlerini sönmülediklerini ifade eder. Schrödinger, bu şekilde anlatmaya çalıştığı ifadelerle kendi ortaya çıkardığı dalga mekaniği ile Heisenberg'in kuantum teorisini eşdeğer görmüştür. Buradaki açıklamalarda temelde farklı gibi görülen iki yapının (dalga ve parçacık) eşdeğer tutulmasıyla paradoks ortaya çıkmıştır. Bu paradoksu en başından öngörebilmiş kişi olan Born'a göre de iki kuramın istatistiksel açıklamalarını yaparak bu durumu ortadan kaldırmıştır. Ona göre dalga kuramı da parçacık kuramı olarak incelenebilmektedir. Kuantum fiziğinin öne çıkan tartışmalı konularından biri olmuş istatistiksel yorum, fizik içindeki ortaya çıkan farklı problemlerin açıklanmasına önerilen bir yorum olmayı başarmıştır.

Sistem üzerinde meydana gelen çeşitli gözlemlere dayalı kuralların, sistematik kuramını oluşturmuş yapı olarak karşımıza çıkan kuantum teorisi; bugünkü deneysel fizikte tamamıyla karşılık bulabilmektedir. Bunun için de

istatistiksel olarak soru veya cevaplarla uğraşabilmektedir⁶⁰. Bunun yanı sıra bazı çalışmaların neticesinde de evrenin mikro düzeyinde meydana gelen ölçümlerin, Heisenberg'in belirsizlik ilkesi ile sınırlandırıldığını düşündüklerinden kuantum fiziğini istatistiksel olarak incelemek istemişlerdir. Konu hakkında belirsizlik bağıntısını işaret ederek March şunları söylemiştir: “Bugün ve gelecek arasında... Yalnızca olasılık ilişkileri vardır; işte buradan da açıkça anlaşılıyor ki, yeni mekaniğin karakteri bir istatistik kuramı biçimin olmalıdır.”⁶¹.

5.4. Realist Yorum

Bilimdeki en temel amaçlardan biri, evren ile ilgili insan aklında doğru bir tasvir yaratabilmektir. Ancak bilinen de bir gerçek vardır ki evrende gerçekleşen ya da gerçekleşmesi mümkün olan her durum gözlenebilir nitelikte değildir. İşte evrenin gözlenemez olan her hali için ihtimaller dayandırılmıştır ve bununla da sınırlı kalmıştır. Evren üstündeki çalışmalar gerçekleştirilirken; deneysel birtakım yöntemler kullanılarak bazı veriler elde edilir ve bu veriler de insan aklının sayesinde yorumlanarak bir sistem geliştirilir.

Burada evren üzerindeki araştırmalarda kullanılacak olan insan aklının nasıl kullanıldığının bir göstergesi de yapılan çalışmalardır. Tüm bu gözlemler ve deneyler neticesinde sadece geliştirilen sadece çalışmalar değil aynı zamanda insan aklınıdır. Evren ve insan aklı üzerine tüm savlardan; madde ve ona bağlı olan evren ile ilgili olarak ortaya çıkan kuramlar gerçek nasılsa ona göre şekillenmektedir. En genel şekliyle bilindiği üzere evren; somut biçimde var olan anlamına gelmektedir.

Evrenle ilgili olan tüm bu gerçeklik algısından yola çıkarak bilimsel realizm kavram altında toplanan yorumları inceleyebiliriz. Bilim dünyasında ortaya çıkmış olan teorilerin yapmak istediği şey evren ile ilgili bir gerçeklik algısı yaratabilmektir. Bilim dünyasında kullanılan kavramlardan olan zaman, mekan, dalga gibi kavramlar

⁶⁰ Karl R. Popper, Bilimsel Araştırmanın Mantığı, Çev: İlkur Aka-İbrahim Turan, 7. Baskı, İstanbul, 2017, s.255

⁶¹ Karl R. Popper, Bilimsel Araştırmanın Mantığı, Çev: İlkur Aka-İbrahim Turan, 7. Baskı, İstanbul, 2017, s.255

gerçekte de var olan kavramlardır. Evreni anlamak için kullanılan bilimsel teoriler ise burada araç değil amaç görevi görürler. Bilimsel gerçekçilik (realizm), nesnel gerçekliğin, sanatta ve edebiyata olduğu gibi idealize edilmeden, olduğu gibi betimlenmesi gerektiğini ve betimlenebileceğini savunan yaklaşımdır⁶². Bahsedilen bu durum oldukça genelleyici bir ifadedir.

Fizik bilimi dalında çalışmalarını gerçekleştiren bazı fizikçiler de realist bir evren anlayışına inanmış ve evren ile ilgili kurulu sistemi de bu şekilde organize etmeye çalışmışlardır. Realizm felsefesine inanan bilim insanları için bilimsel teoriler, evrendeki gerçekleri bize sunmak için vardır. Realistler, bilimin, gerçekliğin hem gözlenebilen hem de gözlenemeyen bölgelerine dair doğru betimleme iddiasında ve gücünde olduğunu öne sürerken anti-realistler bilimin ancak gerçekliğin gözlenebilen kısmıyla ilgili doğru betimleme gücünde olduğunu ifade ederler⁶³.

Önemli bilim insanlarından biri olan Albert Einstein da bilimde realist felsefeye inanmış ve çalışmalarını buna göre yön veren isimlerden biri olmuştur. Ancak Einstein'ın sunmuş olduğu izafiyet teorisinin bazı noktaları realist yaklaşımla çelişmiş ve Einstein indeterminizm felsefe olgularını barındıran kuantum teorisinin savunucularından biri haline gelmiştir. yaşanan tüm durumlardan ötürü Einstein, realist yaklaşıma temele alarak yapmış olduğu çalışmalara ters düşmüş ve bu konuda oldukça zorlanmıştır. Einstein'ın bilimsel realist görüşün savunucularından biri olması aynı zamanda kuantum teorisine olan en sert eleştirilerinde ondan gelmesine denir olmuştur. Bilimsel realist felsefesine sıkı sıkıya bağlı olarak araştırmalarına devam etmiş olan fizikçiler için, kuantum fiziğinin nasıl bir felsefeye dayandırılarak açıklanabiliyor olacağını açıklayamamışlardır.

Realist görüşü destekleyen bilim insanları tarafından, evreni anlayabilmek adına yapılan çalışmaların ilerlemesi, her zaman belli bir sona varma isteği doğurmuştur. Bu bilim insanları tüm çabalarını, sona ulaşabilmek adına ve evrene

⁶² Prof.Dr. Hamdi, Onay(2016). Bilimsel Realizm ve Anti Realizm, Hikmet Yurdu Düşünce ve Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi, 2016/2, s.54.

⁶³ Prof.Dr. Hamdi, Onay(2016). Bilimsel Realizm ve Anti Realizm, Hikmet Yurdu Düşünce ve Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi, 2016/2, s.56.

tamamen hâkim olabilme kabiliyetine varmak için kullanmışlardır. Ancak evren sadece bilebildiğimiz durumlardan değil; bilemediğimiz hatta hiçbir zaman açıklama getiremediğimiz durumlardan da oluşmuştur. İşte tam bu ayrımında anti-realizm yaklaşımı bilimsel realizm felsefesine karşı çıkan bir felsefe olarak ayrılmaya başlamıştır.

5.5. Araçsalcılık Yorumu

Bilim insanlarının evreni tanımlayabilmek adına yapmış olduğu çalışmalarda kullandığı araçsalcılık felsefesidir. Araçsalcılık felsefesine göre; evren ile ilgili herhangi bir teorinin iyi bir teori olarak kabul edebilmek için o teorinin evreni açıklamada ne kadar kullanışlı olduğuna bakılmasının gerekliliğini söyler. Çalışmalarını bu felsefe üzerinden yönetenler, bilimsel teorinin iyi olduğunu içinde geçen bilimsel kavramların ne kadar iyi olduğu ile ilişkilendirmez. Onlar için iyi bir bilimsel teorinin; gelişen teknolojiye ayak uydurması ya da bu teknolojiyi iyi bir şekilde kullanabilme yeteneğine sahip olması yeterli görülmüştür

Bu felsefenin iyi bir destekçisi olan Stephen Hawking; araçsalcılık felsefesini olguculuğun bir gereği olarak görmüştür. Bilimde araçsalcılık felsefesinin odak noktası, konu ile alakalı olan herhangi bir çözümün bizi sonuca götürüp götürmemesidir. Bilim içinde araştırılan herhangi bir konu içinde ortaya çıkarılan çözüm ile gerçek durum arasındaki her bir durum araçsalcılık felsefesi için hiçbir anlam taşımaz. Bu şekilde teorilerin temel dayandırıldığı felsefi bakış açılarında da anlaşılacağı gibi bu yaklaşımlar bilimsel teorileri herhangi bir bilgiyi taşıdığı için değil sadece herhangi bir sorunu çözmek için kullandıklarında önemsemektedirler.

Araçsalcılık felsefesinin dayandırıldığı bu tarz görüşlerden ötürüdür ki bu yaklaşım kuantum teorisi ile ya da herhangi başka bir bilimsel teori ile pek ilişkilendirilememiştir. Kuantum teorisini bu mantık ile kullanmak isteyen bilim insanlarının teori hakkındaki genel yorumu; atomun içerisinde meydana gelen durumları bilmediklerini ancak kuantum teorisiyle karşımıza çıkan denklemlerin bazı olasılıklardan meydana gelen öngörüler için kullanılabilir olması araçsalcılık felsefesi ile belki bağdaştırılabilir şeklinde olmuştur.

SONUÇ

Evrene ait olan mikro seviyeye ilişkin durumları daha iyi analiz edebilmek ve daha iyi yorumlayabilmek adına, fizik bilimine oldukça katkı sağlayan kuantum fiziği, olasılıklardan ve öngörülerden oluşmuştur. Klasik fizik ile karşılaştırıldığında, kuantum fiziğinden belirli bir kesinlik bekleyemezsiniz. Klasik fizikte kullanılan matematiksel yasalar, evren üzerine olan problemleri çözümlerken mükemmel bir şekilde çalışmaktadır ancak; kuantum fiziğine ait olan matematiksel ifadeler için aynı şeyler denilemez. İşte kuantum fiziğinin gelişmeye başladığı ve anlaşılmaya çalışıldığı sıralarda, kuantumu daha iyi anlamlandırabilmek adına bir sürü çözüm ya da bir sürü yorum ifade edilmiştir. Özellikle, kuantum fiziği hakkında çok başka türlerde yorumlamaların ve tartışmaların bulunması; kuantum teorisine olan yaklaşımın herkes tarafından farklı işlenmesinden kaynaklanmıştır.

Kuantum fiziğine olan bakış açısının genişlemesi, değiştirilmesi ve sürekli olarak yinelenmesi; bu zamana kadar determinist bir felsefe ile evren üzerinde hakimiyetini sürdürmüş klasik fizik yerine, indeterminist bir felsefe ile yönetilen evren görüşü gelmeye başlamıştır. Kuantum fiziğini anlatmaya çalışan pek çok farklı yorumunun ortaya çıkışı özellikle, herkes tarafında farklı farklı eleştirilere maruz bırakılmasından ötürüdür.

Kuantum fiziğinin günümüzde de hala geçerliliğini yitirmemiş en önemli yorumlarından biri Kopenhag yorumudur. Kopenhag yorumu, fizikçiler arasında da kuantum teorisinin olasılık yorumu olarak bilinmektedir. Kopenhag yorumu, fizikteki gerçeklik algısının farklı bir boyuta taşınmasını sağlamış ve bu kavramın matematiksel formlara dayandırılarak klasik fiziğin temellerini oluşturmuş determinizmin ortadan kalkmasını sağlamıştır. Kuantum fiziğinde geçerli olan istatistiksel yönlerin anlaşılmaya çalışılması Kopenhag yorumu ile başarılmış oldu. Burada bahsedilen tartışmaların sonucunda ortaya çıkan öneriler ve görüşler materyalist felsefeden oldukça uzak olduğundan ötürü, buradaki kararlar pek çok bilim insanı için eleştiri niteliğinde olmuştur. Kopenhag yorumu içinde de oldukça tartışılan ve kuantum teorisi ile ilgili olarak bahsedilen temel noktalardan bir diğeri ise ölçüm hakkındaki konu olmuştur. Ölçüm konusunun anlaşılabilmesi için, pek çok

fizikçi konu hakkında görüşler belirtmiş ve pek çok itirazlar yapılmıştır. Kuantum fiziğinde ölçümden bahsedebilmeniz için, sistemin dalga fonksiyonlarından bahsetmeniz gerekir. Çünkü sistemin matematiksel olarak ölçülmesi ifadesi kullanılıyorsa, burada dalga fonksiyonuna ihtiyaç duyarız. Bu tarz sistemlerde ise dalga fonksiyonları bize fiziksel durumların üzerinde hesap yapabilmemizi destekler ancak bu olasılık fonksiyonları üzerinden gerçeğe ulaşabilme durumu tamamen problem haline dönmüştür. Hatta bu problemleri aşabilmek adına çeşitli çalışmalar ve bu çalışmalarında ardından çeşitli araştırmalar yapılmaya çalışılmıştır. Bu önerilerden biri olan pragmatik yaklaşım adlı çalışma ile kuantum sisteminde ölçümler sırasında meydana gelen olayların önemli olmadığı söylenmiştir. Bu açıklamaları yapan bilim insanları için burada önemli olan tek şey, ölçüm sırasında kullanılan olasılık fonksiyonlarının verdiği sonuçlarla bizi bilgilendirebiliyor olmasıdır. Kopenhag yorumunda bahsedilen bütünsellik ilkesi de bu yaklaşım ile bağlantılı kabul edilmiştir. Kuantum teorisindeki gerçeklik algısı ile ilgili olan çelişkiler kuantum fiziği ile klasik fizik arasındaki bütünsellik gibi görülmüştür. Ölçüm yorumu ile ilgili diğer önemli tartışmalar olan gizli değişkenler ve çoklu dünyalar teoremi de açıklayamadıkları yerel olmama gibi ilkelerden dolayı pek onaylanmadılar. Kuantum fiziğinde ortaya çıkan ölçüm problemleri ve bu durum üzerine yapılan yorumlar günümüzde de hala tartışma konusu olarak devam etmektedir. Hala kuantum fiziğindeki olasılık fonksiyonunu çökmesini açıklayacak eksiksiz bir yorum yapılamamıştır. Tüm bunların ardından gelen araştırmaların devamında istatistiksel yorum olarak karşımıza çıkan kuantum fiziğinin tartışmalı diğer bir yorumu ise, fizik bilimi içinde ortaya çıkan farklı problemlerin açıklanmasına önerilen bir yorum olmayı başarmıştır. Tüm bu durum hakkında meydana gelen çalışmaların neticesinde de realistler, anti-realistler ve araçsalcıların gözünden de kuantum fiziğinin nasıl anlaşılması gerekliliği üzerine yorumlar gerçekleştirilmiştir. Her bir bakış açısının, kuantum fiziğini anlamak için gerekli olan yetiler farklı tasvirlerle açıklanmıştır.

Kuantum teorisi üzerine yapılan tüm bu incelemelerin ardından, teorinin bilim dünyası içinde nereye konulması gerektiği ya da nasıl anlatılması gerektiği şeklinde tartışmaların da net bizi net bir sonuç ifadesine götürmediği anlaşılmıştır.

Burada bizim için net olan ifadeler, kuantum fiziğine ait olan matematiksel formlar ya da bilimsel formüllerden başka bir şey olmamıştır. Ancak çalışmamızda ulaşmak istediğimiz, kuantum fiziğini anlamak ya da anlatmak için gerekli olan bakış açıları araştırılarak bunların değerlendirilmesi yapılmıştır. Aynı zamanda günümüzde de üzerine olan araştırmaların hala devam ettiği kuantum fiziğinin daha iyi çözümlenmesi için yapılan çalışmalar betimlenerek, kuantum fiziğine olan bakış açısının sınırlarının daha iyi anlaşılmasına katkı sağlanmaya çalışılmıştır.



KAYNAKÇA

AKARSU, Bedia, (1998). Felsefe Terimleri Sözlüğü, İstanbul: Remzi Kitabevi

Barry Parker, Kuvantumunu Anlamak, Çev: Elif Akın, Yay: Güncel Yay., 1.Baskı, İstanbul, 2005

Bekir KARAOĞLU, Kuantum Mekanikine Giriş, Seçkin Yayıncılık, 6. Baskı, İstanbul, 2008

BOZDEMİR, Süleyman, ÇAVUŞ, M. Serdar(2004).Klasik Fiziğin Kuramı Ve Felsefesi. Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü Seminer Notları

Caner Taslaman, Kuantum Teorisi Felsefe ve Tanrı, İstanbul Yayınevi, 12.Baskı, İstanbul, 2014

DESCARTES, René (1966) Aklın İdaresi İçin Kurallar, Çev. M. Karasan, İstanbul: Milli Eğitim Basımevi

GÜRKAN, M. Bülent. Modern Fizik ve Felsefe. Anadolu Aydınlanma Vakfı

Heisenberg, Werner, Fizik ve Felsefe, çev: M. Yılmaz Öner, 2.Baskı, İstanbul, 1993

Ian Marshall, Danah Zohar, Kim Korkar Shrödinger'in Kedisinden, Paradigma Yay., 4.Baskı, İstanbul,2006

John Losee, *A Historical Introduction to The Philosophy of Science*, Oxford University Press, New York 1972

John T. Cushing, *Fizikte Felsefi Kavramlar I, Felsefe ve Bilimsel Kuramlar Arasındaki Tarihsel İlişki*, Çeviren: B. Özgür Sarıoğlu, Sabancı Üniversitesi Yayınları, İstanbul 2003

Karadaş, Çağfer (2004). Atomcu Düşünceler ve Kelam Atomculuğu. Kelam Araştırmaları Dergisi, 2:1

Karl R. Popper, Bilimsel Araştırmanın Mantığı, çev: İlknur Aka-İbrahim Turan, 7. Baskı, İstanbul, 2017

Mustafa, Çakıroğlu (2014). Arkhe Problemi Bağlamında Atom Düşüncesinin Tarihsel Gelişimi ve Cern Deneyi. Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

Nevzat, Can(2009). Mekanistik Evren Anlayışı ya da Hakikatin Bilgisinden Fenomenler Bilimine, *Kaygı Dergisi*, 2009/13

Prof. Dr. Hamdi, Onay(2016). Bilimsel Realizm ve Anti Realizm, Hikmet Yurdu Düşünce ve Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi, 2016/2

Prof.Dr Bayram Ali Çetinkaya, Doğu'dan Batı'ya Düşünce Serüveni, İnsan Yayınları, 1.Baskı, İstanbul, 2015

Prof.Dr.Cengiz Yalçın, Kuantum: Tanrı'nın Nefesi mi? Aklın Sesi mi? Neyin Nesi?, Çev: Elif Akın, Yay: Akılçelen Kitaplar, 1.Baskı, Ankara, 2015

RANDALL, John H. (1976) The Making of the Modern Mind, New York: Columbia University Press,

Roger Penrose, Kralın Yeni Usu II, Çeviren: Tekin Dereli, Yay: TÜBİTAK , Ankara, 8.Baskı,2001, s. 100

Seda, Özsoy(2015). Güneş Merkezli Evren Anlayışı: Kopernik, Kepler ve Galilei Neyi Değiştirdi? *Felsefe ve Sosyal Bilimler Dergisi*, Güz, sayı:20, s. 99

Sevim Tekeli, Esin Kahya, Melek Dosay, Remzi Demir, Hüseyin G. Topdemir, Yavuz Unat, Ayten Koç Aydın, Bilim Tarihine Giriş, Nobel Yay., 8. Baskı, Ankara,2012

Şakir Kocabaş, Fizik ve Gerçeklik, Yay: Küre, İstanbul, 2. Baskı, 2013

Taslaman,Caner (2006).Tanrı-Evren İlişkisi ve Mucize Sorunu Açısından, Determinizm, İndeterminizm ve Kuantum Teoremi. M.Ü İlahiyat Fakültesi Dergisi

Tekin Dereli, Kuantum Dünyası, Yay: ABRA Dergisi, İstanbul, 1994

Torun, Cem Güney(2013).Bilim Tarihi Işığında Görelilik Teorileri, Kuantum Mekaniği ve Her Şeyin Teorisi.

YALDIR, Hülya, KİRAZ, Sibel, (2008). Nedensellik, Bilim ve Metafizik. Kaygı, 2008/11

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı:	Seda FURUNCU	İmza:		
Doğum Yeri:	Samsun			
Doğum Tarihi:	21/07/1990			
Medeni Durumu:	Evlü			
Öğrenim Durumu				
Derece	Okulun Adı	Program	Yer	Yıl
İlköğretim	Ticaret Ve Sanayi Odası İ.Ö.O	-	Samsun	1996-2004
Lise	Gazi Lisesi	Yabancı Dil	Samsun	2004-2008
Lisans	Necmettin Erbakan Üniversitesi	Eğitim Bilimleri Fakültesi / Fizik Öğretmenliği	Konya	2009-2014
Yüksek Lisans				
Becerileri:	-			
İlgi Alanları:	-			
İş Deneyimi:	* Ilgın Sistem Lisesi (Fizik Öğretmenliği)			
Aldığı Ödüller:	-			
Hakkımda bilgi almak için önerebileceğim şahıslar:	-			
Tel:	0507 688 32 62			
Adres	Musalla Bağları Mah., Çevre ve Şehircilik İl Lojmanları, Selçuklu/KONYA			