

## FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ BİLİMSEL BİLGİ VE YÖNTEM ALGILARI

Halil TURGUT\*

### Öz

*Bu araştırmada Fen Bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel bilgi ve yöntem algılarının bazı kavramsal yapılar etrafında yorumlanabilmesi amaçlanmıştır. 70 kişilik öğretmen adayı grubuyla yürütülen araştırmada, açık uçlu sorulara verilen yazılı cevaplar ve grup içinden rasgele seçilen 10 öğretmen adayıyla yapılan mülakatlar veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Ulaşılan veriler açık kodlama tekniğiyle analiz edilmiş ve belirlenen kategoriler ve kavramsal yapılar etrafında savlar oluşturularak algılar yorumlanmaya çalışılmıştır. Oluşturulan savlar, öğretmen adaylarının bilimsel bilgiye yaklaşımlarının realist anlayışla uyumlu olduğunun ve doğru bilgiye götüreceği belirli basamakları olan bir bilimsel yöntemin varlığına inandıklarının işaretlerini içermiştir. Araştırmanın son bölümünde bu savlar doğrultusunda geliştirilmiş uygulanabilir, basit önerilere yer verilmiştir.*

**Anahtar Sözcükler:** Fen Bilgisi öğretmen adayları, bilimin doğası, bilimsel bilgi, bilimsel yöntem.

### Abstract

*In this research, it was aimed at interpreting the prospective science teachers' conceptions about scientific knowledge and scientific method. The participants were 70 Prospective science teachers; and data were collected through open ended questions and interviews with 10 participants. The data were analyzed qualitatively by open coding technique and the conceptions were interpreted in terms of determined categories and conceptual constructions. The findings consisted of some indicators that conceptions about scientific knowledge were in harmony with realist perspective and also prospective science teachers believed in the existence of a scientific method to be followed for achieving true knowledge. At the end, some simple and applicable suggestions were given.*

**Keywords:** Prospective Science Teachers, nature of science, scientific knowledge, scientific method.

Yakın zamanın reform hareketlerinin odak kavramlarından bilimsel okuryazarlığın önemli bileşenlerinden biri olarak bilimin doğası, fen eğitimi çevrelerinde önemli ilgi alanlarından birini oluşturmaktadır (Bell, Lederman, 2003). Öğretmenler ve fen eğitimcileri, öğrencilerden, bilimsel bilginin neden değerli olduğunu ve neden ona güvenilmesi gerektiğini anlamalarını beklemektedir. Diğer yandan gerek farklı kademelerdeki öğrencilerin gerekse öğretmenlerin bilimin doğası algılarının hâlen istenilen düzeyde geliştirilemediği yapılan araştırmalarla ortaya konulmaktadır (Abd-El-Khalick, Lederman, 2000a). Böyle bir tablo ise özellikle öğretmenler açısından üzerinde durulması gereken bir soruna işaret etmektedir. Zira istenilen düzeyde bilimin doğası algısı geliştirememiş öğretmenlerin bu anlamda öğrencilerine katabileceği değer mutlaka sorgulanmalıdır.

Bilimin doğasının fen eğitimi literatüründe birçok şekilde ele alındığı görülmektedir. Bununla birlikte öne çıkan ve en çok kabul gören birkaç açılım konu hakkında genel hatlarıyla bilgilendirici olabilecek niteliktedir. Bunlardan biri Lederman ve Zeidler (1987) tarafından yapılmıştır. Araştırmacılar bilimin doğası ile bilimsel bilginin ve bilimsel bilginin gelişim sürecinin içerdiği değerlerin ve inanışların kastedildiğini öne sürmüşlerdir. McComas, Clough ve Almozroa (1998) - bunlarla sınırlı olmamakla- birlikte bilim tarihi, sosyolojisi, felsefesi ile örülü, bilimin ne olduğu, nasıl işlediği ve bilim adamlarının çalışmalarını nasıl yürüttüğü sorularını içeren bir alan olarak ele almışlardır. Abd-el-Khalick, Bell ve Lederman (1998) ise bilimin doğası ile tipik olarak bilimin epistemolojisinin, bir bilme yolu olarak bilimin veya bilimsel bilginin doğasında var olan değer ve inanışların kastedildiğini ileri sürmüşlerdir.

Aslında bilimi ve doğasını tanımlamaya, daha doğrusu bilimsel bilgi alanını ve çalışmalar bütünü tek bir “bilimin doğası” açılımıyla kucaklamaya çalışmak önemli bir tartışma zemini oluşturmaktadır (Schwartz, Lederman, 2002). Zira bilimsel bilgiye ve sürece dair nitelikler kolaylıkla genel kabule konu olma durumunda değildir ve bilim felsefecileri, tarihçileri ve sosyologları arasında çok çabuk görüş ayrılıkları ortaya çıkabilmektedir. Bilimsel bilgi gibi bilimin doğasının da dinamik ve değişken olduğu ileri sürülmektedir. Bu kavramların bilim ve bilimin doğası hakkındaki sistematik düşünme biçimlerinin gelişimiyle birlikte değişime uğrayacağı varsayılmaktadır (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell ve Schwartz, 2002).

Bu durum bilim tarihçilerinin ve felsefecilerinin yoğun tartışmalarıyla alana kazandırdıkları dinamizme işaret etmekle birlikte fen eğitimcileri için belirli uzlaşılarda aşılması gereken bir süreçtir. Zira fen eğitimcileri için esas olan bireylerin bilimi temel süreçleriyle gücü ve sınırlılıklarıyla birlikte algılayabilmelerinin

sağlanması olmalıdır. Lederman, Abd-El Khalick, Bell ve Schwartz (2002), bilimin doğasına dair algıları temsil etme anlamında gözden geçirdikleri alt başlıklarla fen eğitimcileri için bu anlamda önemli bir açılım sağlamış gözükmektedirler. Araştırmacılar bilimin doğasını; (a) bilimsel bilginin deneyselliği, (b) gözlem, çıkarım ve teorik varlıklar, (c) bilimsel teoriler ve kanunlar, (d) bilimsel bilgide yaratıcılık ve hayal gücü, (e) teori bağımlılık, (f) sosyo-kültürel değerler alt başlıklarıyla ele alarak hem bilimin doğasına dair ölçme süreçleri için hem de fen eğitimi araştırmaları için önemli bir çerçeve sunmuşlardır.

Diğer yandan böyle bir kapsamla ulaşılabilecek inanışların değerlendirilebilmesi için de yine açıklayıcı bir yapıya ihtiyaç duyulacaktır. Böyle bir yapının realist görüş-yapılandırmacı görüş ayrımıyla sunulduğu görülmektedir. Realist görüşe göre bilim, bilinebilir gerçeklerin olduğu gibi yansıtıldığı, doğruların keşfedildiği bir süreç olarak sunulmuştur. Bu görüşe göre bilim adamları bilimsel yöntemleri kullanarak olguları keşfederler ve doğru cevaplara ulaşırlar (Good, Shymansky, 2001). Diğer yandan yapılandırmacı görüşe göre ise bilim, doğadaki olayların oluş biçimlerinin açıklanabilmesi için zihinsel olarak kurgulanmış, yapılandırılmış bilgi algısına dayandırılmıştır (Larochella, Desautels, 1991).

Bu ayrımın -kabuller bağlamında yakın zamana kadar bilim çevrelerinde büyük oranda ağırlığını hissettirmiş olan pozitivist temelde oluşturulmuş nedeniyle de- önemli bir tarafı olarak sunulan realist görüşün son zamanlarda güç kaybettiği söylenebilir. Birçok fen eğitimcisi artık bilimsel bilginin nesnel, sosyal değerlerden bağımsız ve bu yüzden de gerçeğin doğru (veya hemen hemen doğru) bir portresi olduğu yönündeki görüşe karşı çıkan tartışmalara kulak vermektedir. Hatta fen eğitimcilerinin bilginin, olguların oluşturduğu gerçekliğe verilmiş sosyal-yapılandırmacı ve enstrümentalist bir cevap olarak görüldüğü anlayışları dikkate almaya başladığı görülmektedir (Cobern, 2000).

Literatüre bakıldığında Batı'da ve ABD'de bilimin doğasına dair ilginin önemli bir birikim oluşturacak düzeye eriştiği ve gerek ölçek geliştirme gerekse algıların tanımlanması bağlamında kapsamlı çalışmaların yürütüldüğü görülmektedir. Ülkemizde ise bu yöndeki ilgi henüz istenilen düzeyde olmasa bile gittikçe gelişen bir seyir izlemektedir. Son yıllarda bu alana olan ilgi daha çok artmaya başlamış ve özellikle öğretmen adaylarının bilimin doğası ve bilimsel bilgi algılarının sorgulandığı araştırmalar hız kazanmıştır. Güzel'in (2000), Kılıç'ın (2003), Çelik'in (2003), Gürses, Doğan ve Yalçın'ın (2005), Akgül'ün (2006) ve Taşar'ın (2006) çalışmaları bu yöndeki örneklerdendir. Bu örneklerle birlikte özellikle öğretmen adaylarının bilimsel bilgiye dair yanılgılarının inceleme konusu

yapıldığı araştırmaların, önemli bir birikim oluşturabilecek düzeyde olmasa bile artmaya başlamış olduğu ileri sürülebilir. Fakat yine de özellikle öğretmen adaylarının bilimin doğası başlığı altında ele alınabilecek bir takım alt boyutlarda algılarının nasıl şekillendiğinin, varsa yanlışlarının neler olduğunun belirlenebilmesi ve bu yanlışların aşılabilmesi için ne tür planlamaların yapılması gerektiği yönünde önemli bir araştırma birikiminin oluştuğu söylenemez.

Bu araştırmada, yukarıda dile getirilen ihtiyaç da göz önünde bulundurularak öğretmen adaylarının bilimsel bilgiye bakış açıları diğer bilgi türleriyle karşılaştırmalı olarak gözden geçirilmiş ve bilimsel yöntem algıları ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ulaşılan bulgular ışığında öğretmen yetiştiren kurumlar ve eğitimciler için bazı öneriler getirilmiştir. Bu kapsamda şu araştırma sorularına cevap aranmıştır:

- 1) Fen Bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel bilgi algıları nasıldır?
- 2) Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel yöntem algıları nasıldır?

### **Yöntem**

Bu araştırma, öğretmen adaylarının bilimsel bilgiye ve yönetime dair algılarının ortaya konulabilmesi amacıyla yürütülmüş nitel bir çalışmadır. Araştırmada ulaşılan veriler nitel olarak açık kodlama tekniğiyle (Strauss & Corbin, 1990) analiz edilmiş ve ulaşılan kategoriler ve kavramsal yapılar ışığında öğretmen adaylarının algılarının ortaya konmaya çalışıldığı savlar üretilmiştir.

### **Çalışma Grubu**

Araştırma, Marmara Üniversitesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Ana Bilim Dalı'nda öğrenim görmekte olan 40 bayan, 30 erkek son sınıf öğrencisinden oluşmuş 70 kişilik bir çalışma grubuyla yürütülmüştür. Çalışma grubunda yer alan öğrenciler, fen bilgisi öğretmen adayları olarak program kapsamındaki fizik, kimya ve biyoloji temel alan derslerinin tamamını verdikleri göz önünde bulundurularak fen bilimlerinde belirli bir düzeyde içerik bilgisine sahip kabul edilmişlerdir.

### **Veri Toplama Araçları**

Araştırmada kullanılacak veri toplama aracının biçimi çalışmanın amacı dikkate alınarak belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmanın amacı, öğretmen adaylarının bilimsel bilgi ve bilimsel yöntem algılarını ortaya koyabilmek olduğu

için seçim açık uçlu sorulardan yana yapılmıştır. Zira öğretmen adaylarının algılarını ortaya koyarken arka planda hangi kabuller ve gerekçelerle hareket ettiklerinin belirlenebilmesi için açık uçlu soruların en uygun bağlamı oluşturacağı düşünülmüştür. Bu doğrultuda Abd-El-Khalick (1998) tarafından geliştirilmiş ve bilimin doğasına dair açık uçlu sorulardan oluşmuş bir ölçme aracı da içerik olarak incelendikten sonra aşağıda verilen açık uçlu soruların veri kaynağı olarak kullanılması planlanmıştır:

1) Bilgi dinî, felsefi ve bilimsel olarak üç farklı bağlamda ele alındığında ve bu üç bilgi türüne dair bir değerlendirme yapmanız istendiğinde nasıl bir tablo oluşturursunuz, gerekçeleriyle anlatınız.

2) Sizce deneyler bilim adamları için vazgeçilmez midir? Cevabınız evet ise deneylerin bilimler ve bilim adamları için anlamının, işlevinin neler olduğunu anlatınız.

3) Sizce bilim adamları bilimsel teorileri ve kanunları nasıl oluşturuyorlar, açıklayınız. Teorilerin ve kanunların geliştirildikten sonra değişip değişmeyeceğini tartışınız.

4) Sizce bilim adamları geçerli ve güvenilir bir bilgiye ulaşabilmek için belirli işlem basamaklarını izlemek zorunda mıdır? Cevabınız evet ise bu işlem basamaklarının neler olduğunu anlatabilir misiniz?

Yukarıda verilen dört soru çalışma grubuna herhangi bir süre, cevap kâğıdı kısıtlamasına gidilmeden uygulanmış ve yaklaşık 60 dakikada öğretmen adayları uygulamayı tamamlamışlardır. Bu sorularla birlikte bazı öğretmen adaylarıyla yapılması planlanan mülakatların da yine veri kaynağı olarak kullanılması planlanmıştır. Mülakat yapılacak öğretmen adayları çalışma grubu içerisinde rastgele seçilmiş ve sayı 10 kişi ile sınırlandırılmıştır. Mülakatlarda öğretmen adaylarına önce yukarıda verilen sorulara verdikleri cevapların analizi ile ortaya konulan tabloyu onaylayıp onaylamadıkları sorulmuş, sonra da cevapları üzerinde daha derinlemesine bir diyaloga girilmiştir. Bu şekilde hem araştırma soruları bağlamında daha zengin veri elde edebilmek hem de yapılan analizin geçerliğini sorgulayabilmek amaçlanmıştır.

### **Verilerin Analizi**

Açık uçlu sorulara verilen cevapların analizi için hem ölçme aracının yapısı hem de araştırmanın amacı dikkate alınarak bir yol çizilmeye çalışılmıştır. Yapılan değerlendirme sonrasında ise cevapların nitel olarak ve açık kodlama tekniğiyle analizine karar verilmiştir. Zira açık kodlama, kısaca verilerin işaret ettiği

fenomenlerin belirlenmesi ve sınıflandırılması olarak tanımlanabilir. Strauss ve Corbin (1990) açık kodlama sürecinde izlenecek işlem basamaklarını şu şekilde sıralamışlardır: (1) Fenomenlerin Belirlenmesi: Bir cümle, paragraf veya metnin bütününden hareketle olaylar, fikirler bir fenomeni tanımlayacak şekilde isimlendirilir, (2) Kategorilerin Oluşturulması: Belirli fenomenler tanımlandıktan sonra kavramlar bunların etrafında gruplandırılarak kategoriler oluşturulur, (3) Kategorilerin İsimlendirilmesi: Kategoriler araştırmacının yaratıcılığına ve algı biçimine de bağlı olarak tanımladığı veriyle mümkün olduğunca fazla mantıksal ilişkisi olacak şekilde adlandırılır.

Bu araştırmada 70 öğretmen adayının açık uçlu sorulara verdikleri cevapların açık kodlama tekniğiyle yapılan ilk analizinden sonra oluşturulan kavramlar ve bu kavramların etrafında toplandığı kategoriler aşağıda Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1

*Kavramsal Yapılar-Kategoriler*

Kategori	Kavramsal Yapı
Bilimsel Bilgi	Bilimsel Bilginin Niteliği Bilimsel-Felsefi-Dinî Bilgi Karşılaştırması
Bilimsel Yöntem	Bilimde Deneysellik Bilimsel Teorilerin Oluşturulması Bilimsel Kanunların Oluşturulması

Açık uçlu sorulara verilen cevapların analizi yukarıda ifade edildiği gibi tamamlandıktan ve Tablo 1’de verilen yapılara ulaşıldıktan sonra 10 öğretmen adayıyla yapılan mülakatlar da yine açık kodlama tekniğiyle analiz edilmiş ve tablonun dışında kalan veya tabloyla uyumsuz herhangi bir yapının söz konusu olup olmadığı gözden geçirilmiştir. Herhangi bir uyumsuzluğun söz konusu olmadığı görülmüş bu yüzden de mülakat verileri açık uçlu sorulardan elde edilen verilerin anlamlandırılmasında kullanılmıştır. Ulaşılan yapıların uyumluluğu yapılan mülakatların açık uçlu sorularla paralel yürütülmüş olması ve odak kavramların aynılığı dikkate alındığında olağan karşılanmıştır.

### Bulgular

Araştırma bulgularının sunumu, açık uçlu sorulara verilen cevapların ve mülakat kayıtlarının açık kodlama tekniğiyle analizi neticesinde oluşturulan kavramsal yapılar ve bu kavramsal yapıların etrafında odaklandığı kategoriler esas alınarak yapılmıştır. Bu doğrultuda, bu araştırmada ulaşılan bulgular bilimsel bilgiye ve bilimsel yönetime dair algılar bağlamlarında ele alınmıştır.

#### Öğretmen Adaylarının Bilimsel Bilgi Algıları

Öğretmen adaylarının bilimsel bilgi algılarını ortaya koyabilmek için açık uçlu sorulara (özellikle birinci soru) verdikleri cevaplar ve mülakat kayıtları analiz edilmiş ve metinlerin bir bütün olarak gözden geçirilmesiyle oluşturulan kodlar doğrultusunda ulaşılan kavramsal yapılar etrafında bir sav oluşturulmaya çalışılmıştır.

**Sav 1:** Öğretmen adayları genelde bilimsel bilgiye deneysellik, değerlerden bağımsızlık ve ispatlanabilirlik kavramlarından hareketle doğadaki gerçeklerin tam bir karşılığı olma anlamını yükleyerek realist görüşe daha yakın bir duruş sergilemişler, bilimsel bilgiyi diğer bilgi türlerinden izole, bazen de daha üstün, gördüklerinin işaretlerini vermişlerdir.

Öğretmen adaylarının özellikle açık uçlu sorulardan birincisine verdikleri cevaplarda, bilimsel bilgiyi felsefi ve dinî bilgiyle karşılaştırmaya çalışırken ortaya koydukları bilimsel bilgi algısı genelde nesnellik, deneysellik, kesinlik ve ispatlanabilirlik kavramları üzerine odaklanmıştır. Hemen hemen hiçbir öğrenci bilimin temel kabullerinden ve varsayımlarından bahsetmemiş, bilimsel bilgiyi doğadaki gerçeklerin tam bir ifadesi gibi sunmuştur. Bununla birlikte öğretmen adaylarının önemli bir bölümü felsefeyi bireylerin kendilerine göre görüşler ortaya attıkları basit bir akıl yürütme süreci olarak tasvir etme eğilimi sergilerken dini de tamamen sorgulama dışı, dogmatik kabullerle örülü bir alan olarak algıladıkları izlenimini vermişlerdir. Bu doğrultuda öğretmen adayları geliştirdikleri tartışmalarda bilim-din-felsefe üçgeninde üç alanı birbirinden kesin çizgilerle ayırma ve bilimsel bilgiye diğerlerine göre daha sistemli, somut karşılığı olan, genel kabule şayan, geçerli bir kimlik atfetme eğilimi sergilemişlerdir. Bazı öğretmen adaylarının bilim dışı sorgulama süreçleriyle ortaya konulan bilginin bilimsel bilgi kadar değerli ve kullanılabilir olmadığı yönünde imalarda buldukları görülmüştür.

Öğretmen adaylarının bilimsel bilgiyi ve onu felsefi, dini bilgidan farklı kılan unsurları tanımlamaya çalışırken kullandıkları söylemlerden biri aşağıda verilmiştir:

“Fizik, biyoloji gibi bilimlerde elle tutulan, gözle görülen sonuçlara göre, insandan insana değişmeyecek genel teori ve kurallar üreterek, insanların inanışlarıyla, değerleriyle değil gözlemlerle, deneylerle, araştırmalarla ispatlanarak bilgi oluşturulur. Felsefe böyle değil, herkes kendine göre bir şeyler söyler... Kabul edebilirsin de etmezsin de. Dine gelince orda zaten sorgulama olmaz. Akıl yürütme olmaz (Ö 3).”

Bu örnek ifade, öğretmen adaylarının bilimsel bilgiyi sınanabilir, ispatlanabilir, değerlerden bağımsız bir yapı olarak gördükleri yönünde işaretler sunmaktadır. Bilimsel bilgiyi doğadaki olguların deney ve gözlemler neticesinde somut temeller üzerine inşa edilmiş ve ispatlanmış birer açıklaması gibi sunan öğretmen adaylarının verilerin farklı yorumlanabileceği, görüş farklılıklarının ortaya çıkabileceği, farklı yaklaşımların söz konusu olabileceği bir süreci tamamen dışarıda bırakma eğilimi taşıdıkları düşünülmüştür. Felsefe ve dine bakış açısı ise böyle sistemli bir yapının tamamen dışarıda bırakıldığı, ya herkesin kendine göre bir şeyler söylediği ya da kesinlikle sorgulamanın söz konusu olmadığı bir sürece işaret eder görünmektedir.

Bir başka öğretmen adayı ise bilimsel bilgiyi tanımlamaya çalışırken onu felsefi, dinî bilgiden farklı kılan unsurları şu şekilde dile getirmiştir:

“Bilimsel bilgi deney ve gözlemlerle ispatlanarak dünya tarafından kanıtlanmıştır, onu diğerlerinden ayıran yoruma açık olmamasıdır. Bilimlerde doğanın gerçekleri vardır, diğerlerinde kişisel görüşler ön plandadır, inanışlar kişiden kişiye değişir... Bilimsel bilgi doğa olaylarını açıklar, ispat eder. Felsefe yoruma açıktır, insanların hayata bakışlarına göre değişir (Ö 7).”

Bu örnek ifadede görülmektedir ki öğretmen adayları bilimsel bilgiyi özellikle ispatlanabilirliği iddiasına vurgu yaparak doğadaki olguların tam bir açıklaması gibi görme eğilimindedirler. Özellikle yoruma açık olmama ve doğanın gerçeklerini açıklama gibi argümanlarla bilimsel bilgiyi olguların basit bir yansıması, yorumsuz bir resmi gibi algıladıklarına dair işaretler verdikleri düşünülebilir.

Bu bağlamda ayrıca dikkat çekilmesi gereken nokta ise öğretmen adaylarının bilimsel bilgiyi diğer bilgi türlerinden ayırt etme çabası içinde özellikle felsefe gibi sorgulama disiplinlerini inanışlara, kişisel görüşlere, basit akıl yürütmelere

dolayısıyla herkesin kendine göre bir şeyler söylediği bir uğraşa indirgeme yönündeki söylemleridir. Öğretmen adaylarının ortaya koydukları bu tür algılar kendilerinin bilimsel bilgiyi bir nevi tek başına açıklama gücüne sahip, ispatlanabilir ve dolayısıyla tek başına değerli görme eğiliminde olduklarını, felsefi bilgiyi ise daha çok yoruma, inanışlara, kişisel kabullere dayalı dolayısıyla daha az geçerli ve değerli gördükleri izlenimini doğurmaktadır. Hiçbir öğrencinin felsefi açımların, tartışmaların bilime ve bilim adamlarının çalışmalarına ışık tutabileceğinden, onları yönlendirebileceğinden, karşılıklı ilişki içinde olabileceğinden bahsetmemiş olması bu kanıyı güçlendirmektedir. Dolayısıyla aslında öğretmen adaylarının felsefe gibi sorgulama disiplinlerini tanımaması ve bu alanlarda temel düzeyde bile olsa bilgi sahibi olmaması, mesela önemli bilim adamlarının bir nevi filozof kimliklerinin farkında olmaması onların bilimsel bilgiye bakışlarının da tek yönlü ve kısır olması sonucunu doğurmuştur denilebilir. Özellikle bu tartışmalar ışığında öğretmen adaylarına, mülakatlarda Thomas Kuhn, Karl Popper gibi felsefeciler, determinizm, pozitivism, post-pozitivism gibi akımlar hakkında bilgi sahibi olup olmadıkları sorulduğunda hemen hiç birinin tatmin edici cevaplar verememiş olması bu kanıyı güçlendirmiştir.

### **Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yöntem Algıları**

Öğretmen adaylarının bilimsel yöntem algılarını ortaya koyabilmek için açık uçlu sorulara verdikleri cevaplar analiz edilmiş ve metinlerin bir bütün olarak gözden geçirilmesiyle oluşturulan kodlar doğrultusunda ulaşılan kavramsal yapılar etrafında bir sav oluşturulmaya çalışılmıştır.

**Sav 2:** Öğretmen adayları genelde güvenilebilir, geçerli bilgiye götürecek ve belirli basamaklar içeren bir bilimsel yöntemin varlığından bahsederek bu basamakların izlenmesiyle gerçeğin karşılığı olan “doğru” bilgiye ulaşılacağını iddia etmişlerdir. Bu anlamda realist görüşe yakın bir duruş sergilemiş olan öğretmen adaylarının söylemlerinde teorilere, kanunlara ve deneylere dair bazı önemli algı yanılgılarıyla karşılaşmıştır.

Öğretmen adaylarının bilimsel yöntem algılarının odağında bilimsel bilgiyi tanımlarken de en çok üzerinde durdukları deneysellik yer almıştır. Fakat öğretmen adaylarının ifadeleri bilimsel deneylere yaklaşımlarında daha çok bilimsel bilgiye giden yolda, kanıtlama bağlamında, bir son basamak algısının söz konusu olduğu izlenimini doğurmuştur. Özellikle üzerinde çalışılan bir problemin sonuçlandırılması ve bir karara varılması yönünde ifadelerle sıkça karşılaşmıştır. Öğretmen

adaylarının deneylere bilginin oluşturulması bağlamından çok sınanması bağlamında yaklaştıkları ve bilimsel deneylerle sınanan bilginin kesin anlamda geçerlik kazandığına inandıkları görülmüştür. Aşağıda bu yöndeki ifadelerden örnekler sunulmuştur:

“Deney, bilimsel çalışmaların doğrulanması için yapılan... bir problemi veya bir soruyu çözmek için yapılan çalışmalara verilen addır. İlgili veriler toplanıp bilginin doğruluğu denenmezse, ispatlanmazsa o bilgi havada kalır. Bilgi birçok kez denenip aynı sonuca ulaşıyorsa o zaman geçerli kabul edilebilir (Ö 12).”

“Bilimsel bilgi kanıtlanabilir, herkesçe kabul edilir olmalıdır. Bu da deneylerle gerçekleşir. Deneylerle sonuca varılır, kesin sonuç ortaya konulur, artık itiraz olmaz (Ö 18).”

Bu örnekler de göstermektedir ki öğretmen adayları deneylerle ortaya konulan sonuçları bir son nokta olarak görme eğilimindedirler. Özellikle ispatlama, kanıtlama gibi kavramlara yaptıkları vurgular ise bilimsel bilgiye dair açıklamalarında ortaya koydukları tartışmalara paralel bir anlayış sergilemiş olmaları açısından olağan karşılanmıştır. Yapılan mülakatlarda da kendi deneyimlerini laboratuvara girip hazır föylere göre, belirlenmiş işlem basamaklarını takip ederek sonuca ulaşma şeklinde dile getiren öğretmen adaylarının bu yöndeki algılarının üniversite öğrenimleri boyunca daha çok pekiştirdikleri düşünülmüştür.

Öğretmen adaylarının bilimsel yöntem bağlamında teorilerin ve kanunların üretilmesi sürecine yaklaşımları da gözden geçirilmiş ve bilimsel teori algılarının daha çok kavramın günlük dildeki kullanımıyla şekillendiği görülmüştür. Adayların verdikleri cevaplarda teorileri daha çok bilim adamlarının ortaya attıkları bazı iddialar şeklinde ele alma eğiliminde oldukları tespit edilmiştir. Bu durum teorilerin değişebilirliğinde hemfikir olmalarını kolaylaştırmış gözükmektedir. En çok kullandıkları argüman, teorilerin herkes tarafından kabul edilmemiş iddialar oldukları için değişebilir olduğudur. Bu anlamda öğretmen adaylarının hemen hiç biri bilimsel teorilere dair ciddi bir açılım ortaya koyamamış, gerek teorilerin büyük açıklayıcı güçleri gerekse deney ve gözlemlerde yönlendirici olmaları bağlamında bir algıya sahip olduklarına dair kanı oluşturamamışlardır. Aşağıda öğretmen adayının teorilere dair söylemlerinden örnekler sunulmuştur:

“Bilim adamları bazı şeyleri açıklamaya çalışırken ortaya bazı iddialar atarlar ve bunları ispatlamaya çalışırlar. Bu iddialar ilk başta hipotezdir. Deneyler, gözlemler ile desteklenirse teori halini almış olur. Ama teori olunca kesin sonucu vermez daha. Sadece bir teoridir. Birçok kez ispatlanması, denenmesi gerekir. Bu uzun bir süreç (Ö 43).”

“Bilimsel teori daha deneylerle ispatlanmamış, bilim adamlarınca kabul görmemiş sadece ortaya atılan bir düşüncedir. Zamanla değişebilir tabii. Bunu yapılacak bir sürü deney gösterir (Ö 63).”

Yukarıdaki örneklerde de görüldüğü gibi öğretmen adaylarının bilimsel teori algısı genelde bir dereceye kadar kendisini destekleyen verilerin söz konusu olduğu ama henüz sadece bir “teori” halinde olan bir takım iddialar bütününe işaret etmektedir. Sadece birkaç değişken üzerine geliştirilebilecek hipotezlerin teorilere dönüştüğü yönünde iddiaların ortaya atılmış olması ise öğretmen adayları açısından gerçekten düşündürücüdür.

Öğretmen adaylarının bilimsel kanunlara yaklaşımları ise ispatlanmış teorilerin aldığı son ve değişmez hâl şeklindeki sunumlar üzerine kurgulanmıştır ve bu anlamda genelde hipotez-teori-kanun gibi bir gelişim silsilesinden bahsettikleri görülmektedir. Öğretmen adaylarının bilimsel kanun açıklamalarından örnekler aşağıda verilmiştir:

“Bir bilim adamı gelip bir teorisi olduğunu iddia eder. Bunu deneylerle, araştırmalarla, gözlemlerle desteklemeye çalışır. Ancak teori her yönüyle kanıtlanmadıysa bu teori olarak kalır. Bu teorinin gerçekliğin kanıtlanması gerekir. Kanıtlandığı takdirde ki artık kanun olmuştur teori. Ve hiç kimse kanunu değiştiremez (Ö 38).”

“Bilim adamı önce ortaya hipotez atar. Bu hipotez deneylerle ispatlandıkça teori halini alır ve başka bilim adamları da denemeye devam der. Herkes yaptıkları deneylerle bu teorinin ispatlamasını yaparsa ve herkes teoriyi kabul ederse artık o kanun olmuş olur. Kanunlaşınca doğruluğu kesinleşmiştir ve artık değişmez (Ö 61).”

Öğretmen adaylarının hipotez, teori ve kanun kavramlarını sıkı bir hiyerarşi içinde sıralama eğiliminde oldukları görülmektedir. Bu anlamda bilimsel kanunları ulaşılabilecek en üst nokta olarak tanımladıkları, kesin ve çürütülemez yapılar olarak gördükleri anlaşılmaktadır. Büyük bölümü ortaya atılan hipotezlerin deneylerle sınanarak teorilere ve devam eden doğrulama sürecinde kesin biçimde ispatlanarak ve herkes tarafından kabul görecer kanunlara dönüştüğünü iddia etmişler, bu şekilde daha kesin sonuçlara doğru ilerlemeyi mümkün kılacak bir bilimsel yöntem tasarımı ortaya koymaya çalışmışlardır. Özellikle kendileriyle mülakat yapılan öğretmen adaylarının lise biyoloji dersinde edindiklerini iddia ettikleri bu ilerleme zinciri algısını üniversite eğitimleri boyunca koruyabilmeleri ilginç karşılanmıştır. Bir diğer dikkat çekici husus ise yine yapılan görüşmelerde kendilerine kanuna dönüşmüş bir teori örneği verip veremeyecekleri sorulan öğretmen adaylarının hemen hepsinin bu yönde bir örnek sunamamasına rağmen bu durumu “şu anda aklıma gelmiyor” şeklinde geçiştirmesi olmuştur. Adayların bu yönde bir örnek verememelerine rağmen teori-kanun algılarını sorgulama ihtiyacı hissetmedikleri görülmüştür. Öğretmen adaylarının fizik, kimya, biyoloji gibi alan derslerinde birçok teoriden, kanundan bahsedilmesine rağmen teorilerin ve kanunların geliştirilme biçimleri ve doğaları hakkında sınıf içinde dikkate değer tartışmaların yapılmadığı yönündeki beyanları da mevcut yanılgılarının anlaşılabilirliğini kolaylaştırmıştır.

### **Sonuç, Tartışma ve Öneriler**

Bu araştırmayla birlikte ulaşılan bulgular ve oluşturulan savlar da göstermektedir ki öğretmen adayları gerek bilimsel bilgiye gerekse bilimsel bilgiye götüren sürece dair algılarında ağırlıklı olarak realist perspektife yakın bir duruş sergilemişlerdir. Bu tarz bir duruşla bilimsel bilgiyi nesnel, gerçeklerin tam bir karşılığı ve deneylerle kesin ispatlama konusu yapılan olgulara dayalı bir yapı olarak algıladıkları izlenimi veren öğretmen adayları, bilimsel bilgiye giden yolu da belirli basamakların takibini gerektiren bir süreçle tasvir etmeye çalışmışlardır. Bu anlamda öğretmen adaylarının bilimsel yöntemi, hipotezlerin oluşturulması test edilerek teorilere ve devam eden sınama sürecinde mutlak ispatlarla artık kesinlik sunabilen kanunlara ulaşılması gibi bir işlem basamakları bütünü olarak sunduğu görülmüştür. Bu algı tek bir bilimsel metod mitine uygun gözükmektedir. Dikkat çekici olan ise öğretmen adaylarının bu mit kapsamında önemli bir misyon yüklediği deneylere bilginin doğruluğunu neredeyse mutlak anlamda ortaya koyan bir mekanizma olarak yaklaşımları olmuştur.

İlgili literatüre bakıldığında böyle bir tablonun aslında çok da şaşırtıcı karşılanmaması gerektiğinin işaretlerini sunan araştırmaların varlığı görülmektedir. Zira farklı kademelerdeki öğrencilerin ve öğretmenlerin bilimin doğası algılarının hâlen istenilen düzeyde geliştirilemediği yapılan araştırmalarla ortaya konmuştur (Abd-El-Khalick, Lederman, 2000a). Mesela Sperandeo (2004), bilimsel bilginin algılanma biçimini incelediği araştırmasında Fizik öğretmenlerinin büyük bölümünün fiziği ispatlanmak üzere toparlanmış bir gözlem-açıklama birikimi olarak gördükleri bulgusuna ulaşmıştır. Güzel (2000), Fen alanı (biyoloji, kimya ve fizik) lise öğretmenlerinin bilimin doğası algılarını sorguladığı araştırmasında katılımcıların büyük bölümünün birçok konuda post-pozitivist bilim felsefesine göre gerçekçi görüşlere sahip olmadıklarının görüldüğünü ileri sürmüştür. Bir başka araştırmacı Tsai (2002) ise fen öğretmenlerinin çoğunluğunun fen bilimlerine dair inanışlarının realist perspektif ekseninde olduğunu ifade etmiştir. Gürses, Doğan ve Yalçın'ın (2005) yürüttükleri araştırmada da yine kimya ve sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel kanun, teori, ispatlama gibi kavramlarda önemli algı yanılgılarının olduğu bulgu olarak ortaya konmuştur. Bu ve benzeri sonuçları ortaya koyan pek çok araştırma mevcuttur. Dolayısıyla algılardaki yetersizliklerin belirlenmesi kadar söz konusu yetersizliklerin aşılabilmesi için kısa vadede uygulanabilir olabildiğince basit önerilerin geliştirilmesi de önemlidir. Bu araştırmada ulaşılan bulgular ve özellikle öğretmen adaylarıyla yapılan mülakatlarda ulaşılan veriler ışığında geliştirilen öneriler şunlardır:

1) Öğretmen adayları fizik, kimya, biyoloji gibi alan derslerinde birtakım bilimsel teorileri, kanunları ele almalarına karşın daha çok bu genellemelerin içeriğine odaklandıklarını, doğalarına dair tartışmaların çok fazla söz konusu olmadığını iddia etmişlerdir. Bu önemli bir eksiklik olarak ele alınmalı ve özellikle alan derslerinde içerik bilgisi yanında bilimin doğası kavramları temel felsefi argümanlar ve perspektifler ışığında mutlaka tartışma konusu yapılmalıdır.

2) Öğretmen adayları kontrollü deney mantığını kavramış gözükmeyle birlikte deneylerin bilimsel bilginin oluşturulmasında ve sınanmasında nasıl bir anlam taşıdığı noktasında bazı algı yanılgılarına sahip oldukları izlenimi vermişlerdir. Bu durum laboratuvar derslerinde deneylerin bilginin ispatlanması değil fakat geçerliğinin artırılması yolunda bir uğraş olduğunun hissettirilmesi bağlamında bir dil kullanımının gerekli olduğunu göstermektedir.

3) Öğretmen adayları belirli işlem basamakları olan ve bu işlem basamaklarının takibiyle doğru bilgiye ulaşılabilmesini sağlayacak bir bilimsel yöntem mitine sahip görünmektedirler. Alan derslerinde, bazı bilim adamlarının

bilimsel bilgiye ulaşma serüvenlerini içeren ve öğretmen adaylarının kafalarındaki bu miti yıkabilecek nitelikteki hikâyelere içerik bilgisiyle bağlantılı olacak şekilde yer verilebilir.

4) Öğretmen yetiştiren kurumların özellikle alan derslerine giren öğretim üyelerinin bilimin doğası algıları, derslerde kullandıkları dil ve bilimsel bilgiyi öğretmen adaylarına sunarken onlara hissettirdikleri bilimin doğası inceleme konusu yapılabılır ve gerekirse elde edilen veriler kendileriyle paylaşılabilir.

### Kaynaklar

- AAAS. (1993). *Benchmarks for scientific literacy*. New York: Oxford University Press.
- 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, 417-436.
- Abd-El-Khalick, F., Lederman, N. G. (2000a). Improving science teachers' conceptions of the nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22, 665-701.
- Akgül, E., M. (2006). Teaching science in an inquiry-based learning environment: What it means for pre-service elementary science teachers? *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(1), 71-81.
- Bell, R. L., Lederman, N. G. (2003). Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science Education*, 87, 352– 377.
- Coburn, W. W. (2000). The nature of science and role of knowledge and belief. *Science and Education*, 9, 219-246.
- Çelik, S. (2003). *Öğretmen adaylarının bilim anlayışları ve fen-teknoloji-toplum dersinin bu anlayışlara etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Good, R., Shymansky, J. (2001). Nature of science literacy in benchmarks and standarts: post-modern/relativist or modern/realist. In F. Bevilacqua, E. Giannetto, M. R. Matthews (Eds.), *Science Education and Culture. The contribution of history and philosophy of science* (pp.53-65). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

- Gürses, A., Dođar, Ç., Yalçın, M. (2005). Bilimin doğası ve yüksek öğrenim öğrencilerinin bilimin doğasına dair düşünceleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 166.
- Güzel, B. Y. (2000). Fen alanı (Biyoloji, Kimya ve Fizik) öğretmenlerinin bilimsel okuryazarlığın bir boyutu olan “Bilimin Doğası” hakkındaki görüşleri. *IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi Bildiri Kitabı*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları, ss. 471-476.
- Kılıç, G. B. (2003). Üçüncü uluslar arası matematik ve fen araştırması: Fen öğretimi, bilimsel araştırma ve bilimin doğası. *İlköğretim-Online*, 2(1), 42-51.
- Larochella, M., Desautels, J. (1991). “Of course, it’s obvious”: Adolescents’ ideas of scientific knowledge. *International Journal of Science Education*, 13(4), 373-389.
- Lederman, N. G., Zeidler, D. L. (1987). Science teachers’ conceptions of the nature of science: Do they really influence teacher behavior? *Science Education*, 71(5), 721–734.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R., Schwartz, R. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners’ conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.
- McComas, W. F., Clough, M. P., Almozroa, H. (1998). The role and character of the nature of science in science education. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 3 – 39). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G. (2002). ‘It’s the nature of beast’: The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 205–236.
- Sperandeo, R. M. (2004). Epistemological beliefs of physics teachers about the nature of science and scientific models. İnternette 05 Aralık 2004’de elde edilmiştir: <http://www.Ipn.Uni-Kiel.De/Projekte/Esera/Book/150-Spe.Pdf>.
- Strauss, A., Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research, grounded theory procedures and techniques*. California: Sage Publications, Inc.
- Taşar, M., F. (2006). Probing preservice teachers’ understandings of scientific knowledge by using a vignette in conjunction with a paper and pencil test.

*Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(1), 53-69.

Tsai, C. C. (2002). Nested epistemologies: Science teachers' beliefs of teaching, learning and science. *International Journal of Science Education*, 24(8), 771-783.

Turgut, H. (2005). *Yapılandırmacı tasarım uygulamasının fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel okuryazarlık yeterliklerinden bilimin doğası ve Bilim-Teknoloji-Toplum ilişkisi boyutlarının gelişimine etkisi*. Doktora tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

### *Summary*

## **PROSPECTIVE SCIENCE TEACHERS' CONCEPTIONS ABOUT SCIENTIFIC KNOWLEDGE AND METHOD**

**Halil TURGUT\***

Nature of science as one of the main components of scientific literacy which is a focus concept of recent reform movements represents an important interest area for science education community (Bell, Lederman, 2003). Teachers and science educators ask students to understand why scientific knowledge is valuable and why it must be respected. On the other hand by the researchers conducted it was determined that both students and teachers at different levels failed to developed an informed nature of science understanding (Abd-El-Khalick, Lederman, 2000a). In this research that was also the main point of view and the prospective science teachers' conceptions about scientific knowledge and method were questioned under the heading of nature of science after a short review of nature of science definitions in related literature.

Lederman and Zeidler (1987) asserted that the nature of science refers to the values and beliefs consisted in the process of development of scientific knowledge. McComas, Clough and Almozroa (1998) mentioned that the nature of science also relates with history, sociology and philosophy of science and questions what science is, how science performs, how scientist works. Abd-el-Khalick, Bell and Lederman (1998), defined nature of science as the set of beliefs and values embedded in nature of science or scientific knowledge as a way of knowing and Lederman, Abd-El Khalick, Bell and Schwartz (2002) viewed that nature of science under those sub-headings: (a) experimental nature of knowledge, (b) observation, inference and theoretical entities, (c) scientific theories and laws, (d) creativity and imagination in science, (e) theory laden nature of observations, (f) socio-cultural values. In this

---

Address for correspondence: \*Dr., Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı, Göztepe Kampusu, Kadıköy/İSTANBUL. turgutlha@yahoo.com

research with that general definition and sub-headings mentioned above, the prospective science teachers' conceptions about scientific knowledge, method were examined and some suggestions were indicated. Within that context those research questions were developed:

- 1) What are the prospective science teachers' conceptions about scientific knowledge?
- 2) What are the prospective science teachers' conceptions about scientific method?

### **Method**

Since the aim of this research was to examine the prospective science teachers' conceptions about scientific knowledge and method, a qualitative research design was preferred. The study was conducted in a group of 70 prospective science teachers including 40 females and 30 males from Marmara University, Atatürk The Faculty of Education. Data were collected through written responses to open ended questions and interviews. The open ended questions were applied to all study group and interviews were conducted with 10 prospective science teachers. The open ended questions were developed to examine the views about scientific knowledge, experiments, scientific theories and law and scientific research process. Interviews were conducted in parallel with answers given to those questions. The data were analyzed qualitatively by open coding technique (Strauss and Corbin, 1990) and some assertions developed that associated with the conceptions of prospective science teachers about scientific knowledge and method.

Open coding process was established on labeling and categorizing of phenomena as indicated by data and the products are concepts and categories. Concepts are the basic constructs and grouped under higher, more abstract levels termed as categories. Within that process open coding requires asking questions such as what, where, how, when etc. and making comparisons (Strauss and Corbin, 1990). The categories and conceptual constructs derived by the analysis of data in this study were as follows:

Table 1

*Categories and Conceptual Constructs*

Category	Conceptual Construct
Scientific Knowledge	Qualities of scientific knowledge Comparison of scientific-philosophical-religious knowledge
Scientific Method	Experimentalism Generating scientific theories Generating scientific laws

**Results and Discussion**

With the help of the conceptual constructs, categories given in Table 1 above the following assertions developed:

Assertion 1) Prospective science teachers generally hold a realist perspective by assigning an experimental, value-free nature and absolute confirmation to scientific knowledge by giving a status of being a one to one representation of reality to that knowledge and view scientific knowledge in an isolated and in some cases superficial manner against other types of knowledge.

Especially in their answers to first open ended question while trying to compare scientific knowledge with religious and philosophical knowledge, prospective science teachers generally conceptualized scientific knowledge as being objective, experimental, certain and provable. The scientific knowledge was thought as a complete and correct picture of natural phenomena. It was also determined that an important portion of prospective science teachers defined philosophy as a discipline that individuals came up with some views individually after a process of simple reasoning.

Assertion 2) Prospective science teachers generally hold the view of the existence of a scientific method with determined stages that would guarantee to reach the reliable, valid knowledge and concluded that by following that stages of scientific method scientist would gain the true knowledge reality.

The core of prospective science teachers' conceptualizations of scientific method was experimentalism as in scientific knowledge. It was determined that prospective science teachers thought experiments as an end in the process of

generating scientific knowledge by which the truth of knowledge could be proved. Their views about scientific laws and theories were also seen to be naive. Most of the prospective science teachers thought scientific theories as claims which were not proved and asserts that theories will become laws after adequate proof.

Those assertions given above generated by the help of conceptual constructs and categories derived by open coding showed that prospective science teachers generally had a realist perspective both for scientific knowledge and process of generating that knowledge, the scientific method. With such a perspective they viewed scientific knowledge as an objective, one to one representation of reality and thought that knowledge should be absolutely confirmed by experiments. The scientific method was also presented as a process with predetermined stages. Within that context prospective science teachers described the scientific method with the stages of generating hypothesis, testing hypothesis and generating theories, testing theories and with generally accepted and enough confirmation generating unchangeable laws.

### **Suggestions**

By taking into consideration the assertions generated and discussions made those suggestions were indicated within this research:

1) Especially in basic science courses, the concepts of nature of science should be explicitly taught with some philosophical arguments and perspectives in relevant manners with science content knowledge.

2) In science laboratories while performing experiments, some discourses should be performed with students that experiments are not a process of absolute confirmation but only a process of increasing validity of scientific knowledge.

3) Especially in basic science courses some anecdotes related with scientists' knowledge construction processes should be told to students in accordance with the content knowledge and students should be forced to question their myth of scientific method.

4) The nature of science conceptions of the science educators who especially performs in basic science courses should also be examined.

Copyright of Journal of Turkish Educational Sciences is the property of Journal of Turkish Educational Sciences and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.