

T.C.
MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
FELSEFE ANABİLİM DALI

Celal KARATAŞ

GALİLEO VE MATEMATİKSEL DOĞA FELSEFESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUŞ-2023

T.C.
MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
FELSEFE ANABİLİM DALI

Celal KARATAŞ

GALİLEO VE MATEMATİKSEL DOĞA FELSEFESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Ünsal ÇİMEN

MUŞ-2023

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
ÖZET.....	II
ABSTRACT	III
KISALTMALAR DİZİNİ	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ	V
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ARİSTOTELES'İN DOĞA FELSEFESİ

1.1. ARİSTOTELES'İN DOĞA FELSEFESİNDE DEVİNİM	7
1.1.1. Devinim ve Düalist Evren İlişkisi	11
1.2. ARİSTOTELES FİZİĞİNDE AĞIRLIK VE HIZ İLİŞKİSİNİN SERBEST DÜŞÜŞE ETKİSİ	15
1.3. GÖKYÜZÜNÜN YAPISI VE DEVİNME ŞEKLİ.....	18
1.4. ARİSTOTELES'İN MATEMATİK ANLAYIŞI VE DOĞA.....	21

İKİNCİ BÖLÜM

GALİLEO'NUN MATEMATİKSEL DOĞA FELSEFESİ

2.1. GALİLEO'NUN HAREKET VE EVREN TASARIMI	25
2.2. GALİLEO'NUN EYLEMSİZLİK İLKESİ	31
2.3. GALİLEO'DA SERBEST DÜŞÜŞ VE BU DÜŞÜTE HIZ – ZAMAN BAĞLANTISI.....	36
2.4. GALİLEO'NUN DOĞA FELSEFESİNDE DÜNYA'NIN HAREKETİ	41
2.4.1. Galileo Göreliliği.....	48
2.5. GALİLEO'NUN DOĞA FELSEFESİNDE EVRENİN MERKEZİ	50
2.6. GALİLEO'YA GÖRE MATEMATİĞİN ÖNEMİ VE DOĞAYA UYGULANMASI	52
SONUÇ.....	58
KAYNAKÇA	61

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ
GALİLEO VE MATEMATİKSEL DOĞA FELSEFESİ

Celal KARATAŞ

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ünsal ÇİMEN

2023, 71 sayfa

Bu araştırmada Galileo'nun matematiksel doğa felsefesi ele alınmıştır. Araştırma, doğa felsefesinde matematiği kullanmanın doğayı sorgulamadaki önemini Galileo'nun bakış açısıyla incelemeyi amaçlar. Bununla birlikte, Galileo, matematiksel doğa felsefesini Aristoteles'in doğa felsefesini eleştirerek geliştirmiş olduğu için, Galileo'nun doğa felsefesi incelenirken Aristoteles'in doğa felsefesine değinmemek mümkün değildir. Bu yüzden araştırmamız iki bölümden meydana gelmektedir. Birinci bölümde şunlar tartışılmaktadır: Aristoteles'in doğa felsefesi; hareket ve hareketin amacı; evrenin yapısı; ve matematiğin doğa felsefesine uygulanmamasının nedeni. İkinci bölümde ise Galileo'nun matematiksel doğa felsefesi ve bununla ilgili olarak Aristoteles'e yönelttiği itiraz ve eleştiriler incelenmiştir. Araştırmamızda, doğaya dair incelemede matematiği kullanmanın önemine vurgu yapılmaktadır. Dolayısıyla bu araştırma, doğa bilimlerinde matematiği kullanmanın öneminin anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Aristoteles, Doğa, Evren, Galileo, Hareket, Matematik.

ABSTRACT
MASTER'S THESIS
GALILEO AND THE MATHEMATICAL PHILOSOPHY OF NATURE

Celal KARATAŞ

Advisor: Assoc. Prof. Ünsal ÇİMEN

2023, Page:71

In this research, Galileo's mathematical natural philosophy is discussed. The research aims to examine the importance of using mathematics in natural philosophy in questioning nature from Galileo's point of view. However, since Galileo developed his mathematical philosophy of nature by criticizing Aristotle's philosophy of nature, it is impossible not to mention Aristotle's philosophy of nature while examining Galileo's philosophy of nature. Therefore, our research consists of two chapters. In the first chapter, the following are discussed: Aristotle's philosophy of nature; motion and the purpose of motion; the structure of the universe; and the reason why mathematics is not applied to natural philosophy. In the second part, Galileo's mathematical philosophy of nature and his objections and criticisms to Aristotle are examined. In our research, the importance of using mathematics in natural inquiry is emphasized. Therefore, this research will contribute to understanding the importance of using mathematics in natural sciences.

Key Words: Aristotle, Nature, Universe, Galileo, Motion, Mathematics.

KISALTMALAR DİZİNİ

A.g.e. :	Adı Geçen Eser
A.g.m. :	Adı Geçen Makale
Bkz. :	Bakınız
Çev. :	Çeviri
S :	Sayfa
V.d. :	Ve diğerleri



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Bir noktayı merkez alarak Etrafında dönen bir cismin o noktaya olan mesafesi değişkenlik göstermez.....	53
Şekil 2.2. Küp.....	58
Şekil 2.3. Galileo Dönüşümleri.....	58



GİRİŞ

Modern fizik, matematiği temele alan bir bilimdir. Matematik olmadan doğayı açıklamaya çalışmak, modern fiziğe göre bize doğa hakkında doğru sonuçlar vermeyecektir. unk doğa matematiksel ilkelere göre işlemektedir. Bu yüzden doğayı anlamak için matematik ile doğa arasındaki ilişkiyi bilmek kaçınılmaz bir durumdur.

Modern fiziğin tarihi Galileo ile başlatılabilir. Zira Galileo, klasik fiziğin yıkılmasını sağlayan en etkili isim olarak anılmaktadır. Galileo dışında da klasik fiziğe karşı çıkanlar vardı. Ancak hiç birinin Galileo kadar etkili olamadığını söylemek uygun bir ifade olur. Bu konuda Galileo'yu etkili kılan şey, argümanlarını doğrudan klasik fiziğin babası konumundaki Aristoteles'e karşı geliştirmiş olmasındır denilebilir.

Peki, Galileo, Aristoteles'e hangi konularda karşı ıktı? Aristoteles'in doğa felsefesini hangi açılardan eleştirdi? Hiç kuşkusuz Galileo'nun Aristoteles'e karşı çıktığı en önemli noktanın matematik olduğu söylenebilir. Zira Aristoteles, doğa felsefesinde matematiğin kullanılmaması gerektiği düşüncesindeydi. Buna bağlı olarak Aristoteles, hareket, hareketin ilkeleri, evrenin yapısı, yer kürenin evrendeki konumu gibi konularda gözleme dayanan fikirler geliştirmişti. Genel olarak Aristoteles, hareketi içsel nedenlere bağlamış, harekete zorunluluk yüklemiş, evreni farklı özellikler taşıyan iki bölgeye ayırmış ve yeri de evrenin merkezinde sabit kalacak şekilde konumlandırımtı.

Galileo ise yaptığı deneyler ve matematiksel doğa felsefesi ile Aristoteles'in bu konulardaki iddialarını çürütmeye çalışmıştır. Dolayısıyla Galileo hareketi zorunlu nedenlerden ayırmış, harekete bir amaç yüklemekten kaçınmış, evrenin iki bölgeden oluşmayıp, aynı ilkelere sahip mükemmel bir bütünlük olduğunu ve Yer'in de evrendeki diğer gezegenler gibi sıradan bir gezegen olduğunu ve Güneş'in çevresinde döndüğünü savunmuştur. Galileo bütün bunları yaparken en büyük yardımcısı hiç kuşkusuz teleskobuydu. Bizzat kendi geliştirdiği teleskobuyla gökyüzünü gözlemleyen Galileo, Ay'ın da Yerküre gibi topraktan olduğunu fark etmiştir. Ayrıca diğer gezegenleri de inceleyen Galileo, onların da yer küre ile aynı malzeme ve özelliklere sahip olduğu sonucuna ulaşmış, hatta diğer gezegenlerde de yaşam olabileceği fikri Galileo'nun kafasını kurcalamıştır.

Galileo'nun üzerinde durduğu en önemli konu ise hiç kuşkusuz matematiği doğa felsefesinde kullanma fikriydi. Ona göre doğa felsefesinde matematiği kullanmamak

doğa hakkındaki bilgilerimizi her zaman eksik bırakacaktır. Bu yüzden Galileo, doğa felsefesini matematik üzerine temellendirmiştir.

Galileo'nun bütün bu bilgileri dile getirdiği en önemli eseri hiç kuşkusuz, İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog adlı kitabıdır. Bu kitap yayımlandığı zaman Avrupa'da büyük bir yankı uyandırdı. Özellikle kilise bu kitaba şiddetle karşı çıktı. Çünkü kilise Aristoteles'in öğretilerini dini inanç olarak kabul etmişti ve bu öğretilere yönelik bütün karşı çıkışları dine bir saldırı ve saygısızlık olarak görüyordu. Bu yüzden Galileo'yu engizisyon mahkemesinde yargılayıp söylediklerini geri alması için baskı yaptılar. Galileo mahkemede söylediklerini geri aldığını beyan etti ancak bu beyan değişimi asla durdurmadı. Çünkü bilim, artık kendisini matematiğin üzerine bina etmeye başlamıştı bile.

Peki, Galileo'dan önce bilim matematikten tamamen mi yoksundu? Matematik doğaya hiçbir şekilde uygulanmıyor muydu? Elbette ki böyle bir şeyi iddia etmek çok zordur. Çünkü matematik insanoğlu var olmaya başladığı günden itibaren var olmaya başlamıştır. Daha doğrusu insanoğlu var olmaya başladığından beri matematikle bir şekilde hep ilişki içerisinde olmuştur.

Matematik çoğu insanın korkulu rüyasıdır. Daha doğrusu çoğu öğrencinin korkulu rüyasıdır demek daha doğru olur. Genelde matematikle ilgili olarak, onun öğrenilmesi çok zor bir alan olduğuna dair kuvvetli bir inançtan söz edebiliriz. Bu yüzden sınavlarda en çok korkulan dersin matematik olduğunu söylemek mümkündür.

Peki, matematiği bu kadar zor kılan şey nedir? Acaba kendi doğasında gerçekten öğrenilmesi zor mudur? Yoksa öğrenilmesinin zor olması sadece bir ön yargıdan mı ibarettir? Kuşkusuz matematiğe olan bakış açılarımızın onu öğrenme becerimize etki ettiğini söylemek yanlış bir ifade olmayacaktır. Matematiği genelde kâğıt üzerinde çözülmesi gereken bir ton rakam ve karmaşık formüllerden ibaret zannederiz. Bu rakam ve formülleri çözebilmek için de yüksek bir beceri ve bilgi birikiminin gerekli olduğuna inanırız. Hatta matematik bilmenin belirli kişilere verilmiş özel bir yetenek olduğunu bile bazen düşünebiliriz.

Ancak insanlığın gelişim serüveninin tarihine dönüp baktığımızda, matematiğin doğrudan ahırlarda, tarlalarda çiftçiler ya da sıradan insanlar tarafından geliştirildiğini söylemek hiç de abartı olmayacaktır. Çünkü bir şekilde, insanlar sahip oldukları hayvanların veya arazilerin sayılarını ve miktarlarını bilmeye ihtiyaç duydular. Bunun

da onları bir şekilde hesaplamalar yapmaya ittiği söylemek kaçınılmaz olmaktadır. Böylece, insanlar sayı saymayı ve bir takım ölçüm şekilleri belirlemeyi öğrendiler. Dolayısıyla, matematiğin insanların ihtiyaçlarından doğduğu söylenebilir.

İlk başlarda insanlar sayı saymayı henüz bilmedikleri için hayvanlarının sayısını bir takım nesnelere belirliyordular. Örneğin sürüsündeki koyunları hesaplamak için, sürü sahipleri her bir koyun sayısınca bir kutuya kil jeton koyuyordu.¹ Böylece insanlar koyunlarının sayısını, koyunlar ile jetonları karşılaştırarak bilebiliyorlardı. Henüz modern anlamda saymayı bilmemelerine rağmen hesap yapmaktaki gayretleri, hatta bu iş için doğadaki hazır küçük taşları kullanmak yerine kilden jetonlar yapmış olmaları son derece ilgi çekicidir. Fransız matematikçi Mickael Launay'ın ifadesiyle, “Çok daha sonra bu jetonlar, Latince “küçük taşlar” anlamına gelen ve “*calcul*” kelimesinin kökeninde yatan *calculi* adını alacaklar.”² Bu gün hesap makinesi dediğimiz aletin İngilizce karşılığı olan *calculator* kelimesinin bu ilkel jetonlardan geldiğini söylemek neden mümkün olmasın?

İnsanları, matematiği geliştirmeye iten en büyük sebebin doğaya hâkim olma arzusu olduğunu söylemek de kuşkusuz mümkündür. Çünkü doğa, matematik kurallarına göre işlemektedir. Nitekim Pisagorculara göre de evrene hâkim olan ve evren uyumunu sağlayan şey sayılar ve sayılar arasındaki orantıdır.³

Yukarıda değindiğimiz gibi insanlar hayvanları evcilleştirdikten sonra onların sayılarını bilmeye ihtiyaç duyup bir takım hesaplama araçları geliştirmişlerdir. Toprağı işlemeyi öğrendikten sonra da, işledikleri toprağı ölçmek için bir takım ölçme yöntemleri geliştirmişlerdir. Matematikçi ve tarihçi olan Dirk J. Struik'in ifade ettiği üzere,

*“Cisimlerin uzunluklarını ve içindikileri ölçmek gerekince, genelde insan vücudunun bölümlerinden hareketle, parmak, ayak, karış gibi basit ölçüler kullanıldı. Arşın, kulaç, gez (dirsekten orta parmağın ucuna kadar olan uzaklığa eşit eski bir uzunluk ölçüsü) adları bize bu geleneği anımsatır.”*⁴

¹ Bkz. Mickael Launay, **Matematiğin Kısa Tarihi**, Gülşah Ünal (çev.), İstanbul; Say Yayınları, 2020, s. 27.

² A.g.e., s. 27.

³ Bkz. Zeynep Fidan Koçak, Neşe İşler, Sibel Paşalı Atmaca, “Estetik ve Matematik”, *The First International Congress Of Educational Research Symposium*, 2009, s. 1.

⁴ Dirk J. Struik, **Kısa Matematik Tarihi**, Yıldız Silier (çev.), İstanbul: Doruk Yayınları, 2011, s. 31.

Bu ilkel ölçme yöntemlerinin günümüz toplumlarında halen kullanılmaya devam edildiğini görmek mümkündür. Zira, insanların zaman zaman arazi ölçümlerini üstünkörü bir şekilde yaparken yüzeyi adımladıklarını görmek mümkündür.

İnsanlığın matematikle olan bütün ilişkisinin yerleşik bir medeniyet kurmalarıyla başladığını söylemek çok zordur. Zira insanoğlu göçebe yaşamı döneminde de matematiği kullanarak gıda arayışına girmekteydi. Sapiens kitabının yazarı Harari'nin ifadeleriyle, birçok sapiens yiyecek bulmak, beslenebilmek için sürekli yer değiştirmek durumundaydı ve bu yüzden de hayatlarının önemli bir kısmı yollarda geçmekteydi. Sapienslerin göç etmeye karar vermeleri bir takım doğal olayların etkisinde gerçekleşmekteydi. Bunlar, mevsim değişimleri, hayvanların yıllık göçleri ve bitkilerin büyüme döngüleri gibi olaylardı.⁵ Doğadaki bu olaylar döngüsü sapiens için bir nevi takvim görevi görmekteydi. Yani sapiens, kendisine göre bir takvim oluşturmuştu ve hareketlerini de bu takvime göre düzenlemekteydi.

Yerleşik hayata geçmeleriyle beraber matematiği daha da geliştirdiklerini söylemek mümkündür. Zira insan uygarlığı ve matematik birlikte ilerlemiştir.⁶ Uygar hayatla beraber doğanın sunduğu hazır imkânlarla yetinmeyi ve doğal şartlara bağlı olarak yer değiştirmeyi bırakıp imkânlarını daha da genişletmeye ve doğa şartlarına karşı koymaya başladılar. Söz gelimi, soğuk yerden sıcak yere gitmek yerine soğukta barınabilecekleri evler yapmaya başladılar. Soğuk mevsimlerde üretim yapmak mümkün olmadığı için, sıcak mevsimde yaptıkları üretimden ne kadarını stok yapacaklarını hesaplamak durumundaydılar. Bir ailedeki birey sayısı, her birey için gereken ürün miktarı ve bu ürünün üretilmesi gereken arazinin genişliği hesaplanmak durumundaydı. Daha da ötesi, ürünlerinin verimini arttırmak için bir takım yöntemler geliştirdiler ki, bu yöntemlerin, matematikte daha da gelişmelerini sağladığı söylenebilir. Örneğin sulama kanalları açmak için arazinin eğimini ölçmek durumundaydılar. Burada, ülkemizde akademik anlamda bilim tarihinin kurucusu olan Ord. Prof. Aydın Sayılı'nın şu ifadelerini aktarmamız uygundur;

Sulama işleriyle büyük ölçüde meşgul oldukları bilinen Mezopotamyalıların bu gibi inşa faaliyetlerinde ilmi bilgilerinden etkili bir şekilde faydalanmış oldukları da görülüyor. Gerçekten, çeşitli arazi parçalarının yüz ölçülerini bulmakta, yapı işleriyle ve

⁵ Bkz. Yuval Noah Harari, **Hayvanlardan Tanrılara Sapiens**, Ertuğrul Genç (çev.), İstanbul: Kolektif Yayınları, 2016, s. 59.

⁶ Bkz. Ian Stewart, **Matematiğin Kısa Tarihi**, Sibel Sevinç (çev.), İstanbul: Alfa Yayınları, 2021, s. 7.

kanal hafriyatıyla ilgili hacim hesaplarını yapmakta matematik bilgilerini uygulama tarzlarını gösteren özel problem misalleriyle çeşitli tabletlerde karşılaşılmaktadır. Aynı şeyi, daha küçük ölçüde olmak üzere, Mısırlılar için de söylemek mümkündür.⁷

Görülüyor ki, insanlar arazi ölçümlerinde matematikten büyük ölçüde faydalanmışlardır. Özellikle Mezopotamya ve Mısır medeniyetleri tarafından yapılan matematiksel işlemler günümüze yazılı olarak ulaşmışlardır.

İnsanlar ayrıca toprağa tohum ekecekleri zaman, bu ekimin bir yağmur öncesine denk gelebilmesi için yağmurun ne zaman yağacağını tahmin etmeye çalıştılar. Ayrıca ayın ilk on dördünde ekilen tohumun daha verimli olduğunu düşündükleri için Ay'ın hareketlerini izlediler. Bu onlarda astronomi bilgisinin gelişmesini sağladı. Astronomi bilimini matematiğe geliştirebilmek kuşkusuz mümkün değildir. Bu konuda Aydın Sayılı: “Mezopotamya matematiğinin karşıladığı en büyük ihtiyacın Mezopotamya astronomisi ihtiyaçları olduğu söylenebilir. Gerçekten, Mezopotamya matematiğinin astronomi çalışmalarını çok olumlu bir şekilde etkilemiş olması muhtemeldir”⁸ demektedir. Görüleceği üzere matematikteki gelişmeler başka bilimlerin gelişmesini olumlu etkilemiştir. Böylece insanlık matematikte geliştikçe doğayı kontrol etme becerileri de arttı. Bu açıdan matematiğin insanlık için doğayı kontrol aracı olduğu da söylenebilir.

Dikkat edileceği üzere, matematik doğrudan doğadan kaynaklanmış ve doğada keşfedilmiş bir alandır. Doğadan faydalanmak için hayati bir öneme sahip olduğu söylenebilir. Struik şunları ifade etmektedir: “Matematik tarih boyunca modern dönemlere kadar astronomiden ayrılamaz. Genelde sulama, tarım ve bir ölçüde de denizcilikle ilgili gereksinimlerin sonucunda Doğu ve Yunan biliminde astronominin birincil önemi vardı ve onun gelişimi matematiği önemli ölçüde etkiledi.”⁹ Görüldüğü üzere, matematik yeryüzünden gökyüzüne her yerde mevcuttur. İnsanlığın doğayla olan ilişkisi arttıkça matematik daha da gelişmiştir. Doğru şekilde tarım yapmak ya da yolculuk yapabilmek için belirli şartlara ihtiyaç duydular ki, bu da insanlarda takvim bilgisini geliştirdi. Takvim sayesinde tarım yapabilecekleri mevsimleri önceden bilebiliyorlardı.¹⁰ Takvim oluşturabilmek için ise gök cisimlerinin hareketlerini

⁷ Aydın Sayılı, Mısırlılarda ve Mezopotamyalılarda Matematik, Astronomi ve Tıp, Ankara; Türk Tarih Kurumu Basım Evi, 1991, s. 12.

⁸ Aydın Sayılı, a.g.e., s. 15.

⁹ Dirk J. Struik, Kısa Matematik Tarihi, s. 84.

¹⁰ Bkz. Aydın Sayılı, a.g.e., s. 18.

hesapladılar. Ancak medeniyetlerin bütün takvim bilgilerinin tamamen gökyüzü gözlemlerine dayandığını söylemek doğru bir ifade olmaz. Örneğin Mısır medeniyetinin takvim bilgilerinin Nil Nehri'nin hareketlerinden de etkilendiği bilinmektedir.¹¹ Görüleceği üzere insanlar takvim oluşturabilmek, doğadan faydalanabilmek için doğada döngüsü olan, belli bir hareket şekline, belli bir düzene sahip olan her türlü doğal olaydan faydalanmışlardır.

Kuşkusuz ki, takvim oluşturabilmek için belli bir düzene ihtiyaç duyduğumuzu söylemek mümkündür. Belirli nesnelere belirli aralıklarla gerçekleştirdikleri hareketler sayesinde zamanı tespit edebiliyoruz ve hangi zamanda nelerin gerçekleşeceğini bilebiliyoruz. Bu sayede yapacağımız şeylere karar verebiliyoruz. Eğer evrendeki cisimlerin hareketleri düzensiz olsaydı, hangi cismin hangi şekilde davranacağını tespit etmemiz hiçbir zaman mümkün olmazdı. Dolayısıyla, yapacağımız işlere karar vermemiz de mümkün olmazdı. Bu bakımdan evrende mükemmel matematiksel bir düzenin olduğunu söylemek mümkündür. Zaten ilerleyen bölümlerde inceleyeceğimiz üzere, araştırmamızın temel konusu olan Galileo da, evrende mükemmel bir düzenin olduğuna sürekli vurgu yapmaktadır. Ona göre, evrende asıl olan şey düzendir. Doğanın temel amacı, her zaman düzende kalmaktır. Dolayısıyla hayatımızla ilgili yaptığımız planların zamanına uygun bir şekilde ilerlemesini ya da işlerimizle ilgili yaptığımız programları zamanı geldikçe uygulayabilmemizi evrendeki bu matematiksel düzene borçlu olduğumuzu söyleyebiliriz.

Aristoteles, matematiksel bilimler olan astronomi, optik, mekanik gibi bilimleri doğa felsefesinden ayrı tutmuştu, çünkü matematik bize doğa filozofunun doğada aramış olduğu maddi, etkin, formel (töz anlamında) ve ereksel nedenlere dair açıklamalar yapamazdı.¹² Oysa Galileo'nun yeni biliminde sadece etkin neden aranıyordu ve matematik de bu türden nedensel açıklamalar yapabilme gücüne sahipti. Dolayısıyla, Aristoteles'ten farklı olarak, Galileo'nun yeni fiziğinde matematikçiler doğa felsefesi yapabiliyordu; bu, matematiksel bir doğa felsefeydi.

¹¹ Bkz. Aydın Sayılı, a.g.e., s. 18–19.

¹² Aristoteles, matematiğin nedensel açıklama yapmada kullanılabileceğini fakat bu nedensel açıklamanın sadece biçimsel (formel) nedenler ile ilgili olduğunu ifade eder. Buradaki biçimden kasıt, töz anlamındaki form (biçim) değildir fakat şekil, büyüklük, uzam anlamındadır. Örneğin bir üçgenin iç açıları toplamının neden iki dik açıya eşit olduğunu açıklaması gibi. Ayrıntılı bilgi için bkz. Ünsal Çimen, "Kopernik'in De Revolutionibus'u İçin Osiander'ın Yazdığı Önsözün Araçsalcı Bir Yorumu: Bir Yeniden Değerlendirme", **FelsefeLogos**, 2019, s. 149.

BİRİNCİ BÖLÜM

ARİSTOTELES'İN DOĞA FELSEFESİ

Aristoteles fiziği yaklaşık iki bin yıl boyunca dünyayı etkilemiştir. Onun fizik ve evren anlayışı çok uzun bir zaman hem Doğu'da, hem de Batı'da neredeyse tartışmasız bir şekilde kabul görmüştür.¹³ Onun fikirlerinin çok uzun bir zaman boyunca farklı yerlerde etkin olmasının, ona karşı çıkacak herhangi bir fikrin olmamasıyla ilgili olduğu söylenebilir. Nitekim Aristoteles'e karşı herhangi bir fikrin geliştirilmemiş olması, onun öğretilerinin Orta Çağ'da manastırlarda, Kilise okullarında ve üniversitelerde okutulmasında ve görüşlerinin Hristiyanlığın birer dogması haline gelerek yüzyıllar boyunca hüküm sürmesinde etkili olmuştur.¹⁴ Bu süreçte Aristoteles'in fikirleri bilim olmaktan çıkıp adeta dini bir dogma haline gelmişti. Kilise tarafından kabul edilen Aristoteles fiziği, yasalar tarafından da koruma altına alınmıştı. Bu fiziğe aykırı olacak şekilde herhangi bir düşünceyi dile getirmek suç olduğu gibi, cezası da çok ağırdı. Öyle ki, kimi zaman insanın hayatına bile mal olabiliyordu.

1.1. ARİSTOTELES'İN DOĞA FELSEFESİNDE DEVİNİM

Aristoteles'in doğa felsefesinde devinim bölgesel bir yapı göstermektedir. Bu bölgeler Ay altı ve Ay üstü bölgelerdir. Evreni bu şekilde kısımlara ayıran Aristoteles, her kısma uygun devinimlerin bulunduğunu düşünür. Devinim bölgelere göre farklılık gösterdiğinden, doğal olarak kendi arasında da farklı nitelikler taşımaktadır. Ona göre devinim, düz, dairesel ya da bu ikisinin karışımından oluşmaktadır.¹⁵ Devinimi üç farklı türe ayıran Aristoteles, ancak iki türlü hareket olabileceğini düşünmektedir. Çünkü yalın cisimler (yani elementler: Hava, ateş, toprak, su ve eter) ancak bu iki hareket türüne sahip olabilirler ki, bunlar düz ve dairesel hareketlerdir.¹⁶ Aristoteles'e göre, cisimlerin farklı niteliklere sahip olmaları farklı hareketlere sahip olmalarının nedenidir. Çünkü cisimler farklı niteliklere sahip olmasalardı devinimleri de farklı olmazdı. Ona göre, cisimlerin devinme şekillerine veya hareket yönlerine etki eden şey, dışsal nedenlerden

¹³ Bkz. Hüseyin Gazi Topdemir, "Doğa Felsefesinden Fiziğe: Galileo Aristoteles'e Karşı", **Bilim ve Teknik**, Ağustos 2013, s. 73.

¹⁴ Bkz. Seçil Özdemir, "Fizik ve Astronomi Bilimlerindeki Gelişmeler Bağlamında Modern Dönem Doğa Tasarımının Oluşumu Üzerine Bir Sorgulama", **Kilikya Felsefe Dergisi**, Sayı: 2, 2020, s. 236.

¹⁵ Bkz. Aristoteles, **Gökyüzü Üzerine**, Saffet Babür (çev.), Ankara: BilgeSu Yayınları, 2018, s.12.

¹⁶ Bkz. a.g.e., s. 12.

ziyade, cismin kendi özellikleridir. Yani Aristoteles, cisim ile hareket arasında sıkı bir ilişki kurmaktadır.

Düz ve dairesel hareketlerin ne olduğunu ve yönlerinin nereye doğru olduğunu Aristoteles şöyle ifade etmektedir: “İmdi dairesel hareket ortanın çevresinde, düz devinimse yukarıya ve aşağıya olur.”¹⁷ Dairesel hareket bir merkezin çevresinde gerçekleştiğinden sağ-sol, yukarı-aşağı gibi yönlerinin olduğu söylenemez. Düz devinim ise yukarı ve aşağı olmak üzere iki türlü olduğundan, düz devinimde bulunan cisimlerin de kendi aralarında farklı özelliklere sahip olduğu söylenebilir.

Yukarı ve aşağıyı ise Aristoteles orta noktaya göre belirlemektedir. Ona göre ortadan başlayan devinimin yönü ancak yukarı doğru olabilir ve ortaya doğru gerçekleşen devinimin yönü ise aşağıdır. Aristoteles bunu şöyle ifade etmektedir: “Yukarı olan hareket ortadan, aşağı doğru olan ise ortaya doğru olan devinimdir.”¹⁸ Dolayısıyla, aşağının bizzat orta noktanın kendisi olduğu söylenebilir. Orta noktanın dışında kalan yerler ise Aristoteles’e göre yukarıdır.

Doğada bu şekilde yönlerin bulunması Aristoteles’in devinime yüklediği nitelikler açısından önemlidir. Çünkü Aristoteles’e göre devinimin gerçekleşebilmesi için yönler gereklidir. Yönler olmaksızın devinimin gerçekleşebilmesi mümkün değildir. Herhangi bir nesnenin sıcak halden soğuk hale geçmesi, renk değiştirmesi ya da canlıların büyümesi gibi niteliksel değişimleri de birer devinim olarak kabul eden Aristoteles, en temel ve asıl devinimin yer değiştirmek olduğunu ifade etmektedir.¹⁹ Yer değiştirmenin ise bir yerden başka bir yere doğru gerçekleşen bir devinim olduğu söylenebilir ki, böylesi bir devinimde hedefe doğru bir yönelim söz konusudur. Yönler bulunmadan ise herhangi bir yönelimin olması mümkün değildir. Bu yüzden, Aristoteles boşluk kavramını reddetmektedir. Çünkü yönlerin olabilmesi için, kendisine göre yönlerin belirlenebileceği yerler olmalıdır. Boşlukta ise böyle bir şey söz konusu değildir. Yani yer ve yön arasında sıkı bir ilişki söz konusudur. Aristoteles’in ifadesiyle:

*“Boşluk olsa tek bir nesne bile devinemez. Nasıl eşcinsliliğinden ötürü toprağın durağan olduğu söyleniyorsa aynı şekilde boşlukta da durağanlık zorunlu. Çünkü bir yerden çok başka bir yere doğru devinmek için bir neden yok, boş olduğundan ötürü ayrım taşıyor.”*²⁰

¹⁷ A.g.e., s. 12.

¹⁸ A.g.e., s. 12.

¹⁹ Bkz. Aristoteles, **Fizik**, Saffet Babür (çev.), İstanbul: Yapı Kredi Yayınları, 2020, s. 135.

²⁰ A.g.e., s. 169.

Burada, Aristoteles için yer kavramının devinimin temel bir şartı olduğu görünmektedir. Zira Aristoteles'e göre devinim, cisimlerin ait oldukları yeri bulma ilkesine dayanmaktadır. Ancak, boşlukta yer diye bir kavramdan bahsedebilmek mümkün olmadığından, doğal olarak cismin bulabileceği bir yerin varlığından bahsedebilmek de mümkün değildir. Dolayısıyla, Aristoteles'in doğa felsefesinde cisimlerin boşlukta zorunlu olarak hareketsiz ve durgun olarak kalacaklarını söylemek mümkündür.

Eğer cisimler boşlukta hareket etmeyi başarırlarsa bile, bunun Aristoteles fiziğine göre bir devinim olduğunu söylemek çok zordur. Çünkü Aristoteles'e göre devinimin temelini teşkil eden şey, yer değiştirmektir. Devinimde, devinimin kendisine göre belirlendiği şey yerdir. Cisimler, devinimi kendi doğal yerlerini bulmak amacıyla gerçekleştirirler. Oysa boşlukta yer diye bir kavramın varlığından bahsedebilmek mümkün değildir. Boşlukta yer kavramı olmadığından cismin hareketinin kendisine göre belirlenebileceği bir şey de olamaz. Ayrıca, kendi doğal yerlerini bulmak amacıyla hareket eden cisimler boşlukta doğal olarak bu amaçtan mahrum olacaklardır. Çünkü boşlukta bulabilecekleri bir yer olamaz. Dolayısıyla, boşlukta cisimler hareket etmeyi başarırlarsa bile Aristoteles felsefesine göre bunun bir devinim sayılması pek mümkün görünmemektedir.

Nesnelerin doğal yerlerini bulma ilkesiyle devindiğini söyleyen Aristoteles, bu nesnelere için yer olarak aşağı ve yukarıyı belirlemektedir. Nesnelerin bir kısmı ona göre aşağıya aitken bir kısmı ise yukarıya aittir. Aristoteles bu durumu şöyle ifade etmektedir: "Her nesne engellenmedikçe kendi yerine gidiyor, kimi yukarı kimi aşağı."²¹ Dikkat edileceği üzere, Aristoteles burada devinime bir zorunluluk yüklemektedir. Ona göre, nesnelerin kendi doğal yerlerine doğru hareket etmeleri doğalarında vardır. Nesnelerin doğal yerlerine doğru gitmemeleri için ancak engellenmiş olmaları gerekmektedir. Engellenmeyen her nesne kendi doğal yerini bulmak için zorunlu olarak harekete geçecektir. Dolayısıyla, Aristoteles'in, devinimi cisimlerin doğalarında var olan bir zorunluluk, bir ilke olarak gördüğü söylenebilir.

Yukarı ve aşağıya ait olan ve bu yönlere doğru devinen nesnelere gelince, Aristoteles'e göre bunlar, ateş, su, hava ve topraktır. Aristoteles şöyle demektedir: "Doğal devinimi yukarı olan nesne ateş ve havadır, doğal devinimi aşağı olan nesne ise

²¹ A.g.e., s. 137.

su ve topraktır.”²² Aristoteles bu ifadesiyle nesnelere dörde ve bu dört nesneyi de ikişerli gruplara ayırmış olmaktadır. Bu iki gruptan birinin doğal yeri yukarı, diğerinin ise aşağıdır. Cisimlerin doğal yerleri Aristoteles’e göre doğa tarafından kendilerine verilmiş bir aidiyettir. Peki, doğa bu aidiyeti nasıl sağlamaktadır? Cisimlerin hangi özelliklerinden ötürü onları yukarı ya da aşağıya ait kılmaktadır? Aristoteles’e göre, cisimlerin hafif ya da ağır olmaları onların doğal yerlerine ulaşmaları için belirleyici etkindir. Aristoteles bu konuda şöyle demektedir: “Hafif, ağırdan oluşur, sözgelişi hava sudan oluşur, artık hafiftir ve bir engel olmadıkça etkinlik halini gerçekleştirecektir, hafifin bir yerdeki etkinlik hali ise yukarıda olmaktadır. Karşıt yerde olduğunda, bu engellenme demektir.”²³ Aristoteles’in hafif nesnelere yukarıya ait kıldığı görülmektedir. Hafif ve ağır karşıt olduğundan, ağır nesnelere aşağıya ait olmaktadır. Ateş ve hava hafif nesnelere olduklarından yukarıya ait nesnelere olup, toprak ve su ağır nesnelere olduklarından aşağıya ait nesnelere dir.

Ağır ve hafif cisimlerin devinimleri doğrusaldır. Çünkü bu cisimler, sahip oldukları özelliklerden dolayı devinmelerinde bir yönelim içerisindedirler. Bir hedefe doğru hareket ederler. Bu ise, Aristoteles’e göre mükemmel olmayan bir devinimdir. Ona göre mükemmel devinim, dairesel devinimdir. Bu konuda Aristoteles şunları söylemektedir: “Dairesel devinimin düz devinime göre önceliği vardır, çünkü tam olan tam olmayandan önce gelir, daire tam olanlar öbeğine giriyor, hiçbir düz çizgiyse tam değil.”²⁴ Dairesel hareketin mükemmel olup, doğrusal hareketin gayri mükemmel oluşu, Aristoteles’e göre, dairesel hareket yapan cisimlerin tam devinim gerçekleştirmeleri, düz devinim yapan cisimlerin ise tam bir devinim gerçekleştirmemelerinden kaynaklanmaktadır. Çünkü düz çizgi ne kadar uzun olursa olsun yine de her zaman uzatılmaya uygundur. Uzatılmaya her zaman uygun oluşu, Aristoteles’e göre, onun her zaman eksik olduğu anlamına gelmektedir. Bu yüzden düz hareket mükemmel bir hareket değildir. Çünkü o sonlu bir harekettir.

Doğrusal devinimin gayri mükemmel oluşunun bir nedeni de zıddının bulunmasıdır. Doğrusal devinim yukarı ya da aşağı, ileri ya da geri, sağ veya sol yönlere doğru gerçekleşir ki, bu yönler birbirlerine zıddır. Dolayısıyla, Aristoteles’in zıtlık ile eksiklik arasında bir ilişki kurduğu söylenebilir. Zıddı olan şey, Aristoteles’e göre,

²² Aristoteles, Gökyüzü Üzerine, s. 13.

²³ Aristoteles, Fizik, ss. 359–361.

²⁴ Aristoteles, Gökyüzü Üzerine, s. 13.

eksiktir denilebilir. Dairesel harekete ise mükemmellik atfetmektedir. Şu halde, Aristoteles'e göre dairesel hareketin bir zıddı yoktur denilebilir. Aristoteles bu konuda şunları söylemektedir:

“Doğrusal ve sınırlı bir devinimle yer değiştiren nesnenin sürekli yer değiştirmedeği açık, çünkü o geri dönmek zorunda, doğrusal bir devinimle geri dönen nesne ise karşıt devinimler gerçekleştirir: nitekim yukarı devinim aşağı olana, öne olan arkaya olana, sola devinim sağa devinime yer açısından karşıttır.”²⁵

Aristoteles, doğrusal devinimle yer değiştiren cisimlerin, geri dönmek zorunda olduklarından sürekli devinemeyeceğini ifade etmektedir. Yani doğrusal hareket yapan cisimlerin devinimleri sürekli kesintiye uğramaktadır. Dolayısıyla bu cisimlerin doğalarında durağanlığın da bulunduğunu söylemek mümkündür. Bu yüzden, doğrusal hareket yapan cisimler sonsuza kadar devinemezler. Doğrusal hareket bu özellikleriyle – yani zıtlık barındırmak, durağanlık içermek ve bu yüzden sonsuza kadar devam etmemesi nedeniyle – eksik ve kusurlu bir harekettir. Aristoteles dairesel hareketin ise mükemmel olduğunu ifade etmiştir. Dolayısıyla, dairesel hareketi mükemmel kılan şey, Aristoteles'e göre zıddı olmayan, durağanlık içermeyen ve sonsuza kadar süren bir hareket olmasıdır.

Devinimi Aristoteles'in bu şekilde ele alması, onun evrendeki cisimlere yapı olarak yüklediği anlamla alakalı bir durumdur. Zira o, evreni farklı bölgelere ayırmakta ve her bölgeye uygun bir devinim şekli olduğunu düşünmektedir. Önümüzdeki başlıkta devinim ile bölgelere ayrılmış evren ilişkisi incelenecektir.

1.1.1. Devinim ve Düalist Evren İlişkisi

Aristoteles, dairesel devinimin düz devinime göre öncelikli olduğunu ifade etmişti. Onun doğa felsefesinde dairesel hareketin düz harekete üstünlüğü olduğu gibi, dairesel hareket yapan cisimlerin de düz hareket yapan cisimlere üstünlüğü söz konusudur. Zira ona göre dairesel hareket yapan cisimler tanrısaldir.²⁶

Cisimler arasında nitelik farkına giden Aristoteles'in, doğanın kendisi hakkında da bir ayrıma gittiğini söylemek kaçınılmaz olur. Çünkü Aristoteles'e göre, doğa, cisimlerden meydana gelmiştir ve doğada boşluk yoktur. Dolayısıyla ona göre doğada cisimlerin olmadığı hiçbir yer yoktur denilebilir. Eğer doğanın tamamı cisimlerden

²⁵ Aristoteles, Fizik, s. 391.

²⁶ Bkz. Aristoteles, Gökyüzü Üzerine, ss. 13–14

meydana gelmişse, cisimlerin niteliklerinin ve devinimlerinin farklılaştığı yerde, doğanın kendisi de farklılaşmış olmaktadır.

Doğanın farklılaşması, bizzat doğanın kendisi tarafından kendisine uygun gördüğü bir durum olarak görülebilir. Çünkü Aristoteles'e göre, cisimlerin devinim şekilleri bizzat doğa tarafından kendilerine uygun görülmüştür. Aristoteles'in ifadesiyle: "Doğa öyle bir devinim-durağanlık ilkesi ve nedenidir ki, kapsadığı nesnede ilk olarak kendi başına, ilineksel olmayan bir anlamda bulunur."²⁷ Bu sözlerden anlaşılacağı üzere, Aristoteles nesnelere doğal bir devinime sahip olduğunu ileri sürer. Doğayı bilmenin ve tanımanın yolu da, Aristoteles'e göre, devinimi bilmekten geçmektedir. O, "devinim bilinmediğinde doğa da bilinemez"²⁸ demektedir. Devinim doğadan bağımsız olmayıp, doğrudan doğa tarafından sağlandığına göre, bölgelere göre farklı şekillerde gerçekleşmesi de bizzat doğa tarafından uygun görülmüş bir durum olmaktadır. Yani doğa, nesnelere kendi içerisinde farklı şekillerde devindirmiş olmaktadır. Bu nedenle, doğanın, nesnelere farklı devindirmesi yoluyla kendisini düalist bir yapıya büründürdüğünü söylememiz mümkündür.

Aristoteles, doğaya yüklediği düalizm ile evreni ikiye ayırmış olmaktadır. Onun evren anlayışının temel özelliklerinden biri, Ay üstü bölge ile Ay altı bölgenin ayrı madde türlerinden meydana gelen, farklı yasalara tabi olan ayrı âlemler olduğudur.²⁹ Bu anlayışı ile Aristoteles, cisimler arasında yaptığı ayrımı, cisimlerin buldukları yere göre belirlemiş olmaktadır. Gökyüzü ile yeryüzü farklı özellikler taşıdıkları gibi, buralarda bulunan cisimlerde farklı özellikler taşımaktadır. Gökyüzündeki cisimler göğe uygun nitelikler taşıırken, yeryüzündeki cisimlerde yere uygun nitelikler taşımaktadır.

Yeryüzü ile gökyüzü cisimlerinin birbirlerinden tamamen farklı nitelikler taşımaları, onların devinimlerinin de farklı olmasını kaçınılmaz kılmaktadır. Aristoteles'e göre yeryüzündeki cisimler ağırlık ve hafiflik taşıdıklarından, davranışlarını bu özelliklere göre gerçekleştirmektedirler. Yani ağırlık ve hafiflik devinimde belirleyici olmaktadır. Bu konuda Aristoteles'in şu sözünü aktarmamız uygundur: "Aşağıya ya da yukarıya yer değiştiren her nesne ya ağırlık taşır ya hafiflik ya da her ikisini birden."³⁰

²⁷ Aristoteles, Fizik, s. 51.

²⁸ A.g.e., s. 93.

²⁹ Bkz. Robert P. Crease, **Prizma ve Sarkaç**, Mehmet Doğan (çev.), İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi, 2015, s. 51.

³⁰ Aristoteles, Gökyüzü Üzerine, ss. 14–15.

Daha önce değinildiği gibi, aşağı ve yukarı yönlerde gerçekleşen devinim düz, çizgisel bir devinimdir. Yani Aristoteles'in doğa felsefesinde doğrusal devinim; ağırlık ve hafiflik özelliği taşıyan cisimlere ait bir devinim türüdür. Ağırlık ve hafiflik ise Ay altı bölgeye ait olan toprak, su, ateş ve hava gibi cisimlerin bir özelliğidir.

Aristoteles, doğrusal hareketi Ay altı bölgeye uygun bir hareket olarak görmektedir ve daha önce de ifade edildiği gibi bu hareket, Aristoteles'e göre gayri mükemmel bir harekettir. Çünkü düz çizgi uzatılmaya her zaman uygun olduğundan, bu onun hep eksik olduğu anlamına gelmektedir. Düz çizgiye kusur yükleyen Aristoteles, Ay altı bölge cisimlerine de kusur yüklemiş olmaktadır. Bu kusurlu devinim, cisimlerin doğal yerlerine ulaşmalarıyla son bulmaktadır. Çünkü ona göre, yeryüzündeki cisimlerin devinimine, 'doğal yerlerini' arama eğilimleri hükmetmektedir.³¹ Hiç kuşkusuz, temel amacı doğal yerini bulmak olan cisimlere düz çizgisel devinimin (yani doğrusal hareketin) en uygun hareket olduğunu söylemek mümkündür. Çünkü cisim, daha başından beri bir hedefe yönelmiş olduğu için, sonsuza değin bir hareket sürdürmesi mümkün değildir. Sınırlı bir mesafe kat etmeye yönelmiş bir cismin, kendisi de sınırlı bir hareket olan düz çizgisel devinimle devinmesi gerekmektedir.

Daha önce de ifade edildiği gibi, Aristoteles, her nesnenin engellenmedikçe kendi yerine gideceğini belirtmektedir. Ona göre, bazı nesnelerin yeri aşağıyken bazı nesnelerin yeri de yukarıdır. O, bu konuda şunu ifade etmektedir: "Hafif ile ağır nesnelerin kendi yerlerine doğru devinmelerinin nedenine gelince, bir yerde olmak doğa tarafından onlara verilmiş, zaten hafif ve ağır olmak demek de bu, biri yukarı öteki aşağı ile ayrılmış."³² Aristoteles'in kendi ifadelerinden anlaşılacağı üzere, ağır ve hafif cisimlere bir yere aidiyet özelliği yüklenmektedir ki, bu özellik doğa tarafından cisimlere verilmiştir.

Yeryüzü cisimlerinin bir yere aidiyet özelliği taşımaları onlara durağan olma özelliği de katmaktadır. Zira aidiyet özelliği taşıyan cisim ait olduğu yerdeyken devinime başlamak için herhangi bir nedene sahip değildir. Bu cisimlerin temel amacı ait olduğu yerde olmaktır. Ait olduğu yerden herhangi bir nedenle devinime başlayan bir cisim, ait olmadığı yabancı bir yere gidecektir. Bu durumda cismin temel amacı doğanın ona uygun gördüğü yere dönmek olacaktır. Doğanın kendisine uygun gördüğü

³¹ Bkz. Crease, Prizma ve Sarkaç, s. 51.

³² Aristoteles, Fizik, s. 361.

yere ulaşan cismin, hareketine devam etmek için bir nedeni olamayacağından, devinimini sonlandırdığını söyleyebiliriz.

Aristoteles'in hareket ilkelerine bakıldığı zaman, hareketi tamamen cisimlerin kendi nitelikleriyle açıkladığı görülmektedir. Yani ona göre hareketin nedenleri vardır ve bu nedenler cismin kendisinde içkin olan özellikleriyle ilgilidir.

Hareketi nedenleri ile birlikte ele alan yaklaşım biçimi dinamiksel bir yaklaşım biçimidir.³³ Dinamiksel yaklaşım her tür nedensel araştırmayı içermektedir³⁴ ve Aristoteles'in doğa felsefesinde nedensel açıklama matematik ile yapılmadığı için, Aristoteles fiziği dikkate alındığında dinamiksel yaklaşım matematiksel bir yaklaşım değildir. Onun dinamik yaklaşımına göre, her bir varlık kendi özüne ait bir doğal yere sahiptir ve bu doğal yerler kesinlikle değişebilir değildir.³⁵ Doğal yer ona göre mutlaklıdır.³⁶ Yani cismin bir yerde durmasının nedeni, Aristoteles'e göre doğal yeri olmasıdır. Zaten cismin devinmesinin temel nedeni de doğal yerine ulaşma eğilimidir. İşte Aristoteles'in bu şekilde cisimlerin davranışlarına içsel nedenler yüklemesi, onun doğa felsefesinde devinime dair nedensel açıklamalarda bulunmak ile matematik arasında bir ilişki kurmadığını göstermektedir.

Aslında Aristoteles'in doğa felsefesinin, genel olarak doğaya dair nedensel açıklama yapmak amacı taşıdığını söylemek daha doğrudur. Ona göre doğadaki nedenler dört tanedir. Bu nedenlerin doğaya dair bir açıklama kuramı olduğu konusunda hemen hemen bütün Aristoteles araştırmacıları hemfikirdir.³⁷ Yani doğadaki olaylar ancak bu nedenler bilindiğinde anlaşılabilir. O, bu konuda şunu söylemektedir: "Nedenler dört tane olduğuna göre doğa bilimcisine düşen bunların hepsi üzerine bilgi edinmek: 'ne için?'i bütün bunlara indirirse; yani maddeye, biçime, devindiriciye ve ereksel nedene indirirse doğaya uygun olarak açıklama yapmış olacaktır."³⁸ Dikkat edileceği üzere Aristoteles'in, doğanın anlaşılması için ileri sürdüğü nedenler niceliksel değil nitelikselidir. Yani ona göre matematik, doğanın anlaşılması için ihtiyacımız olan

³³ Bkz. Ömer Faik Anlı, Aristoteles ve Fizik, **Bilim ve Ütopya**, Sayı, 209, 2011, s. 69.

³⁴ Bkz. A.g.e., s. 69.

³⁵ Bkz. A.g.e., s. 69.

³⁶ Bkz. A.g.e., s. 69.

³⁷ Bkz. Fatma Eren, "Aristoteles'in Doğa Felsefesi", Abrim Gürgen (ed), *İlk Çağda Doğa* içinde (375–407), Doğu Kütüphanesi Yayınevi, İstanbul, 2021, s. 384.

³⁸ Aristoteles, Fizik, s. 81.

şeylerden biri değildir. Çünkü Aristoteles, doğada gerçekleşen bütün olayların nedenlerinin ancak niteliksel bir model içerisinde anlaşılabilirliğini savunmaktadır.³⁹

Aristoteles'in nedenleri ortaya koyma, nedenleri açıklama yöntemi ise daha çok mantıktır. Nitekim Galileo'nun Aristoteles'i eleştirdiği noktalardan biri budur. Galileo, onun, evreni gözlemlemekten çok, çıkarımlarda bulunarak bir doğa felsefesi icra ettiğini söylemekteydi. Oysaki doğayı gözlemlemek ve bu gözlemlere doğanın dili olan matematiği uygulamak bizlere doğa hakkında nesnel bilgiler sunacaktır.

1.2. ARİSTOTELES FİZİĞİNDE AĞIRLIK VE HIZ İLİŞKİSİNİN SERBEST DÜŞÜŞE ETKİSİ

Aristoteles'e göre hafif cisimlerin hareketi yukarı olup, cisimler yukarı doğru devinmek için hafifliklerinden faydalanmaktadırlar. Ağır cisimlerin hareketi ise aşağı olup, ağır cisimler ağırlıkları sayesinde aşağıya doğru devinirler. Cisimler bu özellikleri sayesinde kendi doğal yerlerinde durabilmektedirler. Cisimleri ağırlık ve hafiflik niteliklerine göre kategorilere ayıran Aristoteles, ayırdığı her kategoriye ayrıca kendi arasında da kategorilere ayırmaktadır. Ona göre, hafif cisimlerden biri diğerine göre daha hafif olabilirken, ağır cisimlerden biri de diğerine göre daha ağır olabilmektedir. Aristoteles bu konuda şunları ifade etmektedir: “İmdi ağır, doğal olarak ortaya devinen olsun, hafif ise ortadan; en ağır nesne aşağıya doğru yer değiştiren bütün nesnelere altında duran şey, en hafif nesneyse yukarıya doğru yer değiştiren bütün nesnelere üzerinde olan şey.”⁴⁰ Ağır nesnelere hareketi aşağı olduğuna göre en ağır nesnenin yerinin en aşağı olması gerekmektedir. En aşağı yer, Aristoteles fiziğine göre Yer'in merkezidir. Aristoteles'e göre, Yer evrenin merkezinde olduğundan, Yer'in merkezi aynı zamanda evrenin de merkezi olmaktadır. En ağır cisimlerin yeri en aşağı olduğuna göre, orta nokta evrendeki en ağır cisimlerden oluşmaktadır denilebilir. Bir başka deyişle evrenin en ağır yeri Dünya'nın merkezidir.

Aristoteles'e göre, cisimlerin ağırlıklarının, hızları üzerinde etkisi bulunmaktadır. Ağırlık arttıkça cisimlerin devinimleri de hızlanmaktadır. Hiç kuşkusuz devinimin hızı ne kadar yüksek olursa devinme zamanının o kadar kısa olacağını söylemek akla uygundur. Dolayısıyla, cisimlerin ağırlıklarının devinme süreleriyle ters orantılı

³⁹ Bkz. Pelin Dilara Çolak, “Aristoteles 4 Neden ve Hayal Panosunun Teleolojik Hakikati”, Felsefe tarihi 16, Erişim: 22.03.2020, <https://youtu.be/D8ra0Np8ARK>., (Dakika:Saniye- 04:21)

⁴⁰ Aristoteles, Fizik, s. 14.

olduğunu söylemek mümkündür. Aristoteles bu konuda şunları söyler: “Belli nicelikte ağırlık belli bir yolu belli bir zamanda geçiyorsa, başka bir ağırlık daha az bir zamanda geçecek, zamanlar ağırlıkların oranıyla ters orantılı olacaktır, söz gelişi yarı ağırlık belli bir zamanda, iki misli ağırlık bunun yarısı zamanda.”⁴¹ Bu ifadelerden anlaşılacağı üzere, ağır bir cisim belli bir mesafeyi kat etmek için belli bir zamana gereksinim duymaktadır. Yani Aristoteles devinim ve zaman arasında bir ilişki kurmaktadır. Devinen cisim ne kadar ağır olursa devinme süresi de o kadar kısa olacaktır, cismin ağırlığı ne kadar azsa devinme süresi de o kadar fazla olacaktır. Konumuzla ilgili olarak şu ifadeleri aktarmamız uygundur:

*“Aristoteles düşen cisimlerin devinimini gözlemleyip, ortamların hava gibi ‘ince’ ya da sıvı gibi ‘koyu’ olmasına bağlı olarak hızlarının ortama göre farklılık sergilediğini tespit etmişti. Cisimlerin düşerken sabit bir hıza ulaştığını, bu hızın da ağırlıklarıyla orantılı olduğunu söylemişti. Bu görüşler, gündelik deneyimlerimize uyar. Pencereden aşağıya bir golf topuyla birlikte masa tenisi topu bıraksak, golf topu daha hızlı düşer ve yere ilk çarpar. Golf topunu yüzme havuzuna bıraksak, havaya kıyasla çok daha yavaş düşer ve çelik topa kıyasla dibe daha geç ulaşır. Keza çekiçler kuş tüylerinden hızlı düşer.”*⁴²

Anlaşılacağı üzere, Aristoteles devinim hızları arasındaki farkı ortam koşullarıyla birlikte ele almaktadır. Cisimlerin devinme ortamlarının direnci, hızlarını etkilemektedir. Ancak, her ortamda cisimlerin ulaşacağı belli bir hız sınırı vardır ve cisimler bu sınırın üstündeki bir hızla devinemezler. Yani Aristoteles fiziğinde cisimler bir noktadan sonra sabit bir hızla devinmelerini sürdürmektedirler. Bu hız ise cisimlerin ağırlıklarıyla orantılıdır. Dolayısıyla, Aristoteles’in düşmekte olan cisimler hakkındaki düşüncelerini şu şekilde dile getirmek mümkün görünmektedir: Düşmekte olan cisimler hat boyunca sabit bir hızla düşerler ve bu hız onların ağırlığıyla orantılıdır. Farklı ağırlıktaki cisimler düşmeye bırakıldıklarında, hız ağırlıkla orantılı olduğundan, aynı sürede düşmezler. Daha ağır olan cisim daha kısa bir sürede düşmesini tamamlarken, ağırlığı daha az olan cisim ise daha uzun sürede düşme hareketini tamamlamaktadır.

⁴¹ Aristoteles, Gökyüzü Üzerine, s. 24.

⁴² Crease, Prizma ve Sarkaç, s. 51. Crease burada çekiç ve kuş tüyü deneyine gönderme yapmaktadır. Nitekim Galileo, uygun şartlar oluşturulduğunda, aralarında ağırlık farkı çok olan cisimlerin bile aynı anda yere düşeceğini söyler. Galileo'nun bu iddiasını test etmek amacıyla, 1971 yılında Ay'a çıkan Apollo 15 astronotu David Scott, Ay'da çekiç ve kuş tüyüyle bir deney yaptı. Deneyde bir elinde çekiç, diğer elinde ise kuş tüyü bulunduran David, bunları aynı anda serbest düşüşe bıraktı ve her ikisi de aynı anda yere düştü. Böylece Galileo'nun iddiası yüzlerce yıl sonra kanıtlandı ve Galileo haklı çıkmış oldu. Deneyi izlemek için bkz. Bir Başka Eğitim, “Çekiç mi önce düşecek? Tüy mü?”, Youtube (4 Haziran 2021), <https://youtube/scLdd2Epbq4>.

Cisimlerin serbest düşüşte ağırlıkları oranlarında hızlarla düşmeleri, aslında devinimin temel nedenlerinden birinin ağırlık olması prensibine uygundur. Ağırlık devinimde etkin bir nedense, cisimlerin de ağırlıkları oranında hız almaları mantığa aykırı görünmemektedir. Yani cisimlerin devinimleri üzerinde ağırlığın etkisi bir aksiyom olarak kabul edildiğinde, daha sonra cisimlerin devinmelerindeki her tür değişimin ağırlığın etkisi ile gerçekleştiğini kabul etmek normal olur. Bu durumda cisimlerin ağırlıklarına bağlı olarak devinim hızları arasında farkların olması ve yere farklı zamanlarda düşmelerini düşünmek kuşkusuz kaçınılmaz olur. Cisimlerin ağırlıkları sabit olduğu için hızlarının da sabit olacağını söylemek, kuşkusuz bu düşünceye uygun olur. Burada Aristoteles'in cisimlere yüklediği anlamlardan mantık yürüterek bazı sonuçlara ulaşmış olduğunu söylemek mümkün olmaktadır. Galileo ise, matematiksel yöntem ile serbest düşme hakkında Aristoteles'ten çok daha farklı sonuçlara ulaşmıştır, bundan aşağıda söz edeceğiz.

Aristoteles'e göre, ağır cisimler nereden düşerlerse düşsünler ortanın ötesine geçmeleri mümkün değildir.⁴³ Aristoteles'in orta nokta olarak değerlendirdiği yer ise evrenin merkezidir. Galileo, diyalogunda Aristoteles taraftarı olarak yer verdiği Simplicio'nun ağzından, Aristoteles'in, aşağı doğru devinen ağır cisimlerin terminali olarak evrenin merkezini gördüğünü ifade eder.⁴⁴ Bu yüzden evrenin merkezi evrendeki en ağır cisimlerle doludur.

Aristoteles fiziğinde evrenin bir merkezi olmasının gökyüzünün devinimi ile bağlantısı bulunmaktadır. Ona göre, gökyüzü dairesel bir devinim gerçekleştirilmektedir.⁴⁵ Dairesel devinen bir şeyin merkezinin olması ise kuşkusuz kaçınılmazdır. İşte gökyüzünün dairesel deviniminin merkezinde bulunan şey ise Aristoteles'e göre Dünya'dır.⁴⁶ Yer, evrenin merkezinde bulunduğu göre, Yer'in merkezi de doğal olarak evrenin merkezi olmaktadır. Ağır cisimlerin temel amaçları evrenin merkezine ulaşmak olduğundan, Yer'in merkezine ulaşan her ağır cisim doğal olarak devinimini sonlandırmaktadır. Aristoteles bu konuda şunu ifade etmektedir: "Devinen her nesne kendi yerine gelince devinimi son bulur."⁴⁷

⁴³ Bkz. Aristoteles, Gökyüzü Üzerine, s. 22.

⁴⁴ Bkz. Galileo, **İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog**, Reşit Aşçıoğlu (çev.), İstanbul; Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 2020, s.14.

⁴⁵ Bkz. Aristoteles, Gökyüzü Üzerine, s. 51.

⁴⁶ Bkz. a.g.e., s. 51.

⁴⁷ A.g.e., s. 36.

Daha önce ifade edildiği gibi, Aristoteles'in evreni düalist bir yapı taşımaktadır. Aristoteles'in evreninde Ay altı bölge ile Ay üstü bölge birbirlerinden tamamen farklı yapılara sahiptirler. Yer, evrenin merkezinde yer almakta olup hareketsizdir. Kendisi devinimsiz olan yeryüzünün kısımları devinebilme yeteneğine sahiptirler. Ancak bu devinim doğrusal bir devinimdir. Doğrusal devinim zıtlık barındırmaktadır. Bu yüzden de gayrı mükemmel hareket olma özelliği taşımaktadır. Doğrusal devinimin zıtlık barındırması bu devinimi oluş ve bozuluşun nedeni de yapmaktadır. Yani bu kusurlu hareket bir nevi yaşamın kaynağı olma özelliğini taşımaktadır.

1.3. GÖKYÜZÜNÜN YAPISI VE DEVİNME ŞEKLİ

Aristoteles'in evreninde yeryüzü ile gökyüzünün sınırını Ay oluşturmaktadır.⁴⁸ Ay'ın yörüngesinin iç tarafında kalan bölge yeryüzüne ait bölge iken, yörüngenin dışında kalan bölge ise gökyüzüdür. Nitekim Aristoteles, gökyüzünü şu şekilde tanımlamaktadır: "İçinde Ay'ın, Güneş'in, kimi gök cisimlerinin bulunduğu, bütünün uç çemberiyle süreklilik oluşturan cisme gökyüzü diyoruz."⁴⁹ Gök bölgesi; Ay, Güneş ve diğer gök cisimlerini kendi içinde barındırırken, Yer'in de içinde bulunduğu Ay altı bölgeyi barındırmamaktadır. Gökyüzünün sınırı ise Ay ile başlamaktadır.

Gökyüzü, Aristoteles'e göre, mükemmelliğin bölgesidir. Mükemmelliğe yaraşan devinim ise ona göre dairesel harekettir. Bu yüzden Aristoteles, gökyüzünün deviniminin dairesel ve ebedi olduğunu ifade etmektedir.⁵⁰ Dikkat edileceği üzere, Aristoteles dairesel harekete ebediyet atfetmektedir. Ayrıca Aristoteles, bu hareketin düzenli bir hareket olduğunu düşünmektedir. O, bu konuda şunları ifade etmektedir:

*"Gökyüzünün devinimi düzensiz değil, düzenlidir. Çünkü dairesel devinimde iniş-çıkış, hareketin başlaması ya da bitmesi gibi şeyler yoktur. Bunlar düzensizliğe neden olurlar. Oysa gökyüzünün hareketi dairesel olduğu için bu tür şeyler taşımaz, o yüzden de düzenlidir."*⁵¹

Dairesel devinimin düzenli bir devinim olmasından ötürü, dairesel devinimde bulunan cisimlerin de düzenlilik ilkesine sahip olduklarını söylememiz mümkündür. Zaten daha önce de belirtildiği üzere, Aristoteles dairesel devinim yapan cisimlerin, doğrusal devinimde bulunan cisimlere göre üstünlük ve mükemmellik taşıdığını

⁴⁸ Bkz. Ünsal Çimen, **Azizler ve Dâhiler: Ortaçağda Bilim ve Sekülerizm**, Ankara: Fol Yayınları, 2021, s. 72.

⁴⁹ Aristoteles, *Gökyüzü Üzerine*, s. 35.

⁵⁰ Bkz. a.g.e., s. 51.

⁵¹ A.g.e., s. 56.

söylemekteydi. Dolayısıyla, gökyüzündeki mükemmel cisimler, mükemmel dairesel hareketle hiç durmadan devindiklerinden, gökyüzü ebedi bir düzenliliğe sahiptir. Konumuzla ilgili olarak Crease şunları ifade etmektedir: “Gökyüzündeki devinimler düzenli, kusursuz, muntazam, matematikselken, aşağıda yeryüzündeki devinimler karman çorman ve düzensizdi ve sadece nitel olarak betimlenebilirdi.”⁵² Daha önce ifade edildiği üzere Aristoteles, doğa felsefesinde matematiğin kullanımını uygun görmemektedir. Ancak Crease’in ifadelerinden anlaşılacağı üzere, Aristoteles gökyüzü cisimlerini matematiğe daha yatkın görmekteydi. Yeryüzü ise ona göre matematiksel düzenden yoksun bir yerdi.⁵³ Fakat göksel cisimlerin matematiksel olduğu ifadesi, matematiğin gökyüzü olgularına dair formel (tözel) ve ereksel nedenlere dair açıklama yapabileceği anlamına gelmez. Bu devinimlerin matematiksel oluşu astronomi bilimi ile alakalıdır, doğa felsefesi ile ilgili değildir. Aristoteles için astronomi, matematiksel bir bilim olarak doğa felsefesinden ayrı bir disiplindir (ayrıca bkz. bu çalışmada 12. dipnot).

Hatırlanacağı üzere, Aristoteles, yeryüzü cisimlerinin devinirken birbirlerine göre daha hızlı ve yavaş devinebileceğini ifade etmekteydi. Birbirlerine göre edindikleri hız farkları ise kuşkusuz cisimlerin ağırlıklarıyla ilgili bir durumdu. Ancak Aristoteles, gökyüzündeki cisimlerin yeryüzü cisimleri gibi farklı hızlarla devinmeyip, aynı hızla devindiklerini düşünmektedir. Yani yeryüzünde ağırlık ve hafifliğe bağlı olarak görülen hız farkları gökyüzünde görülmemektedir. O, bu konuda şunu söylemektedir: “Gökyüzünün parçalarının düzensiz olmadığı açıktır. Çünkü biri daha hızlı öteki daha yavaş devinseydi, sonsuz zaman içinde yıldızlarda çoktan bir sapma olurdu.”⁵⁴ Bu ifadelerden anlaşılmaktadır ki, gökyüzündeki cisimlerin birbirlerine olan mesafelerinin hiç değişmemesi, Aristoteles’e, onların hep eşit hızlarla devindiklerini düşündürmektedir. Ayrıca Aristoteles, dairesel devinimde bulunan cisimlerin ağırlık ve hafiflik taşıyamayacağını ifade etmektedir.⁵⁵ Yani Aristoteles, yeryüzü cisimleri ile gökyüzü cisimlerini derin niteliksel farklar ile ayırmış olmaktadır.

⁵² Crease, Prizma ve Sarkaç, s. 51.

⁵³ Aristoteles, matematiği doğa felsefesi için uygun görmemiş olsa da, matematiksel bilimler adı altında sınıflandırdığı bilimlerde matematiğin kullanılabileceğini ifade etmiştir. Bu matematiksel bilimler, mekanik, optik, astronomi, müzik, perspektif gibi bilimlerdir. Bu bilimler, fizik yani doğa felsefesinden farklı olarak matematiksel bilimler olarak sınıflandırılmışlardır. Detaylı bilgi için bkz. David Ross, **Aristoteles**, Ahmet Arslan (çev.), İstanbul; Kabalcı Yayınları, 2017, ss. 118–122.

⁵⁴ Aristoteles, Gökyüzü Üzerine, s. 57.

⁵⁵ Bkz. a.g.e., s. 15.

Daha önce belirtildiği gibi, ağırlık ve hafiflik yukarı ve aşağı doğru devinmenin nedenleriydi. Yukarı ve aşağı doğru devinim ise düzensizliğin hareketleri olmaktadır. Hatta ağırlık ve hafiflik kendi aralarında da farklılıklar gösterdiği için daha fazla düzensizlik doğurabilmektedirler. Örneğin aşağı doğru devinmekte olan iki ağır nesneden daha ağır olanı daha büyük bir hızla düşeceği için, diğeri ile aralarındaki mesafe asla korunamayacaktır. Ya da yukarı doğru devinen iki hafif cisimden daha hafif olanı yukarıya daha erken tırmanacağı için diğeri ile aralarındaki mesafe eşitliği bozulacaktır. Böylece ağırlık ve hafiflik taşıyan cisimlerin aralarında, gökyüzündeki cisimler gibi düzenli ve net bir mesafe hiçbir zaman var olmayacaktır. Zira gökyüzü cisimlerinin dairesel hareket yapmaları, Aristoteles'e göre, birbirlerine göre konumlarını korumalarını sağlamaktaydı.⁵⁶

Aşağı ve yukarı doğru hareketler karşıt olduklarından ötürü, bozunmanın nedenini de teşkil etmektedirler. Ancak gökyüzü cisimleri, Aristoteles'e göre, dairesel hareket yaptıkları için ağırlık ve hafiflik özellikleri taşımaktan uzaktırlar. Ağırlık ve hafiflik taşımadıkları için de aralarında karşıt bir durum asla meydana gelmemektedir. Bu yüzden Aristoteles'e göre gök cisimlerinde oluş ve bozuluşun gerçekleşmesi mümkün değildir. Dolayısıyla, Aristoteles oluş ve bozuluşu düzensizlik ile bağlantılı kılmaktadır. Aristoteles bu konuda şunları ifade etmektedir: “İmdi, dairesel yer değiştirmeye karşıt bir devinim olamayacağından ötürü bu cismin bir karşıtının olması olası değilse, karşıtlardan bağımsız olan nesnenin oluşmayan ve yok olmayan bir nesne olmasını doğa doğrudan sağlar görünüyor.”⁵⁷ Aristoteles, burada dairesel devinimin zıddının olmadığını belirtmektedir. Dairesel devinimin zıddı olmadığı için, dairesel hareket yapan cisimlerin de zıtları bulunmamaktadır. Ona göre zıddı olmayan cisimler de doğal olarak oluş ve bozuluştan bağımsız olmaktadır. Dolayısıyla, gökyüzü cisimlerinin oluş ve bozuluş gibi özellikler taşımamaları, onların ezeli ve ebedi olduklarını söylememizi mümkün kılmaktadır. Nitekim burada, Galileo'nun şu ifadelerini aktarmamız uygun olacaktır:

“Aristoteles Evren'inin temel taşı ve esası şudur: Göksel cisimler ne ağırlık ne de hafiflik sahibidirler; yaratılışlarındaki gibi hep aynı kalırlar, bozulmazlar, bozunmazlar, değişimsizdirler, bizim içinde yaşadığımız yerin dışındaki yörededirler vb. Tüm bu tutkuların yalın bir cisme, dairesel harekete sahip yalın

⁵⁶ Bkz. Rıdvan Küçükali ve Mustafa Koç, “Galileo'nun İki Büyük Dünya Sistemi Hakkındaki Diyalogları ve Bilime Etkisi”, *Kaygı Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Felsefe Dergisi*, sayı 26, 2016, s. 124.

⁵⁷ A.g.e., ss. 15–16.

*bir cisme özgü olduğunu ifade ediyor ve ekliyor: tüm bu özelliklere zıt şartlar olan ağırlık, hafiflik, bozulma, üreyiş, bozunma gibi özellikler doğadaki doğrusal hareket sahibi cisimlere aittir.*⁵⁸

Buradan anlaşılmaktadır ki, Aristoteles fiziğinde gökyüzündeki cisimlerin özelliklerini algılamak bizim için tam anlamıyla mümkün olmayabilir. Zira biz, Ay altı bölgeye ait elementlerin dünyasında yaşadığımız için zihinlerimiz ancak bu elementleri kavrayabilecek düzeyde gelişmiştir. Deneyim alanımız sadece bu elementlerin bölgesiyle sınırlı kalmaktadır. Gökyüzü bir nevi Tanrısal alan olduğu için oraya erişmemiz Aristoteles'e göre mümkün değildir. Dolayısıyla orayı deneyimleyebilmemiz de mümkün değildir. Bu yüzden ne ağır ne de hafif olanın nasıl olduğunu tam anlamıyla kavramamız zor olacaktır. Ya da hem sıcak hem de soğuk olmamasını kavramamız da pek mümkün görünmemektedir. Çünkü bizim deneyimlediğimiz nesnelere ya ağır ya da hafif, ya sıcak ya da soğukturlar vs. Zıt özelliklerden birinin yokluğu, doğal olarak diğerinin varlığını gerektirmektedir. Ancak Aristoteles'e göre, gökyüzünde böyle durumlar söz konusu olmadığı için, bizim orası hakkındaki bilgilerimizin de uzaktan gözlemleyebildiğimiz kadarıyla sınırlı kalacağını söylemek mümkündür.

Aristoteles gökyüzünün tek ve biricik, oluş halinde olmayan, ebedi ve deviniminin de düzenli olduğunu söylemektedir.⁵⁹ Bu ifadeleriyle Aristoteles, gökyüzüne tanrısal nitelikler atfetmiş olmaktadır. Ayrıca Aristoteles, dairesel devinimle devinen cisimlerde eksilip artma olmadığı için, nitelik değiştirmelerinin de beklenemeyeceğini söylemektedir.⁶⁰ Zira cisimlerin çürüme ya da aşınmaları nitelik değiştirdikleri anlamına gelmektedir. Ancak gökyüzü cisimlerinin Aristoteles'e göre nitelik değiştirmelerinin mümkün olmaması, ona göre bu cisimlerin hiçbir şekilde çürüme ya da aşınmaya uğrama gibi durumlarının olmadığı anlamına gelir. Bu yüzden, Aristoteles fiziğinde gökyüzü ölümsüz olmaktadır.

1.4. ARİSTOTELES'İN MATEMATİK ANLAYIŞI VE DOĞA

Aristoteles fiziğinin en belirgin yanının matematikten yoksun olduğu söylenebilir. Zira Aristoteles fiziği nicel değil nitel bir disiplindir; bu yüzden matematiğe kökünden

⁵⁸ Galileo, **İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog**, Reşit Aşçıoğlu (çev.), İstanbul; Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 2020, s. 14.

⁵⁹ Bkz. Aristoteles, Gökyüzü Üzerine, s. 58.

⁶⁰ Bkz. a.g.e., s. 16.

karşıdır.⁶¹ Yani matematik doğa felsefesine uygulanabilir değildir. Çünkü ona göre matematik doğayı niteliksel olarak ele alamaz ve doğaya dair tözsel ve ereksel açıklama yapmada kullanılamaz.

Matematiğin doğayı açıklayamamasının nedeni, Aristoteles'e göre, niteliği açıklayabilen bir özelliğe sahip olmaktan yoksun oluşudur.⁶² Doğadaki her bir cismin bir niteliği bulunmaktadır. Renk, koku, tat, ağırlık vs. Bu özellikler maddenin ilineklidirler. Bu özellikler, nesnelere tanımlayabilmemizi sağlarlar. Ancak Aristoteles'e göre, bu özellikler matematiğin açıklayabileceği şeyler değildir. Aristoteles şöyle demektedir: "Matematikçi, nesnelere onlardan ağırlık ve hafiflik, sertlik ve bunun tersi, ayrıca sıcaklık ve soğukluk ve diğer duyulur karşıtlıklar gibi duyulur her şeyi çıkarttıktan sonra temaşa eder."⁶³ Yani matematik bir nevi hayali veya ideal nesnelere konu edinmektedir.

Aristoteles'e göre, doğadaki şekillerin matematiksel şekilleri tam olarak karşılamaları mümkün değildir. Çünkü matematiksel şekiller mükemmel iken doğadaki şekiller ise kıvrım, girinti ve çıkıntılara sahiptirler. Bu durumu Aristoteles şöyle ifade etmektedir: "Hiçbir duyulur olan geometricinin tanımladığıyla aynı şekilde düz ya da eğri değildir, söz gelişi çemberin teğete teması tek bir nokta da değil de tıpkı Protagoras'ın geometricileri çürütürken söylediği gibidir."⁶⁴ Aristoteles burada çemberin teğete birden fazla noktada temas edeceğini söylemiş olmaktadır. Çünkü maddenin şekli ona göre mükemmel değildir. Galileo, *İki büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog* adlı kitabında bu konudaki Aristotelesçi düşünceyi Simplicio'nun ağzından şu şekilde ifade etmektedir:

*"Matematiğin bu incelikleri soyut olarak doğrudurlar fakat gözle görülür elle tutulur maddeye ve fiziksel dünyaya uygulandığında sorunlara cevap vermiyorlar: Evet, matematikçiler kendilerine özgü ilkeleriyle, örneğin "sphaera tangit platum in puncto" [Küre, bir düzleme tek bir noktada temas eder.] önermesini kanıtlayabilirler; ama iş madde dünyasına gelince durum başka yöne doğru gidiyor: Demek istediğim, şu temas açıları, şu oranlar, bütün bunlar var ya; maddesel, gözle görülür elle tutulur dünya işlerine gelince tüm bunlar buharlaşıp yok oluyor."*⁶⁵

⁶¹ Bkz. Durmuş Günay, "Bilimin Matematiksel (olan) Temeli", **Matematik ve Felsefe I. Ulusal Sempozyumu**, 2003, s. 3.

⁶² Bkz. Durmuş Günay, a.g.m., s. 3.

⁶³ Aristoteles, **Metafizik**, Y. Gurur Sev (çev.), İstanbul; Pinhan Yayınları, 2018, s. 335.

⁶⁴ Aristoteles, a.g.e., s. 81.

⁶⁵ Galileo, *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog*, s. 283.

Bilindiği üzere matematik bir kesinlik alanıdır. Başka bir ifadeyle, matematik kesin bir bilimdir.⁶⁶ Aristoteles'e göre doğa, kararlı bir yapıya sahip olmadığı için matematiğin bu kesinliği doğaya uygun değildir. O, bu konuda şöyle demektedir: "Matematiksel kesinliği her şeyde olmasa da maddesiz şeylerde talep etmeli. Bu yüzden de bu yöntem doğaya uygun değildir...".⁶⁷

Ay üstü bölge ise bozunmadığı için astronomide daha kesin sonuçlar elde etmek mümkündür, fakat astronomi yine de fizikten farklı olarak matematiksel bir bilimdir çünkü bir astronomun matematik yoluyla tözsel ve ereksel bir açıklama yapması mümkün değildir, oysa bir fizikçi (yani doğa filozofu) bu türden açıklamalar yapabilmektedir.

Anlaşılabacağı üzere, Aristoteles'in doğa felsefesi matematikten mahrumdur. Onun doğa felsefesi matematikten ziyade gözleme ve mantığa dayanmaktadır. Ona göre, matematik nesnelere akılda olup, fiziki nesnelere ise duyusaldir; akılda olan düşünme vasıtasıyla bilinirken, duyusal olan ise algı yoluyla bilinmektedir.⁶⁸ Dolayısıyla, matematik, aklın bir ürünüdür. Sadece düşüncede var olabilir. Dış dünyada bulunmadığı için duyular yoluyla algılanması mümkün değildir. Fiziki nesnelere ise duyusal olduklarından algılanmaları mümkündür. Nitekim Aristoteles'e göre, doğayı madde, form (töz) ve erek anlamında incelemek fizikçinin işidir.⁶⁹

Aristoteles, herhangi bir şeyi bilmenin ilk yolunun duyular aracılığı ile olduğunu düşünür ve şunları söyler: "Tüm insanlar doğal olarak bilmeye iştah duyarlar. Bunun göstergesi de duyulara düşkün olmamızdır; zira onlara yalnızca kullanımlarından ötürü değil, aynı zamanda kendileri için de değer veririz – en çok da gözler aracılığıyla elde edilene."⁷⁰ Bilmek eyleminin, insanın doğayla etkileşiminin sonucunda gerçekleştiğini söylememiz kuşkusuz mümkündür. İnsanın doğayla etkileşiminin yolunun duyular olduğu da elbette inkâr edilemez. Ancak duyularımızın doğayla etkileşiminin, doğanın mutlak bilgisini doğru bir şekilde bize aktarıp aktarmadığı tartışılabilir bir konudur. Söz gelimi Platon, duyuların verilerine güvenilemeyeceğini, bu yüzden ancak akılla kavranan şeylerin bilgisinin gerçek

⁶⁶ Bkz. Aysun Yeşilyurt Çetin, "Matematik Felsefesi ve Matematiksel Düşünmeye Yönelik Uzman Görüşleri", *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2021, s. 459.

⁶⁷ Aristoteles, *Metafizik*, s. 69.

⁶⁸ Bkz. Murat Kelikli, "Aristoteles'in Matematik Felsefesi ve Matematik Soyutlama", *Beytulhikme: An International Journal of Philosophy*, 2017, s. 38.

⁶⁹ Bkz. David Ross, *Aristoteles*, s. 121.

⁷⁰ Aristoteles, *Metafizik*, s. 13.

olduğunu savunurken, Aristoteles, bilgi edinme sürecinin başlangıç noktası olarak duyusal algılamayı kabul eder.⁷¹ Ancak, bilgi edinme sürecini duyularla başlatan Aristoteles, bu süreci daha çok mantık yöntemiyle devam ettirmektedir. Özellikle doğa felsefesi konusunda matematiğin her zaman gerekli olmadığını düşünmektedir. Galileo, Aristoteles'in bu konudaki görüşlerini, *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog* adlı kitabında Simplicio'nun ağzından şu şekilde ifade eder: "Aristoteles'in dediği gibi: Doğa olgularında her zaman matematik yoluyla ispatlama gereğine başvurulmamalıdır."⁷²

Aristoteles'in doğa felsefesi genel olarak gözlem ve çıkarımlar üzerine kuruludur. Bu felsefe matematik içermemektedir. Aristoteles'in bu şekilde geliştirdiği felsefesi uzun müddet dünyayı etkilemiştir. Bu süreçte her ne kadar Aristoteles'e karşı fikirler ortaya koyanlar olmuşsa da, Aristoteles'in etkisinin asıl kırılmaya başladığı nokta Galileo olmuştur. Çünkü Galileo, doğa bilimlerinin matematikle beraber ele alınması gerektiğini anlattığı kitabını diyalog tarzında yazıp kendi fikirlerini Aristoteles'in fikirleriyle karşılaştırmıştır. Bu şekilde, Aristoteles'in fikirlerini sıkı bir eleştiriye tabi tutan Galileo, matematiğin doğaya uygulanması konusunda bir dönüm noktası olmuştur. Önümüzdeki bölümde Galileo'nun matematiksel doğa felsefesi incelenecektir.

⁷¹ Bkz. Mutlu Aksoy, "Aristoteles'in Bilgi Görüşünün Empirizm ve Rasyonalizm Bağlamında Değerlendirilmesi", *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Cilt: 14, Sayı: 76, 2021, s. 416.

⁷² Galileo, *İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog*, s. 8.

İKİNCİ BÖLÜM

GALİLEO'NUN MATEMATİKSEL DOĞA FELSEFESİ

Galileo modern fiziğin babası kabul edilmektedir. Onu modern fiziğin babası yapan şeyin, hiç kuşkusuz matematiğin doğaya uygulanmasını kararlı bir şekilde başlatması olduğu söylenebilir. Zira modern fizik, matematiği doğaya uygulama ilkesine dayanmaktadır. Galileo, kendi doğa felsefesini özellikle Aristoteles'e karşı geliştirerek onun etkisini sonsuza kadar kırmayı başardı. Bu yüzden Galileo'nun klasik fizikle modern fizik arasındaki köprü olduğunu söylemek mümkündür.

2.1. GALİLEO'NUN HAREKET VE EVREN TASARIMI

Galileo, Aristoteles'in matematiksel ilkelere dayanmayan evren modelini reddettiğine göre, kendisi nasıl bir evren tasarlamıştır? Bir kere matematiksiz evreni kabul etmediğine göre, kendi tasarladığı evrenin matematik temelli olduğunu söylemek kaçınılmaz olur. Evrenin matematiksel olması da hiç kuşkusuz onun dilinin matematik olduğu anlamına gelmektedir.

Bilim tarihçisi Richard S. Westfall: "Galileo'nun evreni, mekanik yasalarının ve hareket içindeki maddenin kişisiz evreni değildi. Aksine onunki sonsuz akılca düzenlenen bir evrendi. Bu evren kaçınılmaz biçimde, kusursuz bir şekil olan daireye göre düzenlenmişti"⁷³ demektir. Westfall'in ifadelerine göre, Galileo'nun, evreni hareketle açıklamadığı görülmektedir. Aslında Galileo, evreni durağanlıkla da açıklamamaktadır. Burada vurgulanan şey, Galileo'nun eylemsizlik ilkesidir. Galileo'ya göre hareket doğal olduğu gibi durgunluk da doğaldır.

Galileo, "Dünya tüm boyutlara sahiptir ve bundan ötürü de çok mükemmel bir cisimdir. Bu durumu nedeniyle de çok büyük düzen içindedir; şu anlamda ki onu meydana getiren kısımlar, kendi aralarında tam anlamıyla ve mükemmel bir düzene sahiptirler"⁷⁴ demektir. O, Yer'in düzenden yoksun olduğunu söyleyen Aristoteles'in aksine, Yer'in de düzenli olduğunu belirtmektedir. Yer'i meydana getiren kısımlar Aristoteles'e göre düzensizliğin temel nedenleriyken, Galileo'ya göre ise mükemmel düzenin ta kendileridir. Dikkat edileceği üzere, Galileo, düzeni bütün evrene

⁷³ Richard S. Westfall, **Modern Bilimin Oluşumu**, İsmail Hakkı Duru (çev.), İstanbul: Alfa Yayınları, 2015, s. 33.

⁷⁴ Galileo, İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog, s. 15.

yaymaktadır. Yer ile gök (Ay altı ve Ay üstü bölgeler) arasında bir ayrıma gitmeyen Galileo, mükemmelliği temsil eden dairesel hareketi Yer'e de uygun görmektedir.

Galileo'nun, evrenin Ay altı ve Ay üstü şeklinde iki bölgeye ayrılmadığını fark etmesini sağlayan şey kuşkusuz teleskobudur. Bizzat kendi geliştirdiği teleskobuyla gökyüzünü incelemeye başlayan Galileo'nun ilk durağı Ay küredir. Ay'ın yüzeyini teleskobu sayesinde daha yakından gözlemlene fırsatı bulan Galileo, klasik öğretilerde söylendiği gibi yüzeyinin pürüzsüz olmadığını fark edince büyük bir hayrete kapılmıştır. Bu konuda, bilim tarihçisi Jean Pierre Maury'nin şu ifadelerini aktarmamız uygundur:

“Galilei'nin yeni dürbününü çevirdiği ilk gök cismi Ay'dır. Kapıldığı hayranlık ve büyülenme duygusu bizim hayal edebileceğimizin çok ötesindedir. Resmi astronomi Ay'ın düz ve kusursuz, kristal gibi perdahlanmış bir küre olduğunu öğretiyordu. Ama Galilei gözünü dürbüne yapıştırır yapıştırmaz bu öğretilenin tam tersini görür.”⁷⁵

Klasik fizikte Ay, diğer bütün gök cisimleri gibi kusursuz ve mükemmeldi. Dünya'ya en yakın gök cismi olduğu için de kuşkusuz incelenmek için en uygun gök cismi idi. Nitekim Galileo'nun kendisi de gözlemlendiği ilk gök cisminin Ay olduğunu söylemektedir.⁷⁶ Galileo, Ay'ı gözlemlemeye başlayınca hilal çizgisinde gördüğü düzensizlik dikkatini çeker. Ay'ın karanlık yüzü ile aydınlık yüzünü birbirinden ayıran çizgi, girinti ve çıkıntılarla doludur.⁷⁷ Karanlık tarafın içine doğru uzanan aydınlık noktalar ve aydınlık tarafın içine doğru uzanan karanlık noktalar mevcuttur.⁷⁸ Galileo'ya göre bu durum, Ay'da dağların, ovaların, vadilerin ve çeşitli engebelerin bulunduğu bir göstergesiydi. Çünkü bu tür şeyler güneş ışığını engelleyerek yüzeye düzgün bir şekilde dağılmasını önlemektedirler. Eğer Ay'ın yüzeyi klasik fizikte öğretildiği gibi pürüzsüz olsaydı, Galileo'ya göre hilal çizgisi de düzgün ve kusursuz olurdu.⁷⁹ Çünkü o zaman Güneş'in ışığını engelleyen hiçbir şey olmazdı. İşte Galileo, Ay'ın klasik fizikte öğretildiği gibi eterden olmayıp, tıpkı Dünya gibi taştan topraktan olduğunu bu şekilde kanıtlamış olmaktadır.

⁷⁵ Jean Pierre Maury, **Galilei Yıldızların Habercisi**, Ali Berktaş (çev.), İstanbul: Yapı Kredi Yayınları, 2006, s. 33.

⁷⁶ Bkz. Galileo, **Yıldızlardan Gelen Haber**, Kutsi Aybars Çetinalp (çev.), İstanbul: Kırmızı Kedi Yayınevi, 2020, s. 29.

⁷⁷ Bkz. Galileo, **İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog**, s. 31.

⁷⁸ Bkz. Galileo, a.g.e., s. 31.

⁷⁹ Bkz. Galileo, a.g.e., s. 31

Evrende mutlak bir düzenin olduğunu savunan Galileo'nun hareket tasarımı da daireseldir. Çünkü dairesel hareket, düzeni temsil ettiğinden, düzenli evrene de ancak dairesel hareket uygun düşebilir.⁸⁰ Galileo, evreni düzenli bir yer kıldığından ve düzene de yalnızca dairesel hareketi uygun gördüğünden, doğrusal hareketi reddettiğini söylemek mümkün olmaktadır. Bu konuda Westfall şunları ifade etmektedir: “Doğrusal hareket düzensizliği gerektirir. Doğal yerinden ayrılan bir cisim eski yerine düzgün bir doğru boyunca gelir, bir kere bu yeri aldıktan sonra, doğal dairesel hareketine tekrar dönerek yerini korurdu.”⁸¹ Buradan anlaşılmaktadır ki, doğrusal hareket düzensizliğin ve kaosun belirtisidir. Cisimlerin doğal hareketleri daireseldir. Zaten Galileo'ya göre, bütün evren dairesel harekete göre düzenlenmiş ve böylece mükemmel olmasından dolayı da doğrusal hareketin gerçekleşmesi evrenin doğasına aykırı olurdu. Cisimlerin doğrusal harekette bulunabilmeleri için ancak doğal yerlerinden ayrılmış olmaları gerekmektedir ve doğal yerlerine dönebilmeleri için de bu hareketi gerçekleştirirler. Bu konuda Galileo şunları söylemektedir:

“Eğer Evren'in bütününi oluşturan kısımlar doğaları gereği hareketli olmak zorundalarsa düz hatlı ya da daireselden başka bir harekete sahip olması imkânsızdır. Bunun nedeni ise çok kolay ve açıktır. Şöyle ki: doğrusal hareketli bir cisim yer değiştirir ve hareketini sürdürdükçe geçtiği noktalardan giderek uzaklaşır; eğer bu hareket doğa gereği ona uygun düşüyorsa demek oluyor ki başlangıçta bu cisim doğanın ona uygun gördüğü yerde değilmiş ve bu nedenle de diyebiliriz ki Evren'in kısımları mükemmel bir şekilde yerli yerinde değilmişler.”⁸²

Galileo'nun ifadelerinden anlaşılmaktadır ki, doğrusal hareket doğaya uygun bir hareket değildir. Eğer doğrusal hareket doğaya uygun bir hareket olursa, bu, doğanın mükemmel olmadığı anlamına gelmektedir. Oysaki Galileo, doğanın mükemmel, matematiksel düzende olduğunu savunmaktadır. Doğa, ona göre, mükemmel bir düzende olduğundan, doğrusal hareketin gerçekleşmesi de mümkün değildir. Nitekim Galileo bu konuda şunları ifade etmektedir: “Biz onların mükemmel bir şekilde düzenli olduklarını var sayıyoruz. Böyle olunca, doğa gereği yer değiştirmek zorunda olduklarını söylemek imkânsızdır. Yani doğrusal hareket zorunludur diyemeyiz.”⁸³ Görüleceği üzere, doğadaki cisimlerin doğrusal hareket yapmaları için bir nedeni

⁸⁰ Bkz. Westfall, Modern Bilimin Oluşumu, s. 33.

⁸¹ A.g.e., s. 33.

⁸² Galileo, İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog, ss. 15–16.

⁸³ A.g.e., s. 16.

yoktur. Çünkü Galileo'ya göre, hepsi kendi doğal yerlerinde ve düzen içerisinde. Doğrusal hareket ise, daha önce de değindiğimiz gibi, düzensizliğin hareketidir.

Doğrusal hareket Galileo'ya göre doğası gereği sonsuza yönelik bir harekettir.⁸⁴ Yani bir doğru üzerinde hareket eden bir cisim, herhangi bir varış noktası olmadığı için sonsuza kadar hareketine devam edecektir. Böyle bir hareket elbette ki amaçsız olacaktır. Amaçsızlık ise kaosun, karmaşanın ta kendisidir. Oysaki Galileo, evrenin sonsuz akıl tarafından düzenlenmiş olduğunu söylemişti. Dolayısıyla, Galileo'ya göre evrende bilince dayanan bir düzen vardır ve bu düzende amaçsızlığın bulunması mümkün değildir. Bu yüzden, Galileo'ya göre cisimlerin doğrusal harekete yönelmeleri de mümkün değildir. Çünkü doğrusal harekette cisimlere bir amaç ve bir varış noktası verilmiş değildir. Galileo şunları söylemektedir: “Aristoteles'in kendisinin de çok iyi belirttiği gibi, doğa, yapılması mümkün olmayan şeye girişmez ve varılması imkânsız bir yere doğru harekete de girişmez.”⁸⁵ Doğanın varılması mümkün olmayan yere doğru bir devinim gerçekleştirmeyeceği konusunda her iki filozofun da paralel düşündüklerini görmekteyiz. Ancak Aristoteles zaten cisimlere bir varış noktası belirlemişti. Cisimlerin hareket etmelerinin temel amaçları zaten bu varış noktalarına varmaktı. Ağır cisimlerin temel amaçları evrenin merkezi, hafif cisimlerin temel amaçları ise gökyüzünün sınırıydı. Dolayısıyla doğrusal hareketin doğası gereği sonsuza yönelik olması ona göre mümkün değildi. Galileo'ya göre, cisimlere herhangi bir varış noktası belirlenmiş değildir. Ona göre, dünyanın merkezine ulaşan ağır bir cismin, merkezin ötesine de geçmesi mümkündür ya da gökyüzüne yükselen dumanın, herhangi bir engelle karşılaşmadığı müddetçe hareketine sonsuza kadar devam etmesi de mümkündür. Ancak bu harekette bir varış noktası olmadığından cisimlerin bu harekete girişmeleri söz konusu değildir.

Doğrusal hareket eğer doğada varsa bile, Galileo'ya göre ancak çok sınırlı ve düzeni sağlamak için bir ara hareket olarak var olabilir, yoksa doğanın bir parçası olarak var olamaz. Eğer doğadaki bir cisim düzenden ayrılırsa, doğa bu düzeni tekrar sağlamak için doğrusal hareketi geçici olarak kullanır. Galileo bu konuda şunları söylemektedir:

“Eğer bir kimse çıkıp, doğrusal çizgi ve dolayısıyla düz hat boyunca hareket sonsuza doğru yani belirsiz bir yere doğru sürdürülebilir ve böylece doğa, söz gelimi onlara belli bazı son uçlu noktalar belirlemiştir ve cisimlere o son uçlara doğru gitmek üzere doğal yetenekler tanımuştur diyecek olsa, bundan ötürü benim

⁸⁴ Bkz. a.g.e., s. 16.

⁸⁵ A.g.e., s. 16.

*onlara vereceğim cevap şu olur: Dünya'nın başına böyle bir şey ancak, yaratılışın ilk karmaşasında; maddenin belirli kategorilere ayrışmadan, aralarında karmakarışıkken, düzensiz uçtuğu ilk kaosta gelmiş olduğu hikâye edilir belki. Ola ki doğa maddeyi bu durumdan düzene dönüştürmek için doğrusal hareketlerden, ilk yerleşim için yararlanmıştı.*⁸⁶

Görüldüğü üzere, Galileo, doğrusal hareketin sürekli bir hareket olmadığını belirtmektedir. Bu hareket ancak düzenin olmadığı ortamda gerçekleşebilmektedir. Ancak, Galileo'ya göre doğanın en temel amacı düzen yaratmak ve düzende kalmak olduğu için, bu hareket düzen sağlandığı anda ortadan kalkar. Yani düzensizlik geçici bir durum olduğu gibi, düzensizliğe bağlı olan bu hareket de geçici bir durumdur. Zaten doğa, düzensizliği düzene dönüştürmek için bu hareketi kullanmaktadır. Doğal düzenin gerçekleşmesinden sonra cisimlerde doğrusal hareket yapma eğiliminin bulunması Galileo'ya göre mümkün değildir.⁸⁷

Galileo'nun sürekli doğal düzene veya dengeye vurgu yaptığı görülmektedir. Onun doğa felsefesinde esas aldığı noktanın bu olduğu söylenebilir. Yani doğal düzen onun doğa felsefesinin temelini teşkil etmektedir. Peki, doğa, Galileo'ya göre mükemmel düzenini nasıl sağlamaktadır ve nasıl ebedi düzende kalmaktadır? Daha önce de değindiğimiz gibi, Galileo, doğal düzenin sağlanmasından sonra cisimlerin doğrusal hareket yapmaya devam etmelerinin mümkün olmadığını belirtmişti. Cisimlerin doğrusal hareketleri sona erdiğinde, yani düzensizlik sona erdiğinde, artık cisim iki durumdan biriyle karşı karşıyadır; durgunluk ya da dairesel hareket. Yani doğal düzen bu iki durumun dışındaki herhangi bir durumla sağlanamaz. Bunu Galileo şöyle ifade etmektedir: “Doğrusal hareket, eserin yaratılışında maddeyi yerine yerleştirmek için yararlanan bir harekettir; fakat eser meydana getirildikten sonra artık madde ya hareketsizdir veya hareketliyse de ancak dairesel harekete sahiptir.”⁸⁸ Görüleceği üzere, Galileo doğal düzenin durgunluk ya da dairesel harekette saklı olduğunu vurgulamaktadır. Doğa mükemmel düzenini gerçekleştirdikten sonra durgunluk ve dairesel devinimle bu durumunu korumaktadır. Ancak doğada hataların zaman zaman gerçekleşmesinin de Galileo'ya göre kaçınılmaz olduğu görülmektedir. Yani doğanın düzeni, ona göre, her ne kadar ebediyse de zaman zaman cisimler doğal yerlerini terk edebilirler. Bu durumda doğrusal hareket kaçınılmaz olmaktadır. Çünkü,

⁸⁶ A.g.e., s. 16.

⁸⁷ Bkz. a.g.e., s. 16.

⁸⁸ A.g.e., ss. 16–17.

bir cismin doğal yerinde olmaması kaos demektir ve kaosun çözümü de Galileo'ya göre cisim yerine ulaşana kadar doğrusal hareket etmesidir. Galileo bu konuda şöyle demektedir: “Şimdi artık onların kendilerine ait doğal yerlerden, yeniden doğrusal hareketle kımıldamalarının söz konusu olması ancak düzenden çıktıkları durumlarda geçerlidir.”⁸⁹ Buradan anlaşılmaktadır ki, Galileo'ya göre cisimlerde sürekli ve ebedi olan şey, durgunluk ve dairesel devinimdir. Bu iki durumun ebedi olmaları kuşkusuz doğanın özüne uygun olduklarını göstermektedir. Doğanın özüne uygun olan bu durumların aynı zamanda doğanın kendini ifade etme biçimleri olduğunu söylemek de kuşkusuz mümkündür.

Doğada bir şekilde bütün düzenin bozulduğu ve doğanın kaos ve düzensizliğe büründüğü bir durumda, hiç kuşkusuz doğanın yapacağı ilk şey, doğrusal devinimi kullanıp kendi özüne hızlı bir dönüş yapmak olacaktır. Doğal düzen olan durgunluk ve dairesel devinim gerçekleşene kadar doğrusal devinime devam edecektir. Bu yüzden doğrusal devinimin, ancak durgunluk ve dairesel devinimin aracı hareketi olarak var olduğu söylenebilir. Kendi başına bir anlam ifade ettiği, Galileo felsefesine göre söylenemez. Durgunluk ve dairesel devinim ise, zaman zaman sekteye uğramalarına rağmen devamlı ve kalıcı durumlardır.

Galileo'nun gerek doğrusal gerekse dairesel devinimlere yüklediği anlam, sadece doğanın düzenini sağlamalarıdır. Daha doğrusu, doğanın bütün faaliyetleri düzen oluşturmak ve bu düzeni devam ettirmeye yöneliktir. Doğanın faaliyetleri ise Galileo'ya göre durgunluk ve harekettir. Durgunluk ona göre tamamen düzeni korumaya yöneliktir. Hareket ise dairesel ve doğrusal olmak üzere iki çeşittir ki bunlardan dairesel olanı tamamen düzeni korumaya yöneliktir. Nitekim Galileo, dairesel devinim hakkında şunu söylemektedir: “Evren'i oluşturan ve mükemmel dizilişe kavuşmuş yapıdaki doğa cisimlerine yaraşan doğal hareket, yalnızca dairesel harekettir.”⁹⁰ Cisimlerin dairesel harekette bulunmaları için Galileo'ya göre mükemmel dizilişe kavuşmuş olmaları gerekmektedir. Mükemmel dizilişe kavuşmamış cisimlerin dairesel harekette bulunmalarının mümkün olduğunu söylemek ise oldukça zor görünmektedir. Çünkü Galileo'ya göre, dairesel hareket ebedidir ve mükemmel dizilişe kavuşmamış cisimlerin dairesel harekete başlaması, bu gayri mükemmel durumu sonsuza kadar sürdürmesi

⁸⁹ A.g.e., s. 16.

⁹⁰ A.g.e., s. 34.

anlamına gelmektedir ki, gayri mükemmellik doğaya tamamen aykırı bir durumdur. Çünkü doğa mükemmelliğe yöneliktir.

Hareketlerin ikincisi olan doğrusal hareket ise düzensizlikten düzene geçmek ya da bozulan düzeni tamir etmek için geçici olarak vardır. Nitekim Galileo, doğrusal hareket için şunları ifade etmektedir: “Doğrusal hareket, cisimlerin kendilerine tahsis edilen yerler dışında, düzensizlikte kalıp da hemencecik doğal hallerine dönme gereksinimiyle karşılaştıkları durumlarda, doğanın onlara ve onların parçalarına uygun gördüğü bir harekettir.”⁹¹ Doğrusal hareket, yerini terk etmiş cismin hemen yerine dönüşünü sağlanmaktadır. Galileo’ya göre doğrusal harekette hız istikrarlı değildir. Gittikçe artan bir yapıya sahiptir. Doğrusal hareketin yalnızca cisimleri doğal yerlerine ulaştırması ve gittikçe hızını arttıran bir yapıya sahip olması, ayrıca iki nokta arasındaki en kısa mesafenin düz bir çizgi olması gibi durumlar göz önüne alındığında doğanın düzensizliği gidermek için bütün kestirme yolları bir araya topladığı görülmektedir. Kuşkusuz bu durum doğanın kaosa ve düzensizliğe hiçbir şekilde uygun olmadığını, hiçbir şekilde bu olumsuz durumlara tahammül etmediğini söylememizi mümkün kılmaktadır. O halde, Galileo’nun fiziğine göre, doğanın özü, en temel amacı, varoluş sebebi, en arzu duyduğu ve kendisine yöneldiği şeyin sonsuz düzen, sonsuz denge olduğunu söylemek mümkündür.

2.2. GALİLEO’NUN EYLEMSİZLİK İLKESİ

Eylemsizlik prensibi bir nevi zorunsuzluk halidir. Yani cismin herhangi bir şey yapmak zorunda olmadığı bir durumdur. Çünkü bu prensibe göre, cisimler her türlü duruma karşı kayıtsızlık içindedirler. Bu konuda Galileo şunu söylemektedir:

“Herhangi bir nedenle istirahat halinde olan fakat doğasında hareket etme niteliği bulunan her cisim, serbest bırakılınca hareket edecektir. Yeter ki belirli özel bir yere doğru gitme niteliği doğasında var olsun; çünkü tüm yerlere karşı tarafsız kalsa şu ya da bu yere doğru gitme nedeninden yoksun olduğu için sahip olduğu durağanlık halini bırakmazdı.”⁹²

Galileo bu sözlerinde cisimlerin durgunluktan harekete geçebilmeleri için doğalarında hareket etme yeteneklerinin bulunması gerektiğini ifade etmektedir. Eğer doğalarında hareket etme kabiliyeti bulunmasaydı kuşkusuz harekete geçmeleri de mümkün olmayacaktı. Ayrıca cisimlerin hareket kabiliyetlerine sahip oldukları gibi

⁹¹ A.g.e., ss. 34–35.

⁹² A.g.e., s. 17.

durgunluk kabiliyetine de sahip olmaları burada dikkat çeken bir durumdur. Bu da cisimlerin iki kabiliyet birden taşıdıkları anlamına gelmektedir. Ancak cisimlerin her iki kabiliyetlerini de aynı anda gerçekleştirmelerini beklemek elbette ki akla aykırıdır. Dolayısıyla, cisimlerin aynı anda hem devinmeleri hem de durgunluk göstermeleri mümkün değildir. Onun bu kabiliyetlerinden herhangi birini gerçekleştirmesi, Galileo'ya göre, içinde bulunduğu durumlara veya nedenlere bağlıdır. Yani cismin içinde bulunduğu durum hareket etmesi için bir neden teşkil ediyorsa, hiç kuşkusuz cisim hareket edecektir. Eğer cismin içinde bulunduğu durum hareket etmesi için bir neden teşkil etmiyorsa, cisim doğal olarak durgun kalacaktır. Bu durum, “*Galileo Eylemsizliği*” diye ifade edilmektedir. Eylemsizlik prensibini ayrıca şu şekilde tanımlamak da mümkündür: “Eylemsizlik prensibine göre kendi haline bırakılan cisim, herhangi bir kuvvet etkisinde kalmadığı sürece, durumunu korur, yani hareket halinde ise hareketine, sükûnet halinde ise sükûnetine devam eder.”⁹³ Dikkat edileceği üzere, eylemsizlik ilkesinde esas olan durum, cismin içinde bulunduğu durumunu korumasıdır. Yani herhangi bir zorlama içinde değildir. Devinmekte olan cisim durmak zorunda olmadığı gibi, durmakta olan cisim ise devinmeye başlamak zorunda değildir. Bu durumu Galileo şöyle ifade etmektedir:

*“Yatay bir düzlem üzerinde devinirlik bütünüyle yok olur. Böyle bir düzlem üzerinde cisim devinime veya dinginliğe karşı bir kayıtsızlık durumundadır, herhangi bir yönde devinmeye yönelik hiçbir özünlülük eğilimi yoktur ve devinime geçirilmeye de hiçbir direnç göstermez.”*⁹⁴

Anlaşılabileceği üzere, cismin doğasında ne hareket etmek vardır ne de harekete direnme vardır. Cismin doğasında bulunan şey devinime ve dinginliğe karşı bir kayıtsızlıktır. Her iki duruma da kayıtsız olduğu için hangi duruma yönlendirilirse doğal olarak o durumu gerçekleştirecektir. Ayrıca cisim herhangi bir durumda olduğu zaman, bulunduğu duruma karşı meylinin arttığı söylenemez. Örneğin hareket halindeyken harekete olan meyli artmaz veya harekete karşı bir alışkanlık göstermez. Bu yüzden hareket etme nedeni bittiğinde hareketi bırakmaya direnç göstermez. Aynı şekilde dinginlikte olan cismin, ne kadar uzun süre dinginlikte kalırsa kalsın, dinginliğe alışması ve bu alışkanlık yüzünden harekete karşı bir direnç göstermesi de söz konusu değildir. Cismin dinginlikten harekete geçmesi ya da hareketten dinginliğe geçmesi

⁹³ Sevim Tekeli ve diğerleri, **Bilim Tarihine Giriş**, Ankara: Nobel Yayınları, 2021, s. 246

⁹⁴ Galileo, **İki Yeni Bilim Üzerine Diyaloglar**, Yasemin Çevik (çev.), Ankara: Elips Kitap, 2011, s. 171.

oldukça kolay bir şekilde gerçekleşebilmektedir. Ancak Aristoteles fiziğinde durum tam tersiydi. Daha önce değindiğimiz üzere, Aristoteles fiziğinde cisimlerin, engellenmedikleri sürece kendi doğal yerlerine gitme eğilimleri bulunmaktaydı. Kendi doğal yerlerine gitmemeleri için ancak engellenmiş olmaları gerekmektedir ki, bu da cisimlerde doğal bir hareket zorunluluğu olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, Aristoteles fiziğinde hareket zorunluydu.

Galileo'ya göre devinmekte olan bir cisim, hareketinin herhangi bir noktasında dinginliğe geçmek zorunda değildir ve dinginlikte olan bir cisim ise dinginliğinin herhangi bir anında harekete geçmek zorunda değildir. Bu durumlar dış nedenlerin etki etmesiyle ancak değişebilir. Yani dinginlikte olan bir cisim tahrik edici bir nedenin etkisiyle devinmeye başlayabilir ya da devinmekte olan bir cisim engelleyici bir nedenin etkisiyle devinmeyi bırakıp dinginliğe geçebilir. Yani durmayı sürdürmek için kuvvet uygulamak gerekmiyorsa hareketi sürdürmek için de kuvvet uygulamak gerekmemektedir.⁹⁵ Cismi durduran neden, cisim durgun kaldığı müddetçe onu durgunlukta tutmak için çaba sarf etmez. Ya da cismi devinmeye geçiren neden, cisim devinmeye devam ettiği müddetçe onu devindirici bir işlev görmez. Bu nedenler sadece durumun başında etki ederler ve gerisi zaten cismin kabiliyetinde olduğu için, karşı bir nedenle karşılaşmadığı müddetçe kendisi devam eder. Bir bilim tarihi uzmanı olan John Henry bu konuda şunları ifade etmektedir: “Galileo, hareketin ‘sürekli bir nedene’ ihtiyaç duyduğunu ifade eden Aristotelesçi iddiayı tamamen reddetmiştir.”⁹⁶ Aristoteles'te cisimlerin kendi doğal yerlerini bulma eğilimleri onları harekete zorlamaktaydı ve bu eğilim cisimlerde sınırsızdı. Cisim kendi doğal yerine devinmekte olduğu müddetçe de bu arzusunu korumaktaydı ve kendi doğal yerinde durduğu müddetçe de bu eğilim ve arzu sayesinde durmaktaydı. Cisimler kendi doğal yerlerine doğru devinmeyi ise sahip oldukları ağırlık ve hafiflik özellikleri sayesinde gerçekleştirmektedirler. Ağırlık ve hafiflik cisimlerin devinmesi için birer nedendi ve cisim devinmekte olduğu müddetçe bu özelliğini korumaktaydı. Örneğin, gökyüzüne doğru devinmekte olan hava ya da ateş gibi hafif nesnelere, devindikleri ve gökyüzünde durdukları müddetçe hafiftiler. Ya da aşağı doğru devinen su ya da toprak gibi ağır cisimler ise devindikleri müddetçe ağırlıklarını korumaktaydılar ve aşağıda durdukları

⁹⁵ Bkz. Tekeli ve diğerleri, *Bilim Tarihine Giriş*, s. 246.

⁹⁶ John Henry, *Bilim Devrimi ve Modern Bilimin Kökenleri*, Selim Değirmenci (çev.), İstanbul: Küre Yayınları, 2020, s. 24.

müddetçe bu ağırlıkları sayesinde durmaktaydılar. Yani cismi bir şeye yönlendiren neden sürekli olarak cisimle beraberdi. Ya da bu neden cismin doğasında vardı. Ancak, Galileo ise cisimleri herhangi bir duruma sevk eden nedenlerin sürekli olduğunu düşünmemektedir. Neden, sadece durumun başında vardır ve daha sonrası cismin kendisi tarafından gerçekleştirilir. Örneğin uzak bir noktaya doğru taş fırlatan bir fırlatıcı, taşı bıraktığı anda, artık taşın üzerindeki hareket ettirme etkisi bitmiştir. Fırlatıcı sadece ilk hareketi vermektedir. İlk hareketten sonrası bizzat taşın kendisi tarafından gerçekleştirilmektedir ve herhangi bir engelleyici ile karşılaşınca dek hareketine devam edecektir. Taşın buradaki doğal eğilimi ise hareketi devam ettirmek değil, içinde bulunduğu pozisyonu korumaktır. Aristoteles fiziğine göre ise taşın hareketi doğal yerini bulunca sona erecektir.

Daha önce belirtildiği gibi Aristoteles, devinimi farklı şekillerde tanımlamaktaydı. Ona göre, cismin yer değiştirmesi devinim olduğu gibi, nitelik değiştirmesi de bir çeşit devinim sayılmaktaydı. Örneğin, bir canlının büyümesi, bir şeyin bozunması ya da bir şeyin oluşması gibi durumlar da Aristoteles'e göre birer devinimdi. Yani Aristoteles'e göre, devinimin, cisimlerin üzerinde değişiklik meydana getirmek gibi bir kabiliyeti de bulunmaktaydı. Fakat eylemsizlik ilkesi ile birlikte hareket yeniden tanımlandı. Bu tanıma göre hareket cisimde bir değişiklik meydana getirmez; hareket bir durum olup, bir noktadan başka bir noktaya geometrik bir geçişten ibarettir; durma da harekete karşı başka bir durum olmaktan ibarettir.⁹⁷ Bu yeni tanıma göre hareketin cisimler üzerinde bir değişikliğe neden olması gibi bir durum söz konusu değildir. Hareket yalnızca, cismin içinde bulunduğu bir pozisyonudur. Buna karşılık dinginlik de cismin içinde bulunduğu başka bir pozisyonudur. Eylemsizlik ilkesi, hareketi ve durgunluğu bu şekilde tanımlamaktadır. Dolayısıyla, eylemsizlik ilkesine vurgu yapan Galileo'nun, hareketi, cisimlerin niteliği üzerindeki bir değişim aracı olarak gördüğü söylenemez. Yani Galileo, hareketi, cismin o an içinde bulunduğu bir pozisyon olarak değerlendirmektedir. Konumuzla alakalı olarak Westfall şunları söylemektedir:

“Galileo'nun hareket kavramının can alıcı yeri, hareket ile cisimlerin temel karakterini birbirinden ayırmasıdır. Düzgün yatay hareket cismin içinde hiçbir şeyi etkilememektedir. Hareket sadece bir cismin kendisini içinde bulduğu bir durumdan ibarettir ve Galileo'nun üst üste yinelediği gibi cisim hareket halindeyken de dururken de aynıdır.”⁹⁸

⁹⁷ Bkz. Tekeli vd., Bilim Tarihine Giriş, s. 246.

⁹⁸ Westfall, Modern Bilimin Oluşumu, s. 34.

Hareket, cismin temel karakteristik özelliklerinden biri değildir. Cismin herhangi bir özelliği, bir niteliği de değildir. Hareket, tamamen cismin dışında bulunan bir durumdur ve hareketin varlığı cisimlerin varlığına bağlı değildir. Yani hareket, cisimlerden bağımsız bir şekilde vardır. Ancak hareketin varlığı tamamen cisimlerin devinmelerinden anlaşılmaktadır.

Hareketin varlığı cisimlere bağlı bir durum olmadığına göre, dinginginliğin de cisimlere bağlı olduğu söylenemez. Çünkü dinginginlik de hareket gibi bir durumdan ibarettir ve cisimlerin özellikleri durumlara karşı kayıtsızlıktır. O halde şunu söylemek mümkündür: Dinginginlik ve devinim doğada müstakil birer gerçekliklerdir. Bağımsız bir varoluşa sahiptirler. Ya da bunlar doğanın birer özelliği olarak vardılar. Doğa ise bunları en iyi şekilde cisimlere aktarmaktadır ve biz, onların varlığını cisimlerden anlamaktayız.

Kimi doğa bilimcilerine göre, eylemsizlik ilkesi Galileo'nun bilime en önemli katkılarından biridir. Galileo bu prensibi yeniden tanımlayarak hareketin doğru anlaşılmasını sağlamıştır. Bu konuda bilim adamı ve yazar olan Osman Gürel şunları söylemektedir:

“Durgun bir cismin, ancak üzerine bir kuvvet etkiğinde hareket edeceği önceden biliniyordu. Hareketli bir cismin ise, hareketini sürdüreceği kuvvet kesildiğinde, hiçbir dirençle karşılaşmasa bile duracağına inanılıyordu. Galilei ise hareketli bir cismin, üzerine bir kuvvet ya da direnç etki etmedikçe aynı hız ve yöndeki hareketini sürdüreceği görüşünü eylemsizlik ilkesine sokmuştur.”⁹⁹

Daha önce ifade edildiği üzere, Aristoteles'in hareketi açıklama biçimi dinamiksel idi. Dinamiksel yaklaşım biçimi ise (o dönem için) hareketi matematiksel olarak ele almayı, nedenler yoluyla açıklama biçimiydi. Yani bu ilkeye göre cisimlerin hareket etmeleri için kendi içinde nedenleri bulunmaktaydı. Ancak Galileo'nun hareket ilkelerine bakıldığı zaman, hareketi kendi içindeki nedenlerle açıklamadığı görülmektedir. Harekete içsel bir amaç yüklemekten kaçınmaktadır. Daha doğrusu, cisimlere, bütün davranışlarında amaç yüklemekten kaçınmaktadır. Kuşkusuz Galileo'nun bu yaklaşımının *kinematik* bir yaklaşım olduğunu söylemek mümkündür. Kinematik ise, 'neden'i dikkate almayı, hareketi tamamen matematiksel bir şekilde analiz etme/irdeleme yaklaşımıdır.¹⁰⁰ Yani Galileo, cisimleri gözlem ve deney yoluyla

⁹⁹ Osman Gürel, **Doğa Bilimleri Tarihi**, Ankara: İmge Kitabevi, 2001, s. 244.

¹⁰⁰ Bkz. Ömer Faik Anlı, Aristoteles ve Fizik, s. 2

inceleyerek ve matematiği gözlemlerine uygulayarak onların hareketlerini anlamaya çalışmaktadır.

2.3. GALİLEO'DA SERBEST DÜŞÜŞ VE BU DÜŞÜTE HIZ – ZAMAN BAĞLANTISI

Galileo'ya göre cisimler, kendilerine hareket verildiğinde, bu eyleme gösterecekleri en doğal tepki derhal boyun eğmektir. Harekete direnmek gibi özellikleri kesinlikle bulunmamaktadır. Cisimlerin sahip oldukları bu eğilimden dolayı harekete başlamalarından sonra gerçekleşen durum, hızlarının sürekli artmasıdır.¹⁰¹ Yani cisimlerin hızlarında bir istikrarsızlık söz konusudur. Ancak cisimlerin hızlarındaki bu istikrarsızlık Galileo'ya göre serbest düşüş yapan cisimler için geçerlidir. Serbest düşüşte hız gittikçe artan bir özellik göstermektedir. Galileo bu konuda şöyle demektedir: “Dinginlikten düşmeye bırakılan bir cisim git gide hız kazanır. Hız kazandıkça daha büyük mesafeleri daha az zamanda kat eder. Eğer ilk başlangıç hızıyla devam edip hızı artmasa, çok küçük bir mesafeyi bile çok büyük bir zamanda kat edemezdi.”¹⁰² Hareketin gittikçe hız kazanması, hareket ile zaman arasında bir ilişki kurmayı kaçınılmaz kılmaktadır. Galileo'ya göre devinmenin hızı arttıkça, zamanı kısalmaktadır. Dolayısıyla, cismin hızıyla zamanın miktarı arasında ters bir orantı söz konusudur. Bu bakımdan cisim hızlandıkça, kat edeceği yol için harcanan zaman kısalmakta olup, cisim yavaşladıkça da bu zaman artmaktadır.

Galileo, cismin devinimi müddetince kazandığı hızlanma ile ivmeye ulaştığını ifade etmektedir.¹⁰³ İvmenin doğal düzenin sağlanmasına katkı sağladığı söylenebilir. Çünkü daha önce de değindiğimiz gibi Galileo, düzenden çıkan cisimlerin doğal düzene dönüşleri için doğrusal hareketten yararlandıklarını söylemekteydi. Doğrusal harekette zaten hızın bir istikrarı yoktur. Gittikçe artan hız doğanın cismi bir an önce doğal yerine ulaştırıp düzensizliğe son vermekteki şiddetli arzusunu göstermektedir. Zira Galileo'ya göre doğanın düzensizliğe hiçbir şekilde tahammülü yoktur. Nitekim, Galileo ivme hakkında şunları söylemektedir: “Yaklaşmak için arzu duyulan yere doğru gitmekten ötürü kazanılan hızdır sözünü ettiğimiz hız kazanımı yani cismin doğal eğiliminin götürdüğü yerdir ve cisim oraya en kısa yoldan yani doğrusal hat boyunca

¹⁰¹ Bkz. Galileo, İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog, s. 17.

¹⁰² Galileo, İki Yeni Bilim Üzerine Diyaloglar, s. 155.

¹⁰³ Bkz. Galileo, İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog, s. 18.

ulaşacaktır.”¹⁰⁴ Dikkat edileceği üzere, ivmede hızın sabit olması söz konusu değildir. Hızda sürekli bir artış meydana gelmektedir. Şu halde Galileo’ya göre, düzenin korunması için doğal eğiliminin olduğu yere doğrusal hat boyunca giden cisim ivme kazanmaktadır.

Galileo’ya göre, serbest düşüşte cismin herhangi bir hız noktasına ulaşmış olması, ancak önceki bütün hız derecelerini aşmış olmasıyla mümkündür. Bu durumda serbest düşüş hareketinde kat edilen mesafenin hiçbir noktasında hızın sabit olduğu söylenemez. Yani cisim, mesafenin belli bir kısmını sabit bir hızla kat edip daha sonra hızını arttırmamaktadır. Hareketin her anında ve mesafenin her noktasında hızını sürekli arttırarak devinimini sürdürmektedir. Bu konuda Galileo şöyle demektedir: “Cismin, önce hareketin başlangıcındaki hız derecesine yakın hız derecelerini kat ederek ve giderek de başlangıç hızının daha uzağında ki hız derecelerini kazandığını söylemek akla daha uygundur.”¹⁰⁵ Cisim devindikçe başlangıç hızından sürekli olarak uzaklaşmaktadır. Eğer doğrusal devinimin bir sonu olmasaydı ve sonsuza kadar devam etseydi, Galileo’ya göre sonsuza kadar hızlanacağını ve dolayısıyla sonsuz bir hıza ulaşacağını söylemek mümkün olurdu.

Cisimler serbest düşüşteyken hızlarını çıplak gözlerle ölçebilmek kuşkusuz mümkün değildir. Aristoteles bu yüzden cisimlerin hareketlerini suda gözlemlemiştir. Crease bu konuda şunları söylemektedir: “Aristoteles hareketli cisimleri incelemiş ve belli ki nesnelerin suda dibe batışından yola çıkarak, düşen cisimlerin hızının muntazam, ağırlığıyla orantılı olduğu ve direnç olmayan ortamda hızın sonsuza çıkacağı sonucuna varmıştı.”¹⁰⁶ Buradan anlaşılmaktadır ki, Aristoteles, direnci yüksek ortamdaki gözlemlerine dayanan sonuçlarla hareket yasalarını belirlemiştir. Ona göre, serbest düşüşte cisimlerin düşme hızı ağırlıklarıyla doğru orantılıydı. Cisimlerin hızlarının ağırlıklarıyla doğru orantılı olduğunu düşünmek, kuşkusuz cisimlerin düşme zamanları arasında sonsuz farklar olduğunu kabul etmek anlamına gelmektedir. Çünkü doğadaki sayısız cisimlerin ağırlıklarının aynı olduğunu söylemek mümkün değildir. Her bir cismin ağırlığı muhakkak diğerlerinden farklıdır. Bu yüzden hepsi kendi ağırlığı oranındaki bir hızla devineceği için, hiçbiri aynı hızla devinmeyecektir. Her zaman daha ağır olan daha önce düşecektir.

¹⁰⁴ A.g.e., s. 18.

¹⁰⁵ A.g.e., s. 18.

¹⁰⁶ Crease, Prizma ve Sarkaç, s. 70.

Galileo'ya göre ise cisimlerin serbest düşme hızlarını direnci yüksek ortamlarda ölçmek asla doğru sonuçlar vermeyecektir. Galileo'nun eylemsizlik yasasına göre, bir cisim, devinim esnasında yalnızca durumunu koruma amacı taşımaktadır. Bu durumunu, herhangi bir dirençle karşılaşmadığı sürece korumaya devam edecektir. Direnç, cisimlerin hızlarını emerek hareketlerini sonlandırmaktadır. Yani direncin cisimlerin hızları üzerinde değiştirici bir etkisi söz konusudur. Direncin cisimlerin hızlarının üzerinde değişikliğe neden olması, cisimlerin gerçek hızlarının direnç ortamında sağlanmasını imkânsız kılmaktadır. Bu yüzden Galileo, direnç ortamlarındaki hız ölçümlerinin gerçek bir sonuç vermeyeceğini düşünmekteydi.

Daha önce de belirttiğimiz gibi, Galileo, Aristoteles'i yeteri kadar deney ve gözlem yapmamış olmakla suçlamaktaydı. Galileo'ya göre, Aristoteles deney ve gözlem yapmak yerine daha çok akıl yürütme yöntemiyle doğa felsefesi yapmıştır. Doğayı kavramak için doğanın kendisini gözlemlemek yerine, sıklıkla çıkarımlarda bulunmuştur. Bu durumu Galileo şöyle ifade etmektedir:

“Biri ötekinden on kat daha ağır olan iki taşın diyelim 100 kübit yükseklikten aynı anda düşmelerine izin verilseydi, ağır olan yere ulaştığında ötekinin 10 kübitten daha çok düşmemiş olacağı ölçüde bir hız farkı göstereceklerinin doğru olup olmadığını Aristoteles'in herhangi bir zaman deney yoluyla sınımış olduğundan kuşkuluyum.”¹⁰⁷

Galileo bu ifadeleriyle Aristoteles'in yeterince deney yapmadan çıkarımlar yaptığını vurgulamakla birlikte, hızın ağırlıkla doğru orantılı olduğuna dair görüşüne de eleştiri yöneltmiş olmaktadır. Aristoteles'e göre, eğer cisimlerin hızları ağırlıklarıyla doğru orantılı olsaydı, farklı ağırlıklara sahip olan iki cisim yüksekten düşmeye bırakıldıklarında kuşkusuz ağır olan daha erken düşerdi. Böyle bir durumda cisimlerin arasındaki hız farkını gözlemlemek mümkün olurdu. Bu fark, ağırlıkları birbirine yakın cisimler arasında çok net fark edilmese bile, ağırlıkları birbirinden uzak cisimler arasında çok bariz fark edilebilirdi. Örneğin biri diğerinden iki kat daha ağır olan iki cisim düşmeye bırakıldıklarında ağır olan düşüşünü tamamladığında diğeri yolun yarısını kat etmiş olurdu. Ya da biri diğerinden on kat daha ağır iki taş düşmeye bırakıldığında ağır olan düşüşünü tamamladığında diğeri yolun onda birini henüz kat etmiş olurdu. Böyle bir durumda cisimler arasındaki hız farkı çıplak gözle rahatlıkla gözlemlenebilir olurdu. Ancak Galileo'ya göre böyle bir durum mümkün değildir.

¹⁰⁷ Galileo, İki Yeni Bilim Üzerine Diyaloglar, s. 70.

Çünkü ona göre hızın ağırlıkla hiçbir ilgisi bulunmamaktadır. Bu yüzden aynı ağırlığa sahip olmayan cisimler aynı yükseklikten düşmeye bırakıldıklarında, düşüşlerini tamamlamaları farklı zamanlarda gerçekleşmeyecektir. Her iki cisimde yere aynı anda düşeceklerdir.

Cisimlerin hızları her ne kadar farklılık arz etmiyorsa da direnç ortamlarında iş değişmektedir. Galileo, farklı ağırlıklara sahip cisimler dirençsiz ortamda düşmeye bırakıldıklarında yere aynı anda düşüyorlarken, şekil ve boyutları aynı olduğu halde suyun içinde düşmeye bırakılan iki cisimden, yoğunluğu fazla olanın daha erken düşeceğini belirtmektedir.¹⁰⁸ Ortamın direnci arttıkça, düşen cisimlerin zamanları arasında bir farkın olabileceğini vurgulamaktadır. Ancak bu fark cisimlerin ağırlıklarıyla ilgili bir fark değildir. Bu, cismin yoğunluğu ile ilgili bir farktır. Zira yoğunluğu fazla olan cismin, direnci daha güçlü yarıp geçmesi mümkündür.

Galileo'ya göre hava da cisimlere karşı bir direnç ortamıdır. Ancak havanın direnci suyun direnci kadar güçlü olmadığı için, hava ortamında düşme hareketi gerçekleştiren cisimlerin arasındaki zaman farkı minimum düzeydedir. Yani direnç ortamı zayıfladıkça cisimler arasındaki hız farkı da azalmaktadır. Bu konuda Galileo şöyle demektedir:

“Değişik özgül ağırlıklardaki cisimler arasındaki hız ayrımı en dirençli olan ortamlarda en belirgindir: dolayısıyla bir cıva ortamında, altın, kurşundan yalnızca daha hızlı dibe batmaz: ama şöyle ya da böyle dibe doğru incek biricik töz odur; tüm öteki metaller ve taşlar yüzeye çıkar ve yüzerler. Öte yandan altın, kurşun, bakır, somaki ve başka ağır gereçlerden yapılmış toplar arasında havadaki hız değişikliği öyle belli belirsizdir ki 100 kübitlik bir düşüşte altın bir topun bakır bir topu dört parmak ölçüsünde bile geçemeyeceği kuşkusuzdur. Bunu gözlemledikten sonra, dirençten bütünüyle yoksun bir ortamda tüm cisimlerin aynı hızla düşeceği vargısına ulaştım.”¹⁰⁹

Görüldüğü üzere, Galileo direncin gücünün sıfırlandığı bir ortamda ağırlıkları arasındaki farklar ne kadar büyük olursa olsun, cisimler hızları arasındaki farkın da sıfırlanacağını söylemektedir. Galileo'nun bu vargıya bir nevi akıl yürütme yoluyla ulaşmış olduğu dikkat çekmektedir. Zira kendisi dirençten tamamen yoksun bir ortamda deney yapma imkânına sahip olmadığı için, deneylerini direnç ortamlarında gerçekleştirmiştir. Ancak direncin artmasıyla hız farkının da artması, direncin azaldıkça da hız farkının azalması böyle bir sonuca ulaşmayı kaçınılmaz kılmaktadır. Kaldı ki,

¹⁰⁸ Bkz. a.g.e., s. 75.

¹⁰⁹ A.g.e., ss. 78–79.

Galileo sayısız deney ve gözlemin ardından bu sonuçlara ulaşmıştır. Onun Pisa kulesindeki deneyi de oldukça meşhurdur.¹¹⁰ Thierry Delahaye'nin sözleriyle:

“Galileo, deneylerini gerçekleştirmek için yerden elli metre yüksekteki eğri Pisa Kulesi'nin tepesine çıktı. Buradan aşağıya farklı ağırlıklardaki iki taş gülle attı. İkisi de neredeyse aynı anda yere düştü. Galileo'ya göre, düşmeleri arasındaki zaman farkı önemli olmayacak kadar azdı. Bu teorisinden nasıl bu kadar emin olabildiğini soran Castelli'ye bulmaca gibi bir cevap verdi: “Bana bundan daha yüksek bir kule yapsaydınız, havasız bir ortamda olsaydık ve düşen cisimlere karşı koyan herhangi bir kuvvet bulunmasaydı, taş gülleyle tüyün yere aynı hızla düştüğünü kanıtlayabilirdim size.”¹¹¹

Dirençten tamamen arındırılmış ve hiçbir engelleyicinin olmadığı bir ortamda ağırlık fark etmeksizin bütün cisimlerin aynı hızla düşeceğini vurgulamaktadır. Ayrıca Galileo'ya göre bu cisimlerin düşme mesafesi önemli değildir. Mesafe ne kadar uzun olursa olsun cisimlerin hızları değişmeyecektir.

Galileo'nun yukarıdaki ifadeleri, direnci güçlü ortamda düşme hareketi yapan cisimlerin hızlarında ağırlıklarının etkisi olduğu izlenimine kapılmak mümkün gibi görünmektedir. Ancak böyle bir vargıya ulaşmanın Galileo fiziğine uygun düştüğü kesinlikle söylenemez. Zira daha önce de belirttiğimiz gibi, Galileo fiziğine göre serbest düşmede ağırlığın hıza hiçbir etkisi bulunmamaktadır. Galileo, yüksek dirençli ortamdaki hız farkını da cismin ağırlığına değil, dış nedenlere ve ortamın direncine bağlamaktadır.¹¹²

Galileo tarafından serbest düşüşe bir düzen atfedilmektedir. Yani cisimler belli bir matematiksel düzende düşüşlerini gerçekleştirmektedirler. Cisimler düşmeye başladıkları andaki hız dereceleri sıfır iken, belli zaman aralıklarında bu hız düzgün bir şekilde artmaktadır. Yani cisimler düzgün bir şekilde ivmelenmektedirler.

Cisimlerin belli zaman aralıklarında düzenli olarak hızlanmaları, Galileo'nun hareket ve zaman arasında bir ilişki kurduğunu göstermektedir. Cismin hızı arttıkça daha uzun mesafeleri daha az zamanda kat edebilmektedir. Böylece hız ve zaman arasında ters bir orantı meydana gelmektedir. Bu prensibe göre cisimler arasındaki hız farkları da minimum düzeyde olup, uygun şartlar altında sıfıra inecektir. Böylece ağırlıkları ne olursa olsun serbest düşmede bütün cisimler aynı hızla yere düşeceklerdir

¹¹⁰ Galileo'nun Pisa Kulesi'nin tepesine tırmanıp böyle bir deney yapmış olduğu, kimi araştırmacıya göre kesin bir bilgi değildir.

¹¹¹ Thierry Delahaye, **Gözleri Yıldızlarda Bir Bilim Adamı**, Belgin Çınar (çev.), Ankara: Arkadaş Yayınevi, 2019, ss. 24–25.

¹¹² Bkz. Galileo, *İki Yeni Bilim Üzerine Diyaloglar*, s. 80.

ve yere de aynı anda varacaklardır. Aristoteles felsefesindeki gibi cisimler arasında sonsuz farklar ve bu farklardan kaynaklanan bir düzensizlik söz konusu bile değildir. İşte Galileo'nun serbest düşmede cisimlere atfettiği bu düzenliliğin matematiksel olduğunu söylemek kuşkusuz mümkündür.

2.4. GALİLEO'NUN DOĞA FELSEFESİNDE DÜNYA'NIN HAREKETİ

Önceki bölümde belirtildiği gibi, Aristoteles cisimlere düz ve dairesel olmak üzere iki türlü hareket uygun görmektedir. Bu hareketlerden dairesel olanını gökyüzündeki cisimlere uygun gören Aristoteles, düz çizgisel hareketi ise Ay altı bölgeye uygun görmekteydi. Düz çizgisel hareketin yeryüzüne ait olması kuşkusuz Aristoteles'in Yerküre'ye atfettiği pozisyona çok uygundu. Çünkü Ay altı bölgede bulunan yeryüzü ona göre evrenin merkezinde ve sabitti. Yerküre'nin sabit olması, düşen ya da fırlatılan cisimlerin düz bir hat izlemelerini kaçınılmaz kıları. Yukarı doğru fırlatılan bir cisim, izlediği hat boyunca tekrar düşüşe geçerdi.

Aristoteles'e göre, Yerküre'nin kendi merkezi etrafında ya da başka bir merkezin çevresinde daire çizerek dönmesi zorlama hareket olurdu, çünkü Yer'in doğasında devinmek yoktur.¹¹³ Eğer Yerküre'nin böyle bir devinimi söz konusu olsaydı, onun her parçasının da aynı şekilde devinmesi gerekmekteydi.¹¹⁴ Burada parça ile bütün arasında ilişki kuran Aristoteles, cisimlerin doğrusal hareketlerini Yer'in devinmediğine kanıt olarak göstermektedir. Zira bütün dönüyor olsaydı, kısımlar da onunla birlikte dönüyor olurdu. Dünya dönmediği için parçaları da dönmemektedir ve parçalar düz bir hat izleyerek merkeze doğru gitmektedirler.¹¹⁵

Aristoteles'in söyledikleri aslında günlük gözlemlerimize uygun durumlardır. Yüksekten düşmeye bırakılan bir cismin düz bir hat izleyerek düşüşünü gerçekleştirdiğini gözlemleriz. Ya da dik bir şekilde yukarı doğru fırlatılan bir cismin yine aynı yolu izleyerek indiğini görürüz. Aristoteles'e göre, görmekte olduğumuz bu durumlar Yer'in sabit olduğunun bir göstergesidir. Ona göre, eğer Yer dönmekte olsaydı, herhangi bir yerden gökyüzüne doğru fırlatılan bir cismin tekrar aynı yere düşmesi mümkün olmazdı. Çünkü cisim, gökyüzüne doğru devinmeye başladığı anda,

¹¹³ Bkz. Galileo, İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog, s. 170.

¹¹⁴ Bkz. a.g.e., s. 170.

¹¹⁵ Bkz. a.g.e., s. 170.

fırlatıldığı nokta bir miktar doğruya doğru gitmiş olacaktır.¹¹⁶ Bu durumda, cisim tekrar düşmeye geçtiğinde, fırlatıldığı yerin batısına düşmüş olacaktır. Konuyla ilgili olarak Aristoteles şunları söylemektedir:

“Kısımların ve tümün hareketleri Evren’in merkezine doğrudur. Dünya’nın merkezde sabit durmasından ötürü ağırlık sahibi cisimler yukardan bırakıldığında merkeze doğru düz bir hat izleyerek düşerler. Ya da yukarı doğru fırlatılan bir cisim aynı yoldan geri düşer.”¹¹⁷

Ancak Aristoteles’in bu fikirlerini Galileo reddetmektedir. Ona göre, yukarıdan bırakılan cisimlerin, bırakıldıkları yerin tam altındaki noktaya düşmeleri ya da havaya atılan bir cismin yukarı doğru devinirken izlediği aynı yoldan tekrar düşmesi Yer’in dönmediğine asla kanıt teşkil edemezler. Çünkü Galileo’ya göre, Yerküre dönmektedir ve bir cisim serbest bırakıldığı anda Yer’in dönüş hareketine dâhil olmaktadır.¹¹⁸ Galileo’nun burada Aristoteles’e paralel olarak parça bütün ilişkisine vurgu yaptığı görülmektedir. Fakat Aristoteles, kısımların görünürdeki hareketlerinden yola çıkıp Yer’in hareketsiz olduğu sonucunu çıkarırken, Galileo, Yer’in hareketli olduğunu ve kısımlarının da onunla beraber hareket halinde olduğunu, dolayısıyla kısımlarda görünen şeyin aslında görüldüğü gibi olmadığını söylemektedir. Galileo’ya göre, Yer’in dönüş hareketine katılmak her parça için zorunlu bir durumdur. Yer’in dönüş hareketi bütün parçalara bir nevi hükmetmektedir. Bu bakımdan bütün parçalar engelleyici bir nedenin etkisinde olmadıkları sürece Yer’in dönüş hareketine katılmak durumundadırlar.

Parçaların, Yer’in dönüş hareketine katılıyor olması, onların görünürdeki hareketlerinin yanıltıcı olduğunu göstermektedir. Ya da duyularımız cisimlerin durumları hakkında bize gerçek verileri vermekte yetersiz kalmaktadırlar. Bir cisim yukarıdan düşmeye bırakıldığında onun düz bir çizgi izleyerek düştüğünü algılarız. Ya da herhangi bir noktadan gökyüzüne doğru bir cisim fırlattığımızda, cismin düz bir çizgi izleyerek çıkıp indiğini algılarız. Ancak, Galileo’nun dediği gibi, Yer’in dönüş hareketi cisimlerde mühürlenmişse, cisimlerin düşme hareketinde düz bir çizgi izlemeleri mümkün değildir. Bu durumda algularımızla cisimlerin gerçek hareketleri arasında bir uyumsuzluk olduğunu söylemek mümkün olmaktadır.

¹¹⁶ Bkz. a.g.e., ss. 190–191.

¹¹⁷ A.g.e., s. 171.

¹¹⁸ Bkz. a.g.e., s. 195.

Aristoteles günlük sıradan gözlemlerle cisimlerin düz bir çizgi izlediği sonucuna varmıştı, ancak Galileo da yine sıradan olan günlük gözlemlerle tam aksi sonuçlara varmıştı. Örneğin, Galileo'ya göre, denizde hareket etmekte olan bir geminin direğinin başında bulunan bir taş doğal olarak geminin hareketiyle beraber hareket edecektir.¹¹⁹ Eğer bu taş direğin ucundan düşerse, direği yalayarak tam direğin dibine düşeceğini gözlemleriz. Yani tam bir düz çizgide hareket ettiğini görürüz. Ancak Galileo'ya göre, o taşın düz bir çizgi izlemiş olması mümkün değildir. Eğer düz bir çizgi izlemiş olsa direğin tam dibine düşmesi mümkün olmazdı. Çünkü taş düşmekte iken gemi bir miktar daha yol almış olacağı için taş havada iken direk taştan uzaklaşmış olacaktı. Oysaki taşın direktten uzaklaşarak direğin dibine uzak bir yere düşmesi, Galileo'ya göre mümkün değildir. Ona göre taş, geminin hareketinden etkilendiği için, düşme hareketini yaparken aynı zamanda geminin gidiş istikametine doğru da yol almaktadır. Yani taş, hem geminin istikameti yönünde aldığı yol hem de doğal düşme hareketi olmak üzere iki hareketi aynı anda yaparak transversal (enine, çapraz) bir hat izlemiş olacaktır.¹²⁰ Zira gemi kendi hareketini taşa da aktarmış olmaktadır. Bu yüzden taş hem geminin kendisine aktarmış olduğu ileri doğru hareketi, hem de düşüş hareketini aynı anda gerçekleştirecektir. Dolayısıyla, Galileo, serbest düşme hareketi için cisme en az iki hareket tanımlamış olmaktadır.

Galileo'ya göre koşmakta olan bir atın üstündeki bir binici, elinde bulunan topu bırakırsa top yere düştüğü anda olduğu yerde durmayıp, bir müddet atın koştuğu yöne doğru yuvarlanarak yolculuğuna devam edecektir. Topun düştüğü zemin ne kadar düzgün ve engebesiz olursa topun yuvarlanması da o kadar uzayacaktır.¹²¹ Yani top, atın hızından etkilenmiş olmaktadır. Galileo'ya göre, cisimlere bir hareket aktarımının söz konusu olduğu görülmektedir. Zira hareket halindeki bir nesnenin üzerinden düşmeye bırakılan cisim, bir müddet o nesnenin gidiş yönüne doğru hareket etmeye devam etmektedir.

Bir top mermisi yerden dikey olarak ateşlendiği zaman, gökyüzüne doğru yükselişini tamamlayıp düşmeye geçtiğinde bataryanın olduğu noktaya düşecektir. Mermi havada devinirken bataryanın da Yer'in dönüş hareketiyle beraber birkaç mil doğuya doğru taşınmış olması doğal olarak kaçınılmazdır. Merminin geriye düşmeyip

¹¹⁹ Bkz. a.g.e., s. 213.

¹²⁰ Bkz. a.g.e., s. 213.

¹²¹ Bkz. a.g.e., s. 215.

yine bataryanın olduğu yere düşmesi, Galileo'ya göre bataryanın fırlatma hareketiyle beraber, mermiye Yer'in dönüş hareketinin de iletilmiş olması sayesinde.¹²² Yani Yer'in dönüş hareketi bataryaya ve oradan da doğal olarak gülleye aktarılmış olmaktadır. Böylece mermi, havada bir parabol çizmektedir. Bu yüzden de, yine bataryanın olduğu noktaya düşmektedir. Galileo'ya göre, bu işlemi bir geminin üzerinde denemek – gemi ister hareketli ister durgun olsun – farklı bir sonuç vermeyecektir.¹²³ Eğer gemi hareket ediyor olsa, bataryaya kendi hareketini de eksiksiz bir şekilde aktaracaktır. Bu yüzden mermi geminin hareketini de izleyecektir. Eğer geminin kendi hareketini üstündeki nesnelere aktarması olmasaydı, top ateşlendiği anda gemi ilerlemeye devam edeceği için, mermi düştüğünde geminin arkasına düşerdi. Burada dikkat çeken şey, fırlatılan cismin yukarı doğru kat ettiği mesafe fark etmeksizin yine aynı yere düşmesidir. Yakın bir mesafeden geri düşmeye geçen cisim dar bir kavis çizip aynı yere düşerken, daha uzağa fırlatılan cisim ise daha geniş bir kavis çizerek yine aynı yerine düşecektir. Yani cisimler, fırlatıldıkları yerden başka yere düşmemektedirler.

Galileo'nun verdiği örneklerden anlaşılmaktadır ki, hareket sahibi her nesne, kendi hızını üzerindeki cisimlere de iletmektedir. Hız miktarının ne kadar olduğu önemli değildir. Galileo'nun kendi dönemindeki ulaşım araçları olan gemi ve at arabası üzerinden verdiği örnekleri günümüz ulaşım araçlarına da uyarlamak mümkündür. Örneğin hızla ilerlemekte olan bir otomobilin içinde oturmakta olan bir kişi, elinde bulunan bilyeyi dikey bir şekilde havaya attığı zaman, bilye tekrar fırlatanın eline düşecektir. Ancak, bilye havada devinirken otomobil birkaç metre ilerlemiş olacaktır. Eğer bilye dik bir hat izleseydi, havada devinmekte iken fırlatıcı onu geçeceği için onun arkasına düşerdi. Hatta otomobil hızla ilerliyor olsa, bilye havada devinmekte iken otomobil kendi boyu kadar mesafeyi çoktan kat etmiş olacağı için bilye otomobilin arka camına muhakkak çarpardı. Ancak bilyenin tekrar fırlatıcının eline düşmesi, bilyenin hiç kuşkusuz dik bir hat izlemeyip, havada bir kavis çizdiğini göstermektedir. Bu durum, kuşkusuz otomobilin kendi hareketini bilyeye iletmış olmasındandır.

Buna benzer bir örneği de hareket halindeki bir uçak için vermek mümkündür. Uçağın hızı çok daha fazla olmasına rağmen, uçaktaki bir yolcu elindeki herhangi bir nesneyi yukarı doğru devindirdiği zaman, o nesne tekrar yolcunun eline düşecektir.

¹²² Bkz. a.g.e., s. 240.

¹²³ Bkz. a.g.e., s. 241.

Bunun nedeni hiç kuşkusuz, uçağın, bütün hızını üzerindeki nesnelere aktarmış olmasıdır.

Hareketli cisimlerin, kendi hareketlerini taşıdıkları cisimlere aktarmalarından ötürü, aniden durdukları zaman üstündeki cisimlerin savrulduklarını gözlemleriz. Örneğin, hızla giden bir otobüs başka bir araca ya da herhangi sert bir yere çarptığında içindeki nesnelere ya da yolcuların savrulmaları ve ön camdan dışarı fırlamaları mümkündür. Bunun nedeninin, otobüsün içindeki şeylerin otobüsün hızına uyumlanmış olmalarıdır. Otobüs çarpmanın etkisiyle aniden durduğunda, içindeki şeyler, kendilerini durduracak bir engelle henüz karşılaşmamış oldukları için, kendilerine aktarılmış hızla ileri doğru gitmeye devam edeceklerdir. Dolayısıyla, cisimlerin birbirlerine hareketlerini iletme gibi bir durum söz konusu olmasaydı, kuşkusuz trafik kazalarında can kayıplarının daha az yaşanacağını söylemek mümkün olurdu. Çünkü bir araç başka bir araçla çarpıştığı zaman, hızlarını taşıdıkları insanlara aktarmaları söz konusu olamayacağı için insanların da ani durmanın etkisiyle öne doğru savrulmaları söz konusu olmayacaktı.

Hareket halindeki bir aracın bir yere çarpması sonucu içindekilerin savrulması, hızının istikrarlı olması gerektiğini göstermektedir. Araç belli bir hızla ilerlediği sürece, aracın içinde bir fırlatıcı tarafından havaya fırlatılan bir nesne yine fırlatıcının eline düşecektir. Ancak fırlatıcı, onu fırlattığı anda aracın hızı değişirse, nesnenin yine fırlatıcının eline düşeceğini söylemek çok zordur. Söz gelişi, nesne fırlatıcının elinden çıktığı anda araç yavaşlarsa, nesne daha önceden almış olduğu hızla fırlatıcının daha ilerisine düşecektir. Bu durumda nesne, fırlatıcının elinden çıktığı anda araç bir şekilde daha da hızlanırsa, nesnenin, fırlatıldığı yerin daha gerisine düşeceğini söylemek de mümkündür. Dolayısıyla, nesnenin tam fırlatıldığı yere düşmesi için, içinde bulunduğu aracın hızında herhangi bir değişimin gerçekleşmemesi gerekmektedir yani ivmesiz olması gerekmektedir.¹²⁴

Bütün bu örneklerden anlaşılmaktadır ki, dik bir şekilde fırlatılan nesnelere yine aynı yere düşmeleri – Aristoteles fiziğinde iddia edildiği gibi – Yerküre'nin hareketsiz olduğu anlamına gelmemektedir. Tam aksine, Yer'in kendi hareketini üstündeki her

¹²⁴ Konuyla ilgili örnek video için bkz. Yasin Koç Akademi, "Newton 1. yasa: Sabit hızda giden bir traktörün arkasına bağlanan trampolinde zıplayan bir genç.", Erişim: Tarihi 17.10.2020, <https://youtube/O1YbufHFqkY>.

nesneye aktardığını göstermektedir. Bu yüzden Galileo, hareket aktarımını Yer'in dönüş hareketine kanıt olarak göstermektedir.

Galileo fiziğine göre, hareketsiz herhangi bir cismin var olabilmesi mümkün değildir. Cisimler ya kendileri hareketlidir ya da buldukları hareketli bir ortamın etkisiyle hareket etmektedirler. Zira hareketli bir ortamda bulunan cisimler doğal olarak buldukları ortamın hareketine iştirak edeceklerdir. İşte Yerküre de, Galileo'ya göre, sabit olmadığı için üstündeki hiçbir cismin de sabit kalması mümkün değildir. Yerküre'nin en temel hareketi, Galileo'ya göre, dönüş hareketi olduğundan, bütün cisimlerin de doğal bir dönüş hareketi bulunmaktadır. Yani Yerküre'deki bütün cisimler, Yerküre'nin hareketinden zorunlu bir etkilenme içerisindeyler. Bu hareket, bir nevi cisimlerin doğalarına kazınmıştır. Bu yüzden cismin her anını etkilemektedir. Doğal olarak, cismin serbest düşüş hareketini de etkilemektedir. Bu yüzden, cisimler serbest düşüş yaparken düz bir çizgi izlemeleri mümkün değildir. Ya transversal bir hat izleyerek ya da yukarı fırlatıldıklarında parabol çizerek düşüşlerini gerçekleştirirler. Bu bakımdan Galileo'ya göre, doğada doğrusal hareketin olduğunu söylemek mümkün değildir. Ona göre, doğadaki her hareket dairesel harekettir. Eğer dairesel değilse bile daireselden iz taşımaktadır. Yani bir hareketin daire şeklinden bağımsız bir şekilde gerçekleşmesi mümkün görünmemektedir.

Daha önce değindiğimiz gibi, Galileo bütün evrene mükemmel bir düzen atfetmekteydi. Yer ve Yer'in kısımları da evrenin bir parçası olduğundan, Galileo aynı düzeni Yer'e ve Yer'in kısımlarına da uygun görmekteydi. Düzenin hâkim olduğu yerde ise doğrusal hareketin gerçekleşmesi mümkün değildir. Düzen, Galileo'ya göre bütün evrende hâkim olduğuna göre, evrenin hiçbir yerinde doğrusal hareketin bulunması mümkün değildir. Galileo, doğrusal hareketi ancak evrenin ilk yaratılışındaki, maddenin henüz yerine yerleşmediği, belli bir düzene oturmadığı o ilk kaos ortamına uygun görmektedir. Cisimlerin o düzensizlik ve kaos ortamında düzensizce uçuşmalarının, yani doğrusal hareket gerçekleştirmiş olmalarının temel nedeni ise, Galileo'ya göre, dairesel hareketi temin etmektir. Ona göre, doğrusal harekette cisimler doğanın kendilerine uygun gördüğü bir hız derecesine varıncaya kadar devinmelerini sürdürürler. Kendilerine belirlenen hız derecesine vardıklarında ise devinmelerini doğrusal hareketten dairesel harekete dönüştürürler. Bir bakıma doğrusal devinmede ulaşılmış olduğu son hız, dairesel hareketle kendisi için kalıcı hale gelmiş olur.

Dolayısıyla, Galileo'ya göre, dairesel harekette hızın her zaman sabit olduğu söylenebilir. Bu, dairesel hareketi düzenli ya da düzenin hareketi yapan şeydir. Eğer dairesel harekette hızın artması veya eksilmesi söz konusu olsaydı, bu, dairesel hareketin belli bir düzende gerçekleşmediği anlamına gelirdi. Hızdaki değişmeler onu istikrarsız, düzensiz bir hareket yapardı. Ancak, Galileo hız değişmelerini doğrusal harekete atfetmektedir. Doğa, bir cisme herhangi bir hız derecesi uygun görmüşse, doğrudan onu dairesel devinimle devindirmeye başlayıp, o hız derecesine ulaştırmaz. Önce hızı istikrarsız ve düzensiz olan doğrusal hareketle, o cisimi belirlenen hız derecesine ulaştırır ve daha sonra o cismin ebedi devinmesini dairesel harekete havale eder. Böylece o cisim, dairesel devinimle sonsuza kadar sabit, düzenli ve istikrarlı bir hızla devinmesine devam eder.

Peki, doğanın cisimlere uygun gördüğü hız derecesi nedir? Doğa hangi hız derecesiyle cisimleri devindirmektedir? Hiç kuşkusuz, Galileo'ya göre, doğanın Yer'deki cisimlere uygun gördüğü hız derecesinin, Yer'in dönüş hızı olduğunu söylemek mümkün görünmektedir. Çünkü cisimler, Yer'in üzerinde olduklarından, Yer'in hareketine tabidirler. Yer, dönüş hareketini yapmakta olduğu için, cisimler de doğal olarak dönüş hareketi yapmaktadırlar. Yer, bu hareketini belli bir sabitlikte gerçekleştirdiği için, cisimler de Yer'e bağlı olarak belli bir sabit hızla hareket halindedirler. Cisimlerin, Yer'in hızını aşacak şekilde ya da Yer'in hızından geriye kalacak şekilde kendi başlarına devinmeleri söz konusu değildir.

Yerküre'nin deviniminin her yerde aynı hızda gerçekleştiğini söylemek elbette ki mümkün değildir. Bu hız kutuplara doğru yavaşlarken, ekvatora doğru daha da artmaktadır. Bu durumda Yer üzerindeki her cismin hızının da aynı olmadığını söylemek kaçınılmaz olmaktadır. Kutuplara daha yakın bir taş daha yavaş bir hızla devinmekte, ekvatora yakın bir taş ise daha hızlı devinmektedir. Görülüyor ki, aynı türdeki cisimlerin hızları, buldukları bölgelere göre farklılık gösterebilmektedir. Ancak, hız dereceleri farklı olsa da, hepsinin de hızı belli bir ayarda sabittir. Buna göre, cisim her neredeyse doğa ona oraya uygun bir hız vermektedir demek mümkündür.

Galileo'ya göre, dairesel devinim gerçekleşmeye başladıktan sonra, mükemmel düzen sağlanmış olacağı için, artık cisimlerin doğrusal harekete karşı arzuları kalmamış olur. Artık cisimler doğrusal harekete karşı o kadar tiksinti duymaya başlarlar ki, doğal yerlerinden bir şekilde ayrıldıklarında bile, doğal yerlerine dönüş yapmak için yaptıkları

doğrusal hareket tam bir doğrusal hareket değildir. Çünkü cisim, doğrusal hareketi gerçekleştirmekte iken dairesel hareketin de kendisini etkilemesine izin vermektedir. Böylece dairesel hareket, doğrusal hareketi etkilemiş olur ve cisim transversal hat ya da parabol çizerek hareketini tamamlar. Bu bakımdan doğrusal hareketin her zaman dairesel hareketin tahakkümünde olduğunu söylemek mümkündür.

Bilindiği üzere, Dünya'nın dönüş hareketi batıdan doğuya doğru gerçekleşmektedir. Dünya üzerindeki her cisim de doğal olarak bu dönüş hareketine iştirak etmektedir. Bu bakımdan, yeryüzündeki bütün cisimlerin doğuya doğru mutlak bir harekete sahip oldukları söz konusu olmaktadır. O halde batıya doğru hareket etmekte olan bir hareket sahibi, aynı zamanda Yer'in hareketine bağlı olarak doğuya doğru da nakledilecektir. Yani bu hareket sahibi aynı anda hem doğuya ve hem de batıya doğru hareket etmiş olacaktır. Dolayısıyla, hem doğuya ve hem de batıya doğru aynı anda gitmek mümkün görünmektedir. Buradan şöyle bir yargıya varmak mümkün görünmektedir: Hareket sahibi olan herhangi bir cismin, kendi hareketi ile Yer'in dönüş hareketine bağlı olarak doğuya doğru olan doğal hareketi olmak üzere en az iki hareketi bulunmaktadır. Doğuya doğru hareket etmekte olan bir hareket sahibi ise, hem kendi hareketiyle ve hem de Yer'in hareketiyle doğuya doğru nakledildiği için yine iki harekete sahip olmaktadır.

2.4.1. Galileo Göreliliği

Görelilik, bir başka şeye bağlı olma, belli şartlarda geçerli olma, geçerliliği sınırlı olma şeklinde tanımlanmaktadır.¹²⁵ Bu kavrama dikkat edilirse, bir *mutlakiyetsizlik* söz konusudur. Herhangi bir durum, farklı şartlar altındaki farklı kişilere göre değişebilmektedir. Ya da aynı durum, farklı konumlardaki farklı kişiler tarafından farklı algılanabilmektedir. Bu durumda, herhangi bir durumun gerçekliğini belirleyen ölçü nedir? Ya da bir durumun en gerçek halini belirlemek için o durumu algılayanlardan hangisinin algılaması referans olarak alınmalıdır? Hiç kuşkusuz böyle bir durumda herhangi bir algılayıcının algısını temel algı noktası olarak kabul etmemiz için herhangi bir neden bulunmadığını söylemek mümkün olmaktadır. Nitekim, görelilik deyince akla gelen ilk isimlerden, hatta belki de ilk isim olan Albert Einstein, evrende hareketin

Bkz. Süleyman Hayri Bolay, **Felsefe Doktrinleri ve Terimleri Sözlüğü**, Ankara: Nobel yayınları, 2013, s. 153.

kendisine göre ölçülebileceği ayrıcalıklı bir noktanın var olmadığı düşüncesindeydi.¹²⁶ Bu durumda hareketin görelî bir kavram olduğunu söylemek mümkün görünmektedir.

Aristoteles'in doğa felsefesinin günlük gözlemlerimize uygun olduğunu daha önce belirtmiştik. Gözlemlerimize göre, yüksekten bırakılan bir cisim düz bir çizgide düşmektedir. Bir gökdelenin tepesinden bırakılacak bir taşın, aşağıya kadar gökdelenin duvarını yalayarak düştüğünü gözlemlememiz de mümkündür. Ancak Galileo'ya göre, taş transversal bir yol izleyerek düşmektedir. O halde taşın transversal hareketini neden fark edemiyoruz? Çünkü eğer taş transversal bir hareket yapıyor ve biz ise onun düz bir hat çizdiğini algılıyorsak, bu bizim cisimlerin gerçek hareketlerini göremediğimiz anlamına gelmektedir. O halde cisimlerin gerçek hareketlerini algılamamıza engel olan şey nedir?

Bu konu ile ilgili olarak Galileo, iştirak etmekte olduğumuz bir hareketi fark etmemizin mümkün olmadığını söylemektedir.¹²⁷ Kuşkusuz ki, biz de bütün cisimler gibi Yer'in dönüş hareketiyle birlikte her an doğruya doğru nakledilmekteyiz. Yüksekten düşen bir taş da aynı zamanda doğruya doğru nakledilmekte olduğu için, taşla ortak bir hareketi paylaşmış olmaktayız. Bu yüzden, Galileo'ya göre, taşın çapraz bir şekilde düştüğünü görmemekteyiz. Taşın düştüğünü görebilmemizin nedeni ise, taşla beraber düşmüyor olmamızdır.¹²⁸ Yani taşın düşme hareketinin iştirakçisi değiliz. Eğer taşla beraber düşmekte olsaydık, Galileo'ya göre, düşüş hareketini algılamamız da mümkün olmazdı.

Galileo'nun gemi örneğinde de görelilik kavramına rastlamak mümkündür. Ona göre sabit bir hızda ilerleyen bir geminin alt kamarasında oturan birinin, geminin hareketini algılaması için herhangi bir neden bulunmamaktadır. Çünkü kamaranın içinde gemi hareketsizken gerçekleşen olaylar – örneğin ortamda uçuşan sinekler, herhangi bir yerden zeminde durmakta olan bir kaba damlamakta olan su ya da bir tütsü yakıldığında ortamda oluşturacağı duman bulutu – gemi sabit hızla ilerlerken de aynı şekilde gerçekleşmeye devam edeceklerdir.¹²⁹ Ne uçuşan sinekler geminin hızına ulaşmak için çaba sarf edeceklerdir, ne su damlacıkları ve ne de ortamdaki tütsü dumanı. Galileo'ya göre hepsi geminin sabit hızına dahil olmuşlardır.¹³⁰ Bu durumda,

¹²⁶ Bkz. John Gribbin, **Bilim Tarihi**, Barış Gönülşen (çev.), İstanbul: Alfa Yayınları, 2019, s. 471.

¹²⁷ Bkz. Galileo, **İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog**, s. 225.

¹²⁸ Bkz. a.g.e., s. 225.

¹²⁹ Bkz. a.g.e., s. 258–259.

¹³⁰ Bkz. a.g.e., s. 260.

Galileo'ya göre kamaranın içindeki olaylar bize geminin hareketi veya hızı hakkında hiçbir fikir vermeyecektir. Nitekim Galileo, Sagredo'nun ağzından şunu söylemektedir:

“Yolculuklarım sırasında kamarama çekilmiş otururken, geminin duruyor mu yürüyor mu olduğunu kendime yüzlerce defa sormuşluğum vardır ve bazen üzerime rehavet çöktüğünde gemiyi şu yöne doğru ilerliyor sanırken geminin aksi istikamette gittiğini fark etmişim.”¹³¹

Anlaşılacağı üzere, geminin içinde dışarıyla bağlantısı kesilmiş biri, geminin hareket halinde mi yoksa hareketsiz mi olduğunu anlayamayacaktır. Ancak dışarıdan gemiyi gözlemleyen bir gözlemci, geminin hareketli veya hareketsiz olduğunu anlayabilir. İçerideki gözlemci ise ancak hız istikrarsız olduğu zaman, yani gemi kalkışta hızlanırken, durmak için yavaşlarken ya da dalgalar yüzünden sarsılırken hareketi algılayabilir.

Galileo fiziğine göre şu söylenebilir ki, bir ortamdaki cisimlerin hareketlerini gerçek bir şekilde algılayabilmek için, o ortamın dışından gözlem yapmak gerekmektedir. Ortamın hareketinden etkilenmeyecek bir yerden gözlemlemek, hareket ile ilgili bize gerçek bilgiler verebilir. Bu bakımdan, düşmekte olan bir taşın çizdiği transversal hattı görebilmek için yeryüzünün dışına çıkmak gerektiğini söylemek mümkündür. Bu şekilde, Yer'in dönüş hareketinin de dışına çıkmış olunmaktadır. Demek ki, uzaydan yeryüzündeki cisimleri net bir şekilde gözleme imkânına sahip olan bir gözlemcinin, taşın hem düşme hareketini hem de doğuya doğru olan hareketini görmesi mümkündür.

Görülüyor ki, Galileo, hareketin gözlemcinin konumuna göre değişebileceğini belirtmektedir. O halde, Galileo'nun, görelilik kuramının temellerini attığını söylemek mümkündür.

2.5. GALİLEO'NUN DOĞA FELSEFESİNDE EVRENİN MERKEZİ

Daha önce de değindiğimiz üzere, Aristoteles evrene bir merkez belirlemekteydi. Bu merkez ise ona göre Yerküre idi. Ancak, Galileo'ya göre, evrenin bir merkeze sahip olduğunu iddia etmeden önce, doğada gerçekten böyle bir merkezin var olup olmayacağını tartışmamız gerekmektedir.¹³² Ona göre, evrenin sonlu mu yoksa sonsuz mu olduğu henüz kanıtlanmamıştır. Bu konuda Galileo şunları ifade etmektedir: “Ne siz

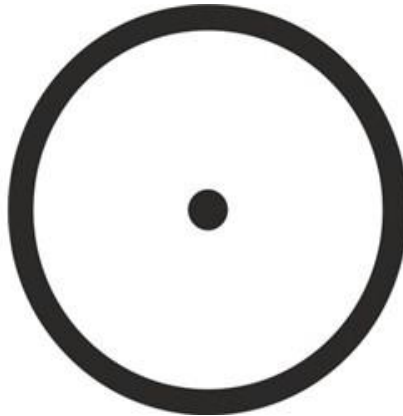
¹³¹ A.g.e., s. 260.

¹³² Bkz. a.g.e., s. 442.

ne de başkaları Evren'in sınırlarının bitimli ve belirli şekilli mi ya da sonsuz ve sınırsız mı olduğunu kanıtlamış değildir.”¹³³ Bu yüzden, evrenin bir sınırının ve şeklinin olup olmadığını söylemek çok zordur. Zira bir şeyin belirli bir şeklinin olması için sonlu ve sınırlarının olması gerekmektedir. Sonsuzun ise belirli bir şeklinin olması mümkün değildir.

Galileo'ya göre, evrenin bir merkeze sahip olup olmadığı belirsizlik içermektedir. Eğer evrenin bir merkezi olsa dahi, bunun yeryüzü olduğunu söyleyebilmek için kesin kanıtlara sahip olmadığımızı da belirtmektedir.¹³⁴ Hatta tam aksine, Yer'in evrenin merkezinde olmadığını gösteren kanıtlar bulunmaktadır. Nitekim gezegenlerin hareketlerini inceleyen Galileo, gezegenlerin bazen Yer'e çok yaklaştıklarını, bazen de çok uzaklaştıklarını beyan etmektedir.¹³⁵ Yani Galileo, gezegenlerle Yerküre arasındaki mesafelerde gerçekleşen korkunç değişimi, Yer'in evrenin merkezinde olamayacağını bir kanıtı olarak görmektedir. Ona göre, eğer Yer, evrenin merkezinde olsaydı, bütün gök cisimlerinin Yer'e hep aynı mesafede kalmaları gerekirdi. Çünkü yer merkezli evren düşüncesine göre, bütün gök cisimleri Yer'in etrafında daire çizmekteydiler. Dairesel devrimde bulunan bir cismin ise merkezindeki noktaya olan mesafesinin değişmesi akla uygun görünmemektedir.

Şekil 2.1. Bir noktayı merkez alarak Etrafında dönen bir cismin o noktaya olan mesafesi değişkenlik göstermez



Bu yüzden, gezegenlerle Yer arasındaki mesafelerdeki büyük değişimler, gezegenlerin Yer'in çevresinde daire çizmediklerini göstermekteydi. Bu da Yer'in evrenin merkezinde olmadığı anlamına gelmekteydi.

¹³³ A.g.e., s. 442.

¹³⁴ Bkz. a.g.e., s. 443.

¹³⁵ Bkz. a.g.e., s. 445.

Herhangi bir şeyin merkezinin olabilmesi için kuşkusuz sınırlarının olması gerekmektedir. Sınırı olmayan şeyin bir merkezinin olduğunu söylemek pek de makul bir fikir gibi görünmemektedir. Çünkü sınırı olmayan şeyde hangi noktada durulursa durulsun, o noktanın olduğu yerden bütün yönlere doğru sonsuz bir mesafe olacaktır. Ayrıca sonsuzlukta herhangi bir yöne doğru ne kadar mesafe kat edilirse edilsin, bir sınıra yaklaşmak hiçbir zaman mümkün olmayacaktır. Çünkü bir sınır olsa sonsuzluk olmazdı. Bu bakımdan, sonsuzlukta merkezin, kendisine göre ölçülüp belirlenebileceği kenarlar olmadığı için, sonsuz bir evrenin merkezinin olduğunu söylemek mümkün görünmemektedir.

Yukarıda da ifade ettiğimiz gibi, Galileo, evrenin bir sınırının olup olmadığı konusunun belirsizlik içerdiğini düşünmektedir. Bu yüzden, evrenin bir merkezinin olabileceğini söylemek de zorlaşmaktadır. Bununla beraber, eğer evrenin bir merkezinin olduğu kabul edilse bile, Galileo bunun Yerküre değil, Güneş olabileceğini söylemektedir.¹³⁶ Çünkü Yer ve diğer gezegenler Güneş'in etrafında dönmektedirler.

Galileo bu ifadeleriyle, Kopernik'ten sonra, Yer'in evrendeki saltanatına son vermiş olmaktadır. Zira, Yer artık evrenin kendi çevresinde döndüğü bir merkez olmaktan çıkıp, kendi yıldızının çevresinde dönen sıradan bir gezegen haline gelmiş olmaktadır.

2.6. GALİLEO'YA GÖRE MATEMATİĞİN ÖNEMİ VE DOĞAYA UYGULANMASI

Galileo'nun matematikle olan ilişkisinin, üniversitede tıp öğrencisi iken, kilisede sıkıcı bir vaazı dinlerken başladığı söylenmektedir. Kilisede vaazı dinlemekte olan Galileo'nun gözleri tavanda sallanan avizeye takılır ve Galileo, avizenin giderek yavaşlayan bir salınım gösterdiğini ama her salınım süresinin aynı olduğunu fark eder.¹³⁷ Bu olay, Galileo'nun hayatında bir dönüm noktası olur. Galileo kiliseden çıktıktan sonra tıp eğitimini bırakıp matematik çalışmaya karar verir. Yaptığı deneylerle matematiğin doğayı açıklamaya uygunsuzluk göstermediğini fark eden Galileo, doğayı matematik aracılığıyla açıklamaya başlar. Böylece Galileo, modern bilimin temellerini atan düşünürlerden birisi olmuştur.

¹³⁶ Bkz. a.g.e., s. 445.

¹³⁷ Bkz. Alfred Engelbertoviç Şekli, **Dünyayı Döndüren Adam GALİLEO**, Eldar Rüstemezade ve Ayşenur Öztürk (çev.), Ankara; Etkin Yayınevi, 2010, s. 13.

Modern bilimin başlangıç aşamasında Galileo'nun adından sıkça söz edilmesinin en temel nedeni, başta astronomi olmak üzere fizik, mekanik ve matematik gibi alanlarda yenilikçi açıklamalar yapmış olmasıdır.¹³⁸ Nitekim kendisinden sonra modern bilim çevreleri tarafından yapılan açıklamalarda, Galileo modern fiziğin kurucusu olarak nitelendirilmekte, ayrıca bilimsel kuramların olmazsa olmaz iki unsuru olan deney ve matematiksel açıklamaları, bilimin içerisine bir daha çıkarılması mümkün olmayan bir şekilde yerleştiren kişi olarak da anılmaktadır.¹³⁹ Bu yüzden, Galileo'nun modern bilimin temellerini atan kişi olduğunu söylemek haklı bir ifadedir. Zira modern bilimin en büyük özelliklerinden biri, hatta belki de en büyüğü, bilimin temeline matematiği yerleştirmesidir. Ona göre, bilgiyi elde etme yöntemi ve aracı Aristoteles'in belirttiği gibi mantık değil, matematiktir.¹⁴⁰

Doğayı anlamanın en iyi yolunun, hatta belki de tek yolunun matematik olduğunu düşünen Galileo'ya göre matematik Tanrısal bir şeydir. İnsan zihnini, matematiği kavradığı için kutsayan Galileo, matematiğin evrenin dili olduğunu düşünmektedir. Doğanın matematik diliyle yazıldığını söyleyen Galileo'ya göre,¹⁴¹ doğa, şifreli bir dille kaleme alınmıştır ve bu şifrenin anahtarı da matematiktir.¹⁴² Öyle ki, matematik doğal olayların doğru nedenlerini bulmak için kullanılacak en önemli araç konumundadır.¹⁴³ Hatırlanacağı üzere, Aristoteles matematiğin doğadaki olayların nedenlerini veremeyeceğini söylemekteydi. Ancak Galileo'ya göre matematik, doğanın işleyişine dair nedenleri verme özelliğini de taşımaktadır. Burada önemli olan nokta, teleolojik yani ereksel nedensellik yaklaşımının yerine, çok daha temel ve doğru bir yaklaşım içeren neden-sonuç ilişkisine dayanan bir nedensellik yaklaşımının getirilmiş olmasıdır.¹⁴⁴

İnsan zihni matematiği kavradığına göre, Galileo'ya göre, doğadaki şifreleri çözebilme yeteneğine sahip olmaktadır. Bu bakımdan, insan zihni Tanrısal bir özellik taşımaktadır. Nitekim Galileo şöyle demektedir:

¹³⁸ Bkz. Uğur Daştan, "Anarşist Galileo: Feyerabend'in Galileo Yorumu", **Felsefe Dünyası Dergisi**, Sayı: 75, 2022, s. 263.

¹³⁹ Bkz. Uğur Daştan, a.g.m. s. 266.

¹⁴⁰ Bkz. Mehmet Ali Sarı, "Francis Bacon ve Galileo'nun Bilim ve Yöntem Tasarımları", **Felsefe Dünyası**, Sayı 52, 2010, s. 217.

¹⁴¹ Bkz. Koçak vd., "Estetik ve Matematik", s. 3.

¹⁴² Bkz. Mehmet Ali Sarı, "Francis Bacon ve Galileo'nun Bilim ve Yöntem Tasarımları", s. 217.

¹⁴³ Bkz. Hüseyin Gazi Topdemir, "Galileo ve Doğanın Matematikle Kavranışı", **Bilim ve Teknik**, Eylül 2011, s. 105.

¹⁴⁴ Bkz. Topdemir, a.g.m., s. 105.

“Pythagorasçuların sayılar bilimini en yüksek düzeyde takdirle önemsediklerini, Platon’un insan zihnine hayranlık duyduğunu ve onu, sırf sayıların doğasına akıl erdirdiği için, Tanrısallığın bir parçası kabul ettiğini ben pekâlâ biliyorum ve ne de aynı kanaate sahip olmaktan uzak biriyim.”¹⁴⁵

İnsan zihninin sırf matematiği kavramaya uygun olduğu için, Galileo’ya göre, Tanrısalsal bir nitelik taşıyor olması, Galileo’nun doğanın anlaşılmasına verdiği önemi göstermektedir. Tanrısalsal bilinç, aşkın bir bilinçtir. Ancak doğanın anlaşılmasını sağlayan matematiği kavradığı için insan bilinci de, Galileo tarafından bu aşkın bilincin konumuna yükseltilmektedir, onun bir parçası olarak görülmektedir.

Matematik aynı zamanda, Galileo’ya göre, Tanrısalsal bir dildir. Galileo, “Matematikteki gösterimlerin bize sunduğu gerçek, Tanrısalsal bilginin tanıdığı gerçeğin aynısıdır”¹⁴⁶ demektedir. Dolayısıyla, Galileo’ya göre, matematiğin Tanrının yaratımı olan doğayı anlamak için bir araç olduğu söylenebilir.

Galileo’ya göre, matematik bütün insanların ortak dili olabilme özelliğine de sahiptir. Çünkü matematik objektiflik içermektedir. Galileo şunları ifade etmektedir:

“Saf matematik yani geometri ve aritmetik insan zihni tarafından kusursuzca anlaşılabilir. Bunlara ait önermelerden ilahi zihin sonsuz sayıdan daha fazlasını bilir, çünkü o hepsini bilir; fakat insan zihni algıladığı az sayıdaki önermeleri anlamada objektif kesinlik bakımından ilahi algılamaya eşittir. Çünkü insan bunun gerekliliğini anlama mertebesine ulaşır ve bunun bilinmesindeki gereklilikten daha üstün gereklilik yok gibidir.”¹⁴⁷

Buradan anlaşılmalıdır ki, Galileo’ya göre, matematiğin bilinmesi ve gerekliliğinin anlaşılması diğer her şeyi bilmekten daha önemlidir. Çünkü matematik, Tanrı ile insanın ortak noktası, ortak bilgisidir ve hiçbir şeyin verdiği bilgi, matematiğin verdiği bilgi gibi kesin değildir. Doğa bilimlerinde ise matematiksiz bilgi sahibi olmak mümkün değildir. Doğa bilimlerini matematiksiz ele almak Galileo’ya göre insanı hiçbir sonuca ulaştırmayacaktır. Galileo bu konuda şunları söylemektedir: “Şunu itiraf etmek gerekir ki doğa felsefesine ilişkin sorunları geometrisiz ele almak, yapılması imkânsız bir şeyi yapmaya kalkışmaktır.”¹⁴⁸ Burada Galileo, Aristoteles’in doğa felsefesine de gönderme yapmış olmaktadır. Zira Aristoteles, doğa felsefesini matematiksiz ele almıştı. Ancak Galileo’ya göre, doğa bilimleri ne sırf mantık yoluyla

¹⁴⁵ Galileo, İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog, s. 4.

¹⁴⁶ Galileo, a.g.e., s. 138.

¹⁴⁷ Galileo, a.g.e., s. 138.

¹⁴⁸ Galileo, a.g.e., s. 282.

çözülebilir ne de herhangi bir inançla. Doğa ancak kendi dili olan matematikle çözülebilir.

Doğa felsefesinde matematikten yoksun bir yol izlendiği takdirde zaman zaman doğru sonuçlara ulaşılsa bile, Galileo'ya göre bu yol yine de yanlıştır. Varılan sonucun doğru olması ona göre gidilen yöntemi doğru kılmamaktadır ve doğru olmayan yöntem doğru olmayan sonuç da verebilir. Yöntemin doğru olabilmesi için sınanabilir olması gerekmektedir. Yani yöntemin kendisinin de kanıtlanabilir olması gerekmektedir. Kendisi sınanamayan yöntem doğru sonuçla uyumlu olamaz. Galileo'ya göre, yöntem ve sonucun birbirlerine uyumlu olması gerekmektedir. Örneğin Galileo şunları söyler:

“Aristoteles, Dünya sadece bir çizgi değildir ne de sırf bir yüzeydir; fakat uzunluk, genişlik ve derinlik unsurlarıyla donanmış bir cisimdir diyerek, yeryuvarlığının bütünlüğünü ve mükemmelliğini ortaya koyarak peripatetikçi ilk ileri adımı atmış oluyor ve boyutlar üç boyuttan ibarettir, Dünya da bu üç boyuta sahip olduğundan mükemmeldir diyor. Sonrada çizgi denen o uzunluk ölçüsüne genişlik eklenince yüzey oluştuğunu, bu unsurlara da yükseklik ya da derinlik eklenince cisim oluştuğunu söylüyor; üç boyuttan başka boyuta yer vermemesi ile bütünlüğü bu üç boyuta indirgeyerek tüme ulaşması durumunu Aristoteles'in açık seçik kanıtlamış olmasını isterdim.”¹⁴⁹

Burada Galileo'nun, cisimlerin üç boyutlu olmasını reddetmediği görülmektedir. Ancak bu bilginin Aristoteles tarafından kanıtlanmış olmadığını vurgulamaktadır. Öyle anlaşılmaktadır ki, Galileo kanıtlanmamış bilginin doğruluğundan asla emin olunamayacağını düşünmektedir.

Peripatetikçi (Aristotelesçi) doğa felsefesi, maddenin üç boyutlu olmasını, doğanın, bütünlüğü ancak üç sayısının oluşturabileceği, tanrılara sunulan kurban sayısının üç olması ya da üç dışındaki sayıların bütünü oluşturamayacağı gibi düşünceler ile desteklemektedirler.¹⁵⁰ Ancak Galileo'ya göre, bunların kanıt olabilmeleri mümkün değildir. Zira, ona göre, bir şeyin kanıt olabilmesi için matematiksel bir nitelik taşıması gerekmektedir. Bu yüzden Galileo, boyutların sayısının üç olduğunu matematiksel olarak şu şekilde kanıtlamaya çalışmaktadır:

“Tavandan zemine doğru ucuna bir ağırlık bağlanarak sarkıtılan bir ip, zeminden tavana çizilecek çizgilerin en doğru olanıdır ve tavanın gerçek yüksekliğini gösterir. Zeminin uzunluk ve genişliğini belirlemek için bu ipe dik açıyla çizilebilecek çizgi sayısı

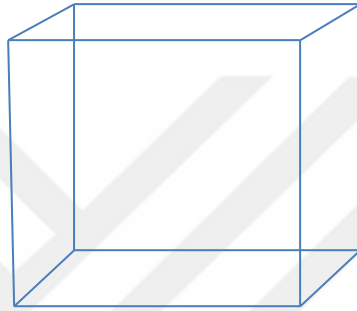
¹⁴⁹ Galileo, a.g.e., s. 2.

¹⁵⁰ Bkz. Galileo, a.g.e., s. 2.

ise en fazla ikidir. Çizgilerin birbirlerine dik açıdan başka bir açıyla çekilmemesi gerekmektedir. Bu yüzden boyut sayısı en fazla üçtür.”¹⁵¹

Galileo, birbirlerine dik bir açıyla çizilebilecek çizgi sayısının en fazla üç olabileceğini söyleyerek bunların maddenin yükseklik, genişlik ve uzunluğunun belirleyicisi olduğunu vurgulamaktadır. Galileo'nun bu kanıtlamasını aşağıdaki şekil üzerinde anlatmak mümkündür:

Şekil 2.2. Küp

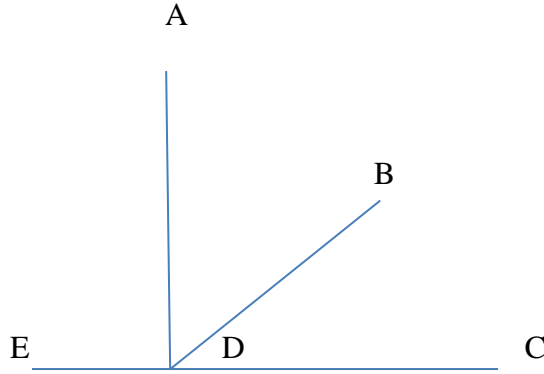


Şekil 2'deki küpe dikkat edilirse, hangi köşesinden tutulursa tutulsun, tutulan köşeden birbirlerine dik olarak en fazla üç kenar uzanabilir. Bu ise bu küpün en fazla üç boyutlu olduğu anlamına gelmektedir. Ancak burada Galileo'ya şöyle bir itiraz yöneltmek mümkündür: Bir noktada birleşen ve birbirlerine dik olan çizgiler, birleştikleri noktadan itibaren birbirlerine dik olarak uzatılmaya devam edilebilirler. Örneğin, şekil 3'te D noktasında birleşen ve birbirlerine dik olan A, B ve C çizgileri görülmektedir. Ancak C çizisi diğer iki çizgiye dik olacak şekilde E noktasına kadar uzatılmıştır. İşte Galileo'ya göre E çizisi ancak C'nin bir uzantısı olabilir, bağımsız bir çizgi değildir.¹⁵² Bu yüzden, Galileo'ya göre, temsil ettiği ayrı bir boyut da bulunmamaktadır.

¹⁵¹ Galileo, a.g.e., ss. 7–8.

¹⁵² Bkz. Galileo, a.g.e., s. 8.

Şekil 2.3. Galileo Dönüşümleri



Galileo, doğanın üç boyutlu olduğunu matematiksel kanıtlarla ortaya koymaya çalışarak matematiğin doğaya uygulanabilir olduğunu göstermek ister. O, bu konuda Aristoteles'in matematiğin doğaya uygulanamaz olduğuna dair görüşünü reddetmektedir. Ona göre, Aristoteles gözleme ve matematiğe dayanmayan ilkeler belirleyip, bu ilkelerle evrenin tamamı hakkında çıkarımlarda bulunmaktadır.

Matematiğin doğaya uygulanması konusunda Galileo'nun Aristoteles'e yönelttiği itirazlardan biri de maddenin birbirlerine temaslarının tek bir noktada olup olmadığı konusudur. Nitekim daha önce değindiğimiz üzere, Aristoteles geometrik şekillerin doğaya uygun olmasının söz konusu olmadığını söylemekteydi. Bu yüzden çemberin teğete tek bir noktada temas etmesinin mümkün olmadığını savunmaktaydı. Geometrik şekiller mükemmel olduğundan ve doğal şekiller mükemmel olmadıklarından, ona göre matematik, doğaya uygulanamayıp sadece akıldaki bir tasarımdan ibaret kalmaktaydı. Ancak Galileo'ya göre, çemberin teğete teması tek bir noktada gayet mümkündür. O, iki taşın ya da iki demirin dış uzantılardan temizlenip birbirlerine doğru yavaşça yaklaştırıldıklarında çoğu defa birbirlerine tek bir noktada temas edeceklerini düşünmektedir. Bu durumu Galileo şöyle ifade etmektedir: “Yüzeyleri sinekkaydı denecek derecede pürüzsüz ve kaygan olursa ve her ikisi de birbirine sürtünüp zarar vermeyecek gibi bir masa üstüne konsa, birbirlerine doğru yavaşça yanaştırılırsalar, hiç şüphem yok ki tek bir noktada temasta buluşabilirler.”¹⁵³ Bu da Galileo'ya göre, maddenin matematiksel şekillere uygun olduğunu göstermektedir.

¹⁵³ Galileo, a.g.e., s. 291.

SONUÇ

Galileo'nun doğa felsefesi, matematiği kullanma noktasında modern bilime daha uygundur. Zaten modern bilimin kaynağının bizzat Galileo'nun kendisi olduğu araştırmacılar tarafından dile getirilmektedir. Zira modern bilim matematik temelini üzerine inşa edilmiştir ve bu yöntem Galileo tarafından kararlı bir şekilde uygulanmaya başlanmıştır. Galileo bunu yaparken Aristoteles'in fiziğini eleştirerek ilerlemiştir. Çünkü Aristoteles fiziği matematik içermemekteydi. Aristoteles fiziğini doğrudan bir eleştiriye tabi tutmadan modern fiziğin kabul edilmesi ve yaygınlaşması çok daha zor olabilirdi. Bu yüzden Galileo, kendi doğa felsefesini Aristoteles fiziğinin eleştirisi üzerinde oluşturmuştur.

Galileo deyince aklımıza gelebilecek ilk şey, hiç kuşkusuz *düzendir*. Başka bir deyişle *evrensel düzendir*. Zira Galileo, evrende mükemmel bir düzenin olduğunu ısrarla vurgulamaktadır. Çünkü evren, ona göre, matematiksel ölçülerde yaratılmıştır. Bu yüzden evrende düzensizliğin var olması ona göre mümkün değildir. Düzensizlik, doğanın tahammül edemediği bir durumdur. Doğada en küçük bir düzensizlik oluştuğunda doğanın yaptığı ilk şey o düzensizliği olabilecek en kısa yoldan çözmektir. Matematik doğada içkindir ve en küçük bir düzensizlik bile, mükemmel matematiksel düzenin kaldırabileceği bir şey değildir.

Galileo, Aristoteles'in ikici evren anlayışına karşı çıktı. Özellikle ikici evren anlayışını eleştirerek bütün evrenin aynı ilkelere sahip olduğunu savundu. Yani bütün evren ona göre mükemmel düzendedir. Mükemmel düzene yaraşan hareketin de dairesel hareket olduğunu düşünen Galileo, ne Yer'de ne de gökyüzünde doğrusal hareketin olduğunu savunmaktadır. Ancak bizler yeryüzünde doğrusal hareketin gerçekleştiğini gözlemleyebilmekteyiz. Esasen Aristoteles'in iddia ettiği gibi yeryüzünde hareketlerin doğrusal bir biçimde gerçekleşmesi de zaten günlük gözlemlerimize uygun bir iddiadır. Ancak Galileo bu gözlemlerimizin bir yanılgıdan ibaret olduğunu kanıtladı. Böylece Galileo'dan sonra hareket teorisi de değişmiş oldu. Bu yeni teoride, hareketin nedeni, cisimlerin hızları, hız ve ağırlık ilişkisi, hareketin cisimler üzerinde etkisinin olup olmadığı gibi konular yeniden tartışıldı.

Galileo, serbest düşüş hareketinde hızın asla sabit olmadığını deneylerle göstererek ivmeyi tanımladı. Ayrıca hareketin cisimler üzerindeki zorunlu tahakkümünü

reddedip, hareketin, cismin o an içinde bulunduğu bir durumdan ibaret olduğunu söyleyerek eylemsizlik yasasını açıkladı.

Galileo'ya göre bütün cisimler gerçekte ya dairesel ya da dairesel harekete yakın hareketler yapmalarına rağmen biz onların dik hareket yaptıklarını gözlemlemekteyiz. İşte Galileo'ya göre, biz de Dünya'nın dönüş hareketine iştirak ettiğimiz için cisimlerin gerçek hareketlerini görememekteyiz. Buna göre, uzaydaki bir gözlemci yeryüzündeki cisimlerin hareketlerini gözlemleyebilseydi, muhtemelen cisimlerin gerçek hareketlerini görebilirdi. Aynı cismin aynı hareketi bize farklı, uzaydaki gözlemciye de farklı görünmüş olurdu. Yani aynı hareket kişinin konumuna bağlı olarak farklı görünecekti. İşte Galileo bu fikriyle görelilik teorisinin de temellerini atmış oldu.

Yer'deki hareketlerin iştirakçisi olmamız nedeniyle cisimlerin gerçek hareketlerini göremiyor olmamız, Galileo'ya göre duyularımızın bizi yanıltabildiğini göstermektedir. Bu yüzden Galileo, yalnızca duyuların verileriyle doğayı yorumlamayı reddetmektedir. Sıradan günlük gözlemler yanıltıcı olabileceği için daha net ve daha detaylı gözlemler yapmak Galileo'ya göre kaçınılmaz bir durumdur. Özellikle astronomi alanında gerçek verilere ulaşmak sıradan gözlemlerle mümkün değildi. Bu yüzden Galileo, kendisinden önce bulunan fakat kendisinin daha da geliştirdiği teleskobuyla gökyüzünü detaylıca incelemeye başladı. Ayrıca Galileo'nun, kendi teleskobuyla Jüpiter'in dört uydusunu keşfetmiş olması da bilime bir armağanıdır. Çünkü Galileo, teleskopla gökyüzü keşiflerinin önünü açmıştır.

Galileo'nun Aristoteles'e karşı çıktığı noktalardan biri de onun yeterince deney ve gözlem yapmamış olduğudur. Ona göre, Aristoteles doğayı yorumlarken deney ve gözleme çok az başvurmuştur. Galileo'ya göre ise doğa bilimlerinde deney ve gözlem yapmak bizi daha doğru sonuçlara götürecektir. Bu yüzden kendisi, doğa felsefesini geliştirirken deney ve gözlem yapmayı ilke edinmiştir. Galileo sıradan günlük gözlemler ve tahminlerle doğanın doğru anlaşılmayacağını söylemektedir. Ona göre deney, gözlem ve matematik birlikte kullanıldığında doğayı anlamamız çok daha mümkün olabilecektir.

Matematik, Aristoteles'e göre doğa felsefesi için uygun bir alan değilken, Galileo'ya göre uygundur. Aristoteles, matematiğin bize etkin, formel ve ereksel nedenler hakkında bilgi veremeyeceğini, oysa bir doğa filozofunun bu nedenleri araştırdığını, dolayısıyla matematiğin doğa felsefesinde kullanılmasının mümkün

olmadığını ifade etmiştir. Bir matematikçi de nedensel açıklama yapabilmektedir, fakat bu nedensel açıklama, töz anlamına gelen ve doğa filozofunun aradığı anlamda bir formel neden değildir; bir matematikçi bir geometrik şekil ile ilgili nedensel açıklamada bulunabilir, örneğin bir üçgenin iç açıları toplamı neden 180 derecedir? Bunun cevabını bir matematikçi verebilir (ayrıca bkz. bu çalışmada 12. dipnot). Oysa töz anlamında kullandığımız bir formel neden açıklamasını matematikçi yapamaz. Matematiksel bir bilim olarak astronomi, Güneş'in Dünya'ya olan mesafesi ya da dini bir bayramın yılın hangi gününe geldiğini ya da bir yıl kaç günden oluşur gibi hesaplamalar yapabilir, fakat evrenin şekli, gezegenlerin dairesel mi yoksa başka türden hareketleri mi vardır, Dünya evrenin merkezinde midir, Dünya hareketli midir, hareketsiz midir türünden sorulara ise bir astronom değil, bir doğa filozofu cevap verebilir çünkü bu türden sorular, matematikçinin veremeyeceği türden nedensel açıklamalar yapmayı gerektirir. Oysa Kopernik ve Galileo, bu türden sorulara, gözlem sonuçlarına uyguladıkları matematik yoluyla cevap vermek suretiyle matematiksel doğa felsefesini ortaya çıkarmışlardır.

KAYNAKÇA

- Aksoy, Mutlu, “Aristoteles’in Bilgi Görüşünün Empirizm ve Rasyonalizm Bağlamında Değerlendirilmesi”, **Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi**, Cilt: 14, Sayı: 76, 2021.
- Anlı, Ömer Faik, “Aristoteles ve Fizik”, **Bilim ve Ütopya**, Sayı: 209, 2011.
- Aristoteles, **Gökyüzü Üzerine**, Saffet Babür (çev.), Ankara: BilgeSu Yayınları, 2018.
- Aristoteles, **Fizik**, Saffet Babür (çev.), İstanbul: Yapı Kredi Yayınları, 2020.
- Aristoteles, **Metafizik**, Y. Gurur Sev (çev.), İstanbul; Pinhan Yayınları, 2018.
- Bolay, Süleyman Hayri, **Felsefe Doktrinleri ve Terimleri Sözlüğü**, Ankara: Nobel yayınları, 2013.
- Crease, Robert P., **Prizma ve Sarkaç**, Mehmet Doğan (çev.), İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi, 2015.
- Çimen, Ünsal, “Kopernik’in De Revolutionibus’u İçin Osiander’ın Yazdığı Önsözün Araçsal Bir Yorumu: Bir Yeniden Değerlendirme”, **FelsefeLogos**, Sayı: 72, 2019.
- Çimen, Ünsal, **Azizler ve Dâhiler: Ortaçağda Bilim ve Sekülerizm**, Ankara: Fol Yayınları, 2021.
- Çolak, Pelin Dilara, “Aristoteles 4 Neden ve Hayal Panosunun Teleolojik Hakikati”, **Felsefe tarihi** 16, <https://youtu.be/D8ra0Np8ARk>.(Erişim Tarihi: 22.03.2020,)
- Daştan, Uğur, “Anarşist Galileo: Feyerabend’in Galileo Yorumu”, **Felsefe Dünyası Dergisi**, Sayı: 75, 2022.
- Delahaye, Thierry, **Gözleri Yıldızlarda Bir Bilim Adamı**, Belgin Çınar (çev.), Ankara: Arkadaş Yayınevi, 2019.
- Eren, Fatma, “Aristoteles’in Doğa Felsefesi”, **İlk Çağda Doğa İçinde**, Editör: Abrim Gürgen, 375–407. Doğu Kütüphanesi Yayınevi, İstanbul, 2021.
- Galilei, Galileo, **İki Büyük Dünya Sistemi Hakkında Diyalog**, Reşit Aşçıoğlu (çev.), İstanbul; Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 2020.
- Galilei, Galileo, **İki Yeni Bilim Üzerine Diyaloglar**, Yasemin Çevik (çev.), Ankara: Elips Kitap, 2011.
- Galilei, Galileo, **Yıldızlardan Gelen Haber**, Kutsi Aybars Çetinalp (çev.), İstanbul: Kırmızı Kedi Yayınevi, 2020.

- Günay, Durmuş, “Bilimin Matematiksel (olan) Temeli”, **Matematik ve Felsefe I. Ulusal Sempozyumu**, 2003.
- Gürel, Osman, **Doğa Bilimleri Tarihi**, Ankara: İmge Kitabevi, 2001.
- Gribbin, John, **Bilim Tarihi**, Barış Gönülşen (çev.), İstanbul: Alfa Yayınları, 2019.
- Harari, Yuval Noah, **Hayvanlardan Tanrılara Sapiens**, Ertuğrul Genç (çev.), İstanbul: Kolektif Yayınları, 2016.
- Henry, John, **Bilim Devrimi ve Modern Bilimin Kökenleri**, Selim Değirmenci (çev.), İstanbul: Küre Yayınları, 2020.
- Kelikli, Murat, “Aristoteles’in Matematik Felsefesi ve Matematik Soyutlama”, **Beytulhikme: An International Journal of Philosophy**, 2017.
- Küçükali, Rıdvan, Mustafa Koç, “Galileo’nun İki Büyük Dünya Sistemi Hakkındaki Diyalogları ve Bilime Etkisi”, **Kaygı Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Felsefe Dergisi**, sayı 26, 2016.
- Koç, Yasin, “Newton 1. yasa: Sabit hızda giden bir traktörün arkasına bağlanan trampolinde zıplayan bir genç.”, <https://youtu.be/O1YbufHFqkY>.(Erişim Tarihi: 17.10.2020,)
- Koçak, Zeynep Fidan, Neşe İşler, Sibel Paşalı Atmaca, “Estetik ve Matematik”, The First International Congress Of Educational Research Symposium, 2009.
- Launay, Mickael, **Matematiğin Kısa Tarihi**, Gülşah Ünal (çev.), İstanbul; Say Yayınları, 2020.
- Maury, Jean Pierre, Galilei Yıldızların Habercisi, Ali Berktaş (çev.), İstanbul: Yapı Kredi Yayınları, 2006.
- Özdemir, Seçil, “Fizik ve Astronomi Bilimlerindeki Gelişmeler Bağlamında Modern Dönem Doğa Tasarımının Oluşumu Üzerine Bir Sorgulama”, **Kilikya Felsefe Dergisi**, 2020, Sayı: 2.
- Ross, David, **Aristoteles**, Ahmet Arslan (çev.), İstanbul; Kabalcı Yayınları, 2017.
- Sarı, Mehmet Ali, “Francis Bacon ve Galileo’nun Bilim ve Yöntem Tasarımları”, **Felsefe Dünyası**, Sayı 52, 2010.
- Stewart, Ian, **Matematiğin Kısa Tarihi**, Sibel Sevinç (çev.), İstanbul: Alfa Yayınları, 2021.
- Struik, Dirk J., **Kısa Matematik Tarihi**, Yıldız Silier (çev.), İstanbul: Doruk Yayınları, 2011.

Şteklı, Alfred Engelbertoviç, **Dünyayı Döndüren Adam GALİLEO**, Eldar Rüstemezade ve Ayşenur Öztürk (çev.), Ankara; Etkin Yayınevi, 2010.

Tekeli, Sevim, Esin Kâhya vd. , **Bilim Tarihine Giriş**, Ankara: Nobel Yayınları, 2021.

Topdemir, Hüseyin Gazi, “Galileo ve Doğanın Matematikle Kavranışı”, **Bilim ve Teknik**, Eylül 2011.

Topdemir, Hüseyin Gazi. “Doğa Felsefesinden Fiziğe: Galileo Aristoteles’e Karşı”, **Bilim ve Teknik**, Ağustos 2013.

Westfall, Richard S., **Modern Bilimin Oluşumu**, İsmail Hakkı Duru (çev.), İstanbul: Alfa Yayınları, 2015.

Yeşilyurt Çetin, Aysun, “Matematik Felsefesi ve Matematiksel Düşünmeye Yönelik Uzman Görüşleri”, **Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 2021.