



Özel Yetenekli Öğrenciler için Adli Kimya Eğitimi Forensic Chemistry Education for Gifted Students

Mustafa Tüysüz^a, Ümmüye Nur Tüzün^{b*}

^aVan Yüzüncü Yıl University, Van, Turkey

^bMinistry of National Education, Ankara, Turkey

Öz

Bu araştırmanın amacı öğretim ortamlarının farklılaştırılması-zenginleştirilmesinde argümantasyon eğitim modelinin spesifik bir konu olarak adli kimya etkinliklerinde özel yetenekli bireylerin eleştirel düşüncelerinin geliştirilmesinde kullanımı olarak belirlenmiştir. Araştırma 2017-2018 öğretim yılında Ankara’da özel yetenekli bireylerle eğitim yapan bir kurumda sekiz özel yetenekli bireyle nitel araştırma desenlerinden durum çalışması temelinde yürütülmüştür. Araştırmanın veri toplama aracı olarak yedi adet adli kimya etkinliğinin her birini argüman olarak yeniden kurgulatan öğretim dizini çalışma yapıları ve katılımcı gözlemci gözlem notları kullanılmıştır. Veri toplama sürecinde öğrencileri birbirlerinin düşünme stratejilerini takip ederek her bir adli kimya etkinliğini yürütmüşler ardından da etkinlikleri bireysel argümantasyonla yeniden kurgulamışlardır. Veriler içerik analiziyle ve betimlemelerle çözümlenmiştir. Araştırma sonucunda özel yetenekli öğrencilerin adli kimya etkinliklerini argüman olarak yeniden kurgulayabildikleri bu sayede de eleştirel düşüncelerinin geliştiği bulunmuştur. Ayrıca araştırma sonucunda adli kimya-argümantasyon-eleştirel düşünme entegreli bu farklılaştırma-zenginleştirme uygulamasıyla özel yetenekli bireylerin öğretmenleri için de örnek bir model sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Özel yetenekli bireylerin eğitimi, farklılaştırma-zenginleştirme, adli kimya, argümantasyon, eleştirel düşünme.

Abstract

The purpose of this research is to determine the use of argumentation education model as a specific topic in differentiation-enrichment of instructional environments in the development of critical thinking of gifted students in forensic chemistry activities. The research was conducted on a qualitative research design based on a case study with eight gifted students in 2017-2018 educational year in an institution that provides education to gifted individuals in Ankara. As data collection tools, worksheets of teaching sequence making the gifted students reconstruct each of the forensic chemistry activities as arguments and participant observer’s observation notes were used. During the data collection process, the gifted students carried out each forensic chemistry activities by following each other’s thinking strategies, and then they reconstructed these activities with individual argumentation. Data were analyzed via content analysis and descriptions. As a result of the research, it was found that the gifted students could reconstruct forensic chemistry activities as arguments and that thanks to these activities their critical thinking developed as well. In addition, an exemplary model is presented for the instructors of gifted students at the end of the research with this differentiation-enrichment application integrated with forensic chemistry-argumentation-critical thinking.

Keywords: The education of the gifted, differentiation-enrichment, forensic chemistry, argumentation, critical thinking.

© 2019 Başkent University Press, Başkent University Journal of Education. All rights reserved.

*Bu çalışma, ‘4th International Contemporary Educational Research Congress 2018’de sözel bildiri olarak sunulmuştur. Ayrıca bu çalışma, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi BAP tarafından SAP-2018-7458 kodlu ve ‘Özel Yetenekli Öğrenciler İçin Adli Kimya Eğitimi’ adlı projeye desteklenmiştir.

*ADDRESS FOR CORRESPONDENCE: Ümmüye Nur Tüzün, Ministry of National Education, Ankara, Turkey. E-mail Address: u_tuzun@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9114-0460.

^aMustafa Tüysüz, Department of Secondary Science and Mathematics Education, Faculty of Education, Van Yüzüncü Yıl University, Van, Turkey. E-mail Address: mustafatuyusuz@yyu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-1277-6669.

Received Date: August 20th, 2018. Acceptance Date: June 9th, 2019.

sayesinde birey mantıklı ve neden-sonuç ilişkisi içerisinde kararlar alabilir (Freeley & Steinberg, 2005). Bireyin kararını gerekçelendirmesi de o bireyin argümantasyonu, yani bilimsel tartışmayı kullanabilme, argümanı bileşenlerine parçalayabilme becerisine bağlıdır (Osborne, Erduran, Simon & Monk, 2001). Zaten argümantasyon çok eski çağlardan beri eleştirel düşünmeyi geliştirmede önemli metotlardan biridir (Freeley & Steinberg, 2005). Dolayısıyla spesifik bir konuda özel yetenekli bireylerin eleştirel düşüncelerinin geliştirilmesinde sonuç yapılandırma, nedensel durum yapılandırma ve argüman yapılandırma temelinde argümantasyon, yani bilimsel tartışma yürütülebilir (Cambridge Thinking Skills Syllabus, 2011; Lim, 2011).

Ulusal ve uluslararası literatür özel yetenekli bireylerin kimya öğretim ortamlarının farklılaştırılması-zenginleştirilmesi bağlamında tarandığında, özel yetenekli bireylerin kimya eğitiminin eleştirel düşünmeyi ve üst bilişi destekleyecek biçimde ve onları süreçte aktif tutacak biçimde farklılaştırılması gerektiği öne çıkmaktadır (Umar, 2017; Taber, 2010). Demircioğlu, Vural ve Demircioğlu (2012), araştırmalarında özel yetenekli bireylerin kimya öğretim ortamlarının farklılaştırılması-zenginleştirilmesinde asit-baz konusunda bağlam temelli uygulamaya başvurmuşlar ve öğrencilerin bu sayede bilgiyi daha anlamlı bir biçimde yapılandırabildiklerini bulmuşlardır. Farklı araştırmalarda özel yetenekli bireylerin kimya öğretim ortamlarının farklılaştırılması-zenginleştirilmesinde buharlaşma-yoğuşma-erime-donma kavramlarının öğretiminde 5E modeline başvurulmuş, böylelikle öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilmesi sağlanmıştır (Demircioğlu, Demircioğlu & Vural, 2016; Demircioğlu, Vural & Demircioğlu, 2014). Demircioğlu ve Vural (2016) ortak bilgi yapılandırma modeliyle asit-baz öğretiminde özel yetenekli kimya öğretim ortamlarını farklılaştırmış-zenginleştirmiş, bu sayede öğrenciler daha olumlu tutum edinmişlerdir. Ulusal ve uluslararası literatür özel yetenekli bireylerin kimya öğretim ortamlarının farklılaştırılması-zenginleştirilmesi bağlamında tarandığında adli kimya konusunda öğrencilerin argümantasyon yani bilimsel tartışma temelinde eleştirel düşüncelerinin geliştirildiği araştırmalara rastlanılmamıştır. Dolayısıyla bu araştırmanın amacı; özel yetenekli bireylerin öğretim ortamlarının farklılaştırılması-zenginleştirilmesinde spesifik konu olarak adli kimya temelinde argümantasyonla onların eleştirel düşüncelerinin geliştirilmesidir. Bu araştırmanın bu bağlamda literatürdeki boşluğu katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bunun ötesinde bu araştırmadaki nihai hedef araştırmanın özel yetenekli bireylerin eğitimi alanında çalışan araştırmacılar ve öğretmenler için öğretim ortamlarının farklılaştırılması-zenginleştirilmesinde ayrıntılı yol haritası modelleyebilmesidir.

2. Yöntem

2.1. Araştırmanın Deseni

Bu araştırmada özel yetenekli bireylerin öğretim ortamlarının farklılaştırılması-zenginleştirilmesinde adli kimya konusunda argümantasyonla onların eleştirel düşüncelerinin geliştirilmesi nitel araştırma desenlerinden durum çalışmasıyla çalışılmıştır.

Durum çalışması; karmaşık bir durumun kendi bağlamında çalışılması için araştırmacılara metodolojik araç sağlar. Durum çalışması düzgün bir şekilde çalışıldığında teori geliştirme, program değerlendirme ve uygulama geliştirmede değerli bir metottur (Baxter & Jack, 2008). Dolayısıyla bu araştırmada da durum çalışması temelinde özel yetenekli bireylerin öğretim ortamlarının farklılaştırılması-zenginleştirilmesinde adli kimya konusunda argümantasyonla eleştirel düşüncelerinin geliştirilmesi çalışılacak bu sayede özel yetenekli bireylerin eğitimi alanında çalışan araştırmacılar ve öğretmenler için öğretim ortamlarının farklılaştırılması-zenginleştirilmesinde örnek bir uygulama modellenecektir.

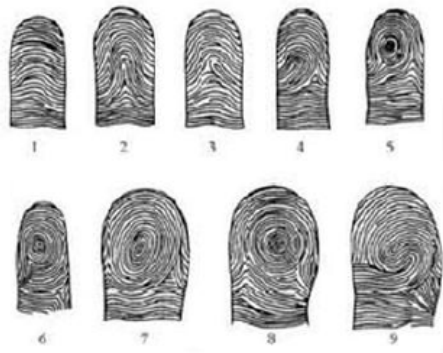
2.2. Araştırmanın Katılımcıları

Araştırmanın katılımcılarını Ankara'da özel yetenekli bireylere öğretim veren bir kurumda 2017-2018 öğretim yılında öğrenim gören sekiz özel yetenekli öğrenci oluşturmuştur. Öğrencilerin yaş ortalaması ondur, öğrencilerin ikisi erkek, altısı kızdır, öğrenciler orta sosyoekonomik seviyedendir. Araştırma yazarlardan biri olan öğrencilerin kendi araştırmacı öğretmenleri tarafından yürütülmüştür. Araştırmacı öğretmen, bayan, orta sosyoekonomik seviyeden, 15 senelik eğitim araştırma tecrübesine sahip, kimya alan eğitiminde doktor ve adli kimya eğitiminde doktoranttır. Araştırmanın yürütüldüğü öğretim kurumu şehir merkezinde, kolay ulaşılabilir, sabah-öğle-akşam ders uygulamaları olan, yeterli sosyal-bilimsel-kültürel imkâna sahip, iki adet orta düzey donanımlı fen laboratuvarına sahip, ancak etkileşimli tahta uygulamalarına sahip olmayan bir kurumdur. Araştırmanın katılımcılarının, araştırmacısının ve araştırmanın yürütüldüğü bağlamın ayrıntılı tanımlanmasındaki amaç nitel araştırmanın doğası gereği, nitel araştırma okuyucularına doğru bir bakış açısı sunabilmektir (Glesne, 2012). Çünkü nitel araştırmanın okuyucusu, teori geliştirme, program değerlendirme ve uygulama geliştirme süreçlerine aslında araştırmacıların gözlüğünden bakmaktadır, dolayısıyla katılımcılar, araştırmanın kim tarafından yürütüldüğü ve bağlam araştırmada ne kadar ayrıntılı bir biçimde tanımlanırsa, okuyucuya daha objektif bir gerçeklik sunulabilir.

2.3. Veri Toplama Araçları

Özel yetenekli bireylerin öğretim ortamlarının farklılaştırılması-zenginleştirilmesi amacıyla adli kimya konusunda yedi adet etkinlikten oluşan bir öğretim dizini geliştirilmiştir. Öğretim dizinindeki adli kimya etkinlikleri özel yetenekli öğrencilerin hazırbulunuşluklarına ve hızlı ilerlemelerine göre ve de onların yaşanmışlıklarıyla örtüşmeyen biçimde ve Bilim ve Sanat Merkezleri Yönergesi (2016) esas alınarak yapılandırılmıştır. Öğretim dizininde her bir etkinliğin argüman olarak yeniden kurgulanması söz konusudur, bu sayede de öğrencilerin eleştirel düşüncelerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Öğretim dizinindeki etkinlikler argüman olarak kurgulanırken de Walton argüman modeli (2006) temel alınmıştır. Walton argüman modeli (2006) varılan karara dair gerekçeler sunma yani sonuca dair dayanak noktaları sunmaya esas alan bir modeldir. Öğretim dizininin Bilim ve Sanat Merkezleri Yönergesi (2016) temelinde kapsam geçerliği alan eğitiminde uzman iki fen eğitimcisi tarafından kontrol edilerek sağlanmıştır. Öğretim dizini çalışma yapraklarından bir örnek Şekil 2’de sunulmuştur.

PARMAK İZİ ALMA VE SINIFLAMA



Gerçek, 2014, s. 125

Mürekkeple beyaz kâğıda parmak izinizi alınız.

Parmak izinizi arkadaşlarınızınkilerle karşılaştırınız.

Anatomi Profesörü Purkynje’nin parmak izlerinin sırt - sağrı dizilimlerine göre yaptığı sınıflamaya göre parmak izinizi sınıflayınız.

Etkinliğe dair bireysel argümanınızı yapılandırınız.

Sonuç

Dayanak Noktası

Dayanak Noktası

Dayanak Noktası

Şekil 2. Öğretim dizini çalışma yapraklarından bir örnek

Bu araştırmanın veri toplama aracı öğretim dizini çalışma yapraklarıdır. Araştırmanın diğer veri toplama aracı ise araştırmacı öğretmenin, yapılandırılmamış katılımcı gözlemci gözlem notlarıdır. Yapılandırılmamış gözlemlerde çalışma ortamında ve gözlemcinin somut herhangi bir gözlem aracı olmadan, direkt olarak ortamda bulunularak veri

toplanır (Balcı, 2005). Katılımcı gözlemci gözlem notlarının araştırmanın amacına uygunluğu her iki yazar tarafından da kontrol edilmiştir.

2.4. Veri Toplama Süreci

Özel yetenekli sekiz öğrenciyle kendi araştırmacı öğretmenleri rehberliğinde öğretim ortamlarının farklılaştırılması-zenginleştirilmesi amacıyla adli kimya konusunda yedi adet etkinlik sekiz ders saati süreyle argümantasyonla yürütülmüştür. Önce araştırmacı öğretmen tarafından öğrencilere, adli kimya, argümantasyon, argüman, eleştirel düşünme kavramlarına dair bilgilendirme yapılmıştır. Daha sonra öğrenciler her etkinliği kendilerinin ve diğerlerinin düşünme stratejilerini takip ederek; bilimsel tartışarak yürütmüşlerdir. Etkinliklerin tamamlanmasını takiben de etkinlikleri çalışma yapraklarına Walton argüman modeli (2006) bileşenleri temelinde (sonuç - dayanak noktası - dayanak noktası - dayanak noktası) bireysel argüman olarak yeniden kurgulamışlardır. Bu sayede özel yetenekli öğrencilerin sonuç yapılandırması, sonuçlarına dayanak sunması yani nedensel durum yapılandırması ve sonuçlarına dayanak sunarak yani sonuçlarını gerekçelendirerek argüman yapılandırması dolayısıyla da eleştirel düşüncelerinin gelişmesi sağlanmıştır. Veri toplama sürecinde araştırmacı öğretmen her bir etkinlik için katılımcı gözlemci gözlem notları da almıştır. Son olarak araştırmanın etiği adına öğrencilere farklılaştırma-zenginleştirme öğretim sürecinden istedikleri an çekilebilecekleri de söylenmiştir.

2.5. Verilerin Analizi

Verilerin analizinde içerik analizi ve betimleme kullanılmıştır. Öğrencilerin bilimsel olarak doğru bir biçimde argüman yapılandırması; sonuçlarını tanımlaması, sonuçlarına gerekçe/dayanak noktası sunması onların eleştirel düşüncelerinin geliştiğinin de ölçütü olarak alınmıştır (Cambridge Thinking Skills Syllabus, 2011; Lim, 2011). Öğretim dizini çalışma yapraklarından edinilen argümanlar önce kodlanmıştır. Argümanların kodlama sürecine alınabilmesi için içerik bakımından ‘bilimsel olarak doğru olması’ ön şarttır. Kodlar oluşturulurken Walton argüman modelinin bileşenleri (2006), ‘sonuç, dayanak noktası, dayanak noktası ve dayanak noktası’ kod olarak kullanılmıştır. Daha sonra bu kodların kombinasyonlarıyla kategoriler oluşturulmuştur. Örneğin öğrenci argümanlarından sonuç ve dayanak noktası kodlarını içeren argümanlar, SD olarak kategorilenmiştir. Burada S sonuç kodunun, D de dayanak noktası kodunun kısaltmasıdır. En sonunda da frekans - yüzde hesaplamaları yapılmıştır. Ayrıca kategorilerin bütün kodları kapsaması durumu yani tersten içerik analizi kontrolü de yapılmıştır, bu sayede kategorilenmeyen kod kalmaması da garanti altına alınmıştır. (Erickson, 2004). Katılımcı gözlemci gözlem notları da betimlemeler temelinde aktarılmıştır. Veri toplama araçlarının güvenilirliği alan eğitiminde uzman iki fen eğitimcisinin kodlama, kategorileme ve betimlemeleri arasındaki %95 uyum ile sağlanmıştır. Miles ve Huberman’a göre (aktaran Unok-Marks & Gersten, 1998) veri analizinde veri setleri arasında çaprazlama kıyaslama yapılmalıdır. Bu çalışmada ise aynı veri setleri arasında farklı araştırmacı kodlama ve kategorilemeleri arasındaki uyum, aynı kodlama ve kategorileme miktarının tüm kodlama ve kategorileme miktarına oranı ile elde edilmiştir. Araştırmacılar arasındaki %5’lik uyumsuzluk ise araştırmacıların uyumsuzluk olan kod ve kategorilere dair verileri yeniden birlikte analiz etmeleri ile çözümlenmiştir.

Örneğin bir uyuşmazlık araştırmacılarından birinin “Mürekkiple parmak izimizi aldık.” ifadesini sonuç olarak kodlaması, diğer araştırmacının da etkinliğin nasıl yapıldığına dair bir ifadenin sonuç olarak kodlanamayacağını savunmasıdır.

Öte yandan diğer araştırmacı “Benim parmak izim (Purkynje’nin sınıflaması ile karşılaştırma yaptığımda) dörde benziyor.” biçimindeki çıkarımsal ifadenin sonuç olarak kabul edilmesi gerektiğini savunmuştur. Sonuçta uyuşmazlık araştırmacıların etkinliğe dair öğrencinin yaptığı çıkarımları sonuç olarak kabul etmesi ile çözümlenmiştir.

2.6. Araştırmanın Etiği

Araştırmanın katılımcıları gönüllülük esasına göre belirlenmiştir. Ayrıca istedikleri an araştırmadan çekilme hakları da kendilerine tanınmıştır.

Ayrıca adli kimya eğitiminde klinik etik temelinde biyolojik matriks ile çalışılmamıştır.

3. Bulgular ve Yorum

Özel yetenekli bireylerin öğretim ortamlarının farklılaştırılması-zenginleştirilmesinde adli kimya konusunda argümantasyonla onların eleştirel düşüncelerinin geliştirilmesi amacıyla yürütülen bu araştırma sonucunda verilerin çözümlenmesiyle ulaşılan bulgular; özel yetenekli öğrencilerin adli kimya etkinliklerini argüman olarak yapılandırma becerileri ve katılımcı gözlemci gözlem notları başlıklarıyla verilecektir.

3.1. Özel Yetenekli Öğrencilerin Adli Kimya Etkinliklerini Argüman Olarak Yapılandırma Becerileri

Özel yetenekli öğrencilerin çalışma yapraklarında her bir etkinliği Walton argüman modeli (2006) bileşenleri (sonuç - dayanak noktası - dayanak noktası - dayanak noktası) temelinde argüman olarak yeniden kurgulamasıyla edinilen veriler için kod ve kategoriler oluşturulmuş, daha sonra da frekans/yüzde hesaplamaları yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1

*Özel yetenekli öğrencilerin adli kimya etkinliklerini argüman olarak yapılandırma becerileri**

Adli kimya etkinliği	f ve %						
	-	S	SD	SDD	SDDD	SDDDD	SDDDDD
Adli kimya olayları	5	-	3	-	-	-	-
kronolojik haritalama	62,5		37,5				
Parmak izi alma ve sınıflama	2	-	5	1	-	-	-
	25		62,5	12,5			
Diş izi alma	-	5	3	-	-	-	-
		62,5	37,5				
Toprak analizi	-	1	4	1	2	-	-
		12,5	50	12,5	25		
Adli kimya tablosu	-	1	7	-	-	-	-
		12,5	87,5				
Uzay istasyonunda ölüm düşünce deneyi	1	4	3	-	-	-	-
	12,5	50	37,5				
Alkol analizi	-	6	2	-	-	-	-
		75	25				

*Tabloda dayanak noktası D, sonuç S, frekans f, yüzde % ile gösterilmiştir.

Tablo 1 incelendiğinde sonucuna bir ya da daha fazla dayanak sunabilen öğrenci yüzdesi adli kimya kronolojisi etkinliği için %37,5, parmak izi alma ve sınıflama etkinliği için %75, diş izi alma etkinliği için %37,5, toprak analizi etkinliği için %87,5’tir. Adli kimya tablosu etkinliği için bu yüzde %87,5, uzay istasyonunda ölüm düşünce deneyi için %37,5, alkol analizi için ise %25’tir. Bir etkinliğin başarılı olabilmesi için ise toplam öğrenci yüzdesinin 1/3’ünün sonucuna bir ya da birden fazla dayanak noktası sunması ölçüt alınır o vakit alkol analizi etkinliği hariç bütün etkinliklerin başarılı olduğu söylenebilir. Burada vurgulanması gereken husus öğrencilerin her bir etkinlik için sonuç tanımlayabilmiş, sonuçlarına dayanak sunabilmiş, dolayısıyla argüman yapılandırabilmiş, bu sayede de eleştirel düşüncelerini ilerletebilmiş olmalarıdır. Yalnız burada sonuçlarına iki ya da daha fazla dayanak sunabilen öğrenci yüzdelerinin değil, sonuçlarına bir ya da daha fazla dayanak sunabilen öğrenci yüzdelerinin yüksek olmasından dolayı, öğrencilerin eleştirel düşüncelerini ilerletmelerinin orta düzeyde olduğunu söylemek faydalı olacaktır.

Tablo 1’de sunulan bulguların güçlendirilmesi adına her bir etkinlik, etkinliğe dair örnek öğrenci argümanları ve kodlamaları aşağıda sunulmuştur.

Etkinlik I - Adli kimya olayları kronolojik haritalama

Etkinlik I Kapsam - Bu etkinliğin kapsamı özel yetenekli öğrencilere adli kimya tarihinde örnek uygulamalar ile adli kimya biliminin felsefesi adına bir temel bir bakış açısı sağlamadır.

- () Babil’de kil tabletler üzerine alınan parmak izlerinin ticari işlemlerde kullanılması.
 - () SungTzu köyünde orak kullanılarak cinayet işlenmesi. Köyde orak sahiplerinin hepsinin oraklarını güneşin altına bırakmalarının istenmesi. Üzerine sineklerin konduğu orağın cinayet silahı olarak tanımlanması.
 - () Archimedes’in yoğunluk hesaplaması ile tacin altın olup olmadığını kanıtlaması.
 - () Anatomi profesörü Purkynje’nin 9 parmak izi motifini belirlemesi.
 - () Burman’ın sıcaklık grafiklerini kullanarak ölüm zamanının belirlenebileceğini bulması.
 - () J. Izaak Van Deen’in kan testi geliştirmesi.
 - () WalterSpecht’inluminolü keşfetmesi.
 - () CalvinGoddard’ın mermi karşılaştırması için mikroskop kullanması.
 - () Zoro ve Hadley’in GC-MS tekniğini adli amaçla kullanmaya başlaması.
 - () James Watson - Francis Crick’in DNA’nın çift sarmal yapısını bulması.
- Yukarıdaki tarihi adli kimya olaylarını kronolojik sıraya koyunuz.
(Tarihi adli kimya olayları Gerçek, 2014, ss. 5-10’dan uyarlanmıştır.)

Ö4 kodlu özel yetenekli öğrencinin argümanı: Adli kimya olaylarını (yukarıda verilen adli kimya olaylarının başına sırasıyla 1-3-2-4-6-5-8-7-10-9 sayılarını yerleştirerek) sıraladık.(Bu sıralamadan bir çıkarım yapacak olursak) daha teknolojik teknikler daha yakın zamanda kullanılmıştır (sonuç). (Örneğin) ilk olarak kil tabletlere parmak izi alınmıştır (dayanak noktası).

Ö8 kodlu öğrencinin argümanı: Adli kimya olaylarını (yukarıda verilen adli kimya olaylarının başına sırasıyla 1-3-2-4-6-5-8-7-10-9 sayılarını yerleştirerek) kronolojik sıraladık.(Bu sıralamadan çıkarımlar yapacak olursak) gelişmiş teknikler daha yakın zamanda kullanılmıştır (sonuç). (Örneğin) DNA'nın çift sarmal yapısının bulunması GC-MS tekniği (adli amaçla) kullanılmadan önce olmuştur (dayanak noktası).

Örneklerdeki özel yetenekli öğrencilerin argümanları bilimsel olarak doğrudur. Ayrıca sonuçlarına dayanak noktaları içermektedir. Burada sonuç kodu öğrenciler etkinlikte ne yaptıklarına dair bir çıkarım, bir özet yapmaları halinde kullanılmıştır. Dayanak noktası kodları ise öğrencilerin sonuçlarına desteklemek adına sonuçlarını detaylandırmaları, örnek sunmaları durumunda kullanılmıştır.

Etkinlik II - Parmak izi alma ve sınıflama

Etkinlik II Kapsam - Bu etkinliğin kapsamı basit kimyasallarla (örneğin mürekkep) nasıl parmak izi alınacağını deneyimletme, parmak izlerini birbirleriyle karşılaştırmak suretiyle parmak izlerinin spesifik olduğunu fark ettirme ve de parmak izlerini literatürden örnek bir sınıflama kullanarak sınıflamalarını sağlamadır.

Mürekkeple beyaz kâğıda parmak izinizi alınız.

Parmak izinizi arkadaşlarınızinkilerle karşılaştırınız.

Anatomi Profesörü Purkynje'nin parmak izlerinin sırt-sağrı dizilimlerine göre yaptığı sınıflamaya göre parmak izinizi sınıflayınız.

Örneğin Şekil 3'te soldaki gibi bir parmak izi Purkynje'nin parmak izlerinin sırt-sağrı dizilimlerine göre yaptığı sınıflamaya göre altı numaralı sınıflamayla örtüşmektedir.



Şekil 3. Purkynje'nin parmak izi sınıflamasıyla karşılaştırmalı örnek bir parmak izi sınıflama (Parmak izi katılımcıların parmak izi değildir, temsili bir gösterimdir.)

Ö1 kodlu özel yetenekli öğrencinin argümanı: Mürekkeple (beyaz kâğıda) parmak izi aldık. (Benim parmak izim Purkynje'nin sınıflamasından) beşe benziyor (sonuç). (Benim parmak izim) arkadaşlarımla parmak izlerinden farklı (dayanak noktası).

Ö5 ile kodlanan bir başka özel yetenekli öğrencinin argümanı: Mürekkeple (beyaz kâğıda) parmak izimizi aldık. Benim parmak izim (Purkynje'nin sınıflamasından) dörde benziyor (sonuç).Arkadaşımla parmak iziyle, parmak izim benzemiyor (dayanak noktası). Herkesin parmak izi kendisine hastır (dayanak noktası).

Örneklerdeki özel yetenekli öğrencilerin argümanları bilimsel olarak doğrudur. Ayrıca sonuçlarına dayanak noktaları içermektedir. Burada sonuç kodu öğrencilerin etkinlikte ne yaptıklarına dair bir çıkarım yapmaları halinde kullanılmıştır. Dayanak noktası kodları ise öğrencilerin sonuçlarına desteklemek adına sonuçlarını, parmak izlerini başka arkadaşlarımla kıyaslamaları, parmak izinin kişi tanılamadaki spesifikliğini fark etmeleri durumlarında kullanılmıştır.

Etkinlik III- Diş izi alma

Etkinlik III Kapsam - Bu etkinliğin kapsamı özel yetenekli öğrencilere basit kimyasallarla (örneğin grafit) nasıl diş izi alınacağını deneyimletme, diş izlerini birbirleriyle karşılaştırma ve de diş izlerinden yaş, çene yapısı gibi bazı çıkarımlar yapmalarını sağlamadır.

İki plaka karbon kâğıdın aktif yüzeyleri beyaz kâğıda bakacak biçimde, karbon kâğıtları sırt sırta beyaz kâğıdın arasına koyarak diş izinizi alınız.

Diş izinizi arkadaşlarımla kıyaslayınız.

Şekil 4'te örnek bir diş izi görülmektedir. Diş izlerinin küçük olmasından diş izinin sahibinin yaşının 10-11 olduğu anlaşılabılır. Ayrıca sadece üst ve alt ikişer ön diş izlerinin çıkmasından ağız çene yapısında bu dört dişin yüksekliği diğer dişlerden çok daha fazla demektir.



Şekil 4. Örnek diş izi

Ö4 ile kodlanan özel yetenekli öğrencinin argümanı: Karbon kâğıt ile diş izi aldık. Diş izinden kişinin yaşı anlaşılabılır (sonuç).

Ö3 kodlu öğrencinin argümanı: Karbon kâğıtla diş izi aldık. Diş izinden suçlu bulunabilir (sonuç). (Diş izlerini arkadaşlarının diş izleriyle kıyasladıktan sonra) herkesin diş izi farklıdır (dayanak noktası).

Örneklerdeki özel yetenekli öğrencilerin argümanları bilimsel olarak doğrudur. Ayrıca sonuca dayanak noktası örneği de içermektedir. Burada sonuç kodu öğrencilerin etkinlikte ne yaptıklarını anlatmaları ve buradan bir çıkarımda bulunmaları durumunda kullanılmıştır. Dayanak noktası kodu ise öğrencinin sonucunu desteklemek amacıyla diş izini arkadaşlarınıninkisiyle kıyaslayıp diş izinin spesifikliğine dair bir gerekçe sunması durumunda kullanılmıştır.

Etkinlik IV - Toprak analizi

Etkinlik IV Kapsam - Bu etkinliğin kapsamında özel yetenekli öğrencilere basit bir örnek olay verilmiştir. Örnek olaydaki durumu deneyimlemeleri adına temsili olarak üç adet de toprak numunesi ve kalibre edilmiş el pHmetresi verilmiştir. Kapsam öğrencilerin seri numuneler hazırlaması, tekrarlı ölçümler alması ve numune pH'larını karşılaştırmasını içermektedir.

Örnek olay: Sizin bir adli kimyacı olduğunuzu varsayalım. Yağmurlu bir günde olay yerinden alınan çamur örneği ile şüpheli iki kişinin ayakkabılarındaki çamurlardan alınan örnekleri karşılaştıracağınızı varsayınız. Nasıl bir kimyasal analiz yöntemi izlersiniz?

Kalibre edilmiş el pHmetre ile üç farklı toprak numunesi karşılaştırılmıştır. Olay yeri çamuru, birinci şüphelinin üzerinden gelen çamur, ikinci şüphelinin üzerinden gelen çamur olarak kodlanan çamurlar kurutulup, aynı miktar toprak örneklerinin, aynı miktar ve aynı cins çözücünde çözünmesiyle hazırlanan numunelerin pHölçümleri alınıp hangi ikisinin pH ölçümünün uyduğuna bakılmıştır. Her numune için birden fazla ölçüm yapıp ortalama değer alınmıştır. Bu sayede öğrencinin 'bilimde güvenilirlik için tekrarlı ölçümler' kavramını deneyimlemesi sağlanmıştır.

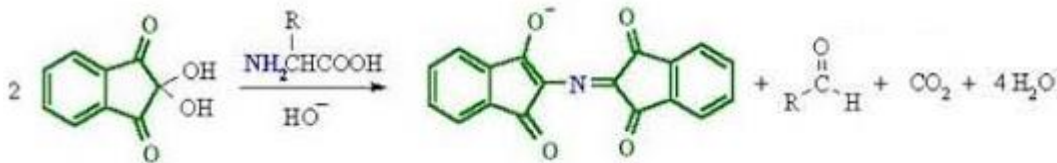
Ö3 kodlu öğrencinin argümanı: (Kodlanmış numuneler için) olay yeri çamuru kodlu numuneyi, şüphelilerin ayakkabılarındaki çamurlar kodlu numunelerle (pH ölçümleriyle) karşılaştırdık. Olay yeri toprağı (kodlu numune) pH=7.39. Birinci şüphelinin toprağı (kodlu numune) pH=7.39. İkinci şüphelinin toprağı (kodlu numune) pH= 7.24 (Birinci şüphelinin toprağı kodlu numune pH'ı olay yeri toprağı kodlu numune pH'ı ile örtüştü.) (sonuç). (Bu süreçte pHmetreyi kalibre ettikten sonra) pHmetre ile pH ölçtük (dayanak noktası).

Ö4 kodlu bir başka özel yetenekli öğrencinin argümanı: Olay yerinden alınan çamur kodlu numuneyi, şüphelilerin ayakkabılarındaki çamurlar kodlu numunelerle karşılaştırdık. (pHmetrede) cam elektrot kullandık (sonuç).pHmetreyi kalibre ettik (dayanak noktası).

Örneklerdeki özel yetenekli öğrencilerin argümanları bilimsel olarak doğrudur. Ayrıca sonuçlarına dayanak noktaları içermektedir. Burada sonuç kodunda öğrenciler etkinlikte ne yaptıklarını ve hangi cihazı kullandıklarını anlatmışlardır. Dayanak noktası kodları ise öğrencilerin kullandıkları cihazda kalibrasyonun gerekliliğinden bahsetmeleri durumlarında kullanılmıştır.

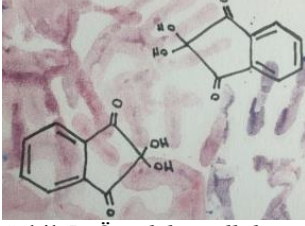
Etkinlik V - Adli kimya tablosu

Etkinlik V Kapsam - Bu etkinliğin kapsamı özel yetenekli öğrencilerle bilim-sanat tablosu yapılandırma vasıtasıyla adli kimya bilgisinin öğrencilere öğretilmesidir. Bir başka ifadeyle kapsam adli kimyada lüminesans ürün oluşturmaya sebebiyle kullanılan ninhidrin avuç içi amino asidi tepkimesini sanatla öğretmedir.



Amino asitler avuç içinin kâğıt üzerinde oluşturmaları istediğimiz sübstratlarıdır. Ter içinde mutlaka yer alırlar ve pek çok reaktif ile renkli, lüminesans ürünler oluştururlar (Gerçek, 2014, s. 142). Ninhidrin - el izi etkileşimini bilim sanat tablosu haline dönüştürünüz.

Ninhidrin - amino asit etkileşimi ürünü mor ışıır. Dolayısıyla tuvale ninhidrin molekül yapısı resmedilip, mora boyanmış el izleri basılmıştır. Öğrenciler dörderli gruplarda çalışmışlardır. İki grup birer adli kimya tablosu yapılandırmıştır. Örnek bir adli kimya tablosu Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Örnek bir adli kimya tablosu

Ö4 kodlu öğrencinin argümanı: (Ninhidrin çizip) elimizi mora boyayıp basarak adli kimya tablosu yaptık (sonuç). (Çünkü gerçekte) elimizdeki aminoasitle ninhidrin mor ışıır (dayanak noktası). Örnekteki özel yetenekli öğrencinin argümanı bilimsel olarak doğrudur. Ayrıca sonucuna dayanak noktası da içermektedir. Bu etkinliğe dair argümanların analizinde sonuç kodunda öğrenciler nasıl bilim-sanat yani adli kimya tablosu yaptıklarından bahsetmişlerdir. Dayanak noktası kodları ise öğrencilerin adli kimya tablosu yapılandırırken hangi bilimsel bilgidan faydalandıklarını içermektedir.

Etkinlik VI -Uluslararası uzay istasyonunda ölüm düşünce deneyi

Etkinlik VI Kapsam - Bu etkinliğin kapsamı özel yetenekli öğrencilere düşünce deneyi, hayali bir senaryo sunarak, önceki etkinliklerden öğrendikleri bilgileri, büyük grup tartışmasıyla edindikleri gerekçeleri ve kitap-internet kullanarak edindikleri bilgileri kullandırarak hiçbir yeni deneysel veri olmaksızın bir yargıda bulundurmaz.

Uluslararası uzay istasyonundaki bilimsel araştırma departmanının başı olduğunuzu, yürütülen bütün deneylerin ve astronotların sizin sorumluluğunuzda olduğunu varsayınız.

Uluslararası uzay istasyonunda astronotlardan birinin bir sabah ölü bulunduğunu varsayınız. Ölen astronotun bir sağlık problemi olmamakla birlikte istasyonda yapılan ön muayenesinde darp, yaralanma ya da iğne giriş izlerinin hiç birine rastlanılamamıştır.

Bu durumda düşünce deneyinin sorusu şu şekildedir:

“Bu durumda hangi kimyasal analiz süreç/süreçlerini izlersiniz?”

“Kimyasal analiz süreç/süreçlerini Dünya’da mı uluslararası uzay istasyonunda mı yürütürsünüz? Neden?”

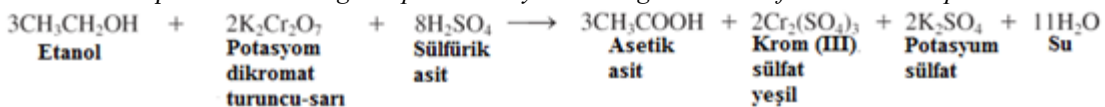
Burada düşünce deneyi kavramının ne olduğuna değinmek de faydalı olacaktır. Düşünce deneyi hayali senaryoda tarif edilen belirli bir durumun gerçek olması halinde ne olacağına dair bir yargıda bulunmadır (Gendler, 1998).

Ö5 kodlu öğrencinin argümanı: Dünyaya (numuneyi) (ölen astronotun kanını) roketle gönderip öyle analiz yapardım (sonuç). İleri düzey (aletli) analiz kullanırdım (dayanak noktası). Ö8 kodlu öğrencinin argümanı: Kan ve idrardan numune alıp dünyaya roketle yollayıp (analizleri) yapardım (sonuç). Çünkü GC-MS dünya şartlarına uygun olarak kalibre edilmiş (dayanak noktası).

Örneklerdeki özel yetenekli öğrencilerin argümanları bilimsel olarak doğrudur. Ayrıca sonuçlarına dayanak noktası sunabilmişlerdir. Burada sonuç kodunda öğrenciler analiz sürecini Dünya’da yürütmek istediklerinden bahsetmişlerdir. Yani sonuç kodu öğrencilerin analiz için Dünya ve uzay istasyonu arasında bir seçim yapmalarını içermektedir. Dayanak noktası kodları ise öğrencilerin hangi analiz yöntemlerini kullanacaklarını, neden uzay istasyonunda değil de Dünya’da analiz yapacaklarını anlatmaları durumlarıdır.

Etkinlik VII - Alkol analizi

Etkinlik VII Kapsam - Bu etkinliğin kapsamı özel yetenekli öğrencilere nefes alkol testi tepkimesini denetmedir.



Suçta karışan bireyler için sıklıkla kullanılan nefes alkol testi tepkimesini (Houck & Siegel, 2016, s. 363) laboratuvar ortamında gerçekleştiriniz.



Şekil 6. Nefes alkol testi tepkimesine dair renk dönüşleri

Ö1 kodlu öğrencinin argümanı: Alkolü sülfürik (asit) ve potasyum dikromatla tepkimeye sokarak alkol analizi yaptık. (Ortamin) rengi sarıdan yeşile döndü (sonuç). Ö4 kodlu bir başka öğrencinin argümanı: Alkol testi yaptık, alkol potasyum dikromat ve sülfürik asitle tepkimeye girdi, ortamın rengi yeşil oldu (ortamın rengi değişti) (sonuç). Kişinin kanından da (gelişmiş cihazlarla) alkol testi yapabiliriz (dayanak noktası).

Örneklerdeki özel yetenekli bireylerin argümanları bilimsel olarak doğrudur ayrıca sonuçları da dayanak noktası içermektedir. Öğrencilerin nasıl alkol testi yaptıklarını anlatmaları, alkol testinde ortamın renginin değişmesi yani spesifik renk tepkimesinin gerçekleşmesi sonuç kodu, nefes alkol testine kan alkol analizleri dayanağını sunmaları da dayanak noktası kodu olarak alınmıştır. Sadece bu etkinlikte özel yetenekli öğrenciler sonuçlarına dayanak sunmada toplam öğrenci yüzdesinin 1/3'ünün aşağısında kalmışlardır. Bu durumun sebebi olarak öğrencilerin alkol nefes testi prototip tasarımı kavramında zorlanmaları gösterilebilir.

3.2. Katılımcı Gözlemci Gözlem Notları

Özel yetenekli bireylerin öğretim ortamlarının farklılaştırılması-zenginleştirilmesinde adli kimya konusunda argümantasyonla onların eleştirel düşüncülerinin geliştirilmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada katılımcı gözlemcinin gözlem notlarının betimlemesi aşağıda sunulmuştur:

“Öğrenciler “her bir etkinlikten zevk aldıklarını, etkinliklerde eğlenerek öğrendiklerini, sıkılmadıklarını, etkinliklerin ilgi alanlarıyla örtüştüğünü, etkinliklerin değişik geldiğini” söylemişlerdir. Öğrencilerin süreçte hiç devamsızlık yapmamaları bunu destekler gerektirir. Öğrenciler etkinliklerde işbirlikli çalışmışlar, ayrıca kendilerinin ve diğerlerinin düşünme stratejilerini de takip etmişlerdir. Öyle ki toprak analizi etkinliğinde kaç numune olması ve nasıl analiz edilmesi gerektiği hususunda uzun uzadıya tartışmışlardır. Birbirlerine karşı argümanlar sunmuş, araştırmacı öğretmenin yol gösterici tetiklemelerine/promptlamalarına gerek kalmadan bilimsel olarak doğru argümanı savunanlar aksini savunanları gerekçeleriyle birlikte ikna etmişlerdir.

Öğrencilerle etkinlikler yürütülmeden önce öğrenciler etkinlikleri çok merak etmiş, adli kimya etkinlikleri çalışmasına aileleri izni dâhilinde gönüllü katılmış, ayrıca her bir etkinliğin bitiminde etkinliklerle ilgili yaşamışlıklarını hemen ailelerine ve yakın çevrelerine aktarmışlardır.

Öğrenciler yaş itibarıyla küçük olmalarına rağmen özel yetenekli olarak tanılanmaları sebebiyle akademik ve psikolojik hazırbulunuşluk, ilgi düzeyleri, düşünme becerileri yüksektir. Ama buna rağmen etkinliklerin adli kimya konusunda olması sebebiyle korkunç ya da ürkütücü olmamasına bilhassa sıradan olmasına özellikle dikkat edilmiş, araştırma öncesinde etkinlikler öğrencilerle birlikte onların psikolojik hazırbulunuşluğuna uygunluğu adına kontrol edilmiş ve araştırma bitiminde de yine öğrencilerin psikolojik olarak negatif etkilenmedikleri teyit edilmiştir.”

4. Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Özel yetenekli bireylerin öğretim ortamlarının farklılaştırılması-zenginleştirilmesi için kullanılan adli kimya konusu argümantasyonla onların eleştirel düşüncülerinin geliştirilmesi amacıyla yürütülen bu araştırma sonucunda öğrencilerin çoğu her bir etkinliği argüman olarak yeniden kurgulayabilmişler, sonuç yapılandırabilmiş, sonuçlarını gerekçelendirebilmiş, bu sayede eleştirel düşüncülerine katkı sağlayabilmişlerdir. Ayrıca katılımcı gözlemci gözlem notları da öğrencilerin etkinliklerde birbirlerinin düşünme stratejilerini takip ettiği; bilimsel olarak doğru argümanların öğretmen yönlendirmesine gerek kalmaksızın karşı argümanları ikna ettiği şeklindedir. Argümantasyon eğitimiyle ilgili bu bulgular literatürle de uyumludur (Allen, Berkowitz, Hunt & Loudon, 2009; Clary & Wandersee, 2015; Kaya & Kılıç, 2008; Lin, 2014). Ayrıca öğrencilerinin büyük grup tartışmalarıyla birbirlerinin öğrenmelerini izlemeleri, kendilerinin ve diğerlerinin düşünme stratejilerini izlemeleri sonucunda argüman yapılandırmaları, sonuç tanımlamaları, sonuçlarına dayanak sunmaları onların eleştirel düşüncülerinin geliştiğinin de bir göstergesidir (Yazar, 2016). Araştırmada bazı öğrencilerin sonuçlarına dayanak sunmaları, bazı öğrencilerin ise sonuçlarına iki ya da daha fazla dayanak sunmaları özel yetenekli öğrencilerin hazırbulunuşluklarının da farklılaşabileceğinin bir göstergesidir.

Özel yetenekli bireyler için farklılaştırma-zenginleştirme çalışmaları öğrencilere disiplinlerarası çalışma fırsatları sunar ya da bir konuyu daha derinlemesine çalışma fırsatı sunar. Ayrıca farklılaştırma-zenginleştirme çalışmaları özel yetenekli bireylere bireysel gelişim ve bilimsel yaşantıların artmasını takiben üretebileceği proje ürünleri yelpazesinde genişleme fırsatları da sunar. Bunun yanı sıra farklılaştırma-zenginleştirme çalışmaları yaz ve ara dönem atölyeleri için de oldukça faydalıdır (Sumida & Ohashi, 2015, s. 477). Dolayısıyla bu çalışmada da özel yetenekli bireyler için farklılaştırma-zenginleştirme çalışması olarak spesifik bir konu olan adli kimyanın eleştirel düşünme temelinde derinlemesine irdelenmesi sağlanmıştır. Bu sayede konu olarak proje ürün yelpazesi genişletilmiş, onların gelecekte uzmanlık olarak adli bilimleri seçebilmesi adına da onlara bir nevi bir tanıtım uygulaması sunulduğu düşünülmektedir.

Farklılaştırma-zenginleştirme adına etkinliklerin birbirinin tekrarı olmamasında da özen gösterilmiştir; örneğin bir etkinlik deney temelli iken bir etkinlik bilim-sanat temelli, bir başka etkinlik de düşünce deneyi temellidir. Bu sayede öğrencilerin hızlı ilerlemelerine, öğrenirken ani bilişsel sıçramalarına, örneğin ilk etkinliğe göre diğer etkinliklerde sonuçlarına dayanak sunabilmelerinin artmasına ayak uydurulmuş, çok çabuk öğrenmelerinden dolayı sıkılmamaları adına aynı yaşantıların sunulup durulmasının da önüne geçilmiştir. Benzer olarak literatürde de özel yetenekli bireylerin öğretim ortamlarının onların hızlı ilerlemelerine olanak verecek biçimde yapılandırılması gerektiği önerilmektedir (Renzulli, 2012; Rogers, 2007). Etkinliklerin birbirinin tekrarı olmaması durumunun ve araştırmanın ayrıntılı betimlenmesinin bu çalışmayı kendi öğretim ortamlarına; derslerine, atölyelerine uyarlayacak olan özel yetenekli bireylerin eğitmenleri için de avantaj olacağı düşünülmektedir.

Özel yetenekli bireylerin öğretim ortamlarının farklılaştırılması-zenginleştirilmesinde adli kimya - argümantasyon - eleştirel düşünme üçlemeli bu araştırma özel yetenekli eğitiminde spesifik konuların/disiplinlerin çalışılmasında ileriki araştırmalar için örnek teşkil edebilir. Örneğin ileriki araştırmalarda lise seviyesindeki özel yetenekli bireylerle onların akademik ve psikolojik hazırbulunuşluğuna uygun olacak biçimde karmaşık olay yeri senaryoları çalışılabilir. Ayrıca bu çalışmada sadece veri üçlemesi (çeşitliliği) ve araştırmacı üçlemesi yapılmıştır (Guion, 2002). İleriki araştırmalar için metot üçlemesi ve çevresel üçlemeler de önerilebilir.

Kaynakça

- Allen, M., Berkowitz, S., Hunt, S., & Allan L. (1999). A meta-analysis of the impact of forensics and communication education on critical thinking, *Communication Education*, 48(1), 18-30. DOI: 10.1080/03634529909379149
- Balcı, A. (2005). *Sosyal bilimlerde araştırma*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Baxter, P., & Jack, S. (2008). Qualitative case study methodology: Study design and implementation for novice researchers. *The Qualitative Report*, 13(4), 544-559.
- Bell, S. (2009). Forensic chemistry. *Annual Review of Analytical Chemistry*, 2, 297-319.
- Bilim ve Sanat Merkezleri Yönergesi (2016). https://orgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2016.../07031350_bilsem_yonergesi.pdf adresinden alınmıştır.
- Cambridge International Examinations (CIE) (2011) Thinking Skills Syllabus 9694, <http://www.cie.org.uk> adresinden alınmıştır.
- Clary, R.M., & Wandersee, J. H. (2015). Using controversy and argumentation to develop students' critical thinking skills, in Latourelle, S., ed., *Innovations in College Science Teaching: Society for College Science Teachers*, 115-130. http://www.scst.org/wp-content/uploads/2013/10/scst_monograph_2015.pdf#page=119 adresinden alınmıştır.
- Demircioğlu, G., Demircioğlu, H., & Vural, S. (2016). 5E öğretim modelinin üstün yetenekli öğrencilerin buharlaşma ve yoğunlaşma kavramlarını anlamaları üzerine etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(2), 821-838.
- Demircioğlu, G., Vural, S., & Demircioğlu, H. (2014). Yapılandırmacı yaklaşımın üstün yetenekli öğrencilerin anlamaları üzerine etkisi: 'Erime-donma'. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 31-50.
- Demircioğlu, H., & Vural, S. (2016). Ortak bilgi yapılandırma modelinin (OBYM), sekizinci sınıf düzeyindeki üstün yetenekli öğrencilerin kimya dersine yönelik tutumları üzerine etkisi. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 49-60.
- Demircioğlu, H., Vural, S., & Demircioğlu, G. (2012). 'React' stratejisine uygun hazırlanan materyalin üstün yetenekli öğrencilerin başarıları üzerine etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(2), 101-144.
- Erickson, E. (2004). Demystifying data construction and analysis. *Anthropology and Education*, 35(4), 486-493.
- Freeley, A. J., & Steinberg, D. L. (2005). *Argumentation and debate: Critical thinking for reasoned decision making*. Belmont USA: Thomson Wadsworth.
- Gendler, T. (1998). Galileo and the indispensability of scientific thought experiment. *British Journal for the Philosophy of Science*, 49, 397-424.
- Gerçek, Z. (2014). *Adli kimya*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Glesne, C. (2012). *Nitel araştırmaya giriş*. A. Ersoy & P. Yalçinoğlu (Çev.) Ankara: Anı Yayıncılık.

- Guion, L. (2002). Triangulation: establishing the validity of qualitative studies, <http://edis.ifas.ufl.edu.adresinden> alınmıştır.
- Houck, M. M., & Siegel, J. A. (2016). *Adli bilimlerin temeli*. Y. Doğan (Çev. Ed.) Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Jen, E., Moon, S., & Samarapungavan, A. (2015). Using design-based research in gifted education. *Gifted Child Quarterly*, 59(3), 190-200. DOI: 10.1177/0016986215583871.
- Kaya, O. N., & Kılıç, Z. (2008). Etkin bir fen öğretimi için tartışmacı söylev. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(3), 89-100.
- Kettler, T. (2014). Critical thinking skills among elementary school students: Comparing identified gifted and general education student performance. *Gifted Child Quarterly*, 58(2), 127-136. DOI: 10.1177/0016986214522508.
- Lim, L. (2011). Beyond logic and argument analysis: Critical thinking, everyday problems and democratic deliberation in Cambridge International Examinations' Thinking skills curriculum. *Journal of Curriculum Studies*, 43(6), 783-807. DOI: 10.1080/00220272.2011.590231.
- Lin, SS. (2014). Science and non-science undergraduate students' critical thinking and argumentation performance in reading a science news report. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(5), 1023-1046. DOI:10.1007/s10763-013-9451-7.
- Osborne, J., Erduran, S., Simon, S., & Monk, M. (2001). Enhancing the quality of argument in school science. *School Science Review*, 83(301), 63-70. <https://doi.org/10.1002/tea.20035>.
- Renzulli, J. S. (2012). Reexamining the role of gifted education and talent for the 21st century: A four-part theoretical approach. *Gifted Child Quarterly*, 56(3), 150-159. DOI: 10.1177/0016986212444901.
- Rogers, K. B. (2007). Lessons learned about educating the gifted and talented: A synthesis of the research on educational practice. *Gifted Child Quarterly*, 51(4), 382-396. DOI:10.1177/0016986207306324.
- Stott, A., & Hobden, P. A. (2016). Effective learning: A case study of the learning strategies used by a gifted high achiever in learning science. *Gifted Child Quarterly*, 60(1), 63-74. DOI: 10.1177/0016986215611961.
- Subotnik, R. F., Olszewski-Kubilius, P., & Worrell, F. C. (2011). Rethinking giftedness and gifted education: A proposed direction forward based on psychological science. *Psychological Science in the Public Interest*, 12(1), 3-54. DOI: 10.1177/1529100611418056.
- Sumida, M., & Ohashi, A. (2015). Acceleration and enrichment. J. Garcia-Martinez & E. Serrano-Torregrosa (Eds.), *Chemistry education*, (p.477). Weinheim: Wiley.
- Taber, K. S. (2010). Challenging gifted learners: General principles for science educators; and exemplification in the context of chemistry education. *Science International Education*, 21(1), 5-30.
- Tüzün, Ü. N. (2016). *Bilim eğitiminde lise öğrencilerinin argümantasyon becerilerinin geliştirilmesi yoluyla eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Unok-Marks, S., & Gersten, R. (1998). Engagement and disengagement between special and general educators: An application of Miles and Huberman's cross-case analysis. *Learning Disability Quarterly*, 21(1), 34-56.
- Umar, Ç. N. (2017). Üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilere kimya öğretimi. A. Ayas & M. Sözbilir (Ed.), *Kimya öğretimi*, (ss. 751-770). Ankara: Pegem Akademi.
- Walton, D. (2006). *Fundamentals of critical argumentation*. New York USA: Cambridge University.
- West, T. L. (1994). *The effect of argumentation instruction on critical thinking skills*. Doctoral Dissertation, Southern Illinois University, Chicago.