

Bilim Felsefinde Bilimin Rasyonalitesi Sorunu Bağlamında Fen Eğitiminde Bilimi Anlamada Akıl Yürütme Yöntemlerinin Önemi Üzerine*

On the Importance of Scientific Reasoning Methods in Science Education in the Context of Science's Rationality Problem of Philosophy of Science

Davut SARITAŞ[†], Yüksel TUFAN[‡]

Özet

Bilimi anlama faaliyeti olan bilim felsefesinin bilimin doğasına ilişkin anlayışları tanımlamada da kritik bir önemi olmalıdır. Nitekim, bilimin doğası; bilim nedir? sorusuna, bilim tarihi, bilim sosyolojisi, bilim psikolojisi ve bilim felsefesi açısından getirilen yaklaşımların tümünü temsil eden bir kavram olarak ifade edilmektedir. Bu yaklaşımlara katkı sağlayan bilim felsefesi ise epistemoloji ve ontoloji boyutları ile bilimi, metodolojik ve rasyonel yönü gibi farklı problem alanlarında ele alır. Bilim felsefesinin bu ve benzeri problemler üzerine getirdiği açıklamalar fen eğitimi açısından da değerli olduğu ve fen eğitiminde bilim felsefesi ve tarihinin önemi uzun bir süredir vurgulanmaktadır. Bu çalışmada günümüz fen eğitiminin anahtar kavramları olan fen okuryazarlığı bağlamında bilimin doğası, bilim felsefesinin önemli bir tartışma konusu olan bilimin rasyonalite sorunu ışığında ele alınmıştır. Yine bu bağlamda bilimin doğasına yönelik bilim felsefesinin olası katkılarına değinilmiş ve bazı önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Bilim felsefesi, bilimsel akıl yürütme, fen eğitimi, bilimin doğası

Abstract

To understand science, besides doing a science; it is necessary to evaluate it with historical, philosophical, sociological and even psychological context. Philosophy of Science, as an understanding activity on science, it must also be a critical factor in defining the nature of science. Philosophy of Science take the science with epistemology and ontology dimensions and problem areas such as methodological and rational aspects. Since a long time, it is emphasized that the statements given by the philosophy of science are also valuable in terms of science education. In this study, the nature of science in the context of science literacy, the key concepts of present-day science education, is discussed in the light of the rationality problem of science, which is an important topic of discussion of science philosophy. In this context, the possible contributions of science philosophy to the nature of science in science education are mentioned and some suggestions are presented.

Keywords: Philosophy of science, scientific reasoning, science education, nature of science

* Bu makale; Prof. Dr. Yüksel TUFAN danışmanlığında Davut SARITAŞ tarafından hazırlanan "Periyodik Sistemin Öğretim Sürecinde Oluşan Rasyonel Bilginin; Üretimi, Epistemolojisi ve Metodolojisi" isimli doktora tezinin kavramsal çerçevesinden elde edilmiştir.

[†]Yrd. Doç. Dr., Nevşehir HBV Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, davutsaritas@gmail.com

[‡] Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, ytufan@gazi.edu.tr

Giriş

Fen eğitiminde akıl yürütme becerileri önemi uzun bir süredir vurgulanmaktadır (National Research Council [NRC],1996). Bu durum ülkemizdeki fen öğretimi programlarına da bir süredir yansımaktadır. Fen Bilimleri öğretim programlarında bu bağlamda öne çıkan kavram ise fen okuryazarlığıdır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2005; 2013; 2017). Fen okuryazarlığının üç ana boyutundan bahsedilmektedir. Bunlar; *bilimsel düşünme, bilimsel yöntem ve bilimsel bilgidir* (Chiapetta, Koballa ve Collette, 1998). Fen okuryazarı bireylerin bu boyutlara yönelik belli kazanımlara sahip olması beklenir. Bilimin söz konusu boyutlarının tam anlamı ile kavranmasında felsefenin önemli bir yeri vardır. Bilimi anlamak için, bilim yapmanın dışında bilimi; tarihsel, felsefi, sosyolojik ve hatta psikolojik bağlamda değerlendirmek gerekir (McComas, Clough and Almazroa,1998). Ayrıca bilimin doğasının (*Nature of Science, NOS*) kavranması, fen eğitimi alan yazınında fen okuryazarlığının *fen-teknoloji-toplum (Science-Technology-Society, STS)* boyutunun ana bileşenlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Lederman,2004; Abd-El-Khalick,2001; Abd-El-Khalick, Bell ve Lederman,1998).

Fen eğitiminde bilimi anlama noktasında felsefi ve tarihsel (*History and Philosophy of Science, HPS*) bakış açılarının gerekliliği ve etkililiği bir süredir ifade edilmektedir (Niaz,2016; Matthews,2015; Schwab,1964). Ancak fen eğitiminde bunun karşılık bulduğunu söylemek zordur. Oysa felsefe sınıf ortamında kendiliğinde ortaya çıkan bir süreçtir. Matthews (1998, s.168)'e göre, çoğu sınıf içi tartışmalar ve ders kitaplarında yasa, teori, açıklama, neden, hipotez, teyit, gözlem, delil, idealleştirme vb.'den söz edilmesinden görülebildiği gibi, felsefe herhangi bir fen sınıfının yüzeyinden çok da uzak değildir. Bu nedenle günümüz fen eğitiminde bilimi anlama gayretinde bilim felsefesi göz ardı edilemez bir konuma sahiptir. Bu çalışmada bu temel kabul üzerinden özellikle fen okur yazarlığının boyutları (*bilimsel düşünme, bilimsel yöntem ve bilimsel bilgi*) bağlamında bilimin doğası açısından önemli olabilecek bir bilim felsefesi tartışmasına kısaca değinilecektir. Bu tartışmanın bilimin doğasının anlaşılması açısından fen eğitimine getireceği olası katkılar ele alınacak ve bazı önerilerde bulunulacaktır.

Bilim Felsefesinde Rasyonalite Sorunu

Geçen yüzyılda bilim felsefesinde en önemli tartışma konusu bilimin rasyonalitesi üzerinedir (Demir,2000). Bilimin rasyonalitesi sorunu, en genel hali ile bilimin mantıksal bir yapısının olup olmadığı veya bilimin süreçlerinde ne tür akıl yürütme yöntemlerinin etkin olduğu sorunudur. Son yüz yılda bu sorunun, bilimin tartışıldığı tüm zeminlerde, bilimsel bilginin nasıl elde edildiğinden bilimsel açıklamanın önermesel yapısına kadar geniş bir çerçevede; T.Kuhn, K.Popper, R.Carnap, H.Reichenbach, I.Lakatos gibi ünlü isimler başta olmak üzere birçok bilim felsefesi tarafından ele alındığı ve farklı yaklaşımların geliştirildiği görülmektedir. Gelinek noktada post-modern bilim anlayışı çerçevesinde, yaklaşımların

rasyonellikten irrasyonelliğe doğru evirildiğini söylemek mümkündür (Demir,2000; Tekin,2011). Post-modern bilim anlayışını tetikleyen unsurlar çerçevesinde, bilime ilişkin böylesi bir algı değişiminin nedenleri ayrı bir tartışma konusudur. Ancak bu değişimin zirve noktasını bilimin rasyonel olmayan alternatif süreçlerle şekillendiğini savunan Feyerabend 'in bakış açısında görmek mümkündür. Ona göre bilimde "ne olsa gider" (Feyerabend,1991, s.29).

Bilim felsefesinde bilimin rasyonalitesine ilişkin özellikle öne çıkan ana yaklaşımları şu şekilde özetlemek mümkündür:

- Pozitivizm çerçevesinde değerlendirilebilecek görüşlerden; Hume' göre bilim mantıksal olmayan bir temelde irrasyonel olarak tümevarımsal bir süreci takip eder (Hume,1976).
- Mantıksal pozitivizm çerçevesinde ise, Carnap' göre bilimin rasyonalitesi doğrulanabilirlik temelinde tümevarımsal akıl yürütmeye dayanır (Carnap,1952).
- Eleştirel rasyonalizmde, Popper'e göre ise bilim tümevarımsal olmayan, yanlışlanabilirlik temelinde hipotetik-dedüktif yöntemle dayalı rasyonel bir süreç izler (Popper,2003).
- Feyerabend ve Kuhn'a göre ise bilimin belirli bir rasyonalitesi yoktur (Kuhn, 1991; Feyerabend,1991).

Kuhn'un genel yaklaşımına göre rasyonalite arayışı anlamsızdır, çünkü bilimin gelişimde etkin rol alan paradigmlar üstü bir mantıksal yapıdan bahsetmek mümkün değildir (Kuhn,1991). Bilimin ve bilimsel yöntemin belirli bir rasyonalitesi olduğunu savunan filozoflardan Lakatos, bu noktada Kuhn'un durumunu tümevarıma dayalı doğrulanabilirlik ilkesinin çökmesinin ardından bilimin rasyonalitesi noktasında oluşan umutsuzlukla -felsefi yapılandırmacılıkta olduğu gibi- tüm bilimsel etkinlikleri insan psikolojisine ve zihnine indirgeyen yaklaşıma destek verenlere benzetir. Ona göre Kuhn, Popper'in yanlışlamacılığındaki bazı noktaları gözden kaçırarak benzer bir duruma düşmüştür (akt. Demir, 2000, s.97). Bu nedenle, bilimsel etkinlikleri bilim adamları topluluğunun kolektif psikolojine ve zihinsel değişimine indirgemıştır.

Bu çerçeveden bakıldığında, rasyonalite sorununda bilimin tanımlanmasında akıl yürütme biçimlerinin önemli bir yeri olduğu görülmektedir. Nitekim yukarıda ifade edilen ve bilim felsefesinde metodolojik tartışmalarda öne çıkmış görüşler, bilimsel etkinliklerde bilimsel bilginin üretiminin, başta tümevarım olmak üzere farklı akıl yürütme yöntemleri (tümdengelim, hipotetik- dedüktif yöntem) ile gerçekleştiğini savunan farklı yaklaşımlar olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan bilimsel epistemoloji zemininde, bu akıl yürütmelerin ayrı bir öneminden de bahsetmek mümkündür. Bilimsel söylemleri oluşturan önermesel bilgilerin akıl yürütme yöntemleri çerçevesinde yapısının analizi, bilim felsefesinde önemli bir boyutu oluşturur. Bu analiz, bilimsel kuramlar, yasalar ve diğer bilgilerin yapılarının incelenmesine olanak verir (Baç,2007; Lecourt,2006; Özemre,2007; Yıldırım,2008).

Buradan hareketle akıl yürütme yöntemlerinin hem *bilimsel bilgi üretiminde* hem de *bilimsel söylemi oluşturan betimleme ve açıklamaların* anlaşılmasında önemli bir yere sahip olduğunu söylemek mümkündür. Burada bahsedilen akıl yürütme yöntemleri, mantıkta “formel ve informal” akıl yürütme yöntemleri olarak ifade edilen (Ho,1994: 16) yöntemlerdir. Bunlar; klasik akıl yürütme türleri olarak bilinen ve sembolik mantıkta karşılığı olan formel nitelikteki tümevarım ve tümdengelim ile nispeten daha yakın zamanda ortaya konulan ve eleştirel düşünme çerçevesinde ele alınan informal nitelikli hipotetik-dedüksiyon ve retrodüksiyon yöntemleridir (Hanson,1958; Yıldırım,1985; Musgavre,2009; Rothchild,2006; Spenger,2011). Bu bağlamda bu çalışmada ifade edilen akıl yürütme yöntemleri, bilim felsefesinin yaklaşımı ile *bilimsel söylemlerde kullanılan bilgilerin analizinde ve bilimsel yöntemin rasyonalitesinin tanımlanmasında; başka bir ifade ile hem bilimsel yöntemde hem de bilimsel bilginin ifadesinde kullanılması gereken bilimsel düşünmenin temel mantığının tanımlanmasında* kullanılan yöntemler olarak ele düşünülmelidir. Bu nedenle fen eğitiminde birçok çalışmada psikoloji zemininde ifade edilen bazı düşünme şekilleri (örn, korelasyonel, olsalıklı ve kombinasyonel düşünme gibi) bu çalışmada akıl yürütme yöntemi olarak ele alınmamıştır.

Bilimin Rasyonalitesinin Fen Okur Yazarlığı ve Uzlaşmış Bilimin Doğası Anlayışları Açısından Önemi

Bilimin rasyonalite sorunu ile fen okuryazarlığı ve bağlamında bilimin doğası anlayışları arasındaki anlamı bir ilişki kurulabilir. Yukarıda ifade edildiği gibi bilimin rasyonalite sorununda ele alınan akıl yürütme yöntemleri *bilimsel söylemleri oluşturan bilimsel bilgilerin analizinde ve bilimsel yöntemin rasyonalitesinin tanımlanmasında; başka bir ifade ile hem bilimsel yöntemde hem de bilimsel bilginin ifadesinde kullanılması gereken bilimsel düşünmenin temel mantığının tanımlanmasında* kullanılan yöntemlerdir. Diğer taraftan fen eğitiminde fen okuryazarlığının önemli boyutları şu şekilde sıralanmaktadır; *bilimsel düşünme, bilimsel yöntem ve bilimsel bilgidir* (Chiapetta, Koballa ve Collette,1998). Ayrıca fen eğitiminde bilimin doğasına ilişkin uygun anlayışlara sahip olma fen okur yazarlığının temel bir bileşeni olarak ifade edilmektedir (Lederman,2004; Abd-El-Khalick,2001; Abd-El-Khalick, Bell ve Lederman,1998). Başka bir ifade ile *bilimsel bilgiyi* taktir etmek, *bilimsel metodolojiyi* kavramak ve *bilimsel düşünmeyi* bir kazanım olarak edinme bilimin doğasını anlamayı gerektirir.

Bu nedenle fen okuryazarlığı ve bilimin doğası anlayışları açısından bilimin rasyonalite sorununda öne çıkan akıl yürütme yöntemlerinin kritik bir önemi olduğu söylenebilir. Bu önem *bilimsel düşünme, bilimsel bilgi ve bilimsel yöntem* kavramları temelinde iki açıdan ifade edilebilir;

- *Bilimsel yöntem açısından (Bilimsel metodoloji):* Bilimsel bilginin üretim sürecine yönelik tanımlamalardaki önemi sebebiyle akıl yürütme yöntemleri, bilimsel bilginin üretim sürecinin rasyonel yönünün

anlaşılmasında ve kazandırılmasında önemlidir. Fen eğitiminde karşılığı ise şu şekilde ifade edilebilir;

- *Bilimsel yöntem anlayışını kazanma,*
 - *Bilimsel yöntemin niteliğini kavrama,*
 - *Bilimsel yöntemde kullanılan bilimsel düşünme becerilerini kavrama.*
- ***Bilimsel bilgi açısından (Bilimsel epistemoloji):*** Bilimsel bilgiye yönelik tanımlamalardaki önemi sebebiyle akıl yürütme yöntemleri, bilimsel bilginin ve bilimsel niteliğine uygun ifade edilmesinin (bilimsel söylemlerin yapısının) anlaşılmasında ve bilimsel söylem becerisinin kazandırılmasında önemlidir. Fen eğitiminde karşılığı ise şu şekilde ifade edilebilir;
 - *Bilimsel bilginin niteliğini kavrama,*
 - *Bilimsel bilgiyi niteliğine uygun ifade etme becerisi kazanma,*
 - *Bilimsel söylem oluşturmada kullanılan bilimsel düşünme becerilerini kazanma.*

Fen eğitiminde bilimin doğasına yönelik anlayışların ne olduğu noktasında ilgili çevrelerde genel anlamda bir uzlaşma olduğu ifade edilmektedir (Lederman,2007). Ancak böylesi bir uzlaşmanın çok mümkün olmadığını ortaya koyan araştırmalara da rastlanmaktadır (Alters,1997). Ancak Lederman (2007)'in üzerinde büyük ölçüde uzlaşmış olduğunu ifade ettiği ve bilimin doğasında yönelik bireylerde oluşturulması gerektiği düşünülen anlayışlar şu şekildedir;

1. Bilimsel bilgi değişime açıktır
2. Bilimsel bilgi ampiriktir (doğal dünyanın gözlenmesine dayanır)
3. Bilimsel bilgi öznedir ve/veya teori yüküdür
4. Bilimsel bilgi hayal gücü ve yaratıcılığın ürünüdür
5. Bilim ve kültür etkileşimindedir
6. Bilimsel gözlem ve çıkarım farklı şeylerdir
7. Teori ve yasa farklı tür bilgilerdir

Bilimi anlama faaliyeti olarak kabul edilen bilim felsefesinde tartışma konusu olan tüm problemleri temelde şu iki ana problem ile ilişkilendirmek mümkündür (Demir,2000; Yıldırım, 2008); ***bilimsel bilgi nasıl elde edilir?*** ve ***nasıl ifade edilir?*** (veya ***bilimsel söylemler nasıl oluşturulur?***). Söz konusu bilimin doğasına yönelik anlayışlarını büyük bir kısmı bu iki probleme bağlı olarak iki grupta ele alıp, bilim felsefesinde akıl yürütme yöntemlerin yukarıda verilen iki önemli boyutu bağlamında ilişkilerini kurmak mümkündür;

1. Bilimsel bilgi nasıl üretilir? (Bilimsel metodoloji)

“Bilimsel gözlem ve çıkarım farklı şeylerdir”

“Bilimsel bilgi hayal gücü ve yaratıcılığının ürünüdür”

Bu anlayışlar bilimsel bilginin keşif sürecine ilişkindir. Bilimsel keşif sürecinin rasyonel niteliğine yönelik bilim felsefesinde farklı yaklaşımlar söz konusudur. Bilimsel etkinliklerde olgulardan yola çıkarak (*gözlem*) olgu hakkında bilimsel bir bilginin nasıl elde edildiğine (*çıkarma*) yönelik olarak, özellikle modern bilimin ortaya çıkışından itibaren baskın olan akıl yürütme yöntemi *tümevarım* (*induction*)dır. Tümevarım pozitivistin temel aracı olarak uzun bir süre gözlem ve çıkarma arasındaki ilişkinin tek yöntemi olarak savunulmuştur (Bacon,1999; Hume,1976; Carnap,1952). Bir yandan tümevarıma getirilen farklı eleştiriler (Popper,2003; Goodman,1955), bir yandan bilime, *bulma* (keşif) ve *doğrulama* (Reichenbach,2006) bağlamı çerçevesinde getirilen ayırım sonrasında, bilimin bulma bağlamında özellikle *açıklayıcı niteliği olan ve kuramsal niteliği öne çıkan bilimsel bilgiler* için farklı bir yöntem öne sürülmüştür.

Pragmatik felsefenin önde gelen isimlerinden Peirce’(1957) tümevarımın soyutlama amaçlı bir genelleme aracı olduğuna ve hipotez oluşturma sürecinde kullanılmasının mümkün olmadığına dikkat çekerek, hipotez oluşturmanın ancak *abdüksiyon* (*abduction*) ile mümkün olacağını savunmuştur. Buluşun bir mantığı olduğunu savunan Hanson (1958), bu mantığın *abdüksiyonu* içeren *retrodüktif* (*retroduction*) yöntem olduğunu ifade ederek bir formülasyon ortaya koymuştur. Hanson’un son halini verdiği *retrodüksiyon*, bir yandan buluşun mantıksal bir yapısı olduğunu öne çıkarırken, bir yandan da *abdüksiyon* temeline mantıksal olmayan psikolojik (*hayal gücü ve yaratıcılık*) unsurlara da vurgu yapmaktadır (Hanson,1959).

2. Bilimsel söylemi oluşturan bilimsel bilginin yapısı nedir? (Bilimsel epistemoloji)

“Bilimsel bilgi ampiriktir”

“Bilimsel bilgi değişime açıktır”

“Teori ve yasa farklı tür bilgilerdir”

Bir bilginin bilimselliğine karar vermede ampirik yaklaşım önemlidir. Bir bilginin ampirik verilerle ilişkisi ortaya konularak sınanması noktasında (*doğrulama* bağlamı) bilim felsefesinde iki ana yaklaşım söz konusudur; *doğrulabilirlik* (Carnap,1953) ve *yanlışlanabilirlik* (Popper,2003). Bilimselliğin ölçütüne ilişkin her iki yaklaşımda farklı akıl yürütme yöntemleri temel alınmıştır. Klasik pozitivistin aksine *doğrulamacılık* bu nedenle *“tümevarımcılık”* olarak nitelendirilmektedir (Demir,2000). Tümevarım temeline *doğrulamacılığa* getirilen eleştiriler çerçevesinde, önce mantıkçı pozitivistin yer edinen (Reichenbach,2006) ardından ünlü felsefeci Popper’in ortaya koyduğu *bilimsellik ölçütü* olan *yanlışlanabilirlik* ile kullanım sürecine ilişkin yorumu *değişen hipotetik-dedüktif* (*hypothetic-deduction*) yöntem öne çıkmıştır.

Temelde rasyonalist felsefenin aracı olan (Demir,2000; Yıldırım,2008) formel *tümdengelimden* farklı olan bu yöntemin, özellikle Popper’in *eleştirel akılcılık* yaklaşımı ile bilimde mutlak bilginin çok zamanla *değişen ve evrimleşen* bir bilgi

anlayışına (Popper,2003) uygun bir yöntem olduğu görülmektedir. Bilimsel bilgilerin tümevarıma gerek kalmadan olgusal olarak sınanmasına imkân veren hipotetik-dedüktif yöntem (Sprenger,2011; Musgrave,2009; Çüçen,2006; Yıldırım,2008); yanlışlamacılık çerçevesinde teorilerden test edilebilir sonuçlar üretilmesinde ve bunların olgusal verilerle karşılaştırılması sürecinin rasyonel yönünü oluşturmaktadır. Bu bir açıdan teori ve kanun ilişkisini netleştirmede de kullanılabilir bir yöntemdir. Nitekim birçok kanun retrodüktif elde edilen bir hipotezin tümevarımsal olarak sınanması ile olgusal verilerden elde edilmenin yanı sıra, -bir teorinin hipotetik-dedüktif sınanması bağlamında- teorilerden de elde edilebilir (Yıldırım, 1985). Bu nedenle teori ve yasaların niteliği arasındaki fark, bunların gerek elde edilmesinde gerekse bunlardan bilgi üretiminde kullanılan akıl yürütme yöntemleri arasındaki ayrımın fark edilmesi ile daha net ortaya çıkabilir.

Sonuç ve Öneriler

Bu genel çerçeveden bakıldığında yukarıda verilen bilimin doğası anlayışlarını tanımlamak amacı ile bilim felsefesinde ortaya konulan:

- Bilimsel buluş nasıl bir yol izler?
- Bir yasa, hipotez ve teori gibi bilgilerin elde edilme süreci aynı mıdır?
- Deneysel olarak bir teori doğrulanabilir mi?
- Yanlışlanan bir teori terk edilmeli midir?
- Bir teori ne derece mutlaklık taşır?
- Yasalar mutlak bilgiler midir?
- Bir yasa bir teoriden nasıl elde edilir?
- Açıklayıcı bir hipotez deneysel bir yol izlemeden kuramsal bilgilerden nasıl elde edilir ve nasıl sınanır?
- Bilimsel modeller olguyu ne ölçüde açıklar?

Bu ve benzeri birçok soruya yanıt aramada bir şekilde bilimin rasyonalitesine ilişkin tartışmalara ve bu çerçevede akıl yürütme yöntemleri çerçevesinde yapılan açıklamalara rastlanacaktır. Bu açıdan; *bir bilimsel bilgiyi elde etmede ve geçerliliğini test etmede, kuramsal bilgilerden hipotez oluşturarak ön deyide bulunmada, ardından bunu olgusal olarak sınamada ve benzeri süreçlerde* hangi akıl yürütme yöntemlerinin kullanılacağına bilinmesi ve bunların eğitim ortamına taşınması bilimin doğasının anlayışların geliştirilmesinde önemlidir. Örneğin; bir teori için, tümevarımsal olarak birkaç olgusal sonuçtan hareketle teorinin doğrulandığına veya daha sonra bu teorinin bir şekilde kanunlaşacağına inanmış bir fen öğrencisi veya öğretmenin problemi sadece bilimsel bilgilerinin niteliğine ilişkin kavramsal eksikliği olmayabilir. Bunun yanı sıra, bu bilgilerin üretilme/elde edilme ve bu bilgileri kullanma, bunlardan yeni bilgiler üretme süreçlerinde kullanılan akıl yürütme yöntemleri hakkındaki hem epistemolojik hem de sınıf içinde özellikle oluşturulan söylemler bazında uygulamaya yönelik metodolojik eksiklikler de olabilir. Nitekim bilimsel bilgi türlerinin niteliklerine ilişkin öğretmen ve öğrencilerde epistemolojik yanlışlar olduğu kadar

(Tatar, Karakuyu ve Tüysüz,2011; NRC, 1998; Brickhouse, Dagher, Letts and Shipman,2000), özellikle öğrencilerin kuramsal bilgilerden yapılan akıl yürütmelerde zorlandıkları ifade edilmektedir (Lawson, Alkhoury, Benford, Clark ve Falconer,2000). Bu açıdan *kuramsal-olgusal* bilgi ve *yasa- teori* veya *betimleme- açıklama* gibi kavramlar arasındaki ayrımının yapılamamasının olası nedenlerinden birisi de bilgi niteliğine ve bağlamına bağlı olarak hangi akıl yürütme yöntemlerinin uygun olduğunun bilinmemesi ve buna bağlı olarak kullanılmaması olabilir. Bu nedenle duruma göre doğru akıl yürütmenin kullanılması, bu tür bilgiler arasındaki ayrımın farkına varmada yardımcı olabilir. Nitekim bilim felsefesinde bilginin epistemolojik analizinde akıl yürütme yöntemlerinin önemli bir yeri vardır (Yıldırım,2008). Ayrıca bilim ve sözde bilim ayrımında öğrenci ve öğretmenlerde karşılaşılan durumlar (Lundström,2007; Kallery,2001) düşünüldüğünde de akıl yürütme yöntemlerinin önemi görülebilir, çünkü bilimsel bilginin ölçütüne yönelik doğrulanabilirlik veya yanlışlanabilirlik ölçütlerinin işlev görmesinde de akıl yürütme yöntemlerinin önemi bir yeri vardır (Demir,2000; Yıldırım,2008).

Bilimin doğasına ait akıl yürütme yöntemleri ile bilimin doğasına ilişkin anlayışlar arasındaki, yukarıda verilen yakın ilişki düşünüldüğünde, fen okuryazarlığı çerçevesinde özellikle *bilimsel düşünmenin* hem *bilimsel bilgiyi* hem de *bilimsel yöntemi* anlama gibi fen okur yazarlığının temel hedeflerine katkıları noktasında farklı bir bakış açısı ortaya koyması mümkündür. Akıl yürütmelerin uygun bir şekilde kullanılması bilimin doğasının boyutlarına ilişkin bu anlayışların kazandırılmasında katkı sağlayabilir. Bu nedenle bu katkıyı sağlamak adına örneğin doğal öğretim ortamlarında bu yöntemlerin kullanılıp kullanılmadığının, nasıl kullanıldığının ve bunlara dayalı bilgi üretiminin niteliğinin belirlenmesi önemlidir. Bu nedenle bilim felsefesinin yaklaşımı temelinde akıl yürütme yöntemlerine dayalı bilgi üretiminin sınıf ortamında geliştirilmesi veya bu konuda yollar aranmasında da gerekli görülebilir.

Kaynaklar

- Abd-El-Khalick, F. (2001). Embedding nature of science in preservice elementary science courses: abandoning scientism, but... *Journal of Science Teacher Education*, 12(3), 215-233.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417-436.
- Alters, B. J. (1997). Whose nature of science? *Journal of Research In Science Teaching*,34(1), 39-55.
- Baç, M. (2007). Epistemoloji, A. Cevizci (Ed.) içinde, *Felsefe ansiklopedisi*, (567-581). İstanbul: Babil Yayıncılık.
- Bacon, F. (1999). *Novum organum* (Çev. S. Ö. Akkaş). Ankara: Doruk Yayınları. (özgün eserin yayın yılı 1620).

- Brickhouse, N. W., Dagher, Z. R., Letts W. J., & Shipman, H. L. (2000). Diversity of students' views about evidence, theory, and the interface between science and religion in an astronomy course. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 340-362.
- Carnap, R. (1952). *The cognition of inductive methods*. Chicago: University of Chicago Press.
- Chiapetta, E.L., Koballa, T. R., & Collette, A.T. (1998). *Science instruction in the middle and secondary schools*. New jersey: Prentice Hall.
- Çüçen, A. K. (2006). *Mantık*. Bursa: Asa Kitabevi.
- Demir, Ö. (2000). *Bilim felsefesi*. Ankara: Vadi Yayınları.
- Feyerabend, P.K. (1991). *Yönteme hayır*. (Çev. A. İnam). İstanbul: Ara Yayıncılık. (özgün eserin yayın yılı 1975).
- Goodman, N. (1955). *The new riddle of induction*, Retrieved March 10, 2007 from http://fitelson.org/confirmation/goodman_1955.pdf
- Hanson N.R. (1958). The logic of discovery. *The Journal of Philosophy* 55(25), 1073-1089. doi: 10.2307/2022541
- Hanson N.R. (1959). On the symmetry between explanation and prediction, *The Philosophical Review*, 68(3) pp. 349-358. doi: 10.2307/2182567
- Ho, Y.C. (1994). *Abduction?, Deduction?, Induction? Is there a logic of exploratory data analysis?* Retrieved December 23, 2007 from http://www.creative-wisdom.com/pub/Peirce/Logic_of_EDA.html
- Hume, D. (1976). *İnsanın anlama yetisi üzerine bir soruşturma*. (Çev. O. Aruoba). Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları. (özgün eserin yayın yılı 1751).
- Kallery, M. (2001). Early-years educators' attitudes to science and pseudo-science: the case of astronomy and astrology. *European Journal of Teacher Education*, 24(3), 329-342.
- Kuhn, S. T. (1991). *Bilimsel devrimlerin yapısı*. (Çev. N. Kuyaş), İstanbul: Kırmızı Yayınları. (özgün eserin yayın yılı 1962).
- Lawson, A.E., Alkhoury, S., Benford, R., Clark, B. R., & Falconer, K.A. (2000). What kinds of scientific concepts exist? Concept construction and intellectual development in college biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (9), 996-1018.
- Lecourt ,D.(2006). *Bilim felsefesi*. (Çev.I. Ergüden). Ankara: Dost Kitabevi. (özgün eserin yayın yılı 2001)
- Lederman, N.G. (2004). Syntax of nature of science within inquiry and science. In L. Flick, & N.G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education* (pp. 301-318). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Lederman, N.G. (2007). Nature of science: past, present, and future. In S.K. Abell, & N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831-880). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lundström, M. (2007). *Students' beliefs in pseudoscience*. Retrieved July 10, 2010 from <https://muep.mau.se/handle/2043/4701>

- Matthews, M.R. (2015). *Science teaching: the contribution of history and philosophy of science* (20th anniversary revised and expanded edition). New York: Routledge
- Matthews, M.R. (1998). In the defense of modest goals when teaching about the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 161–174.
- McComas, W. F., Clough, M. P., & Almazroa, H. (1998). The role and the character of the nature of science. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: rationales and strategies* (pp.331-350). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2005). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (6., 7. ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). *İlköğretim kurumları fen bilimleri öğretim programı*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2017). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3,4,5,6,7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları
- Musgrave, A. (2009). Popper and hypothetico-deductivism. In S. Hartmann, & J. Woods. (Eds.), D.M. Gabbay, P. Thagard, & J. Woods (Gen.Eds.), *Handbook of The History of Logic*. Volume 10: *Inductive Logic*. (pp.205-235). Elsevier BV.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington DC: National Academy Press.
- National Research Council. (1998). *Teaching about evolution and the nature of science*. Washington DC: National Academy Press.
- Niaz, M. (2016). History and philosophy of science as a guide to understanding nature of science. *Revista Científica*, 24, 7-16. doi: 10.14483/udistrital.jour.RC.2016.24.a1
- Özemre, A.Y. (2007). *Epistemolojinin tanımı ve işlevi*. Retrieved December 22, 2007 from <http://www.ozemre.com/index.html>
- Peirce, C.S. (1957). *Essays in the Philosophy of Science*, New York: Bobbs-Merrill.
- Popper, K. R. (2003). *Bilimsel araştırmanın mantığı*. (Çev. İ. Aka ve İ. Turan). İstanbul: Yapı Kredi Yayınları. (özgün eserin yayın yılı 1934).
- Reichenbach, H. (2006). *Bilim Felsefesinin doğuşu*. (Çev. C. Yıldırım), Ankara: Bilgi Yayınevi. (özgün eserin yayın yılı 1951).
- Rothchild, I. (2006). *Induction, deduction and the scientific method: An eclectic overview of the practice of science*. By the Society for the Study of Reproduction, Inc. Retrieved March 11, 2008 from <http://www.ssr.org/Induction.shtml>.
- Schwab, J. (1964). The structure of the natural sciences. In Ford, G.W., & Pugno, L. (Eds.) *The structure of knowledge and the curriculum*. Chicago: Rand McNally.
- Sprenger, J. (2011) *Hypothetico-deductive confirmation*. Retrieved December 11, 2011 from <http://www.laeuferpaar.de/papers.html>.
- Tatar, E., Karakuyu, Y., & Tüysüz, C. (2011). Sınıf öğretmeni adaylarının bilimin doğası kavramları: teori, yasa ve hipotez. *Mustafa Kemal University Journal of Social Sciences Institute*, 8 (15), 363 – 370.

Tekin, Ö.F. (2011). *Bilim felsefesinde ilgi kayması: sonuçtan sürece geçiş*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Mersin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Mersin.

Yıldırım, C. (1985). *Bilim felsefesi*. İstanbul: Remzi Kitabevi.

Yıldırım, C. (2008). *Bilimsel düşünme yöntemi*. Ankara: İmge Kitabevi.