



Fen ve teknoloji öğretmenlerinin argümantasyon tabanlı bilim öğrenme becerileri

İshak Afşin KARİPER¹, Bayram AKARSU¹, Josip SLİSKO²,
Adrian CORONA², Jelena RADOVANOVİĆ²

¹Erciyes Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Kayseri, TÜRKİYE

²Facultad de Ciencias Fisico Matematicas Benemerita Universidad Autonoma de Puebla, Puebla, MEXICO

ÖZET

Anahtar Kelimeler:
Kritik analitik düşünme, argümantasyon, problem çözme, sorgulama.

Bu çalışma fen bilgisi bölümünde yüksek lisans yapan öğrencilerin fen ve teknoloji dersinde kazanılması istenen argümantasyon ve bilimsel düşünme becerilerinden problem çözme becerilerini ortaya çıkarmak için tasarlanmıştır. Bu sebepten dolayı 2013 yılında yüksek lisans eğitimine başlamış ve ilk 1 yılını tamamlamış 15 öğrenci seçilmiştir. Bu öğrencilerden 10 kişi çalışmaya katılmayı kabul etmişlerdir. Çalışma öğrencilere yöneltilen ve bazı bilimsel becerileri gerektiren soru hakkında bireysel ve grup olarak çözmeye çalışmışlar ve daha sonra ise soru hakkındaki düşünceleri sorulmuştur. Araştırma sonucunda katılımcılar kendilerine yöneltilen sorunun düşünmeye yönelttiğini, düşünme becerilerini geliştirebilecek bir soru olduğunu ve düşündürücü bir yaklaşım içerdiğini ifade etmişlerdir.

Prospective science teachers' argumentation-based science learning skills

Key Words:
Critical and analytical thinking, argumentation, problem solving, inquiry

ABSTRACT

This study is designed to investigate graduate students' argumentation and scientific thinking skills (e.g. problem solving) desired to be learned in science and technology courses. For this reason, 15 first year of graduate student who completed necessary coursework were selected as target group in 2013. Among them, ten students agreed to participate in the study. Students dealt with a scientific question posed and tried to solve as individual and in groups, and then developed arguments with the use of their thoughts to support their responses. As a result, participants indicated that the questions asked to them initiated their thinking and such a question could promote thinking skills and problem solving approaches.

1. Giriş

Problem çözme becerisi eğitimin tüm disiplinleri açısından önemlidir (Smith, 1991; Jonassen, 2004). Son yıllarda özellikle fen bilimlerinde öğrencilerin bu yeteneklerinin geliştirilmesi ve bunun üzerine yapılan araştırmalar da oldukça büyük bir artış vardır (Reif et al., 1976; Maloney, 1994; Hsu et al., 2004). Bazı araştırmacılara göre kişinin problem çözme becerisi direk olarak akademik başarısına da etki etmektedir (Larkin et al., 1980). Reif ve Heller'e (1982) göre bir uzman bir problemi tanımlamak için ilk olarak; kalitatif ya da nitel argümanlar ve matematiksel niceliklerle ayrıntılandırmaya çalışır. Ama bir fen eğitimcisi genellikle öğrencisine, matematiksel ifadeleri verip onun üzerinden problemin çözümüne ulaşmaya çalışır. Sonuçta her iki durumda da öğrencinin problem çözümünde zihninde gerekli argümanları geliştirmesi (nicel ve matematiksel modelleri) ve analitik düşünme becerisine sahip olması gerekir (Van Heuvelen, 1991; Dufresne et al., 1992; Leonard et al., 1996; Kim & Pak 2001). Problem çözme bilgi ve becerisi, her üç yılda bir yapılan ve sonuncusu 2009'da gerçekleştirilen uluslararası PISA sınavının 2003 yılındaki raporunda yer alan "değerlendirme sisteminde" bulunan bir başlıktır (PISA, 2003). Raporda üç farklı problem çözme türünden bahsedilmektedir: Karar verme, sistem tasarım ve analizi, ve sorun gidermedir. Karar verme içeren problemler öğrencilerin değişik alternatif ve sınırlılıkları bulunan bir durumu anlamalarını gerektirmektedir. Bu problemin çözümünde öğrencilerin verilen bilgileri iyi kavramaları ve gerekli bağlantıları kurabilmeleri beklenmektedir. Örneğin "ev satın alma" durumu "hangi ağrı kesiciyi kullanmaya" karar verme durumundan çok farklı faktörleri bulunduğundan dolayı çok daha zor bir karar verme problemi sayılır. Sistem tasarım ve analizi öğrencilerin karmaşık bir durumu analiz ederek mantığını anlamasını gerektirmektedir. Veya öğrencilerin bazı amaçlara (sınıflandırma vb.) ulaşmayı sağlayan bir sistem ortaya koyması gerekir. Son problem çözme türü olan sorun giderme öğrencilerin bir sistem hakkında bilgi edinerek o sistemdeki sorunları bulup çözebilmelerini gerektirmektedir. Bilimsel yöntem yaklaşımı sorun çözme becerisini geliştirmeye yönelik bir örnek olarak kullanılabilir.

Argümantasyon tabanlı öğrenme Türkiyede ilk olarak yaparak yaşayarak öğrenme olarak tanımlanmıştır (Günel, Kabataş-Memiş, & Büyükkasap, 2010). Argümantasyon tabanlı öğrenme yaklaşımında öğrenciler bilgiyi sorular sordukları, iddialar oluşturdukları ve bu iddialarını delillerle destekledikleri araştırma-sorgulamaya dayalı bir öğrenme ortamında yapılandırmaktadırlar. Bu sayede dinamik bir eğitim hedeflenmektedir. Çünkü bu yaklaşımda öğrenci aktiftir ve bire bir öğrenmenin içindedir.

Bugün her ne kadar literatürde argümantasyon tabanlı öğrenme için farklı tanımlar yapılsa da ya da argümantasyon tabanlı öğrenmenin basamakları oluşturulsa da, asıl önemli olan bireyin öğrenmede etkin olabilmesi için kendi kendine araştırma-sorgulamaya yönelmesi ve kritik düşünme becerisine sahip olmasıdır (Hand, Norton-Meier, Staker, & Bintz, 2009). Argümantasyon temelli öğrenmenin temel yapı taşları kritik düşünme, araştırma sorgulama, sonuca varma ve vardığı sonucu delillerle destekleme üzerinedir. Bu yüzden argümantasyon temelli öğrenme ile kritik analitik düşünme becerisi iç içedir.

Sözlük olarak anlamına baktığımızda kritik analitik düşünme; Bir konuyu, sorunu ya da problemi alt başlıklarına ayırıştırıp tümden gelimle ve her bir başlığı ayrı ayrı irdeleyip eleştirerek ve her biri arasındaki bağlantıları gerçekçi kanıtlarıyla ortaya koyarak, düşünmek ve değerlendirmektir (Paul & Elder, 2005). Kritik analitik düşünmenin temelinde tümden gelim yatmaktadır. Bunun yanı sıra kritik analitik düşünme aslında tahmin edileceği gibi, kritik ve analitik düşüncenin birleşimi gibidir.

Ruskin tarafından; "kritik olmak, hiçbir şeyi ilk görünüşüyle kabul etmemek; fakat ne kadar geçerli, etkili, önemli, ilgili, yararlı, değerli oldukları ile ilgili mantıklı değerlendirmeler yapmaktır." Diye tanımlanır (Ruskin, 2011). Yine Ruskin tarafından; "analitik olmak; durumları, uygulamaları, sorunları, önermeleri, düşünceleri, teorileri, iddiaları ve benzeri şeyleri onları oluşturan bileşenlerine ayırmaktır." Olarak tanımlanır (Ruskin, 2011).

Ruskin; kritik-analitik düşünmeyi ise, belli bir hedef üzerine odaklanarak düşünme, yani problem çözme, gerçeği araştırma, anlayış geliştirme ile ilişkilendirilir (Ruskin, 2011; Buçev, 2013). Bu oldukça mantıklı bir tanımdır. Çünkü insan olarak her ne kadar mantıklı yaratıklar olsak da çoğu zaman inançlarımız, duygularımız, ön yargılarımız, fikri ve ruhi yapımız, kanaatlerimizi ve davranışlarımızı ciddi anlamda etkilemektedir. Oysa ki, kritik analitik düşünme becerisini yakalayabilmek için tarafsız ve objektif olmak gerekir. O halde burada sorulması gereken soru kritik analitik düşünme becerisinde sahip olunması gereken özellikler neler olmalıdır?

Branch bunu maddeler aşağıdaki gibi sıralamıştır; (Branch, 2000).

1. Düşünce özgürlüğü,
2. Entelektüel alçakgönüllülük,
3. Entelektüel cesaret,
4. Entelektüel kararlılık,
5. Entelektüel bütünlük,
6. Meraklı olma,
7. Karar vermede güven,
8. Bir amaca sahip olma,
9. Hedefleri görme isteği

Bu özellikler dikkatle incelendiğinde bir bireyin kritik analitik düşünme becerisine sahip olabilmesi için daha önce de yukarıda yapılan tanımlarında içinde barındırdığı gibi; bireyin tarafsız, her hangi bir etki altında kalmaksızın, ön yargılardan arınmış bir şekilde probleme yaklaşma yetilerini içermektedir. Araştırmacılar her beceri de olduğu gibi, kritik analitik düşünmenin aşamaları olduğunu kaydetmişlerdir;

1. Bilgi toplamak, (Problemin, meselenin iyi ve doğru anlaşılması) tarafsız olmak, doğru bilgi kaynaklarını seçmek, doğrudan bilgi toplamak ve birden fazla bilgi kaynağına başvurmak önemlidir.
2. Mevcut durumu anlamak, (Konu üzerinde olabildiğince çok araştırma ve soruşturma yapılması, gereken bilgilerin toplanması) 5N-1K olarak formüle edilen sorulara cevap vermek, problemde kaynaklanan temel soruyu iyi tespit etmek, soruları olabildiğince açık ve kesin ifadelerle belirlemek, cevapları gerçekçi, duygusalıktan uzak ve ön yargısız değerlendirmek önemlidir.
3. Sorunu alt gruplara ayırştırmak, (Ortaya çıkan alternatif çözüm yollarının tespit edilmesi) alt gruplar, soruna etkili olan

faktörlere göre sınıflandırılmalı, önemlerine göre gruplandırılmalı, diğer durumlarla ilişkilerine göre değerlendirilmelidir.

4. Olayı tanımlamak, (Mümkün çözümlerin bir bir denenmesinin tasarlanması) görülen sebeplerin gerçek olup olmadığı, sonuçların gerçek olup olmadığı, başka beklenen sonuçların bulunup bulunmadığı, olayı kimin, neden ve nasıl yaptığı gibi temel sorulara tarafsız ve doğru cevaplar verilerek olay gerçek anlamda tanımlanmalıdır.
5. Sorunun çözümü için hedef belirlemek, amaç ve hedef, açık ve net olmalıdır. Varsa, benzer amaçların ayrımı yapılmış olmalıdır. Mevcut veriler, istatistikler, bilimsel gerçekler, geçmiş olaylar ve geleceğe ilişkin tahminler göz önünde bulundurulmalıdır. Göz önüne alınması gereken başka bir yaklaşım olup olmadığı kontrol edilmelidir.
6. Uygulanacak yöntemi belirlemek ve uygulamak, (Bunlar içinden en iyi, en az riskli çözümün seçilmesi) hedefe ulaşmak için kullanılacak yöntem ile ilgili gerekli bilgileri uygun yöntemlerle toplamalı, uygulama aşamaları belirlenmeli ve uygulama takvimi yapılmalı, gerekli koordinasyonlar sağlanarak kararlılıkla uygulanmalıdır. Uygulama sırasında belirli aşamalarda amaca uygunluk açısından kontroller yapılmalıdır.

Sonuç ile ilgili analiz yapmaktır (Nihai çözümün uygulanması) uygulama sonuçları çeşitli boyutları ile değerlendirilmeli, hedefe ulaşıp ulaşılmadığı tarafsızca tespit edilmeli, hedefe ulaşmamış ise nedenleri tespit edilmeli, nerelerde hata yapıldığı belirlenmeli, gerekli ise değişiklikler yapılarak yeniden uygulama yapılmalıdır (Buçev, 2013).

Bu aşamalar aslında bir problemi çözerken, 1. Sorunu anlamak: Kritik ve analitik düşünebilen kişiler soru ve problemleri acık ve net bir biçimde formüle ederler. Gerekli bilgiyi edinir ve değerlendirirler (Ağargün, 2011). 2. Sorunu çözmek: Sorunu çözmek için bir yöntem seçerler ve uygularlar (Buçev, 2013).

Peki tüm bu akademik söylevlere rağmen; insanlar bir problem karşısında (kritik ve analitik düşünme becerileri konusunda eğitilmemiş bireyler için) bu maddeleri uygulayabiliyorlar mı? Ya da karşısına çıkan bir problem karşısında nasıl hareket ediyorlar? İşte bu sorun bizim çalışmamızın da ana konusu olmuştur. Bir birey bir olgu, olay ya da problem ile karşılaştığında ilk olarak algıladığı şeyleri zihninde daha önce yer etmiş kavramsal modellerle karşılaştırıyor. Bu kavramsal modeller (Örnek, 2008);

1. Matematiksel modeller
2. Bilgisayar modeller
3. Fiziksel modellerdir

Bu çalışmada daha çok bir matematiksel model kullanılacağı için bunun üzerinde durmak daha mantıklıdır. Matematiksel kavram da; birey matematik dilini kullanır. Gerçek dünyada karşılaştığımız olayları, olguları sembollere, eşitliklere ve rakamlara çeviririz. Bu sembolleri, eşitlikleri ve rakamları daha sonra zihnimizde problemleri çözmek için kullanmaya başlarız. Matematiksel modeller de kullanılan kavramlar objektif olduğu için kişiyi kritik düşünmeye daha kolay sevk etmektedir. Çünkü kişi yargıları ya da duyuları yerine daha

çok formüller, semboller ve eşitliklerden oluşan kavramlarla doğru sonuca ulaşmaya çalışır. Bu da daha önce yukarıda bahsettiğimiz kritik düşünmenin esaslarıyla birebir örtüşmektedir. Biz bu çalışmada deneklere zihinlerinde matematiksel modeller oluşturacak örnek bir soru sorduk.

1. Matematiksel modeller
2. Bilgisayar modeller
3. Fiziksel modellerdir

Bu çalışmada daha çok bir matematiksel model kullanılacağı için bunun üzerinde durmak daha mantıklıdır. Matematiksel kavram da; birey matematik dilini kullanır. Gerçek dünyada karşılaştığımız olayları, olguları sembollere, eşitliklere ve rakamlara çeviririz. Bu sembolleri, eşitlikleri ve rakamları daha sonra zihnimizde problemleri çözmek için kullanmaya başlarız. Matematiksel modeller de kullanılan kavramlar objektif olduğu için kişiyi kritik düşünmeye daha kolay sevk etmektedir. Çünkü kişi yargıları ya da duyuları yerine daha çok formüller, semboller ve eşitliklerden oluşan kavramlarla doğru sonuca ulaşmaya çalışır. Bu da daha önce yukarıda bahsettiğimiz kritik analitik düşünmenin esaslarıyla birebir örtüşmektedir. Biz bu çalışmada deneklere zihinlerinde matematiksel modeller oluşturacak örnek bir soru sorduk. Daha sonra bu soruya nasıl bir kritik ve analitik düşünceyle yaklaşmaya çalıştıklarını anlamaya çalışılmıştır. Ya da kritik analitik düşünme becerisi eğitimi almamış olan bu bireylerin kendilerine göre nasıl bir kritik düşünceyle hareket ettiklerini ve nasıl bir argümantasyon geliştirmeye çalıştıklarını anlamaya çalışılmıştır.

2. Yöntem

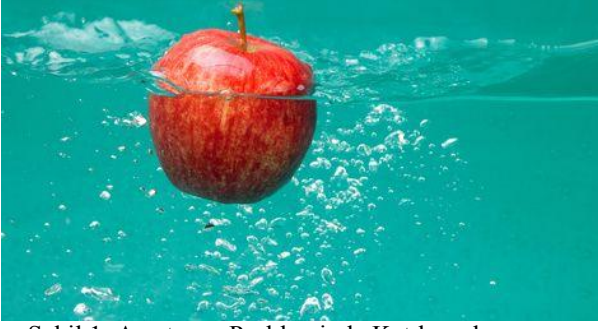
Araştırmada yer alan katılımcılar olarak fen ve teknoloji öğretmenleri hedef alındığından dolayı orta büyüklükte bir üniversitede yüksek lisans öğretimlerinin ilk yılını ve dolayısıyla ders dönemini tamamlamış yüksek lisans öğrencisi olan fen ve teknoloji öğretmenleri seçilmiştir. Toplam 15 yüksek lisans öğrencisine araştırma problemi verilmiş fakat bu öğrencilerden sadece 10 tanesi araştırma sorusuna cevap verebilmiştir. Bu sebepten dolayı araştırmanın veri analizinde cevap veren 10 öğrencinin yanıtları ve açıklamaları kullanılmıştır. Katılımcılar ile ilgili bilgiler aşağıdaki tabloda verilmiştir. Öğretmenler 6-8.sınıflarda öğretmenlik yapmaktadırlar.

Tablo 1. Katılımcıların Cinsiyetleri ve Öğretmenlik Tecrübeleri

Cinsiyet	Sayı	Dağılım	Öğretmenlik Tecrübesi (yıl)	Öğrettikleri Sınıflar
Erkek	3	5 yıl ve daha az	8	6-8
Kız	7	6 yıl ve daha fazla	5	6-8

Öğretmenlere öncelikle “Bir elma 300 gram kütle ve 1,5 kg / dm³ özkütleyle sahip olabilir mi?” sorusu yöneltilmiştir. Bu soruyu cevaplamak üzere katılımcılara bir adet boş kağıt verilmiştir. Daha sonra katılımcılardan bu soruyu gruplar halinde cevaplamaları istenmiştir. Veri toplama işleminin son aşamasında ise katılımcılara soru hakkında ne düşündüklerini belirtmelerini istedik; örneğin, “eğer bu soruyu öğretmenlik yaptıkları sınıfta kendi öğrencilerine yöneltselerdi öğrencilerin reaksiyonu nasıl olur?” ve “Öğrenciler için kolay mı yoksa zor bir soru olurdu?” sorularına verdikleri cevaplar incelenmiştir.

2.1. Problem



Şekil 1. Araştırma Probleminde Katılımcılara Yöneltilen Soruda Bahsi Geçen Sıradan Bir Elmanın Sudaki Durumu

İlköğretim öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerinden bazılarını içeren argümantasyon ve problem çözme becerilerinin gelişmesi geleceğin bireylerini yetiştirirken çok önemlidir. Bu sebepten dolayı öğrencilere bu becerilerini uygulamaları için bazı sorular yöneltilir. Bu araştırmada kullanılan elma sorusu daha herhangi bir araştırmada kullanılmamıştır. Bu soru öğrencilerin özellikle problem çözme ve argümantasyon becerilerini ölçmek için Sırbistan'da okutulan Fizik kitabında bulunan bir problem sorusundan türetilmiştir. Araştırmaya katılan öğretmenlere (yüksek lisans öğrencileri) yöneltilen elma problemi hesaplama yapmaktan ziyade PISA (2003) raporunda belirtilen karar verme becerisini ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Fakat buradaki en önemli nokta gerçek dünyadaki elmalar hakkındaki bilgileri analiz etmelerini de gerektirmektedir. Örneğin, marketten elma satın alındığında 1 kg elmada yaklaşık 4 veya 5 elma olma ihtimalini değerlendirmelidirler. Bu da bir elmanın 300 gram olma olasılığını imkansız kılmaktadır. Bununla beraber bir elmanın su da yüzebildiği göz önüne alınırsa bir elmanın yoğunluğunun $1,5 \text{ g/cm}^3$ olamayacağı görülmektedir.

3. Bulgular

Araştırmanın sonucunda elde edilen bilgiler üç bölümde toplanıp analiz edilmiştir. Birinci basamakta öğretmenlerin kendilerine sorulan soruyu nasıl çözmeye başladıkları ve soru çözümünde uyguladıkları yöntemler incelenmiştir. İkinci bölümde yöneltilen problem hakkında düşünceleri sorulmuş ve cevaplan incelenip analiz edilmiştir. Son aşamada ise öğretmenlerin bu soruyu eğer öğrencilerine sormaları durumunda verecekleri reaksiyonlar ve nasıl cevap verebilecekleri hakkındaki düşünceleri incelenmiştir. Katılımcıların verdikleri cevaplardan bahsederken öğretmenleri etik açıdan isimlerini vermemek için kodlama yöntemine başvurulmuş olup katılımcı öğretmenler Ö1-Ö10 olarak isimlendirilmiştir.

Katılımcılara yöneltilen ilk soruya öğretmenlerin tamamı (N=10) soru sorulduğunda öncelikle "özkütle" denklemini ($d = m / V$) yazarak cevap vermeye çalışmışlardır (Örnek, 2008). Daha sonra böyle bir elmanın var olup olmayacağı konusunda ise 5 öğretmen (50%); 4 öğretmen olmayacağını; diğer 2 öğretmen ise olumlu veya olumsuz bir görüş bildirmemişlerdir.

Katılımcıların bu soru hakkındaki başlangıç düşünceleri ve verilen özelliklere sahip elmanın varlığı hakkında verdikleri cevaplar argümanları (sebepleri) ile beraber aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 2'de belirtildiği gibi elde katılımcı öğretmenlerden yarısı elmanın 300 gr ve öz kütlelerinin $1,5 \text{ kg/dm}^3$ olabileceğini söylemiştir ve diğer yarısı ise olmayacağını belirtmişlerdir. 2 katılımcı ise bu konuda kesin görüş belirtmemekle beraber sadece denklemleri kullanarak cevap vermeye çalışmışlardır. Böyle bir elmanın olabileceğini iddia edenler öz kütle denklemini kullanarak elmanın yarıçapını hesaplayıp bir elmanın bu yarıçapa sahip olabileceğini söylemişlerdir (Ruskin, 2011; Buçev, 2013).

"Olamaz" olarak görüş belirten öğretmenler ise 2 dm^3 yoğunluğun bir elma için çok zor olduğunu; hacminin çok büyük olması gerektiğini söylemişler ve ayrıca kütle-ağırlık arasında ilişki kurarak düşüncelerini destekleyici argümanlar kullanmışlardır.

Bu sorunun düşünmeyi gerektiren ve üst düşünme becerilerini geliştirebilecek problem olduğunu düşündüklerini belirtmişlerdir. Ayrıca yaratıcılığı geliştirebilecek ve günlük hayatla ilişkilendirilebilen bir yaklaşıma sahip olduğunu ifade etmişlerdir (Ağargün, 2011).

Son olarak katılımcı öğretmenlere yöneltilen soruda bu soruyu kendi öğrencilerine sormayı düşünüp düşünmedikleri sorulmuş ve öğrencilerinin soruya karşı tepkileri ve çözüm yaklaşımlarının nasıl olabileceği hakkındaki bilgiler ortaya konmuştur. Katılımcılara ayrıca kendilerine yöneltilen elma sorusu hakkındaki düşünce ve görüşleri ise tablo 3'te özetlenmiştir.

Öğretmenlerde ön plana çıkan düşüncelerden en belirgin olanı bu sorunun genelde var olan ve MEB tarafından onaylı olup okullarda kullanılan fen ve teknoloji ders ve öğrenci kitaplarında genelde fazlaca bulunan sayısal verilerin verildiği ve sadece formülleri yazıp sonucu hesapladıkları sorularla benzerlik taşımadığıdır. Yukarıdaki tablo incelendiğinde araştırmaya katılan fen ve teknoloji öğretmenlerinin tümü bu soruyu öğrencilerine mutlaka sormayı düşündüklerini belirtmişlerdir. Problemi öğrencilerin öncelikle denklem yazarak cevap vereceklerini düşünen 3 katılımcı vardır. Diğer öğretmenlerden üçü ise öğrencilerinin bu soru hakkında argüman geliştirebilirler fakat onların yanlış olabileceğine inandıklarını ifade etmişlerdir. Diğer üç fen ve teknoloji öğretmeni bu tip soruların ne kadar zor hazırlandığını ve öğrencilerin soruyu okuduklarında sorunun eksik yada yanlış olabileceği düşüncesine kapılabileceklerini söylemişlerdir.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu makalenin amacı yabancı bir ülkede okutulan bir Fizik kitabında yer alan bir sorudan uyarlanan "Bir elma 300 gram veya $1,5 \text{ kg/dm}^3$ öz kütleyle sahip olabilir mi?" şeklindeki probleme verdikleri cevaplar, soru hakkındaki görüş ve düşünceleri ve öğrencilerinin bu soruya karşı verecekleri cevaplar ve tepkilerinin ne olabileceği gibi araştırma sorularına cevap aranmıştır. Bu şekilde katılımcıların sorgulama, kritik düşünme, problem çözme ve argümantasyon becerilerini hakkında bilgi elde edilmiştir.

Tablo 2. Katılımcıların Birinci Soru Verdikleri Cevaplar ve (Argümanları) Sebepleri

N	Öğretmen (ler)	Görüş (ler)	Sebep (ler)
4	Ö1, Ö5, Ö6, Ö7	Olabilir	Elmanın yarıçapı 3-4 cm. olabilir. Yarıçapı 6 cm. olan elma varsa olabilir. (Denklemler yazarak desteklemeye çalışmışlar)
4	Ö2, Ö3, Ö4, Ö10	Olamaz	2dm ³ hacme sahip elma çok küçüktür. Çok büyük bir hacmi olması gerekir. İmkansızdır. 1 kg elmada 5 elma varsa ağırlığı 200 N olur ve kütle 20 gr olur 300 değil.
2	Ö6, Ö8	Görüş belirtilmemiş	D = m/V denklemi yazılmış. 5 dm ³ 50 cm ³ tür ve elmanın ağırlığı “feci” boyutlardadır.

Tablo 3. Katılımcıların “elma” sorusu hakkındaki görüşleri

Öğretmen (ler)	Görüş (ler)
Ö4-Ö10	Farklı bakış açılarından bakmak gerekir. Formül yaz ve uygula değil “düşün, araştı” şeklinde bir soru. Sayısal olarak yapmaya çalışıyoruz. Hayal etmemiz gerek. Günlük hayattan bir soru.
Ö1, Ö6-Ö10	Düşünme becerilerini geliştirebilecek bir soru.
Ö3	Üst düzey düşünme becerisini geliştirir.
Ö1, Ö7	Yaratıcılığı geliştirir.

Tablo 4. Öğretmenlerin “Elma” Sorusu ile İlgili Öğrencilerinin Tepkilerini Tahminleri

Öğretmen (ler)	Görüş (ler)
Ö1-Ö10	Kesinlikle soracağım.
Ö1, Ö7, Ö9	Önce formül yazarlar.
Ö2	Bu tür soruların hazırlanması saatler alabilir. Işık-Ses konusunda soru hazırlarken zorlanıyorum. Başta cevaplayamayabilirler fakat sonra cevaplarlar.
Ö3, Ö4, Ö8	Bu soruya yorum yapabilirler fakat yanlış yorumlarlar.
Ö5, Ö10	Genelde problemler direk olduğundan dolayı bu sorunun eksik veya hatalı olduğunu düşünebilirler. Bu konulara biz dahil onlarda alışık değiller. Farklı açılardan bakarak çözebilirler. Bizim verdiğimiz tepkiyi vereceklerdir.

Bu tür sorular ders kitaplarında pek fazla bulunmamaktadır. Bu şekildeki problemler Bloom taksonomisinde kavram seviyesinin daha üstünde yer alan “üst seviye düşünme” becerilerine sahip olmalarını ölçmeye yöneliktir. Ülkemizde MEB tarafından basılan veya onaylanan ortaokul (5-8.sınıf) seviyesindeki fen ve teknoloji ders kitaplarına bakıldığı zaman ölçme ve değerlendirmede bu tür üst düzey becerilerden olan problem çözme gibi becerileri ölçen soru sayısı istenilen seviyede değildir. Bu sebepten dolayı öğrenciler bu tür problemlere fazla alışkın değildirler. Bu basılan kitapların eksikliğinden kaynaklanmakta ve bu kitapların geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. PISA ve TIMMS gibi bu tür soruların yer aldığı uluslararası sınavlardaki ülkemiz öğrencilerinin durumlarını da bu şekilde açıklanabilir. Bu araştırma sonucunda elde edilen ve tablo 2’de gösterilen bilgilere göre soruda belirtilen özelliklere sahip elmanın var olamayacağına inanan öğretmen sayısı 5 (%40) olarak elde edilmiştir. Bunu desteklemek için hayatlarında karşılaştıkları elmaların büyüklüklerini düşünerek cevap vermişlerdir.

Elmanın hacmi üzerinde durmuşlardır. Ayrıca bazı formüller yazarak hesaplama yoluna gitmelerine rağmen doğru cevap verdikleri soruya inandırıcı ve doğru açıklama verememişler. Bunların sebebi ise öncelikler birimler ders kitaplarındaki sorularda karşılaştıkları birimlerden farklı olduğu için birimsel dönüşüm yanlışlıkları yapmışlardır. Soruya doğru olarak yaklaşıp tüm elmaların suda yüzmesi gerekmekte olduğunu katılımcılardan sadece bir öğretmen (Ö2) belirtmiştir (Ruskin, 2011). Öte taraftan soruya yanlış cevap verenlerin sayısı doğru cevap verenlerin sayısına eşittir. Bu cevabı veren öğretmenler elmanın yarıçapına odaklanmışlar ve 3-4 cm veya 6 cm elma olabilir mi? Sorularına cevap aramışlardır. Cevap için yine güncel tecrübelerinden yararlanmışlardır. Bu soruya cevap veren diğer katılımcılar ise öz kütle hesaplama yoluna gitmişlerse de kesin ve doğru bir sonuca ulaşamamışlardır. Katılımcıların geneline bakıldığında ise öğretmenlerin bu soruya cevap vermek için hemen formül yazmaları dikkat çekmiştir (Örnek, 2008). Bu da göstermektedir ki öğretim sistemimizde yer alan sorular genelde fazla düşünmeyi gerektirmeyen sadece formülü doğru kullanarak hesaplama yapmalarını ölçen sorulardan oluşmasıdır.

Dolayısıyla katılımcılar düşünmeden gerekli gördükleri formülleri yazarak soruyu çözme yoluna gitmişler fakat burada da birimsel dönüşüm sorunları ile karşılaşmışlardır.

Son olarak katılımcılara yöneltilen öğrencilerinin ne düşüneceği hakkındaki soruya ise kendi yaklaşımlarının öğrencilerde de olacağı ve onların formül yazarak soruyu çözmeye çalışacaklarını belirtmişlerdir. Bu soruyu kesinlikle öğrencilerine soracaklarını ifade etmişlerdir. Bu tür soruların hazırlanmasının zor olduğunu söylemişlerdir (Ö2). Bu da öğretmenler ölçme ve değerlendirme konusunda eksikliğini göstermektedir. Buna benzer öğrencilerin soruyu yanlış yorumlayacaklarını iddia etmişler ve bu tür sorulara alışık olmadıklarından dolayı çözemeyecekler veya doğru cevabı verseler bile bunu yeterince destekleyemeyeceklerini belirtmişlerdir. Bunu öğrenmek için bu soruyu 6-8.sınıf öğrencilerine sormak gerekir. Bu araştırmanın geliştirilmesine yönelik bir diğer adımda katılımcı öğretmenleri soruları cevaplararken gözlemlenmesi; bireyselden sonra grup olarak cevap vermelerinin sağlanması; katılımcılarla mülakat yapılarak araştırma amacının daha derinlemesine araştırılmasıdır.

Kaynaklar

1. Ağargün M. Yücel, Kritik ve Analitik Düşünme Nedir. <http://www.kritik-analitik.com/> (2012, Nisan 10)
2. Buçev, Kritik Analitik Düşünmenin Basamakları, <http://bucev.net/kritik-analitik-dusunmenin-basamaklari/>, (2013, Haziran 27).
3. Dufresne R. J., Gerace W. J., Hardiman P. T., Mestre J. P. Constraining novices to perform expert-like problem analyses: effects on schema acquisition. *J. Learn. Sci.* 2 1992.
4. Günel M., Kabatas-Memis E., Büyükkasap, E., Yapararak yazarak bilim öğrenimi-YYBÖ yaklaşımının ilköğretim öğrencilerinin fen akademik başarısına ve fen dersine yönelik tutumuna etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 35 2010.
5. Hand B., Norton-Meier L., Staker J., Bintz, J., Negotiating science: The critical role of argument in student inquiry, grades 5-10. Portsmouth, NH: Heinemann. 2009.
6. Hsu L., Brewster E., Foster T. M., Harper K. A., Resource letter RPS-1: research in problem solving. *Am. J. Phys.* 72 2004.
7. Jonassen D. H., Learning to Solve Problems: An Instructional Design Guide (Hoboken, NJ: Pfeiffer). 2004.
8. Larkin J, McDermott J, Simon D and Simon H., Expert and novice performance in solving physics problems *Science* 208 1980.
9. Leonard, W. J., Dufresne, R. J. and Mestre J. P., Using qualitative strategies to highlight the role of conceptual knowledge in solving problems *Am. J. Phys.* 64 1996.
10. Kim E and Pak S J Students do not overcome conceptual difficulties after solving 1000 traditional problems *Am. J. Phys.* 70 2001.
11. Maloney D. P., Research on problem solving: physics Handbook of Research on Science Teaching and Learning. Ed. D. L. Gabel, New York: Macmillan. 1994.
12. Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Arora, A., TIMSS 2011 international results in Science. 2012.
13. Paul, R., Elder, L., Critical Thinking (Prentice Hall), Concise Edition, 10 2005.
14. Prenzel, M. (Ed.). *PISA 2003*. Waxmann Verlag. 2004.
15. Örnek F. Models in Science Education: Applications of Models in Learning and Teaching Science. *International Journal of Environmental & Science Education*. 3 2008.
16. Reif F., Larkin J. H., Brackett G. C. Teaching general learning and problem-solving skills. *Am. J. Phys.* 44 1976.
17. Reif F., Heller J. I. Knowledge structure and problem solving in physics. *Educ. Psychol.* 17 1982.
18. Ruskin, Anglia Ruskin Üniversitesi Tarafından Üniversite Öğrencileri için Hazırlanmış Rapor. <http://www.kritik-analitik.com/> (2012, Nisan 10).
19. Smith M. U. Toward a Unified Theory of Problem Solving: Views from the Content Domains. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 1991.
20. Van Heuvelen A. Learning to think like a physicist: a review of research-based instructional strategies. *Am. J. Phys.* 59 1991.