BİLİMSEL MUHAKEME BECERİLERİ İLE DÜŞÜNME SANATI

Yazarlar

Prof. Dr. İlbilge DÖKME

Doç. Dr. Yasemin GÖDEK

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep KOYUNLU ÜNLÜ

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Volkan YÜZÜAK

Editör: Prof. Dr. İlbilge DÖKME

BİLİMSEL MUHAKEME BECERİLERİ İLE DÜŞÜNME SANATI
Editör: Prof. Dr. İlbilge DÖKME

©Tüm Hakları Saklıdır. 2019.
Bu kitabın Türkiye'deki basım, yayın, satış hakları Anı Yayıncılık Eğitim ve Danışmanlık San. Tic. Ltd. Şti.'ne aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri herhangi bir bilgi depolama ve erişim sistemiyle, mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik veya başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, aktarılamaz, dağıtılamaz.

Yayıncı Sertifika No	: 16003
Matbaa Sertifika No	: 13268
ISBN	:
Kapak Tasarımı	: Göksel ÇAKIR
Mizanpaj	: Göksel ÇAKIR
Dil Kontrol	: Göksel ÇAKIR
Baskı	: Sözkesen Matbaacılık
Adres	: İvedik OSB 1518. Sokak Mat-Sit İş Mrk. No: 2/40 Yenimahalle-ANKARA
Tel	: 0 312 395 21 10

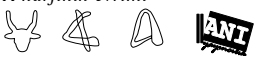
KÜTÜPHANE BİLGİ KARTI
DÖKME, İlbilge
BİLİMSEL MUHAKEME BECERİLERİ İLE DÜŞÜNME SANATI

Anı Yayıncılık, Ankara/Türkiye
2019, 1. Baskı, viii+304 Sf., 16x24 cm
ISBN:

Fen Bilimleri, Eğitim
Bilimsel Muhakeme, Beceri, Kavram Öğretimi, Tahmin, Gözlem, Açıklama, Piaget, Bilişsel Gelişim, Değişken, Sınıflandırma, Orantısal, Ters Orantılı, Olasılıklı, Kombinasyonel, İlişkisel, Model, Birleşik Değişken, Denge

Anı Yayıncılık
Kızılırmak Sokak 10/A
Bakanlıklar/Ankara
Tel: 0 312 425 81 50 pbx
e-posta: aniyayincilik@aniyayincilik.com.tr
http://www.aniyayincilik.com.tr

A harfinin evrimi



ÖN SÖZ

Zihinsel gelişimi normal olan her çocuk, 12 yaşından sonra somuttan soyuta giden yolu kendinde yakalar. Yani, duyumlardan algılara, algılardan kavramlara, kavramlardan hükümlere doğru giden bir yolda kendi somut dünyasından soyut dünyalara kapılar açar. Soyut dünyada yönünü bulan ve ilerleyen bir öğrenci, muhakemesiyle herhangi bir konuda derinlemesine düşünüp akıl yürüterek kararlar verebilir. Muhayyilesi ile de zihninde hayal gücünü etkin bir şekilde kullanır. Kanaatimizce, somut işlemler dönemindeki çocukların düşünme biçimlerini ve hayal dünyalarını bilimsel faaliyetlerle disipline etmek anne babaların ve öğretmenlerin en önemli işi olmalıdır. Böyle bir zihinsel talimin onlarda alışkanlık haline gelmiş olması ergenlik, gençlik ve yetişkinlik dönemlerinde onları aydın kılacaktır. Tabii ki bu çaba ve alışkanlıkların devamlılığı koşuluyla.

Bilimsel Muhakeme Becerileri, öğrencilerde düşünme kapasitesini geliştiren zihinsel becerilerdir. Bu becerileri etkin bir şekilde kullanabilen öğrenciler fen ve matematik alanlarında daha başarılı olabilmektedir. Fen Eğitiminde Bilişsel Gelişimi Hızlandırma Uygulamaları, 11-14 yaşlar arasındaki öğrencilerin bilimsel muhakeme becerilerinin radikal bir şekilde iyileştirilebileceği konusunda çok ciddi ve etkileyici kanıtlar ortaya koymuştur. Bu uygulamalar kapsamında kitabımızın son bölümünde yer alan 65 etkinlik, öğretmenlere yönelik yönergeleri ile fen ve matematik alanlarındaki öğretmenlerimizin, öğretmen adaylarımızın, hatta velilerimizin 11-14 yaş grubuna kolaylıkla uygulayabileceği etkinliklerdir. "Bilimsel Muhakeme Becerileri" dersi kapsamında öğretmen adaylarımız bu etkinlikleri yaptıklarında hem bilimsel muhakemenin alt boyutlarını uygulamalı olarak öğrenmiş olacaklar hem de gelecek meslek hayatlarında kendi öğrencilerine bu becerileri öğretebilme yetisi kazanacaklardır. Bu etkinlikler, bilimsel muhakeme ile ilgili kendi etkinliklerini geliştirmede öğretmen adaylarımıza rehber olacaktır.

Bununla birlikte bu kitap, sadece öğretmen adaylarına değil, her düzeydeki akademisyene, öğretmene, hatta düşünme kapasitesinin sınırlarını genişletmek isteyen her gruptaki okuyucu kitlesine hitap etmektedir.

Editör: Prof. Dr. İlbilge DÖKME

YAZARLAR HAKKINDA

Prof. Dr. İlbilge DÖKME

Şanlıurfa doğumludur. İlk, orta ve lise öğrenimini Mersin'de tamamlamıştır. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Fizik Öğretmenliği Bölümünden mezun olduktan sonra 7 yıl boyunca Ankara'da MEB'e bağlı bir okulda Fen Bilgisi ve Fizik öğretmenliği yapmıştır. Takip eden 5 yılda ise MEB Talim ve Terbiye Kurulu bünyesinde Fen Bilgisi kitap yazımı, Fen Bilgisi ve Fizik kitaplarının incelenmesi ve öğretim programlarıyla ilgili komisyonlarda görev almıştır. MEB'de çalıştığı yıllar içinde, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Öğretmenliği programında yüksek lisansını, Fizik programında ise doktora programını tamamlamıştır. 2003 yılında görev yaptığı MEB Talim ve Terbiye Kurulu Eğitim Araştırmaları Enstitüsünden Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalına Yrd. Doç. Dr. olarak geçmiştir. 2009 yılından itibaren ise Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalında, öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır. Fen eğitimi alanında uluslararası ve ulusal seçkin dergilerde pek çok yayını mevcuttur. Bu yayınlar; araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme, bilimsel süreç becerileri, bilimsel muhakeme becerileri, kavram yanılgıları, üstbiliş uygulamaları ve STEM eğitimi konuları üzerinedir.

e-posta: ilbilgedokme@gazi.edu.tr ve ilbilgedokme@gmail.com

Doç. Dr. Yasemin GÖDEK

Ankara doğumludur. İlk, orta ve lise öğrenimini Ankara'da tamamlamıştır. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği Bölümü mezunudur. İngiltere'de (University of Reading, School of Education) Science Education (Fen Eğitimi) alanında yüksek lisans eğitimini, (University of Nottingham, Science Education) Teacher Education (Öğretmen Eğitimi) alanında doktora eğitimini tamamlamıştır. 1994-2012 yılları arasında Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalında öğretim üyesi olarak görev yapmıştır. Çeşitli akademik ve idarî görevlerde bulunmuştur. Kavram yanılgıları, modeller, mikro öğretim, öğretmen eğitimi, öğretmenlerin profesyonel gelişimi, öğretmen yeterlikleri alanlarında çalışmaları mevcuttur. Halen Gençlik ve Spor Bakanlığında görev yapmaktır.

e-posta: ygodek@hotmail.com

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep KOYUNLU ÜNLÜ

Kırşehir doğumludur. İlk, orta ve lise öğrenimini İzmir'de tamamlamıştır. Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programından 2007 yılında ikincilikle mezun olmuş, aynı yıl Kırşehir'de MEB'e bağlı bir okulda Fen Bilgisi öğretmeni olarak göreve başlamıştır. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Fen Bilgisi Eğitimi yüksek lisans programından 2011, doktora programından 2015 yılında mezun olmuştur. 2016 yılında yılın öğretmeni seçilmiştir. 2017 yılından beri Yozgat Bozok Üniversitesi Sınıf Eğitimi Anabilim Dalında öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır. Araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme, bilimsel süreç becerileri ve FeTeMM eğitimi konuları üzerinde çalışmaları bulunmaktadır.

e-posta: zeynepko.unlu@gmail.com

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Volkan YÜZÜAK

Ankara doğumludur. İlk, orta, lise ve üniversite öğrenimini Ankara'da tamamlamıştır. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Eğitim Fakültesinde lisans eğitimini, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Fen Bilgisi Eğitimi alanında yüksek lisans eğitimini, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Fen Bilgisi Eğitimi alanında doktora eğitimini tamamlamıştır. Fen bilimleri, öğretmen eğitimi ve çevre eğitimi alanlarında çalışmaları bulunmaktadır. Halen Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalında görev yapmaktadır.

e-posta: ahmetvolkanyuzuak@gmail.com

İÇİNDEKİLER

Ön Söz ---------- *iii*

Yazarlar Hakkında----------*iv*

1. Bölüm - *Prof. Dr. İlbilge DÖKME*

Bilimsel Muhakeme Becerilerine Genel Bir Bakış ---------- 1

2. Bölüm - *Prof. Dr. İlbilge DÖKME*

Bilimsel Muhakemenin Fen Başarısı ile İlişkisi ---------- 7

3. Bölüm - *Dr. Öğr. Üyesi Zeynep KOYUNLU ÜNLÜ*

Bilimsel Muhakeme ve Kavram Öğretimi ---------- 13

4. Bölüm - *Dr. Öğr. Üyesi Zeynep KOYUNLU ÜNLÜ*

Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) Yöntemiyle Bilimsel Muhakeme ---- 23

5. Bölüm - *Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Volkan YÜZÜAK*

Piaget Bilişsel Öğrenme Kuramı ---------- 33

6. Bölüm - *Doç. Dr. Yasemin GÖDEK*

Düşünme Becerileri Programları ---------- 47

7. Bölüm

Bilişsel Gelişimi Hızlandırma Etkinlikleri ---------- 59

7.1. Değişkenleri Belirleme ve Kontrol Etme Etkinlikleri ---------- 60

Prof. Dr. İlbilge DÖKME

7.2. Sınıflandırma Etkinlikleri ---------- 113

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Volkan YÜZÜAK

7.3. Orantısal Düşünme Etkinlikleri ---------- 139

Doç. Dr. Yasemin GÖDEK

7.4. Ters Orantılı Düşünme Etkinlikleri ---------- 161

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep KOYUNLU ÜNLÜ

7.5. Olasılıklı Düşünme Etkinlikleri ---------- 191

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep KOYUNLU ÜNLÜ

7.6. Kombinasyonel Düşünme Etkinlikleri---------- 219

Doç. Dr. Yasemin GÖDEK

7.7. İlişkisel Düşünme Etkinlikleri ---------- 229

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Volkan YÜZÜAK

7.8. Model Oluşturma Etkinlikleri---------- 235

Doç. Dr. Yasemin GÖDEK

7.9. Birleşik Değişken Etkinlikleri---------- 257

Prof. Dr. İlbilge DÖKME

7.10. Denge Etkinlikleri ---------- 283

Prof. Dr. İlbilge DÖKME

Kaynaklar---------- 299

1. BÖLÜM

Bilimsel Muhakeme Becerilerine Genel Bir Bakış

Prof. Dr. İlbilge DÖKME

Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi

Öğrencilerin bilimsel muhakeme becerilerini kullanabilme düzeyleri, onların bilişsel gelişimi ile yakından ilgilidir. Piaget'nin bilişsel gelişim kuramına göre 7-11 yaş aralığı, somut işlemler dönemidir. Bu dönemde bir çocuk sınıflama, sıralama gibi işlemleri yaparken bilimsel muhakeme becerilerini kullanmaya başlar (Lawson, 1995). Mesela; renklerine, geometrik şekillerine veya yapıldığı malzemenin cinsine göre nesneleri sınıflandırabilir; farklı uzunluklardaki cisimleri birbiriyle karşılaştırmak suretiyle kısadan uzuna sırayabilir; en uzun veya en kısa olan hakkında hüküm verebilir. Bu dönemi ayırt edici kılan en önemli özellik, çocukların korunum kavramını öğrenebiliyor olmalarıdır (Lawson, 1995). Korunum; kütle, hacim, enerji, yük miktarı, sayı gibi bazı niceliklerin toplam değerinin herhangi bir olayın öncesinde ve sonrasında değişmemesi durumudur. Örneğin düzgün sıralanmış bozuk paraların sırasını bozup daha geniş bir alana dağınık bir şekilde yaydığınızda bozuk paraların sayısı değişmez. Bu durum "sayı korunumu" olarak adlandırılır. Ancak somut işlem öncesi dönemde olan yani 7 yaşından küçük bir çocuk, bozuk paraların sayısının arttığını düşünür. Çünkü paralar dar bir alandan daha geniş bir alana yayılmıştır.

Benzer bir örnek olarak; bir cismi parçalara böldüğümüzü düşünelim. Bu cismin parçalara bölünmeden önce tek haldeki kütlesi, parçalara bölündükten sonraki tüm parçaların toplam kütlesine eşittir. Bu durum da "kütle korunumu" şeklinde ifade edilir. Dar bir cam kaptaki yarım litrelik sıvıyı, aynı uzunlukta geniş bir cam kaba boşaltırsak sıvının yüksekliği azalır. Somut işlem öncesi dönemde olan yani 7 yaşından küçük bir çocuk, sıvının dar kaptan geniş kaba aktarılması sonucunda hacminin veya kütlesinin de azaldığını düşünür. Çünkü sıvının yüksekliği azalmıştır ve çocuk sadece gördüğü ile hüküm verir, derinlemesine akıl yürütmez. Oysa somut işlem dönemindeki bir çocuk, sıvının hacminin veya kütlesinin bir kaptan diğer kaba aktarılması durumunda değişmeyeceği yargısına akıl yürüterek ulaşır. Sadece görünenle değil, zihinsel uğraşlarla muhakeme eder ve hüküm verir.

Piaget'nin bilişsel gelişim kuramına göre çocuklar, 12 yaş civarında somut işlemler döneminden soyut işlemler dönemine geçer (Lawson, 2010). Bu döneme geçiş yapan çocuklar artık soyut kavramları algılayabilirler. Bu durum onların, daha karmaşık zihinsel uğraşları yürütebilecek olgunluğa eriştiğine işaret eder.

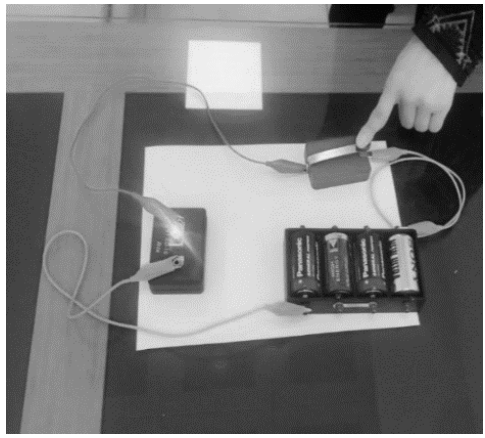
Düşünmek, zihinde cereyan eden somutlamaların, soyutlamaların ve genellemelerin farkına varmadır. Somutlama, varlığın ve durumların duyumlarla tarifidir. Soyutlama, varlığın ve durumların şuurla kavranmasıdır. Genelleme, varlıklar ve durumlar arasındaki benzerlikleri ve uygunlukları kavramadır. Düşünme olgusunun bizzat düşünen tarafından idrak edilmesi, şuuru meydana getirir. Yani şuur, idrakin idrakidir (Arvasi, 1968).

Zihinsel gelişimi normal olan her çocuk, 12 yaşından sonra somuttan soyuta giden yolu kendinde yakalar. Yani, duyumlardan algılara, algılardan kavramlara, kavramlardan hükümlere doğru giden bir yolda kendi somut dünyasından soyut dünyalara kapılar açar. İnsan somutla yetinse idi asla insanlaşamazdı. İnsanı insan yapan soyutlama gücüdür (Arvasi, 1968). Soyut dünyada yönünü bulan ve ilerleyen bir öğrenci, muhakemesiyle herhangi bir konuda derinlemesine düşünüp akıl yürüterek karar verebilir. Muhayyilesi ile de zihninde hayal gücünü etkin bir şekilde kullanır.

Kannatimizce, somut işlemler dönemindeki çocukların düşünme biçimlerini ve hayal dünyalarını bilimsel faaliyetlerle disipline etmek, anne babaların ve öğretmenlerin en önemli işi olmalıdır. Böyle bir zihinsel talimin onlarda alışkanlık haline gelmiş olması, ergenlik, gençlik ve yetişkinlik dönemlerinde onları aydın kılacaktır. Tabii ki bu çaba ve alışkanlıkların devamlılığı koşuluyla.

Somut işlemler dönemindeki öğrenciler, zihinsel faaliyetlerle bazı basit bilimsel muhakeme becerilerini kullanırken soyut işlemler dönemdeki öğrencilerin kullanabildiği bilimsel muhakeme becerileri artık üst düzey düşünme becerileridir. Bu beceriler aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır (Senemoğlu, 2005; Lawson, 1978):

- Hipotetik düşünme becerileri
- Değişkenleri belirleme ve kontrol etme becerileri
- Kombinasyonel düşünme becerileri
- Olasılıklı düşünme becerileri
- İlişkisel düşünme becerileri
- Orantısal düşünme becerileri



Ortaokul öğrencilerinin zihinlerinde bu becerilerin nasıl cereyan edebileceğini bir örnek üzerinden irdeleyelim: Pil, pil yatağı, ampul, anahtar ve bağlantı kablolarından oluşan basit bir elektrik devresini kurabilen öğrencilerin "Ampulün parlaklığı nasıl artırılır?" problemine yanıt bulmaya çalıştıklarını düşünelim.

Öğrenciler ***hipotetik düşünme*** becerilerini kullanarak bu probleme yanıt bulabilirler. Hipotetik düşünen öğrenciler fen ile ilgili olayların nedenleriyle ilgili öngörülerde bulunabilirler. Örneğin, bir öğrenci bu probleme "***Eğer*** pil sayısı arttırılır ***ise*** ampülun parlaklığı ***artar***." şeklinde yanıt verebilir. Ancak hipotetik düşünerek öngörülerde bulunan bir öğrenci öngörüsünü kanıtlama ihtiyaç duyar. Bu tarz öngörüler kesinliği kanıtlanmamış yargılar olduğu için varsayım veya hipotez olarak isimlendirilir. Aslında burada geçici bir neden-sonuç ilişkisi vardır. Bu ilişkinin kalıcı olması için sınanması gerekmektedir. Tam burada "neden" ve "niçin (ne için)" soruları arasındaki farka dikkat çekmek yerinde olur. Örneğin gözlük takan birisine "Neden gözlük takıyorsun?" sorusu yöneltildiğinde "Gözümün bozuk olması nedeniyle." yanıtını alırsınız. Ancak "Niçin (ne için) gözlük takıyorsun?" sorusu yöneltildiğinde "Uzağı görmek için." yanıtını alırsınız. Bilimde determinizm vardır ve bilim olayların nedenleriyle ilgilenir. Örneğin belli bir yükseklikten cismi bırakırsanız yere düşer. "Cisim neden yere düşer?" sorusunun yanıtı "yer çekimi kuvveti" olur. Ancak "Yer küre niçin cismi kendine doğru çeker?" sorusuna bilim doğrudan yanıt veremez, din ve felsefelerin araya girmesi gerekir. Bu da finalizm kapsamındadır (Arvasi, 1968).

Tekrar ampul deneyimize dönersek; öğrenciler ***olasılıklı düşünme becerileri*** sayesinde, "Eğer pil sayısı arttırılır ise ampülun parlaklığı artar." hipotezinin olasılığı kadar "Eğer pil sayısı arttırılır ise ampülun parlaklığı azalır." hipotezinin de olasılığını dikkate alır.

Öğrenciler, hipotez kurma aşamasında ***kombinasyonel düşünme becerilerini*** kullanarak, mevcut probleme yanıt olabilecek tüm bileşenleri düşünebilirler. Muhakeme becerilerini kullanabilen öğrenciler tüm bu bileşenleri şu şekilde ifade eder: "Eğer ampulün direnci artırılır ise ampulün parlaklığı artar." "Eğer bağlantı kablolarının uzunluğu azaltılır ise ampulün parlaklığı artar."

İşte tam bu aşamada ***değişkenleri belirleme ve kontrol etme becerileri*** devreye girer. Hipotetik düşünme becerilerine sahip öğrenciler kombinasyonel olarak düşündüklerinde, hipotezlerini test etmek için planlayacakları deneylerde, değişkenleri belirleme ihtiyacı hissederler. Bir bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni nasıl etkilediğini araştırmak için diğer tüm değişenleri sabit hale getirirler. Mevcut örneğimize göre öğrenciler hipotezleri doğrultusunda, tüm değişkenleri dikkate alarak şu deneyleri planlar:

- "Eğer pil sayısı arttırılır ise ampulün parlaklığı artar." hipotezini kuran öğrenciler, kontrol altında tutulan değişkenleri "bağlantı kablolarının uzunluğu" ve "ampul direnci" olarak belirleyip, deneyi yaparken bu değişkenlerin değerlerini sabit tutarlar. Pil sayısını artırmak suretiyle ampulün parlaklığını gözlemleyerek hipotezlerini sınarlar.
- "Eğer bağlantı kablolarının uzunluğu azaltılır ise ampulün parlaklığı artar." hipotezini kuran öğrenciler, kontrol altında tutulan değişkenleri "pil sayısı" ve "ampul direnci" olarak belirleyip deneyi yaparken bu değişkenlerin değerlerini sabit tutarlar. Bağlantı kablolarının uzunluğunu azaltmak suretiyle ampulün parlaklığını gözlemleyerek hipotezlerini sınarlar.
- "Eğer ampulün direnci artırılır ise ampulün parlaklığı artar." hipotezini kuran öğrenciler, kontrol altında tutulan değişkenleri "pil sayısı" ve "bağlantı kablolarının uzunluğu" olarak belirleyip deneyi yaparken bu değişkenlerin değerlerini sabit tutarlar. Daha büyük dirence sahip ampuller kullanmak suretiyle ampulün parlaklığını gözlemleyerek hipotezlerini sınarlar. Hipotezler doğru veya yanlış olabilir.

Öğrenciler, her bir hipotezi test ettikten sonra artık kesin bir yargıya ulaşırlar ve hüküm verirler. Bu aşamada da ***ilişkisel düşünme ve orantısal düşünme becerilerini*** kullanarak akıl yürütürler. Örneğin, "Pil sayısı arttıkça ampulün parlaklığı artar." sonucunu çıkaran bir öğrenci "pil sayısı" ve "ampulün parlaklığı" değişkenleri arasındaki bir ilişki olduğunu ve bu ilişkinin doğru orantılı olduğunu söyler.

Yukarıda verilen örnekte görüldüğü gibi, basit bir fen deneyi bilimsel muhakeme ile ilgili üst düzey düşünme becerilerinin tamamını kuşatabilir. Aslında fen alanlarında yürütülen deneyler öğrencilerin bilimsel muhakeme becerilerini kullanmalarını gerektirir. Fen deneyleri her zaman bilimsel muhakeme becerilerinin tamamını içine almasa da mutlaka çoğunu kapsar. Öğrenciler fen deneyleri yaparken sadece yönergeleri bile uygulasalar, fıtraten zihinsel çabalamaları olacak ve muhakeme becerilerini kullanacaklardır. Ancak bu şekilde yürütülen deneylerde öğrenciler kendi düşünme ve muhakeme süreçlerinin farkın-

dalığını tam olarak sağlayamayabilirler. Bu nedenle fen deneyleri, bilimsel muhakeme becerileri yönünden daha sistemli ve donanımlı hale getirilmelidir ki, bu deneyleri yürüten öğrenciler kendi zihinsel süreçlerinin farkındalığını sağlayabilsin. Zihinsel süreçlerinin farkına varan öğrenciler üst düzey düşünme becerilerini daha etkin kullanarak düşünme kapasitelerinin sınırlarını zorlar. Elbette bu öğrencilerin fen alanlarında çok daha başarılı olmaları kaçınılmazdır.

Fen derslerinde bilimsel muhakeme becerilerini etkin bir şekilde kullanan öğrencilerin fen alanlarında neden daha başarılı olabileceklerine yönelik detaylı ve kapsamlı bir tartışma bir sonraki bölümde yer almaktadır.

2. BÖLÜM

Bilimsel Muhakemenin Fen Başarısı ile İlişkisi

Prof. Dr. İlbilge DÖKME

Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi

Geçmişte fen öğretimi uzun yıllar boyunca fen alanındaki kavram ve ilkelerin öğretmenden öğrenciye taşınması şeklinde gerçekleştirilmekteydi. Fen alanında öğretilecekler sanki öğrencilerin belleklerine taşınacak birer bilgi treni haline dönüşmüştü (Dökme, 2005). Ancak, fen bilimlerinde meydana gelen bilgi patlaması, akademik çevrelerde bu tarz öğretim yaklaşımlarının sorgulanmasına sebep olmuş, alan bilgisini merkeze alan fen öğretimi yaklaşımlarına karşı oluşan tepkiler, öğrenme süreçlerini merkeze alan yaklaşımları doğurmuştur. Bir başka deyişle davranışçı (behavioral) kuramlarla köklenmiş öğretim yaklaşımlarından önce bilişsel (cognitive), daha sonra yapılandırmacı (constructivism) öğretim yaklaşımlarına ve modellerine doğru bir kayma ortaya çıkmıştır (Cooper, 1993). Bu bağlamda ortaya çıkan araştırma yoluyla fen öğrenme (science inquiry) yaklaşımında "Öğrencilere bilgiyi öğretmekten ziyade bilgiye ulaşma süreçlerini öğretelim." sloganı esas alınarak öğretim programlarındaki fen ile ilgili alan bilgileri azaltılmıştır. Bu yaklaşımın fen eğitimi alanına sağladığı en önemli katkı; bilimsel düşünme ile ilgili becerilerin öğrencilere erken yaşlarda öğretilebileceği ve zamanla geliştirilebileceğine yönelik bulguları ortaya çıkarmış olmasıdır (Kuhn ve diğ. 1988).

Bununla birlikte, araştırma yoluyla öğrenme yaklaşımına dayalı fen eğitiminde, beklenen başarı düzeyine ulaşılamadığından yıllarca uygulamada olan bu yaklaşım STEM eğitimine evrilmiştir. Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) disiplinlerinin ilk harfleriyle kullanılan STEM eğitiminde bu defa "Bilmek uygulamaktır." sloganı ön plana çıkarılarak öğretimin odağına bir mühendislik ürünü getirilmiştir. Bunun için "araştırma yoluyla öğrenme" zaman zaman "probleme dayalı öğrenme", "proje tabanlı öğrenme" yaklaşımları ile de desteklenmiştir. Fen alanındaki bilgiler matematik ve teknoloji de dâhil edilerek genişletilmiş, öğrenmenin hedefine bir mühendislik ürünü tasarlayıp geliştirme maksadı yerleştirilmiştir.

STEM eğitiminde öğrenciler, fen konusunu matematik ve teknolojiyi de kullanarak bir ürün geliştirmeye odaklı olarak öğrenmeye teşvik ve motive edilirler. Öğretim bu ana merkez etrafında şekillenir. Elbette böyle bir eğitimde,

öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine sahip olması oldukça önem kazanmaktadır. Alan bilgisini ön plana çıkarıp süreci geride tutmak veya süreci tamamen ön planda tutup alan bilgisini geride bırakmak yerine her ikisine de yeterli önemi verip dengeli bir şekilde öğretime dâhil etmek STEM eğitimi ile mümkün görülmektedir. STEM eğitimi, öğrencilerin fen alanlarında ilgili konuların temel kavramlarını ve ilkelerini en geniş çerçevede çok iyi öğrenmelerini gerektirir. Aynı zamanda, öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini (bilimsel süreç becerileri, eleştirel düşünme becerileri ve bilimsel muhakeme becerileri) etkin bir şekilde kullanarak bilgiyi ürüne dönüştürmelerine olanak sağlar (Badders vd., 1999; Dökme, 2004).

Üst düzey düşünme becerileri arasında "bilimsel muhakeme becerileri (scientific reasoning skills)" oldukça önemli bir yere sahiptir. Öğrencilerin araştırma yoluyla veya STEM eğitimi ile öğrenebilmeleri için mutlaka onların bilimsel muhakeme becerilerine sahip olmaları gereklidir. Aksi durumda bu yolla öğrenme gerçekleşemez. Bilimsel muhakeme becerileri, fen ile ilgili bilgileri öğrenmek, bu bilgileri kullanarak bir mühendislik ürünü tasarlamak için gerekli olan pek çok zihinsel beceri içerir. Eğer bir öğretmen fen dersinde, araştırma yoluyla öğrenme, probleme dayalı öğrenme veya proje tabanlı öğrenme yaklaşımlarından biri ile öğretimini şekillendirmişse, bu dersin öğrencileri bilimsel muhakeme becerilerini kullanarak zihinlerini sistemli bir çaba içinde bulundururlar, çokça akıl yürütürler (Zimmerman, 2000). Bu, genelde bir problem karşısında cereyan eder. Probleme yönelik hipotez kurulur, hipotezi test etmek maksadıyla bağımlı, bağımsız ve kontrol altında tutulan değişkenlerin tanımlandığı bir deney tasarlanır. Bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni nasıl etkilediği, toplanan verilerin orantısal, olasılıklı veya korelasyonel düşünmelerle tarafsız ve determinizme uygun bir şekilde yorumlanmasıyla elde edilir (Arvasi, 1968; Lawson, 2009). Bu yorumlamaların sonunda hüküm verilerek akla uygun, makul bir sonuca varılır. Aslında bu bir bilgi üretme sürecidir. Öğrenciler, bu şekilde, var olan bir bilgiyi sanki ilk defa keşfediyormuş gibi üretirler, yani keşfederek öğrenmiş olurlar. Bu öğrenmeler, araştırma yoluyla öğrenme yaklaşımının öğretim metot veya modelleriyle gerçekleşebilir. Araştırma yoluyla öğrenmenin STEM eğitimine evrilmesiyle ise; öğrencilerin sadece bilgi üretmeleri değil, ürettikleri/öğrendikleri bilgileri kullanarak bir mühendislik ürününü geliştirmeleri de onlardan beklenir.

Öğrencilerin keşfederek öğrenmeleri veya öğrendiklerini kullanarak bir mühendislik ürünü tasarlayabilmeleri öğrencilerin bilimsel muhakeme becerilerini kullanmaları ile mümkün olabilir. Aslında bu iki taraflı olarak birbirini geliştiren bir döngüdür. Fen derslerinde öğrenciler keşfederek öğrendikçe, bilimsel muhakeme becerilerini geliştirirler; öğrenciler, bilimsel muhakeme becerilerini geliştirdikçe, daha karmaşık bilgileri üretebilmeleri veya daha gelişmiş mühendislik ürünü tasarlayıp geliştirebilmeleri mümkün hale gelmeye başlar.

Fen eğitimi alanında yapılan pek çok araştırma, bilimsel muhakeme becerileri ile öğrencilerin fen alanlarındaki başarıları arasında dolaylı veya doğrudan ciddi bir ilişki olduğunu ortaya çıkarmaktadır (Yenilmez ve diğ., 2006; Morris ve diğ., 2012). Mevcut literatür topluca değerlendirildiğinde, bu konuda yapılan çalışmalar, başarının iki boyutu dikkate alınarak irdelenebilir. Bunun için fen müfredatında salık verilen hedefler doğrultusunda, öğrencilerin istenilen bilgi, beceri ve bilinç boyutundaki kazanımları kalıcı bir şekilde edinmeleri, başarının ilk boyutu olarak ele alınmalı; bu kazanımları edinmede bilimsel muhakeme becerilerinin yeri ve önemi tartışılmalıdır. Edinilen bilgi ve becerilerin öğrenciler tarafından etkili bir şekilde kullanılabilmesi ise başarının ikinci boyutu olarak ele alınmalı; bilginin uygulamaya dönüştürülmesi sürecinin bilimsel muhakeme becerileri ile ilişkisi tartışılmalıdır.

Fen alanlarındaki öğretmenler, ilgili müfredatın hedefleri doğrultusunda, öğrencilerin bazı bilişsel, psikomotor veya duyuşsal kazanımlara ulaşması için çeşitli öğretim yöntem ve tekniklerini kullanarak öğretim sürecini yürütürler. Öğrencilerin öğrenme süreçlerinde, öğretim faaliyetlerinin önemi büyüktür, ancak yine de asıl olan öğrenendir. Öğrenenin herhangi bir öğrenme talebi oluşturulamadığı sürece yapılan her türlü öğretim faaliyeti nafile olacaktır. O halde öğrencilerin öğrenmeye hazır hale getirilmesi ve öğrenecekleri konuya merak duymaları için her türlü süreç öğretim faaliyetlerinin içine dâhil edilmelidir. Öğrenmeye hazır hale getirilmiş bir öğrenci, çok aç olan bir insanın önünde kurulu olan bir sofradaki yiyeceklere olan arzusu gibi öğrenmeye arzulu, istekli ve hevesli olur. Bilimsel muhakeme becerilerinin kullanıldığı araştırma yoluyla öğrenme ya da STEM eğitimi ile öğrenmede bu istek ve arzu öğrencilerin merakını cezbetmesi için genellikle güncel hayatla bağlantılı bir probleme vurgu yapılarak gerçekleşir. Veya öğrenecekleri fen konusu ile ilgili öğrencilerin kendi tasarlayacakları ve geliştirecekleri bir mühendislik ürününe vurgu yapılarak sağlanır (Nadelson ve diğ. 2013).

Bir öğrenci fen alanındaki konuları niçin öğrenmek isteyebilir? Bu soruya bir mecazla cevap bulmaya çalışalım. Örneğin, bir doktor hastalıkları teşhis ve hastaları tedavi edebilmek için öğrenir. Bir öğretmen daha iyi öğretebilmek için öğrenir. Bir mühendis yeni ürünler tasarlamak veya mevcut ürünü daha etkili hale getirmek için öğrenir. Bir bilim adamı kendi alanında yeni bilgiler üretmek için öğrenir. Dolayısıyla, öğrencilerin fen konularını öğrenmeye başlamadan evvel, kısa vadede hangi amaçla o konuları öğreneceklerini bilmesi, onlarda öğrenme arzusu oluşturacak en önemli faktörlerden biridir. Elbette pek çok öğrenci, içinde bulundukları eğitim-öğretim sürecinin, onları ileriki hayatlarında ulaşmak istedikleri meslek hedefine götürecek bir yol olduğunu bilir. Ancak bu uzun vadede olan bir hedeftir ve bu hedef her zaman onları bir fen konusunu öğrenmeye motive etmek için yeterli olmayabilir. Eğer öğrenciler, bir fen konusuyla ilgili olarak bir mühendislik ürünü geliştirme veya güncel bir probleme

çözüm bulma işini kısa vadede bir hedef olarak benimserlerse, bu onlarda o konuyu öğrenme arzusu doğurabilir.

Örneğin Paskal (Pascal) prensibi konusu işlenirken, öğrencilere öğrenmelerindeki ana maksadın bir "hidrolik kaldıraç" tasarlayıp geliştirmek olduğu vurgusu yapılabilir. Öğrenciler, Paskal prensibini tasarlayacakları kendi hidrolik kaldıraçlarına odaklı olarak öğrenmeye teşvik ve motive edilir. Bu motivasyonun "Sıranızın üzerinde duran eşyaların, aşağı yukarı veya ileri geri hareket etmesini hidrolik bir sistem ile nasıl sağlarsınız?" gibi bir problem kapsamında yapılması elbette daha etkili olabilir. Benzer şekilde, Arşimet (Archimedes) prensibi için motivasyon; "Devasa büyüklükte bir gemi su üzerinde yüzebilirken küçücük bir raptiye neden suya batar?" problemi kullanılarak gerçekleştirilebilir. Öğrenciler, bu tarz problemlere cevap bulmak için yürütecekleri süreçlerin her aşamasında bilimsel muhakeme becerilerini kullanacaklar ve en sonunda keşfederek öğrenmelerini gerçekleştireceklerdir. Keşfederek öğrendikleri fen konusunu, matematik ve teknolojiyi kullanarak derinleştirecekler; böylece kendi tasarlayacakları mühendislik ürününe adım adım yaklaşacaklardır.

Tüm bu analizler göstermektedir ki; bilimsel muhakeme becerilerini kullanarak araştırma yoluyla veya STEM eğitimi ile öğrenen öğrencilerin şu üç sebepten dolayı daha başarılı olabilecekleri öngörülebilir: İlki, araştırma yoluyla veya STEM eğitimiyle öğrencilerin öğrenmeye olan hazır bulunuşlukları etkin bir şekilde sağlanır. İkincisi, öğrenciler, keşfederek öğrendikleri için öğrenirken haz alırlar, öğrendikleri daha kalıcı olur ve kolay unutmazlar. Üçüncüsü ise öğrendiklerini kullanarak uygulamaya döktükleri için öğrenmeleri hem daha kalıcı olur hem de bu durum onların problem çözme yeteneklerinin gelişmesini sağlar. Ayrıca bilgiyi kullanabilme hazzı, onların yeni öğrenmelere olan motivasyonunu da artırır.

Bilimsel muhakeme becerilerine sahip ve bu becerileri etkin bir şekilde kullanabilen öğrencilerin fen alanlarında daha başarılı olacağını doğrulayan pek çok araştırma literatürde mevcut olup; Yenilmez ve diğ. (2006), Jaleel ve diğ. (1993); Valanides (1997)'in yaptığı araştırmalar bunlara örnek olarak gösterilebilir. Yenilmez ve diğ. (2006) 8. sınıfta öğrenim gören 117 öğrenci örneklemi üzerinde yürüttükleri araştırmada, "bitkilerde solunum ve fotosentez" konusunda, öğrencilerin başarılı olmalarındaki ana faktörün onların sahip olduğu muhakeme yetenekleri olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Jaleel ve diğ. (1993) ise ortaokul öğrencilerinin kimya dersindeki başarıları ve bilimsel muhakeme yetenekleri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Hem kız hem de erkek öğrenciler için kimya dersindeki başarı ve bilimsel muhakeme yeteneği arasında pozitif bir korelasyon bulmuşlardır. Benzer şekilde Valanides (1997) de yaptığı araştırmada, 12. sınıf öğrencilerinin bilimsel muhakeme becerilerinin (değişkenlerin kont-

rolü, orantısal, olasılıklı, korelasyonel ve kombinasyonel düşünme alt boyutlarıyla birlikte), bu öğrencilerin matematik, fizik, kimya notlarına ve toplam not ortalamalarına olan olumlu katkılarını bulmuştur.

Madem bilimsel muhakeme becerilerini etkin bir şekilde kullanabilen öğrenciler fen alanlarında daha başarılı olabilmektedir, o halde tüm öğrencelerimizin bu becerileri öğrenmelerine ve kullanımlarına imkân sağlamalıyız. Bilimsel muhakeme becerileri öğrencilere nasıl öğretilebilir? Fen Bilgisi öğretmen adaylarımız, meslek hayatlarında bu becerileri, kendi öğrencilerine öğretebilecek donanıma sahip olmalıdırlar ve onları bu donanıma sahip kılmak bizim vazifemizdir. Bilimsel muhakeme becerilerinin erken yaşlarda öğrencilere öğretilebileceğini gösteren, uluslararası düzeyde pek çok önemli çalışmalar vardır. Bu çalışmalardan ilki ve en önemlisi bu kitabın 7. bölümünde genişçe yer bulan "Fen Eğitiminde Bilişsel Gelişimi Hızlandırma (Cognitive Acceleration through Science Education=CASE)" Projesi'dir. Bu proje, 1981 yılında Londra'da King's College London Üniversitesinde Michael Shayer ve Philip Adey tarafından yürütülmüştür. CASE uygulamaları 11-14 yaşları arasındaki öğrencilerin bilimsel muhakeme becerilerinin radikal bir şekilde iyileştirilebileceği konusunda çok ciddi ve etkileyici kanıtlar ortaya koymuştur. Bu proje, Jean Piaget ve Lev Vygotsky'in fikirleri üzerine inşa edilmiş bir öğretim yaklaşımını ortaya çıkarmış olup, bu yaklaşımı temel alan etkinlikler, öğretmen ve öğrencilere yönelik yönergeleri kapsamaktadır.

Bilimsel muhakeme becerilerinin her alt boyutuna yönelik pek çok etkinlik ve öğretmene ilişkin bu yönergelerin uygulanmasıyla yürütülen ilk deneysel çalışma, 1984-1987 yılları arasında yapılmıştır. Sonuçlar, kısa ve uzun vadede bu uygulamaların öğrencilerde çok hızlı bilişsel gelişim sağladığını ortaya çıkarmıştır (Oliver ve Venville, 2015). Bilimsel muhakeme etkinliklerinin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin, 3 yıl sonra girdikleri fen, matematik ve İngilizce sınavlarında kontrol grubuna göre anlamlı fark oluşturacak yüksek notlar almaları bu deneysel araştırmanın en etkileyici sonuçlarından biri olmuştur. Bu sonuç, fen eğitimi araştırmaları yapan çevreleri önemli ölçüde etkilemiştir. Yürütülen bu ilk deneysel çalışma, deney ve kontrol grubunda yer alan sadece 130 öğrenci örneklemine sahipti. 1990'lı yıllarda peş peşe yapılan pek çok deneysel çalışmada CASE uygulamaları 11 okuldan yaklaşık 2000 öğrenci örnekleminde uygulanmış ve yine ilk bulguları destekleyen sonuçlar elde edilmiştir (Oliver ve Venville, 2015).

Ülkemizde, ortaokul düzeyindeki öğrencilerimizin hem bilimsel muhakeme becerilerini geliştirmek hem de onların bilişsel gelişimine katkı sağlamak için CASE öğretim yaklaşımını uygulamak oldukça önemli hale gelmiştir. Bu kitabın 7. bölümünde yer alan CASE etkinlikleri, 2001 yılında güncellenen etkinlikler olup, öğretmenlere yönelik yönergeleri ile fen ve matematik öğretmenlerimizin öğrencilerine kolaylıkla uygulayabileceği 11-14 yaş grubuna hitap eden

etkinlikleridir. Ancak, fen bilgisi öğretmen adaylarımızın bu etkinlikleri meslek hayatlarında öğrencilerine uygulayabilmesi için önce bu etkinlikleri kendileri uygulamalıdırlar. "Bilimsel Muhakeme Becerileri" dersi kapsamında öğretmen adaylarımız bu etkinlikleri yaptıklarında hem bilimsel muhakemenin alt boyutlarını uygulamalı olarak öğrenmiş olacaklar, hem de gelecek meslek hayatlarında kendi öğrencilerine bu becerileri öğretebilme yetisi kazanacaklardır. Aynı zamanda bu etkinlikler öğretmenlerimizin ve öğretmen adaylarımızın bilimsel muhakemeye yönelik kendi etkinliklerini geliştirmelerinde onlara rehber olacaktır.

Bilimsel muhakemenin öğrencilerin bilgi kazanımlarına olan olumlu etkileri, bilginin kavramlar ve hükümlerden oluştuğu dikkate alınarak daha detaylı bir analize tabi tutulabilir. Bu bağlamda kavram öğretiminin bilimsel muhakeme ile bağlantısı tartışmaya değer bir konu başlığı olarak ortaya çıkmakta ve bir sonraki bölümde yer bulmaktadır.