

Thomas Kuhn ve Bilimin Doğası: Fen Eğitimi ve Bilim Felsefesi Açısından Bir İnceleme

Alper Bilgehan YARDIMCI*

Özet

Fen eğitimi ve öğretiminin anahtar unsurlarından bir tanesi bilimin doğasının ve özelliklerinin doğru bir şekilde tespit edilmesidir. Bilimin doğasına yönelik tespitler fen eğitimi yöntemlerini birçok açıdan etkilemektedir. Fen eğitimi ve fen öğretimi ile ilgili olan kişiler bilimin doğasının açık bir şekilde öğretilmesi gerektiğini kabul etmektedir. Thomas Kuhn'un bilim tarihi, bilim felsefesi ve bilim sosyolojisi alanlarını içeren incelemeleri neticesinde ileri sürdüğü bilimin yapısına, işleyişine ve doğasına yönelik tezleri (paradigma, olağan bilim, bilimsel devrimler, eşölçülemezlik, bulmaca çözüme, kuram seçimi, keşif ve gerekçelendirme ayrımı) fen eğitimi ve öğretimi alanında sıklıkla başvurulan kaynaklar olmuştur. Bu doğrultuda makalede mantıkçı pozitivist bilim anlayışının bilimin nesnel, evrensel, kesin gerçekleri ortaya çıkaran, sosyal-kültürel değerlerden ve ön yargılardan bağımsız, bilimsel bilginin birikimsel bir şekilde ilerlediği yönündeki iddiası bilimin gerçek doğasını yansıtmadığı düşüncesiyle Kuhn'un görüşleri çerçevesinde tartışılmaktadır. Makalenin temel savı Kuhn'un bilime ve bilimin doğasına yönelik tespitlerinin bilimin gelişen, dönüşen ve değişen yapıdaki gerçek doğasına vurgu yaptığı ve böylece fen eğitiminde sıklıkla başvurulan bilimin doğasına yönelik kavrayışı dönüştürdüğüdür.

Anahtar Kelimeler: Bilimin Doğası, Fen Eğitimi, Thomas Kuhn, Bilim Felsefesi, Paradigma.

Thomas Kuhn and the Nature of Science: A Perspective from Science Education and Philosophy of Science

Abstract

One of the key elements of science education and teaching is to accurately determine the nature and characteristics of science. Determinations about the nature of science affect science education methods in many ways. Those involved in science education and science teaching agree that the nature of science should be taught explicitly. Thomas Kuhn's theses (paradigm, normal science, scientific revolutions, incommensurability, puzzle solving, theory choice, discovery and justification distinction) on the structure and nature of science, which he put forward as a result of his studies including the history of science, philosophy of science and sociology of science, have been frequently referenced sources in the field of science education and teaching. Accordingly, in the article, the claim of the logical positivist understanding of science is discussed within the framework of Kuhn's views, with the thought that it does not reflect the nature of science. The main argument of the article is that Kuhn's determinations on science and the nature of science emphasize the developing, transforming and changing structure of science and thus he transforms the understanding of the nature of science that is often used in science education.

Keywords: Nature of Science, Science Education, Thomas Kuhn, Philosophy of Science, Paradigm.

* Doç. Dr., Pamukkale Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Felsefe Bölümü, alperyardimci@pau.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3245-7203.

Giriş

Fen eğitimi ya da bilim eğitimi genel olarak fizik, yaşam, yer ve uzay bilimleri gibi pozitif bilimlerin içerik ve uygulamalarının eğitimciler ve fen öğrencilerine nasıl aktarılması gerektiği ve aynı zamanda fen eğitiminin uygun yöntem ve tekniklerle nasıl gerçekleştirileceğine yönelik süreçlerle ilgilenen ve bu doğrultuda pedagoji oluşturan bir alandır. Fen eğitiminin amaçlarından biri bu eğitimi etkili bir şekilde gerçekleştirmek için öğrencilerin anlayış ve yeteneklerini geliştirecek şekilde onların fen içeriğini ve becerilerini nasıl öğrenebilecekleri ve bu süreçte karşılaşılan öğrenme güçlüklerinin hangi unsurlardan kaynaklandığını tespit etmektir. Fen eğitiminin diğer bir amacı ise bilimin karmaşık ve sistematik doğasının öğrencilere daha ilgi çekici bir şekilde nasıl aktarılacağı ile ilgilidir (Wellington, 2001: 23). Bu amaçlar doğrultusunda fen eğitiminde sıklıkla başvurulan anahtar unsurlardan bir tanesi bilimin doğasına [*Nature of Science (NOS)*] yönelik belirlemelerdir. Fen eğitimi ve bilimin doğası arasında yakın bir ilişki vardır. Bilimin doğasının ve özelliklerinin doğru bir şekilde saptanması fen eğitimi yöntemlerini birçok açıdan etkilemektedir çünkü bilimin doğası öğrencilerin bilim anlayışlarını geliştirmeye yardımcı olmakla birlikte onların bilimsel temelli kişisel ve toplumsal sorunlar hakkında bilinçli kararlar almalarını sağlayan bilimsel okuryazarlıklarının da kritik bir bileşenidir. Öğrencilerin bilimsel okuryazar olmaları için bilimsel söylemlere katılmaları gerekir. Bu nedenle bilimin ve bilimin doğasının ne olduğu, nasıl işlediği, güçlü ve zayıf yönlerinin neler olduğu gibi bilimin gerçek doğasını sergilemeye yönelik bir anlayış geliştirmek fen eğitiminin ve ‘herkes için bilim anlayışının’ ayrılmaz bir parçasıdır.

Bu çerçevede bilimin doğasına ilişkin çeşitli görüşler ortaya çıkmıştır. Yirminci yüzyılın ikinci çeyreğinden 1980’lere kadar bilimin doğası konusunda yaygın olarak kabul gören görüş mantıkçı pozitivist bilim anlayışıdır. Bu bilim anlayışına göre bilim ve bilimsel bilgi nesnel, objektif ve her türlü kültürel ve toplumsal etkenlerden izole bir şekilde ortaya konulan bilişsel ve epistemolojik bir sürecin ürünüdür. Bu nedenle bilim ve doğası öznel, kişisel ve toplumsal unsurlardan ayrı kendi nesnel iç işleyişine sahiptir. Bu görüşe tepki olarak Kuhn’un bilim tasarımı ise içselci ve yalnızca epistemolojik girişimlerden oluşan bir yapıya değildir, bilimin doğası bilişsel olmayan ve dışsal faktörlerden etkilenen bir yapı sergilemektedir. Thomas Kuhn özellikle ‘Bilimsel Devrimlerin Yapısı’ (1962) adlı eserinde vurguladığı düşünceler ile bilimin doğasına yönelik yeni bir kavrayışın temelini atmıştır. Kuhn’un bilim tarihi, bilim felsefesi ve bilim sosyolojisi çerçevesinde bilimin doğasını etkileyen tespitleri (paradigma kavramı, olağan bilim-bilimsel devrimler gibi bilimin safhaları, bilimsellik ölçütü olarak önerdiği bulmaca çözme faaliyeti, farklı paradigmalara ilişkin kuramların eşölçümezliği, kuram seçimi) konunun yeni bir bakış açısıyla değerlendirilmesine imkân tanımıştır. Bu nedenle Kuhn’un bilime ve bilimin doğasına yönelik anlayışının bilimin gelişen, dönüşen ve değişen yapıdaki gerçek doğasına vurgu yaptığı ve böylece bilimin doğasına yönelik mevcut kavrayışı dönüştürdüğü iddiası onun bilim tasvirinde belirleyici olan argümanların analiz edilmesi ile bu çalışmada ortaya konulmaktadır.

1. Bilimin (Mantıkçı) Pozitivist Doğası

Fen eğitimi ve bilimin doğası üzerine araştırmalar on dokuzuncu yüzyılın son çeyreğinde Ernst Mach’ın ‘Klasiklerde ve Bilimlerde Eğitim Üzerine’ (*On Instruction in the Classics and the Sciences, 1886*) isimli çalışması ile yirminci yüzyılın başlarında John Dewey’in ‘Konu ve Yöntem Olarak Bilim’ (*Science as Subject-Matter and as Method, 1910*) adlı eserine dayanan bir tarihe sahiptir. Belirtilen tarihlerden günümüze bilimin nasıl bir doğası olduğuna yönelik belirlemeler bilimin gelişimi ve bilim hakkındaki sistematik düşünce boyunca değişmektedir. Bu değişim bilim ve fen eğitimi topluluklarının son yüzyılda ‘bilimin doğası’ ifadesini tanımlama biçimlerine de yansımaktadır (N.G.

Lederman, J.S. Lederman & Antink, 2013: 140). Bu nedenle, bilimin doğasını doğru bir şekilde tespit edip öğrencilere aktarmak ve öğrencilerin bilimin doğasının değişime açık yapısı hakkında yeterli kavramları geliştirmelerine yardımcı olmak fen eğitiminde süregelen bir hedef olmuştur (N.G. Lederman, J.S. Lederman & Antink, 2013: 139).

Bu hedef kapsamında bilimi ve bilimin doğasını tanımlamak bilim felsefecileri ve eğitimcilerin önemli gündemlerinden birisidir. Bilimin tanımlanması, bilimi diğer disiplinlerden ve sözde bilimlerden ayırt edecek bir kriterin belirlenmesi diğer bir deyişle bilimsellik ölçütünün ne olduğu konusunda henüz evrensel olarak kabul görmüş bir ölçütün olmadığı bilinmektedir (Feyerabend, 1975; Rorty, 1979; Laudan, 1983; Sarı, 2017). Aynı şekilde bilimin doğasının ne olduğu ve özelliklerine ilişkin eğitimciler arasında da bir uzlaşma olmadığı söylenebilir (Hodson, 2014: 923; Niaz, 2009; Abd-El-Khalick, 2012; N.G. Lederman, J.S. Lederman & Antink, 2013: 140; Duschl, R. A., & Grandy, R. 2013; 2124) ancak son yıllarda yapılan çalışmalar bilimin doğasına yönelik bilim uygulayıcıları, fen eğitimcileri, bilim felsefecileri ve bilim tarihçileri arasında ortak özelliklerden yola çıkarak belirli ölçüde görüş birliğinin sağlandığını ortaya koymaktadır (Irzık ve Nola, 2014: 1000, Niaz, 2009: 33). Buna göre, bilimin doğası ifadesi genel olarak bilimin epistemolojisine, bir bilme yolu olarak bilime veya bilimsel bilginin gelişimine özgü değer ve inançlara atıfta bulunmaktadır (N.G. Lederman, J.S. Lederman & Antink, 2013: 140). Diğer bir ifadeyle, bilimin doğası kısaca bilime özgü değerler ve varsayımlar olarak ifade edilebilmektedir (N. G. Lederman, 1992: 331).

Bununla birlikte, bilimin doğasının özellikleri konusunda yaygın olarak kabul gören görüş pozitivist ya da mantıkçı pozitivist düşüncüyü yansıtan yaklaşımdır. Mantıkçı pozitivist ya da mantıkçı ampirist¹ olarak bilinen Viyana Çevresi, 1929 yılında Rudolf Carnap, Hans Hahn ve Otto Neurath tarafından 'Bilimsel Dünya Anlayışı: Viyana Çevresi' (*The Scientific World Conception: The Vienna Circle*) adlı manifesto ile görüşlerini dünyaya bildiren, pozitivist ve ampirizmi yeniden kavramsallaştırarak ileri süren bir grup düşünürün oluşturduğu bir topluluktur. Mantıkçı pozitivist bilim anlayışını temsil eden Çevre üyelerinin bilimin doğasına yönelik kavrayışları bilim felsefesi ile birlikte doğa bilimleri ve sosyal bilimleri özellikle 1950'li yıllarda etkisi altına almış bir anlayıştır. Viyana Çevresi'ne göre bilimin doğası genel olarak aşağıdaki yönleriyle karakterize edilmektedir.

(Mantıkçı) Pozitivist bilimin doğası:

- Bilimsel bilgi mutlak ve kesin bir bilgidir.
- Bilimsel bilgi gözlem ve deneye dayanmaktadır.
- Bilimde nesnel gözlem mümkündür. Gözlemler kuram yüklü değildir.
- Bilim birikimsel bir şekilde ilerleyen ve olayları doğrulayan bir etkinliktir.
- Bilimin kendine özgü belirli bir yöntemi vardır.
- Bilimde kuram ve yasaların rolü belirlidir. Gözlem ve deneyler kuramı desteklemek için tek başına yeterlidir.
- Bilimsel ilerleme, kuramların doğrulanması ile karakterize edilir.
- Bilim insanları verileri aynı bakış açısı ile değerlendirmektedir.
- Bilimsel teorilerin gelişimi tutarlı ve rasyonel temellere dayanmaktadır.
- Bilim insanları çalışmalarında hayal gücüne ve us dışı unsurlara başvuramazlar.
- Bilim ve bilim insanları sosyal, tarihsel ve kültürel unsurlardan etkilenmezler.

¹ Mantıkçı pozitivistler, seleflerinin aynı genel inançlarının çoğunu paylaştılar, ancak aynı zamanda birçok analitik farklılık gördüler. Bu nedenle Rudolf Carnap (1936: 442) 1930'larda mantıkçı pozitivistlerin "mantıkçı ampiristler" olarak adlandırılmasının daha doğru olacağını öne sürmektedir. Akt. Caldwell, B. (1980). Positivist philosophy of science and the methodology of economics. *Journal of Economic issues*, 14(1), 53-76.

- Bilim ön yargıdan bağımsızdır, nesneldir.

Pozitivist ya da mantıkçı pozitivist bilim anlayışının bilimin doğasına yönelik belirlemeleri görünüşte bilimsel metodoloji için sağlam ve tutarlı bir epistemolojik temel sağlamaktadır. Ancak ilerleyen yıllarda pozitivist bilim tasarımının bilimin doğasına yönelik tespitleri bilimin gerçek doğasını yansıtamadığı iddiası ile bilim felsefesi ve fen eğitimi alanında giderek artan eleştirilere maruz kalmıştır. Bilim felsefesinin ve fen eğitiminin yeniden inşası ile sonuçlanan pozitivistliğe yönelik saldırıların başında ise Thomas Kuhn'un 'Bilimsel Devrimlerin Yapısı' kitabı ile bu kitapta yer verdiği paradigma nosyonu çerçevesinde bilimin yapısına ve işleyişine yönelik ileri sürdüğü ayırt edici tezleri gelmektedir.

2. Kuhn'un Fen Eğitimi ve Bilimin Doğasını Etkileyen Düşünceleri

Bilim felsefesi ve bilim tarihi çerçevesinde yapılan incelemeler fen eğitimcilerinin ve öğrencilerinin dünyaya bakış açılarını etkileyebilecek bilim algısı oluşturma potansiyeline sahiptir. Bu kapsamda Kuhn'un bilim tarihine yönelik okumalarından hareketle ileri sürdüğü bilim tasarımı başta bilim felsefesi olmak üzere fen eğitimi alanında da bilime yönelik mevcut kavrayışın değişimine yol açmıştır. Kuhn'un bilim anlayışı bilimin mevcut doğası ve yaygın bilim yaklaşımının kendi bilim perspektifine uymadığını fark etmesi ile şekillenmektedir. Kuhn bu durumu Bilimsel Devrimlerin Yapısı kitabının ön sözünde şu şekilde aktarmaktadır:

"Güzel bir rastlantı sonucu, bilim adamı olmayanlara fizik biliminin tanıtıldığı bir üniversite dersiyile ilgili çalışmalara katılmam, bilim tarihi ile ilk kez karşılaşmamı sağladı. Geçmiş bilimsel kuram ve uygulama ile bu ilk tanışma, gerek bilimin doğası gerek kazanmış olduğu özel başarının nedenleri hakkında o zaman sahip olduğum temel kavrayışları, kesinlikle beklemediğim bir şekilde, kökünden sarstı.

Bu kavrayışlar daha önceleri, kısmen bilimsel eğitimin kendisinden, kısmen de bilim felsefesine öteden beri duyduğum amatörce ilgiden çıkarmış olduğum bazı sonuçlardı. Nasıl olduysa, bütün pedagojik yararlarına ve soyut inanılırlıklarına karşın bu görüşlerim, o tarihsel yaklaşımda sunulan görüntüye kesinlikle uymadılar" (Kuhn, 2017: 61).

Anlaşılabileceği üzere, Kuhn'a (2017: 318) göre bilimin doğası bilimsel davranış ve bilimsel gelişmeyi incelemeyi gerektirmektedir. Bu doğrultuda Kuhn bilimin değişen-dönüşen yapısını vurgulamak ve gerçek doğasını ortaya koymak amacıyla bilimi, bilimsel gelişmeyi ve bilimin işleyişini bilim tarihi çerçevesinde değerlendirmekte ve sonucunda paradigma, bilimsel devrim, bilimsellik ölçütü, eşölçülemezlik, kuram seçimi, keşif-gerekçeleştirme gibi çok sayıda kavram ve görüş ile birlikte bilim anlayışına yönelik düşüncelerini aktarmaktadır. Kuhn'un bilim tarihi, bilim felsefesi ve bilim sosyolojisini tek bir potada eriterek bilimin işleyişi ve bilimin doğasına yönelik tespitleri fen eğitimi ya da bilim eğitimi alanında etkili olmuştur. Loving ve Cobern'in (2000; akt. Bailey, 2006: 9) Kuhn'a ilişkin yapmış oldukları önde gelen iki fen eğitimi dergisine yönelik ('Journal of Research in Science Teaching and Science Education', Fen Öğretimi ve Fen Eğitimi Araştırma Dergisi) atıf analizine baktığımızda, Kuhn'un bahsi geçen kavram ve tezlerine fen eğitimi ve bilimin doğasına ilişkin görüşler çerçevesinde araştırmacılar tarafından sık sık atıfta bulunduğu ortaya konulmaktadır. Bu nedenle, Kuhn'un fen eğitimine etkisini ve bilimin doğasına yönelik katkısını anlayabilmek amacıyla bilim anlayışında ön plana çıkan görüşlerinin incelenmesi ve bu görüşlerin bilimin doğasına yönelik tespitleri ile bağlantısının kurulması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu kapsamda Kuhn'un bilimin doğasını dönüştüren tezlerine sırasıyla yer verilebilir.

2.1. Paradigma

Kuhn'un bilim anlayışının merkezinde paradigma düşüncesi yer almaktadır. Bu sebeple onun bilimin doğasına ilişkin görüşlerini anlayabilmenin en iyi yolu bilimsel bilginin ve kuramların tarihsel süreç içerisindeki gelişimini paradigmalar çerçevesinde nasıl değerlendirdiğini görmekten geçmektedir. Kuhn Bilimsel Devrimlerin Yapısı'ndan önce bu kavramı 1957 yılında yayımlanan 'Kopernik Devrimi: Batı Düşüncesinin Gelişiminde Gezegen Astronomisi' (*The Copernican Revolution: Planetary Astronomy in the Development of the Western Thought*) eserinde paradigmayı gelecekteki çalışmalar için bir model görevi gören bazı başarılar için bir kısaltma ya da sembol olarak kullanmaktadır. Bilimsel Devrimlerin Yapısı'nda ise farklı anlamlara gelen paradigma kavramı² Kuhn'un bilime ilişkin diğer görüşlerini anlamada merkezi bir rol oynamaktadır. Bununla birlikte, Kuhn paradigma kavramının çok anlamlılığını ortadan kaldıracak şekilde Bilimsel Devrimlerin Yapısı'na 1970 yılında eklemiş olduğu son sözle birlikte paradigmayı daha belirgin şekilde 'disipliner matriks' (*disciplinary matrix*) ve 'örneklik' (*exemplar*) olmak üzere iki farklı anlamda kullanmaktadır. Buna göre, ilk anlamda paradigma, "...belli bir topluluğun üyeleri tarafından paylaşılan inançların, değerlerin, tekniklerin bütünü temsil etmektedir (Kuhn, 2017: 278). İkinci anlamda ise Kuhn (2017: 64-65) "paradigmaları, bir bilim çevresine belli bir süre için bir model sağlayan, yani örnek sorular ve çözümler temin eden, evrensel olarak kabul edilmiş bilimsel başarılar şeklinde" tanımlar.

Kuhn bilimi tarihsel ve sosyolojik perspektiften anlamaya çalışmaktadır. Böylece bilimin gerçek doğasının daha iyi anlaşılabilceğini ifade eden Kuhn bilimlerin iddia edildiği üzere doğrusal ve kümülatif bir şekilde ilerlemediğini aksine bilim tarihi açısından değerlendirildiğinde bilimsel ilerlemenin sürekli kırılmalar, kopmalar ve devrimlerle gerçekleştiğini ifade etmektedir: "Bilim bir paradigma ya da geleneğe bağlı (olağan bilim) dönem ile bu dönemin başka bir gelenek ile sonlanması neticesinde birikimsel olmayan devrimsel bir şekilde gelişim göstermektedir" (2017: 318). Bu doğrultuda, Kuhn paradigma çerçevesinde bilimin, olağan bilim öncesi dönem, olağan bilim dönemi ve bilimsel devrimler dönemi olmak üzere çeşitli süreçlerden geçtiğini belirtmektedir. Bilimin içerisinden geçtiği bu süreçler aynı zamanda bilim doğasına yönelik önemli ipuçları vermektedir.

2.2. Olağan bilim öncesi dönem (paradigma öncesi dönem)

Kuhn (2017: 68) bilimsel disiplinlerin gelişimi belirli bir paradigmanın varlığı çerçevesinde takip edildiğinde yapılan incelemelerin bilimin işleyişine yönelik önemli bilgiler vereceğini düşünmektedir. Fizik, astronomi ya da kimya gibi bilimlerin tarihsel gelişimini gözlemlediğimizde bu disiplinlerin kuramsal, teknik ve düşünsel anlamda mevcut ve baskın bir paradigma üzerinde uzlaşamayan dönemleri vardır. Kuhn (2017: 144) bir disiplin içerisinde baskın bir paradigmanın olmadığı, organize olmayan dağınık faaliyetlerin görüldüğü ve temel bir kuramın karşılaşılan sorunlarla başa çıkamadığı bu dönemi *olağan bilim öncesi dönem* olarak adlandırmaktadır. Bu dönem içerisinde bilim insanları arasında belirli bir disiplinde ya da alanda yöntem, teknik ve sorunlara yönelik bir anlaşma söz konusu değildir.

2.3. Olağan bilim dönemi

Kuhn (2017: 97) açısından olağan bilim öncesi dönemde belirli bir model ya da kuram diğerlerinden sıyrılarak daha fazla sorunu çözümler ve bilim insanları tarafından giderek daha fazla kabul görmeye başladığında olağan bilim dönemine geçilir. Bu dönem içerisinde baskın bir paradigma sorunların çözümlenmesi, problemlerin belirlenmesi,

² Masterman (1970), Kuhn'un "Bilimsel Devrimlerin Yapısı" kitabında paradigma kavramını yirmi bir farklı anlamda kullandığını ve bilim insanlarının kullandığı paradigma kavramının gerçekte hangi anlama geldiğini bilmeden kullandıklarını ifade etmiştir.

soruşturmaların yürütülmesinde bilim insanlarına rehberlik etmektedir. Olağan bilim öncesi dönemin aksine bu dönemde bir disiplin içerisinde karşılaşılan sorunları çözümlenebilecek temel bir kuram vardır. Bilim insanları arasında mevcut paradigmaya yönelik bir kararlılık ve uzlaşma söz konusudur. Kuhn (2017: 96) açısından paradigmalar önemli sorunların çözümlenmesinde diğer kuramlara kıyasla daha başarılıdır. Bu nedenle paradigma bilimsel topluluk açısından üstün konumuna ulaşmaktadır. Mevcut paradigma bilim topluluğunun bilimsel faaliyetlerine rehberlik ederek yönlendirmesi ve gerçekleştirilecek bilimsel araştırmalar için kural ve standartları belirlemesi nedeniyle olağan bilim döneminde bilim insanları acımasızca ya da radikal bir şekilde sınanmamaktadır. Kuram yalnızca olağan bilim döneminde ortaya çıkan sorunları ya da bulmacaları çözüme kavuşturarak bilim insanları tarafından radikal olmayan bir şekilde teste tabi tutulmaktadır. Bu nedenle olağan bilim döneminde bilim insanlarının amacı mevcut paradigmaya olabildiğince bağlı olmaktır.

2.4. Bilimsellik ölçütü olarak bulmaca çözme faaliyeti

Olağan bilim döneminde bilim insanları yeni keşifler yapmaya ya da mevcut paradigmayı eleştirmeye hevesli değillerdir (Kuhn, 1970: 96-7; 1977: 234). Bilim insanları bu dönem içerisinde karşılaştıkları sorunları paradigmanın onlara sağladığı çözüm yolları ve araçları ile çözmektedir. Bir kuram olağan bilim döneminde ne kadar çok sorun ya da Kuhn'un (2017: 112) ifadesiyle bulmaca çözerse o ölçüde mevcudiyetini devam ettirmekte ve başarılı olmaktadır. Kuhn'un bilim tasarımı ve anlayışı olağan bilim dönemine işaret etmektedir. Bulmaca çözme etkinliği olarak tanımlanan bu süreç Kuhn (2017: 119) açısından olağan bilim döneminin ve Kuhn'un bilimsellik ölçütünün bir koşulu olarak değerlendirilmektedir. Kuhn (1992a:8) bilim ve bilim olmayan ya da daha spesifik olarak bilim ve sözde bilim arasında ayırım yapmaya yönelik bir ölçüt var ise bu ölçütün Popper³'ün aksine olağan dışı bilim döneminde değil olağan bilim ya da normal bilim döneminde aranması gerektiğini ifade etmektedir. İfade edildiği üzere olağan bilim döneminde mevcut paradigma sorgulanmaz aksine paradigmanın sağladığı araçlarla paradigmaya ilişkin olarak karşılaşılan sorunlar çözülür. Bu sebeple, bilim insanlarının olağan bilim dönemi içerisinde paradigmayla ilişkili olarak karşılaştıkları bulmacaları çözme faaliyeti bilimi bilim olmayan ya da sözde bilimlerden ayıran bir kriter olarak belirlenmiştir. Diğer bir yandan, Kuhn (1992a: 25) bulmaca çözme etkinliğini bilimselliğin kriteri olarak belirlemekle birlikte bir kuramın paradigma olarak kabul edilmesinde nihai olarak kararın bilimsel topluluğun tercihine bağlı olduğunu da ifade etmektedir.

2.5. Bilimsel devrimler dönemi

Olağan bilim döneminde mevcut paradigma ya da kuram çerçevesinde karşılaşılan sorunlar ya da anomaliler istenilen düzeyde çözülemez, krizler kaçınılmaz ya da göz ardı edilemez duruma gelirse bazı bilim insanları paradigmadan şüphe duymaya başlamaktadır. Bu durum, sonucunda paradigmanın başarısının sorgulanmasına yol açmaktadır. Bilim insanları karşılaşılan krizler neticesinde mevcut paradigmanın sorun karşısındaki durumuna yönelik farklı yaklaşımlar sergilemektedir. Kuhn'a (2017: 174) göre krizlerin görülmesi ile bunalım döneminde karşılaşılan sorunlar üç farklı şekilde sonlandırılmaktadır. İlk olarak paradigma bunalıma sebebiyet veren sorunu çözmek için gerekli esnekliği gösterir. İkinci olarak, gösterilen esnekliğe rağmen çözüme kavuşturulamayan ve devam eden sorun ilerleyen yıllarda daha gelişmiş araçlarla çözümlenmek üzere rafa kaldırılır. Son olarak, karşılaşılan sorun ve onun sebebiyet verdiği bunalım mevcut sorunu çözecek yeni bir paradigmanın ortaya çıkmasına ve bu sürecin bilimsel devrim ile son bulmasına yol açmaktadır. Kuhn (2017: 110) bütün bu sürecin

³ Kuhn (1992a:8) Popper'ın önermiş olduğu bilimsellik ölçütünün (yanlışlanabilirlik) olağan dışı bilim dönemine vurgu yaptığını belirtmektedir. Ona göre bilimsellik ölçütü Popper'ın göz ardı ettiği olağan bilim döneminde aranmalıdır.

işlediği ve bilimsel devrimle sonlanan bu dönemi bilimsel devrimler dönemi olarak adlandırmaktadır. Ayrıca belirtmek gerekir ki bu dönem içerisinde yeni bir paradigma baskın paradigmanın yerine geçene kadar eski paradigma terk edilmemektedir. Bir paradigmadan yeni bir paradigmaya tamamıyla ya da kısmen geçiş süreci kümülatif olmayan bir süreçtir. Bilim tarihine bakıldığında bilimsel bilginin gelişimi bilimsel kuramlar ve paradigmaların terk edilmesi ile gerçekleşmektedir. Bu nedenle Kuhn (2017: 183), bilimsel devrimleri kümülatif olmayan ancak gelişimsel bir sürecin parçası olarak değerlendirmektedir.

2.6. Eşölçülemezlik, kuram seçimi ve rölativizm

Görüldüğü üzere, eski bir paradigmanın yerini tamamen veya kısmen onunla bağdaşmayan yeni bir paradigmanın aldığı kümülatif olmayan gelişim safhasını Kuhn (2017: 181) bilimsel devrimler dönemi olarak tanımlar. Kuhn'un yeni paradigma ile yerine geçtiği eski paradigma arasında ortak bir ölçütün olmayacağına yönelik vurgusu önemlidir. Kuhn'a göre yeni paradigma çerçevesinde eski paradigmanın yeniden tanımlanması ya da tam olarak anlaşılması mümkün değildir çünkü mevcut paradigma çerçevesinde eski paradigmanın değerlendirilmesi için gerekli olan standart ve ölçütler mevcut paradigmanın kendisine özgü olmasından dolayı paradigmalarda bir mukayeseden ya da ortak bir ölçütten bahsetmek mümkün değildir. Kuhn bu durumu eşölçülemezlik olarak tanımlar. Bilimsel kuramın kavranışına ilişkin getirilen bu sınırlamanın en bilinen örneği olarak Newton fiziği ile Einstein fiziğinin bağdaştırılmasına olanak olmadığı yönündeki Kuhn'un (2017: 190) görüşüdür. Kuhn tarafsız bir ölçüt çerçevesinde eski ile yeni paradigmanın unsurlarını, kavramlarını, araştırma tekniklerini açıklamanın belirli ölçülerde mümkün olmadığını ifade eder çünkü farklı paradigmalara bağlı olan kuramların kullandıkları kavramlar bile farklılık göstermektedir: *“Einsteinici kavramların değindikleri fiziksel olgular, aynı isimleri taşıyan Newtoncu kavramların çağrıştırdığı olgularla özdeş değildir. (Newtoncu kitle değişmez, korunur. Einsteinici kitle ise her zaman enerjiye dönüştürülebilir.)”* (Kuhn, 2017: 194). Dolayısıyla, kütle kavramı her iki farklı paradigmada farklı anlamlarda kullanılmıştır. Bu nedenle, farklı paradigmalarda eşölçülemezlerdir. Rekabet içerisinde olan paradigmalara yönelik nesnel ve tarafsız bir değerlendirmenin yapılamayacağını iddia eden eşölçülemezlik tezi Kuhn'a göre üç farklı başlık altında ele alınmaktadır.

Metodolojik (yöntemsel) eşölçülemezlik: Farklı paradigmalara bağlı bilimsel kuramların yöntemlerinin kıyaslanması, karşılaştırılması ve değerlendirilmesi anlamında ortak bir ölçütün olmadığını vurgulayan tezdir.

Gözlemsel eşölçülemezlik: Duyusal deneyim ve gözlemin kurama bağlı olmasından kaynaklı gözlem ve duyulardan elde edilen kuram yüklü verilerle farklı paradigmalara ilişkin kuramların karşılaştırılması için ortak bir temel sağlanamayacağını ifade eden tezdir.

Semantik eşölçülemezlik: Farklı olağan bilim dönemlerine ve paradigmalara ait kuramların kavramlarının ve tanımlamalarının başka bir paradigma bağlamında tam olarak tercüme edilemeyeceği ya da anlaşılamayacağını iddia eden tezdir (Yardımcı, 2019 :7).

Kuhn'un Bilimsel Devrimlerin Yapısı'nda ön plana çıkardığı eşölçülemezlik görüşü bilim topluluğunun hangi ölçütlerle paradigmalara ya da kuramlar arasında bir tercihte bulunacağı meselesini de tartışmaya açmaktadır. Kuhn'un vurguladığı üzere bilimsel gelişme paylaşılan, ortak ölçütler üzerine kurulmamaktadır. Ancak, olağan bilim öncesi dönemde baskın paradigmanın yokluğunda ve bilimsel devrimler döneminde mevcut paradigmanın karşılaşılan sorunları çözemediği durumda bilim insanları çeşitli kuramlar arasında bir tercih yapmak durumunda kalmaktadır. “Kuram seçimi bilim

insanlarının çalışma alanları içerisinde karşılaştıkları sorunları çözmeye ya da açıklamaya aday rekabet içerisindeki kuramlar arasında yapacakları tercihlerin nasıl belirleneceğine ilişkin unsurların tespit edilmesine yöneliktir. Diğer bir deyişle, kuram seçimi sorunu bilim insanlarının aynı fenomeni ya da sorunu farklı şekillerde açıklayan kuramlar arasında tercih yapmaları söz konusu olduğunda ilgili kuramların hangi özelliklerini göz önünde bulundurarak bir karar vermeleri gerektiğine ilişkin evrensel ya da genel bir ölçüt belirlemeye yöneliktir” (Yardımcı, 2021: 307). Kuram seçimi olağan öncesi bilim döneminden olağan bilim dönemine geçişi ya da bunalım döneminden yeni paradigmanın tercih edilmesiyle çıkışı sağlamaktadır. Bilindiği üzere, Kuhn rekabet eden paradigmalara bağlı bilim insanlarının, bu tercihlerine ilişkin kriterlerinin bağlı oldukları paradigmalara içkin olduğundan, bir kuramı diğerine tercih etmek için hangi ölçütün iyi bir gerekçe oluşturacağı konusunda anlaşmaya varamamalarının pek olası olduğunu ifade eder. Kuhn (2017: 292) bu gibi durumlarda bireysel seçimleri yönlendirmek için paylaşılan kurallar yerine ortak değerlere başvurularak kuram seçimi ve bilimsel nesnellik sorununun giderilebileceğini ifade etmektedir. Kuhn’a göre bir kuramın sahip olması gereken değerler ya da nitelikler “doğru ve sağın olma [kesinlik], tutarlılık, etkinlik alanı olma [kapsamlılık], yalnlık ve verimlilik”dir. Bu değerler “bir kuramın upuygunluğunu değerlendirmede standart ölçütlerdir” (Kuhn, 1994: 383). Böylelikle, bilim insanları bu değerlere daha fazla sahip olan kuramı belirleyerek rakip kuramlar arasında daha iyi olanı objektif bir şekilde tercih edebilecektir. Ancak Kuhn (1992b: 292-293) yine de kuram seçimi konusunda alanında uzman kişilerin ciddi bir eğitime tabi tutulsalar bile onlara kuram seçimi konusunda takip edecekleri tercih kuralları takımını dikte etmenin mümkün olmadığını belirtir. Dolayısıyla bilim insanlarının hangi ölçütlere göre tercih yaptıklarını belirlemek için bağlı oldukları bilimsel topluluğun yapısının incelenmesi gibi sosyolojik unsurlara başvurulması gerekmektedir.

Ayrıca, Kuhn’un kuramlar arasında metodolojik, gözlemsel ve semantik açıdan karşılaştırma yapılamayacağı konusundaki eşölçülemezlik tezi büyük tartışmaların odak noktası olmuştur. Kuhn’un vurguladığı üzere bir kuramın doğru ya da yanlış olması bağlı bulunduğu paradigma çerçevesinde belirlendiğinden Kuhn ilk başta rölativist olarak değerlendirilebilir. Bazı Kuhn yorumcuları Kuhn’un bilimi yorumlama tarzından yola çıkarak paradigmayı her şeyin ölçüsü olarak kabul edip Kuhn’u rölativist olarak nitelendirmişlerdir. Özellikle paradigmalarda arasındaki eşölçülemezlikten dolayı rakip kuramlar arasında nesnel bir tercih ya da kuram seçimi yapmanın mümkün olmaması, farklı paradigmalara bağlı bilim insanlarının farklı dünyalarda yaşaması ve gözlemlerin kuram yüklü olması dolayısıyla nesnel bir gözlem ya da bakış açısından bahsetmenin mümkün olmaması yönündeki Kuhn’un argümanları onun rölativist olduğu yönündeki iddiaları güçlendirmiştir. Ancak Kuhn (2017: 292), Bilimsel Devrimlerin Yapısı’nın ilerleyen baskılarına yapmış olduğu eklerle görüşlerini ayrıntılandırmakta ve rölativist ya da irrasyonalist olduğu yönündeki iddiaları reddetmektedir. Buna göre Kuhn, kuram seçimi yönündeki rölativist söylemleri ortadan kaldırmak için bilim insanlarının takip edeceği değerleri belirlemiştir (1994: 383), rekabet içerisinde olan paradigmalarda eşölçülemez olduğu düşüncesini özellikle semantik anlamda yumuşatmıştır (2017: 313) ve kendisinin rölativist öğretiyi takip etmediğini ifade etmiştir (2017: 292).

2.7. Bilimsel kuramların keşfi-gerekçelendirilmesi (Buluş-Doğrulama) ayrımı

Bilime yönelik yaygın görüş bilimsel bilginin toplumsal ve sosyal faktörlerden etkilenmediği yönündedir. Bu bakımdan bilim her türlü sosyal faktörden izole bir şekilde gerçekleştirilen nesnel bir etkinlik olarak değerlendirilmektedir. Bilimde kişisel ve sosyal etkenler yalnızca bilimsel bilgiye yol açan düşünce aşamasında ya da bilimsel kuramların keşfedilmesi ve ileri sürülmesinde etkili olmaktadır. Bu süreç keşif (buluş) aşaması olarak kabul edilir. Gerekçelendirme (doğrulama) aşaması ise ileri sürülen keşif ya da hipotez ve kuramın her türlü çevresel etkenden izole bir şekilde nesnel bir şekilde test edilmesi,

sınanması ve doğrulanması anlamına gelir. Dolayısıyla, pozitif bilim anlayışına göre, bilimsel kuramların gerekçelendirilmesi aşamasında sosyal ve toplumsal etmenler söz konusu değildir. Bu görüş, Reichenbach ve Popper'ın keşif-gerekçelendirme bağlamı ayırımına dayanmaktadır. Bu ayırma yönelik genel düşünce keşif bağlamının bir keşfin meydana gelmesindeki sosyolojik ve psikolojik unsurlara dikkat çektiği, gerekçelendirme bağlamının ise rasyonel bilginin yapılandırılması gibi sadece bilimsel bilginin epistemolojik yönü ile ilgili olduğuna ilişkindir (Ünal & Sarı, 2021 :28). Thomas Kuhn (1992a: 27-28; 1970: 8-9) keşif-gerekçelendirme bağlamı gibi keskin sınırlarla belirlenen bir ayırma karşı çıkmaktadır çünkü bu tarz bir ayırım bilimsel topluluğun meydana gelmesindeki toplumsal unsurlara gereken önemin verilememesine ve kuram seçimi konusunda bilim insanlarının başvurdukları sosyolojik içerikli unsurların göz ardı edilmesine ya da kuram seçiminin keşif bağlamı içerisinde değerlendirilmesine yol açmaktadır. Dolayısıyla, keşif-gerekçelendirme ayırımı bilimin gerçek doğasının anlaşılmasına ve kuram seçimi meselesinde olduğu gibi bu seçimin sosyolojik unsurlar barındırmasından kaynaklı keşif bağlamı içerisinde değerlendirilmesine ve böylece bilime yönelik yanlış bir kavrayışa sebebiyet vermektedir (Kuhn, 1970: 8-9). Bu nedenle Kuhn psikolojik ve sosyal etkenlerin hem keşif hem de gerekçelendirme bağlamında görüldüğünü iddia ederek bu ayırımı ortadan kaldırmaktadır.

3. Kuhn Açısından Bilimin Doğası

Kuhn'un aktarılan tezleri bilimin doğasının kavranışı açısından bir dönüm noktasını temsil etmektedir (Duschl & Grandy, 2013: 2109). Kuhn'un görüşlerinin etkisiyle 1970'den 1990'a kadar olan yıllar, bilimin doğası ve fen eğitimi hakkında önemli bir değişiklik dönemini temsil etmektedir. Pozitif bilim anlayışının belirlediği bilimin objektif, sosyal ve kültürel değerlerden ve ön yargıdan bağımsız yönü Kuhn tarafından sorgulanarak değiştirilmektedir. Buna göre değişim, bilimsel etkinliğin subjektif olabileceği, bilimin daha fazla kanıtla test edilmeye açık bilgi ürettiği, bilimin sonuçlarının toplumsal ya da bir topluluk tarafından kabul edilebilir olduğu, bilimin bilimsel faaliyeti gerçekleştiren bilim insanlarının değer ve hayat görüşüne bağlı olabileceği ve son olarak bilim insanlarının içerisinde bulunduğu sosyal, kültürel bir çevreye bağlı olarak çalıştıkları yönünde olmuştur (Çakıcı, 2009: 61-62). Bu açıdan Kuhn'un bilime yönelik ileri sürdüğü felsefi, sosyolojik ve tarihsel açıdan tespitleri postmodern bilim anlayışının özelliklerini belirlemede yardımcı olmuştur. Pozitivist bilim anlayışından farklı olarak Kuhn'un görüşleri ile etkili olduğu postmodern bilim anlayışında bilim bir ürün olarak değil, bir süreç olarak değerlendirilmektedir. Diğer bir deyişle, post modern bilim anlayışında bilim, bilim insanları tarafından gerçekleştirilen bir faaliyet olarak kabul edilir. Bu nedenle, sosyal ve kültürel bir varlık olarak bilim insanının dışsal faktörlerden etkilenmesi bilimin doğasının bir özelliği olarak görülmektedir.

Bilime yönelik aktarılan bu tespitlerden hareketle bilimin doğası Kuhn'un aktarılan tezlerini yansıtabilecek şekilde bir dönüşüm yaşamıştır. Kuhn açısından bilimin doğası şu özellikleri taşımaktadır:

- Bilimsel bilgi tamamen olmasa da büyük ölçüde gözlemlere, deneysel kanıtlara, rasyonel argümanlara ve şüphecilğe dayanır.
- Bilimde gözlemler öznel ve kuram yüküdür. Gözlemler zorunlu olarak insanın hayal gücü ve yaratıcılığını içermektedir. Bu nedenle kuramlar, bilim insanlarının ön yargılarından bağımsız değildir.
- Bilim güvenilir ancak yanılabilir. Bilimsel bilgi değişime tabidir.
- Bilimsel etkinliğin tek bir yolu yoktur ve dolayısıyla evrensel olarak geçerli bilimsel bir yöntem bulunamaz.

- Bilim yalnızca veriler ile kuramsal genellemeler arasında başvuru mantık işlemlerinden ibaret değildir. Bilim kendi tarihsel bağlamı içerisinde bir anlam kazanır.
- Bilimsel ilerleme, rakip teoriler arasındaki rekabet ile karakterize edilir ve geleceğe bağlı bir dizi dönem ve bu akışı kesen birikim dışı aşamalar (bilimsel devrimler) şeklinde gerçekleşir.
- Farklı bilim insanları aynı deneysel verileri farklı şekilde yorumlayabilir.
- Bilimsel kuramların gelişimi zaman zaman tutarsız temellere dayanmaktadır.
- Bilim insanları yaratıcıdır ve hayal gücüne başvururlar. Bu nedenle, bilimsel bilgi kısmen hayal gücü ve yaratıcılığın bir ürünüdür.
- Bilim ve bilimsel bilgi kişisel, sosyal, kültürel, politik ve etik unsurlardan etkilenmektedir.
- Bilim insanlarının bağlı bulunduğu bilimsel topluluğun iş birliği, dayanışma ve mesleki etkinlikleri bilimsel bilginin ortaya konulmasında etkilidir.
- Bilim belirli bir topluluğa aittir.
- Bilimin ve bilimsel eğitimin kendine özgü yöntemi ve yapısı vardır.
- Bilimde gözlem ve deneyler tek başına kuramı desteklemek ya da yanlışlamak için yeterli değildir. Bilim insanlarının sosyal ve politik çıkarları da etkilidir.

Bu kapsamda bilimsel bilginin tam anlamıyla kesinlik ve nesnellüğünden bahsetmek mümkün değildir. Bilimde değişmez mutlak doğrular yoktur. Her bilimsel bilgi değişime, gelişime ve terk edilmeye açıktır. Bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde sosyal, kültürel ve kişisel çıkarların etkili olduğu ifade edilebilir.

Görüldüğü üzere Kuhn'un paradigma çerçevesinde tespit etmiş olduğu bilimin geçirmiş olduğu çeşitli safhalar, olağan bilim döneminde bilimsel topluluk tarafından belirli bir paradigmanın kabul edilmesi ya da bilimsel devrimler döneminde bu paradigmadan vazgeçilmesi (1992a: 26; 2017: 279), farklı paradigmalara bağlı olan kuramların metodolojik, gözlemsel ve semantik açıdan eşölçülemez olması, bulmaca çözmenin bilim insanları için bir amaç oluşu, bilimsel topluluğun bunalım ve karar dönemlerinde kuram seçimi için başvurduğu değerler (1994: 383; 2017: 319), bilim dışı ya da öznel unsurların bilimsel kuramların hem keşfi hem de gerekçelendirme konusunda geçerli olabileceği konusunda bilime yönelik çizmiş olduğu çerçeve bilimin yalnızca içsel ve salt epistemolojik unsurlarına odaklanmamakta daha çok sosyolojik öğelere odaklanmaktadır. Kuhn'un (2017: 186) bilim tasarımı dönemin bilimsellik kavrayışını belirleyen bilim insanları topluluğunu sosyolojik ve toplumsal faktörler etkilemektedir. Kuhn'un (2017: 320) aktarımla, "bilimsel bilgi de tıpkı dil gibi, özünde ya bir topluluğun ortak malıdır yahut da bir hiçtir. Bunu anlamak için, bu bilgiyi yaratan ve kullanan çevrelerin kendilerine has özelliklerini öğrenmek zorundayız". Bu bağlamda, Kuhn bilimsel bilginin ortaya konulması sürecinde sosyolojik, tarihsel ve öznel unsurları vurgulaması ile bilimin doğasına yönelik anlayışın dönüşmesinde ve modern bilim yaklaşımına geçişte önemli bir düşünür olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sonuç

Kuhn'un bilimin işleyişine, yapısına ve doğasına ilişkin düşünceleri başta bilim felsefesi alanında olmak üzere eğitim ve fen eğitimi alanında sayısız eser tarafından başvuru bir duruma gelmiştir. Bilimin doğası ve bu doğrultuda fen eğitimi üzerinde Kuhn'un görüşlerinin etkisi hemen kendisini göstermiş bir etki değildir. 1980'li yıllardan sonra Kuhn'un fen eğitimi ve bilimin doğası hakkında görüşleri eğitim alanında yaygın ve

geçerlilik kazanmaya başlamıştır. Onun bilime yönelik sergilenen pozitivist bakış açısını değiştirmesi ve bilimin gerçek doğasını anlama yönündeki girişimleri birçok ülkede fen eğitimi alanında modern ve yeni düzenlemelerin yapılmasına yol açmış ve bu doğrultuda öğrencilerin çağdaş bilim anlayışının niteliklerini kavramaları konusunda yardımcı olmuştur. Kuhn'un fen öğretimine en büyük katkılarından biri öğrencilerin bilimin teori, model ya da yasa gibi içsel unsurları ile ilgilenmese de bilimin sosyal unsurlarını göz önünde bulundurarak bilimin toplumdaki rolünü ve etkisini anlayabilmeleridir.

Bilimin doğasını anlama fen eğitimi ve bilimsel okur-yazarlığın geliştirilmesi için zorunlu koşullardan bir tanesi olarak değerlendirilmektedir (AAAS, 1989; 1993). Kuhn bilimin doğasını öğretme ve anlamada fen eğitimcilerine görüşleri ile yardımcı olmuştur (NRC, 2000). Bilimin gerçek doğası hakkında doğru kavrayışa sahip olan öğrenci bilimsel süreç, araştırma metodları ve bilimsel bilginin meydana getirilmesinde sosyal, politik ve kişisel unsurların etkili olduğunun bilgisine ve bilimsel bilginin bir insan faaliyetinin sonucu olduğunun farkındalığına varmakta ve böylece bilimi daha iyi bir şekilde anlama ve gündelik hayatta kullanma imkanına sahip olmaktadır. Eğitici açısından ise öğretmenlerin benimsedikleri bilim anlayışının onların eğitim ortamında kullandıkları eğitim-öğretim yöntem ve uygulamalarını belirlemesinden dolayı fen eğitimi alanında eğitimcilerin de bilimin doğası hakkında doğru bir anlayışa sahip olmaları gerekmektedir çünkü bilimsel bilgi ve yöntemleri aktaran kişilerin bilime yönelik algılamaları onların doğal olarak öğretme yöntemlerini de biçimlendirmektedir. Dolayısıyla, Kuhn'un bilime yönelik tespitleri çağdaş bilim anlayışı açısından öğretmenlerin etkili fen eğitimi verebilmeleri yönünden de önem teşkil etmektedir. Sonuç olarak, Kuhn'un bilim anlayışı bilimin nesnel, evrensel, kesin gerçekleri ortaya çıkaran sosyal-kültürel değerlerden ve ön yargıdan bağımsız, bilimsel bilginin birikimsel bir şekilde ilerlediği yönündeki pozitivist bilim anlayışına karşı düşünceler ortaya koyarak çağdaş bilim anlayışının ve modern fen eğitiminin yolunu açmıştır. Böylece, Viyana Çevresi'nin salt pozitivist bakış açısından ziyade fen eğitiminde bilimi birçok farklı yönden ele alma imkânı ortaya çıkmıştır.

Kaynakça

- Abd-El-Khalick, F. (1998). *The influence of history of science courses on students' conceptions of the nature of science*. Unpublished Doctoral Dissertation, Oregon State University.
- American Association for the Advancement of Science (1989). *Science for all Americans: Summary*, Washington, D.C: AAAS.
- American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for scientific literacy*. Oxford University Press.
- Bailey, R. (2006). Science, normal science and science education: Thomas Kuhn and education. *Learning for Democracy*, 2(2), 7-20.
- Caldwell, B. (1980). Positivist philosophy of science and the methodology of economics. *Journal of Economic issues*, 14(1), 53-76.
- Carnap, R. (1936). Testability and meaning. *Philosophy of science*, 3(4), 419-471.
- Çakıcı, Y. (2009). Fen eğitiminde bir önkoşul: Bilimin doğasını anlama. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 29(29), 57-74.
- Dewey, J. (1910). Science as Subject-Matter and as Method, *Science* 31, 121–127.
- Duschl, R. A., & Grandy, R. (2013). Two views about explicitly teaching nature of science. *Science & Education*, 22(9), 2109-2139.
- Feyerabend, Paul (1975). *Against Method*. New Left Books
- Hodson, D. (2014). Nature of science in the science curriculum: Origin, development, implications and shifting emphases. In *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 911-970). Springer.
- Irzik, G. ve Nola, R. (2014). New Directions for Nature of Science Research. In *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (pp. 999-1021). Springer.
- Kuhn, T. (1957) *The Copernican Revolution: Planetary Astronomy in the Development of the Western Thought*. Harvard University Press.
- Kuhn, T. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press.
- Kuhn, T. (1970). *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press.
- Kuhn, T. (1977). *The Essential Tension: Selected Studies in Scientific Tradition and Change*. University of Chicago Press.
- Kuhn, T. (1992a). “Keşfin Mantığı mı Yoksa Araştırmanın Psikolojisi mi?” *Bilginin Gelişimi & Bilginin Gelişimiyle İlgili Teorilerin Eleştirisi içinde*, (s. 1-29). Paradigma Yayınları.
- Kuhn, T. (1992b). *Eleştirmenlerime Cevaplar*. *Bilginin Gelişimi & Bilginin Gelişimiyle İlgili Teorilerin Eleştirisi içinde* (s. 284-342). Paradigma Yayınları.
- Kuhn, T. (2017). *Bilimsel Devrimlerin Yapısı*. (Çev. N. Kuyaş). 9. Baskı. Kırmızı Yayınları.
- Kuhn, T. (1994). *Asal gerilim: Bilimsel gelenek ve değişim üzerine seçme incelemeler*. Kabalıcı.
- Laudan, L. (1983). The demise of the demarcation problem. In *Physics, philosophy and psychoanalysis* (pp. 111-127). Springer.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 331-359.
- Lederman, N.G., Lederman, J.S., & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3), 138-147.
- Loving, C. C., & Cobern, W. W. (2000). Invoking Thomas Kuhn: What citation analysis reveals about science education. *Science & Education*, 9(1), 187-206.

- Mach, E. (1886). 'On Instruction in the Classics and the Sciences', in his *Popular Scientific Lectures* (pp. 338–374), Open Court Publishing Company.
- Masterman, M. (1970). The Nature of a Paradigm. In *Criticism and the Growth of Knowledge* (pp. 59-90). Cambridge University Press.
- National Research Council (2000). Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning. National Academy Press.
- Niaz, M. (2009). Critical appraisal of physical science as a human enterprise: Dynamics of scientific progress. Springer
- Rorty, R. (1979). *Philosophy and the Mirror of Nature*. Princeton University Press.
- Sarı, M. A. (2017). Mantıkçı Pozitivizmden Sofistike Yanlışlamacılığa Sınır Çizme Sorununun Kavranışı, *Beytulhikme: An International Journal of Philosophy*, 7(1): 1-21.
- Ünal, Ş. M. & Sarı, M. A. (2021). Bilimde Keşif ve Gereçelendirme Bağlamı Ayrımı Tartışmaları. *Tabula Rasa: Felsefe ve Teoloji*, (36), 27-38.
- Verein Ernst Mach. (1929). The Scientific World-Conception. The Vienna Circle. *Wissenschaftliche Weltauffassung. Der Wiener Kreis*, 299-318.
- Wellington, J. (2001). What is science education for?, *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 1(1), 23-38.
- Yardımcı, A. B. (2019). Thomas Kuhn'un Paradigma Kavramı ve Rölativizm Tartışması. *Uluslararası 30 Ağustos Bilimsel Araştırmalar Sempozyumu* içinde (s. 4-9). İksad Yayınevi.
- Yardımcı, A. B. (2021). Kuram Seçimi, Eksik Belirlenim ve Thomas Kuhn. In İ. Şiriner & M. Aydın (Eds.), *Global Agenda in Social Sciences* (pp. 307-314). Ijopec Publication.