

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ OPTİK KONULARINDA ANALOJİK AKIL YÜRÜTMELERİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF THE PROSPECTIVE SCIENCE TEACHERS' ANALOGICAL REASONING ON THE OPTICS SUBJECTS

Yusuf ZORLU¹

Fulya ZORLU²

Başvuru Tarihi: 04.04.2021 Yayıma Kabul Tarihi: 30.07.2021 DOI: 10.21764/maeuefd.909359
(Araştırma Makalesi)

Özet: Bu çalışmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının optik konularındaki analogik akıl yürütmelerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının optik konusundaki analogik akıl yürütme durumlarını detaylı bir şekilde incelemek için nitel araştırma yaklaşımlarından durum araştırması yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları II dersini alan 38 fen bilgisi öğretmen adayından oluşmaktadır. Araştırmada fen bilgisi öğretmen adayları 38 tane etkinlik hazırlamışlardır. Optik konusunda hazırladıkları 32 tane analogik akıl yürütme etkinlikleri kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler betimsel analiz yöntemiyle analiz edilmiştir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının optik konularında analogik akıl yürütmelerin oluşturulmadığı etkinliklerde en çok kaynağın hedefe yönlendirmemesi, kaynak ile hedefin aynı olması ve kaynak olmaması durumları ortaya çıkmıştır. Ayrıca etkinliklerde analogik akıl yürütme türünden elde edilen bulgularda en çok soru/tartışma ve en az düz anlatım türlerini tercih edilmiştir. İleride yapılacak çalışmalarda fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladıkları analogik akıl yürütme etkinliklerine dönütler doğrultusunda düzeltmeler yapılmasının ardından etkinliklere son hali verilmek üzere uygulanması hem öğretmen adaylarına pedagojik alan bilgisi kazandırma hem de ilgili alanyazına katkı sağlama açısından önerilmektedir.

Anahtar Sözcükler: *Analojik Akıl Yürütme, Etkinlik, Fen Eğitimi, Optik*

Abstract: In this research, which was carried out taking into account these situations, was aimed to investigate the prospective science teachers' analogical reasoning in the optics subjects. In this research, a case study research method from qualitative research approaches was used to examine in detail the prospective science teachers' analogical reasoning in the optics subjects. The sample of the research was consisted of 38 prospective science teachers who took the Course of Science Teaching Laboratory Applications II. In the research, the prospective science teachers prepared 38 worksheets. 32 worksheets on optics subjects were used as a data collection tool. The data obtained from the research were analyzed in the method of descriptive analysis. In worksheets that analogical reasoning on the optics subjects could not be formed, the prospective science teachers did not direct the most resources to the target, the source and the target were the same, and there were no resources. In addition, the most questions/discussions and the least direct instruction types were preferred in the findings obtained from the analogical reasoning type in the worksheets. In future studies, after corrections are made in line with the analogical reasoning worksheets prepared by the prospective science teachers, it is recommended to apply the worksheets by finalizing them both in terms of providing pedagogical field knowledge to the prospective teachers and contributing to the relevant field.

Keywords: *Analogical Reasoning, Optik, Fen Eğitimi, Worksheet*

¹ Doç. Dr., Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, yusuf.zorlu@dpu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4203-0908

² Doç. Dr., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, fulya.zorlu@beun.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8167-0839

Giriş

Fen bilimlerinin ışık, ışık olayları ve ışığın maddeyle etkileşimleriyle ilgilenen bir alt bilim dalı olan optik; günlük hayatımızın vazgeçilmez unsurlarından biridir. Günlük hayatımızda dekorasyon, bakım, ısı yalıtımı, güvenlik, tıp gibi alanlarda çok sık kullandığımız aynalardan tutun da, daha iyi görmek ve gözlerimizi korumak için kullandığımız gözlüklere kadar farklı amaçlar için tercih edilen pek çok eşya optik ile ilgilidir. Ayrıca optiğin teknolojide de çok fazla kullanım alanı vardır. Optik sayesinde geliştirilen fotoğraf makinesi, kamera, mikroskop, periskop, teleskop, lazer, fiber optik kablo gibi birçok teknolojik ürün ülkelerin ekonomilerinde önemli yer tutmaktadır.

Sağladığı katkıları göz önüne alındığında optik konularının önemli olduğu değerlendirilmiştir. Chu, Treagust & Chandrasegaran'a göre (2009), öğrencilerin bu alandaki anlayışlarının geliştirilmesi gerekmektedir ve bu amaçla öğrenme sürecinde farklı uygulamalara yer verilmelidir. Bu bağlamda ilgili alanyazın incelendiğinde fen eğitiminde optik konularında çeşitli araştırmaların gerçekleştirildiği görülmektedir. Araştırmalarda optik konularının öğretiminde proje tabanlı öğrenme (Clark, Wang, Splain & Chen, 2020), işbirlikli öğrenme (Kaya-Şengören, 2006), artırılmış gerçeklik (Karakaş & Özerbaş, 2020), animasyon ve simülasyon (Emrahoğlu & Bülbül, 2010), web tabanlı eğitim (Novell, Bohigas & Jaén, 2009) ve STEM eğitimi (Kurt & Topçu, 2019; Wandari, Wijaya & Agustin, 2018) uygulamalarının kullanıldığı belirlenmiştir. Söz konusu araştırmalarda farklı aktif öğrenme strateji, model ve yöntemleri ele alınmış ve uygulamaların hemen hepsinin optik konularının öğrenimini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Cheville, McGovern ve Bull (2005), optiğin disiplinler arası bir alan olduğunu ve birden fazla disiplinden bilgi ve bu bilgiyi entegre etme becerisi gerektirdiğini vurgulamaktadır. Ayrıca optik konularında soyut ve mikro boyutta anlamalar gerektiren bilgiler oldukça fazladır. Soyut ve mikro boyutta anlamalar söz konusu olduğunda ilişkilendirme ve benzetme yoluyla akıl yürütmeler oldukça önem taşımaktadır (Duit, 1991; Glynn, 1995; Orgill & Bodner, 2004). Soyut bilgiler içeren konularda ilişkilendirme ve benzetim ise analogik akıl yürütme ile gerçekleştirilebilir (Zorlu & Sezek, 2020). Analogik akıl yürütme; belirli örnekler veya durumlar arasındaki benzerlikler üzerine fark etme ve çekme yeteneğini kullanarak akıl yürütme anlamına gelir (Renkl, 2014; Vendetti, Matlen, Richland & Bunge, 2015). Bir başka deyişle farklı öğeler olarak algılanan kaynak ve hedef arasındaki bağlantıların, paralelliklerin veya benzerliklerin tanımlanmasına dayalı bilişsel bir süreçtir (Daugherty & Mentzer, 2008). Analogik akıl yürütme süreci; bilimsel araştırmada, problem çözüme, karar vermede ve sınıflandırmada temel bir süreç olarak ele alınarak iki durum veya olay arasında ilişki ve benzerlik kurmaya odaklanmaktadır (Gentner & Smith, 2012). Bu yönüyle bir yetenek olarak da nitelendirilebilen analogik akıl yürütme, eğitimde başarı için kritik bir rol oynamaktadır (Vendetti, Matlen, Richland & Bunge, 2015). Analogik akıl yürütme yoluyla öğrencilerin problem çözme sürecini kolaylaştırması ve böylece bilimsel keşif, karar verme ve yaratıcı düşünme sağlayarak etkili öğrenme gerçekleştirilmesi söz konusudur (Chai, Cen, Ruan, Yang & Li, 2015; Herstatt & Kalogerakis, 2005; Melis & Veloso, 1998).

Analojik akıl yürütmeye yönelik yapılan araştırmalarda analojik akıl yürütme becerilerinin (Haglund, Jeppsson & Andersson, 2012; Rivet & Kastens, 2012), analojik akıl yürütme için eğitim uygulamalarının (Daugherty & Mentzer, 2008), multimedya destekli analojik akıl yürütmenin fen öğrenimine etkilerinin (Zheng, Yang, Garcia & McCadden, 2008) araştırıldığı ve analojilerin akıl yürütme türüne ve örneklendirilmesine göre sınıflandırıldığı (Magdas, 2015) görülmektedir. Ayrıca analojik akıl yürütmeyi modelleme sürecinde inceleyen araştırmalar da mevcuttur (Ayvacı & Bülbül, 2020; Ünal-Çoban, 2009; Zorlu & Zorlu, 2020). Ancak gerçekleştirilen çalışmalar analojik akıl yürütmeyi temele alan sınırlı sayıda araştırmanın olduğunu göstermekte ve bu durum daha fazla çalışma yapılması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır.

Mozzer & Justi (2013), fen eğitiminde analojiler hakkındaki bilgileri ve analojik akıl yürütme becerilerini geliştirme ihtiyacına işaret etmektedir. Bu bağlamda analojik akıl yürütme becerilerine yönelik yapılacak çalışmaların ilgili alanyazındaki ihtiyaç da göz önünde bulundurulduğunda oldukça değerli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca Aydın ve Öztekin'e göre (2018) optik konuları görseller üzerinde meydana gelen konulardan oluştuğu için anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağlamak amacıyla öğrencilerin bu konulardaki zihinsel süreçlerini belirlemek oldukça önemlidir. Ancak ilgili alanyazın incelendiğinde optik konularının ele alındığı ve tartışıldığı çalışmalarda zihinsel süreçlerin söz konusu olduğu analojik akıl yürütme incelemelerine rastlanılmamıştır. Ayrıca analojilerin etkili bir şekilde kullanılması, öğrencilerin analojik akıl yürütme yeteneklerini geliştirebilmeleri ve bu yeteneklerini kullanarak önceki bilgileri ile anlamalarını istedikleri bilimsel bilgiler arasında bağ kurabilmeleri için öncelikle öğretmenlerin analojik akıl yürütme becerilerini geliştirme ihtiyacı vardır (Mozzer & Justi, 2013). Eğer bu ihtiyaç öğretmenler mesleğe atılmadan önce, birer öğretmen adayı iken giderilse öğrenme sürecinde belirlenen hedeflere ulaşılabilir. Bu durumlar dikkate alınarak gerçekleştirilen bu çalışmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının optik konularındaki analojik akıl yürütmelerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem

Bu çalışmada durum araştırması yöntemi kullanılmıştır. Durum araştırması yöntemi; bir olayı, durumu ya da programı kapsamlı ve sistematik olarak bütüncül bir yapıda analiz edilerek derinlemesine inceleyen bir araştırma yöntemidir (Johnson & Christensen, 2004; Patton, 2002; Yıldırım & Şimşek, 2011). Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının optik konusundaki analojik akıl yürütme durumlarını detaylı bir şekilde incelemek için nitel araştırma yaklaşımlarından durum araştırması yöntemi kullanılmıştır.

Çalışma Grubu

Araştırmanın örnekleme uygun örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları dersini alan fen bilgisi öğretmen adaylarının ders kapsamında analojik akıl yürütme etkinliklerini tasarlamalarının uygun olacağı düşünülmektedir. Bu neden doğrultusunda, araştırmanın örnekleme Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları dersini alan 38 fen bilgisi

öğretmen adayından oluşmaktadır. Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının 7'si erkek ve 31'i kadındır.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak fen bilgisi öğretmen adaylarının optik konusunda hazırladıkları analogik akıl yürütme etkinlikleri kullanılmıştır (Örnek Tablo 6). Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladıkları analogik akıl yürütme etkinliklerinin öncelikle optik konusunda olup olmadığı incelenmiş ve analogik akıl yürütmelerin yapıldığı konular belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1

Analojik Akıl Yürütmelerinin Yapıldığı Konular

Konu Uygunluğu	Konular	f	%
Optik Konularında Olanlar (f=32. %84.2)	Işığın Kırılması ve Yansıması	12	31.6
	Aynalar, Çukur Ayna, Düz Ayna	5	13.2
	Saydam ve Opak Maddeler	4	10.5
	Beyaz Işık ve Gökkuşuğu	3	7.9
	Mercek, Kalın ve İnce Kenarlı Mercek	2	5.3
	Işığın Soğrulması	2	5.3
	Radyometre	1	2.6
	Işığın Doğrusal İlerlemesi ve Görme Olayı	1	2.6
	Işığın Madde ile karşılaşması	1	2.6
	Gölge oluşumu	1	2.6
Optik Konularında Olmayanlar (f=6. %15.8)	Gözün Anatomik Yapısı	3	7.9
	Güneş ve Dünya, Gece ve Gündüz	2	5.3
	Mikroskop	1	2.6
Toplam		38	100

Tablo 1 incelendiğinde fen bilgisi öğretmen adaylarının optik konularında 32 adet, optik konularında olmayan konularda 6 adet etkinlik hazırladıkları görülmektedir. Optik konularında olmayan 6 adet etkinliğin “Gözün Anatomik Yapısı” ve “Mikroskop” biyoloji alanında, “Güneş ve Dünya” ve “Gece ve Gündüz” astronomi alanında konularında analogiler olduğu görülmektedir. Araştırmada hazırlanan analogik akıl yürütme etkinliklerinin optik konularında olması gerektiğinden 32 adet analogik akıl yürütme etkinliği veri toplama aracı olarak alınmıştır. Veri toplama aracı olarak alınan 32 adet analogik akıl yürütme etkinliklerinin en çok “Işığın Kırılması ve Yansıması”, “Aynalar”, “Saydam ve Opak Maddeler” konularında olmak üzere toplamda 10 farklı optik konusunda hazırladıkları görülmektedir.

Verilerin Analizi

Araştırmadan elde edilen veriler betimsel analiz yöntemi analiz edilmiştir. Araştırma kapsamında Hıdır (2018), Didiş (2015) ve Thiele ve Treagust (1994a, 1994b) çalışmalarında yer alan kriterlere ve kodlara analogik akıl yürütme özelliklerinden yola çıkılarak bazı düzenlemeler yapılmıştır.

Analojik akıl yürütmede bilgi yakın ve uzak transfer olmak üzere iki yolla gerçekleşir. “Uzak Bilgi Transferi”; yapılandırılan zihinsel modellerin yeni durumlara uygulayarak sınar, zihinsel modellerindeki eksikleri gidermeye çalışır. “Yakın Bilgi Transferi”; öğrenme ortamında sunulan öğretim materyallerinin sadece belli başlı yüzeysel gerçeklerine dikkat çeker, içinde bulunduğu durumu önceki bilgileri ve deneyimleri açıklamaya çalışırken, analojik akıl yürütme temeli oluşur ve modeli yapılandırır (Duit, 1991; Mayer, Dyck & Cook, 1984; Ünal-Çoban, 2009, Zorlu & Sezek, 2020), “Bilgi Transferi” teması ve “Uzak-Yakın” ve “Yakın” kodları eklenmiştir. İlgili alanyazında analogi çeşitlerinin Duit (1991) ve Treagust (1993) tarafından “Sözlü”, “Resimli”, “Bireysel”, “Köprü Kurma” ve “Çoklu”; Bilaloğlu (2006), Harrison ve de Jong (2003) ve Şahin (2000, 2003) tarafından “Basit”, “Hikâye Tarzında”, “Oyunlaştırılmış” ve “Resimle Yapılan” olarak ele alındıkları görülmektedir. “Sunum Ortamı” ve “Sunum Formatı” kriterleri analogi çeşitlerinden yola çıkılarak analojik akıl yürütme özellikleri dikkate alındığında “Sunum Şekli (Sözlü ve Sözlü-Resimli)” ve “Analojik Akıl Yürütme Türü (Düz Anlatım, Soru/Tartışma, Hikâyeleştirme, Oyunlaştırılmış)” olarak düzenlenmiştir. “Kaynak Alanı” kriterine analojik akıl yürütmenin çoklu ortam özelliği olmasından dolayı “İnsan ve Çevresel Ortam Benzeri” kodu dâhil edilmiştir. Bu doğrultuda fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladıkları etkinlikler E-1, E-2, E-3, ..., E-38 olarak kodlanarak her bir etkinlik için analiz şablonu oluşturulmuştur. Araştırmada kullanılan tema ve kodlar Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2

Araştırmanın Temaları ve Kodları

Temalar	Kodlar
Analojik Akıl Yürütmeye Uygun Olmayanlar	Kaynağın Hedefe Yönlendirmemesi Kaynak ile Hedefin Aynı Olması Kaynak Olmaması Hedefin Tam Olarak Belirlenmemesi Kaynağın Hedefe Göre Daha Az Bilinmesi Hedefin Olmaması Hedef ve Kaynak Olmaması
Analojik Akıl Yürütmelerin Türü ve Sunum Şekli	Analojik akıl yürütme sunum şekli (Sözlü ve Sözlü-Resimli) Analojik akıl yürütmelerin türü (Düz Anlatım, Soru/Tartışma, Hikâyeleştirme, Oyunlaştırılmış)
Bilgi Transferi Analojik İlişkilendirme	Bilginin nasıl transfer edildiği (Uzak-Yakın ve Yakın) Kaynak ve hedef arasındaki benzerliğin yapısı (Yapısal, Fonksiyonel, Yapısal ve Fonksiyonel)
Soyutlama Durumu	Kaynak ve hedefin hangi bilişsel durumda olduğu (Somut-Somut, Soyut-Soyut, Somut-Soyut)
Zenginlik Seviyesi	Kaynak ve hedefin ilişkilendirilmesindeki zenginlik (Basit, Zenginleştirilmiş, Genişletilmiş)
Sınırlılık	Analoji kullanımında sınırlılıktan söz etme (Var, Yok) Kaynakla hedefin benzemeyen yönlerini belirterek muhtemel yanlış eşleşmeler hakkında uyarı (Var, Yok)

Kaynak Alanı	Analojinin kurulduğu ortamın özelliği (İnsan Benzeri, Çevresel Ortam Benzeri, İnsan-Çevresel Ortam Benzeri)
--------------	---

Geçerlilik ve Güvenirlik

Bu araştırma uzaktan eğitim ortamında oluşturulan sanal sınıflarda gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın veri toplama sürecinden önceki hafta ve veri toplama haftasında fen bilgisi öğretmen adaylarından öncelikle optik konusunda ön hazırlık yapmaları istenmiştir. Veri toplama haftasından bir hafta önceki derste Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları dersi kapsamında optik konularına yönelik kapalı uçlu deneyler (Kesmez, 2008) anlatılarak simülasyon uygulamaları yapılmıştır. Sonraki hafta fen bilgisi öğretmen adaylarına analogik akıl yürütme ve etkinlik hazırlama konusunda gerekli açıklamalar yapılmıştır. Etkinlikleri hazırlarken dikkat edilmesi gereken kurallar (süreçte birbirleriyle etkileşim olmaması, etkinliklerin bireysel yapılması, orijinal olması ve hazır etkinliklerin kullanılmaması) detaylı bir şekilde izah edilmiştir. Bu doğrultuda fen bilgisi öğretmen adaylarına dört ders saati süre verilerek analogik akıl yürütme etkinlikleri hazırlamaları istenmiştir. Etkinlikleri hazırlama süresi ile ilgili olarak, araştırmadan önce iki araştırmacı tarafından etkinlik hazırlama sürelerinin ortalama iki ders saati olduğu tespit edilmiş ve bu durumdan hareketle fen bilgisi öğretmen adaylarına etkinlik hazırlamaları için dört ders saati süre verilmiştir. Daha sonra, fen bilgisi öğretmen adayları hazırladıkları etkinlikleri dersin uzaktan eğitim sistemine yüklemişlerdir. Veri toplama sürecinde fen bilgisi öğretmen adayları üzerindeki dış etkenlerin etkisini en aza indirmek amaçlanmıştır.

Araştırmanın temaları ve kodları ilgili alanyazındaki çalışmalarından yola çıkılarak iki araştırmacının ortak kararı doğrultusunda belirlenmiştir. Belirlenen temalar ve kodlar göz önüne alınarak fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırlamış oldukları analogik akıl yürütme etkinlikleri iki araştırmacı tarafından bireysel olarak analiz edilmiştir. Sonra, iki araştırmacı bir araya gelmiş ve uyuşmayan kısımlar belirlenerek ortak karar ile ilk analiz yapılmıştır. Farklı zamanlarda analiz tutarlığı için ise analizden iki hafta sonra iki araştırmacı birlikte tekrar bir araya gelmiş ve fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladıkları analogik akıl yürütme etkinlikleri tekrar analiz edilip ilk analiz ile karşılaştırılarak ortak karar doğrultusunda analize son hali verilmiştir.

Bulgular

Fen bilgisi öğretmen adaylarının analogik akıl yürütmelerine ait betimsel analiz tabloları frekans ve yüzde olarak bu bölümde verilmiştir.

Tablo 3

Analojik Akıl Yürütmeye Uygun Olmayan Etkinlikler

Kodlar	f	%	Genel* %
Kaynağın hedefe yönlendirmemesi	3	23.1	9.4
Kaynak ile hedefin aynı olması	3	23.1	9.4
Kaynak olmaması	3	23.1	9.4
Hedefin tam olarak belirlenmemesi	1	7.7	3.1
Kaynağın hedefe göre daha az bilinmesi	1	7.7	3.1
Hedefin olmaması	1	7.7	3.1
Hedef ve kaynak olmaması	1	7.7	3.1
Toplam	13	100	40.6

*n=32

Tablo 3 incelendiğinde 13 etkinlikte fen bilgisi öğretmen adaylarının analogiyi tam olarak oluşturamadıkları görülmektedir. “*Analojik Akıl Yürütmeye Uygun Olmayanlar*” teması incelendiğinde 7 tane kod olduğu görülmektedir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladıkları analogik akıl yürütme etkinliklerinde en çok “Kaynağın hedefe yönlendirmemesi” (f=3), “Kaynak ile hedefin aynı olması” (f=3) ve “Kaynak olmaması“ (f=3) kodlarının olduğu görülmektedir. Bu kodlara ilave olarak birer etkinlikte “Hedefin tam olarak belirlenmemesi”, “Kaynağın hedefe göre daha az bilinmesi”, “Hedefin olmaması” ve “Hedef ve kaynak olmaması” kodlarının da yer aldığı görülmektedir.

Tablo 4

Analojik Akıl Yürütmelerin Türü ve Sunum Şekli

Sunum Şekli	Analojik Akıl Yürütme Türü	f	%
Sözlü (f=11. %57.9)	Hikayeleştirme	2	10.5
	Soru/Tartışma	8	42.1
	Düz Anlatım	0	0
	Oyunlaştırılmış	1	5.3
Sözlü-Resimli (f=8. %42.1)	Hikayeleştirme	0	0
	Soru/Tartışma	5	26.3
	Düz Anlatım	1	5.3
	Oyunlaştırılmış	2	10.5
Toplam		19	100

Tablo 4’deki “*Analojik Akıl Yürütmelerin Türü ve Sunum Şekli*” teması incelendiğinde “*Sunum Şekli*” ve “*Analojik Akıl Yürütme Türü*” olmak üzere iki alt temanın olduğu görülmektedir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladıkları analogik akıl yürütmelerin çoğunun sözlü sunum

şeklinde olduğu belirlenmiştir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladıkları analogik akıl yürütme türü alt temasında “Hikayeleştirme”, “Soru/Tartışma”, “Düz Anlatım” ve “Oyunlaştırma” kodlarının olduğu görülmektedir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladıkları analogik akıl yürütme etkinliklerinin en çok olandan en az olana doğru sıralamasının ise “Soru/Tartışma”, “Oyunlaştırma”, “Hikayeleştirme” ve “Düz Anlatım” olduğu tespit edilmiştir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladıkları analogik akıl yürütme etkinliklerinin analogik akıl yürütme türü ve sunum şekli olarak en çok “Sözlü ve Soru/Tartışma” ve “Sözlü-Resimli ve Soru/Tartışma” olduğu görülmektedir. Ayrıca “Sözlü ve Hikayeleştirme”, “Sözlü-Resimli ve Oyunlaştırma”, “Sözlü ve Oyunlaştırma” ve “Sözlü-Resimli ve Düz Anlatım” şeklinde analogik akıl yürütme etkinliklerini hazırladıkları görülmektedir.

Tablo 5

Bilgi Transferi, Analogik İlişkilendirme, Soyutlama Durumu, Zenginlik Seviyesi, Sınırlılık, Kaynak Alanı

Tema	Kodlar	f	%
Bilgi Transferi	Uzak-Yakın	13	68,4
	Yakın	6	31,6
Analojik İlişkilendirme	Fonksiyonel	11	57,9
	Yapısal ve Fonksiyonel	2	10,5
	Yapısal	6	31,6
Soyutlama Durumu	Somut-Soyut	9	47,4
	Somut-Somut	7	36,8
	Soyut-Soyut	3	15,8
Zenginlik Seviyesi	Genişletilmiş	14	73,7
	Basit	5	26,3
Sınırlılık	Analoji kullanımında sınırlılıktan söz etme (Var)- kaynakla hedefin benzemeyen yönlerini belirterek muhtemel yanlış eşleşmeler hakkında uyarma (Yok)	18	94,7
	Analoji kullanımında sınırlılıktan söz etme (Yok)- kaynakla hedefin benzemeyen yönlerini belirterek muhtemel yanlış eşleşmeler hakkında uyarma (Yok)	1	5,3
Kaynak Alanı	Çevresel Ortam Benzeri	18	94,7
	İnsan-Çevresel Ortam Benzeri	1	5,3

* n=19


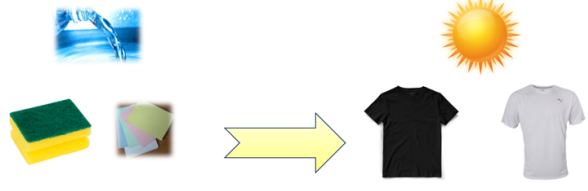
Tablo 5 incelendiğinde “Soyutlama Durumu” temasında üç kod ve en çok “Somut-Soyut” (f=9) ve “Somut-Somut” (f=7) kodlarının olduğu görülmektedir. “Kaynak Alanı” temasında iki kod olduğu ve çoğunlukla “Çevresel Ortam Benzeri (f=18)” kodunun olduğu; “Bilgi Transferi” temasında iki kod olduğu ve etkinliklerin çoğunda (f=13) “Uzak-Yakın” bilgi transferi yapıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca altı etkinlikte “Yakın” bilgi transferi yapıldığı görülmektedir. “Analojik İlişkilendirme” temasında üç kod olduğu ve etkinliklerde en çok “Fonksiyonel (f=11)” analogik ilişkilendirme yapıldığı görülmektedir. Ayrıca altı etkinlikte “Yapısal” ve iki etkinlikte “Yapısal ve Fonksiyonel” analogik ilişkilendirme yapıldığı görülmektedir. “Zenginlik Seviyesi” temasında iki kod olduğu ve etkinliklerin çoğunun “Genişletilmiş (f=14)” zenginlik seviyesinde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca beş etkinlikte “Basit” zenginlik seviyesinde olduğu görülmektedir. “Sınırlılık” temasında 18

etkinlikte “Sınırlılıklardan Söz Etme (Var)” ve 19 etkinlikte “Kaynakla Hedefin Benzemeyen Yönlerini Belirterek Muhtemel Yanlış Eşleşmeler Hakkında Uyarma (Yok)” şeklinde analogik akıl yürütmelerin olduğu görülmektedir. Sadece bir etkinlikte “Analoji Kullanımında Sınırlılıktan Söz Etme (Yok)” görülmektedir.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırlamış oldukları analogik akıl yürütme etkinlik örnekleri Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6

Etkinlik Örnekleri

Analojik Akıl Yürütme Örnekleri	Tema ve Kodlar															
<p>Etkinlik: Mıknatıslar ve radyometre</p>  <p>Elimizde 2 adet mıknatıs bulunduğunu düşünelim;</p> <p>Mıknatısta aynı kutuplar birbirini iter Mıknatısta farklı kutuplar birbirini çeker. Mıknatıslar arasında manyetik alan oluşur. Mıknatısların arasındaki mesafe azaldığında aralarındaki kuvvet de artar.</p> <p>Mıknatıslar arasındaki çekimi ile radyometrenin içindeki yaprakları arasındaki dönme hareketi benzetilir.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Mıknatıslar</th> <th>→</th> <th>Radyometre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aynı kutuplar</td> <td></td> <td>Radyometrenin yaprağının beyaz kısmı</td> </tr> <tr> <td>Zıt kutuplar</td> <td></td> <td>Radyometrenin yaprağının siyah kısmı</td> </tr> <tr> <td>Mıknatıslar arasındaki mesafe</td> <td></td> <td>Radyometreye verilen ışık miktarı</td> </tr> <tr> <td>Mıknatısların arasında oluşan itme ya da çekme kuvveti sonucu mıknatıslar hareket eder ve bir manyetik alan oluşur.</td> <td></td> <td>Sonuç olarak radyometreye ışık verildiğinde yapraklar siyah kısımdan beyaz kısma doğru dönmeye başlar.</td> </tr> </tbody> </table>	Mıknatıslar	→	Radyometre	Aynı kutuplar		Radyometrenin yaprağının beyaz kısmı	Zıt kutuplar		Radyometrenin yaprağının siyah kısmı	Mıknatıslar arasındaki mesafe		Radyometreye verilen ışık miktarı	Mıknatısların arasında oluşan itme ya da çekme kuvveti sonucu mıknatıslar hareket eder ve bir manyetik alan oluşur.		Sonuç olarak radyometreye ışık verildiğinde yapraklar siyah kısımdan beyaz kısma doğru dönmeye başlar.	<p>“Analojik Akıl Yürütmelerin Türü”→ “Düz Anlatım” “Sunum Şekli”→ “Sözlü-Resimli” “Bilgi Transferi”→ “Uzak-Yakın” “Analojik İlişkilendirme”→ “Fonksiyonel” “Soyutlama Durumu”→ “Soyut-Soyut” “Zenginlik Seviyesi”→ “Genişletilmiş” “Sınırlılık”→ “Analoji kullanımında sınırlılıktan söz etme (Var)” “Kaynakla hedefin benzemeyen yönlerini belirterek muhtemel yanlış eşleşmeler hakkında uyarma (Yok)” “Kaynak Alanı”→ “Çevresel Ortam Benzeri”</p>
Mıknatıslar	→	Radyometre														
Aynı kutuplar		Radyometrenin yaprağının beyaz kısmı														
Zıt kutuplar		Radyometrenin yaprağının siyah kısmı														
Mıknatıslar arasındaki mesafe		Radyometreye verilen ışık miktarı														
Mıknatısların arasında oluşan itme ya da çekme kuvveti sonucu mıknatıslar hareket eder ve bir manyetik alan oluşur.		Sonuç olarak radyometreye ışık verildiğinde yapraklar siyah kısımdan beyaz kısma doğru dönmeye başlar.														
<p>Etkinlik: Süngerimsi Işık</p> <p>Tezgâhta sünger, kâğıt ve bir miktar su bulunduğunu düşünelim.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Süngerin üstüne suyu döktüğümüzü, 2) Kâğıdın üstüne suyu döktüğümüzü düşünelim. 3) Sünger suyu içine çeker. 4) Kâğıt ıslanır. 5) Sünger suyu içine çekerken, kâğıt ıslanır. Neden olduğunu düşünelim.  <p>Cevaplarımızı ışığın soğrulması konusuna benzeterek aşağıdaki tabloyu dolduralım.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ETKİNLİKTE</th> <th>IŞIĞIN SOĞRULMASI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SÜNGER</td> <td>Siyah tişört</td> </tr> <tr> <td>Kâğıt</td> <td>Beyaz tişört</td> </tr> <tr> <td>Su</td> <td>Işık (güneş ışığı)</td> </tr> </tbody> </table>	ETKİNLİKTE	IŞIĞIN SOĞRULMASI	SÜNGER	Siyah tişört	Kâğıt	Beyaz tişört	Su	Işık (güneş ışığı)	<p>“Analojik Akıl Yürütmelerin Türü”→ ”Soru/Tartışma” “Sunum Şekli”→ “Sözlü-Resimli” “Bilgi Transferi”→ “Uzak-Yakın” “Analojik İlişkilendirme”→ “Fonksiyonel” “Soyutlama Durumu”→ “Somut-Somut” “Zenginlik Seviyesi”→ “Genişletilmiş” “Sınırlılık”→ “Analoji kullanımında sınırlılıktan söz etme (Var)” “Kaynakla hedefin benzemeyen yönlerini belirterek muhtemel yanlış eşleşmeler hakkında uyarma (Yok)” “Kaynak Alanı”→ “Çevresel Ortam Benzeri”</p>							
ETKİNLİKTE	IŞIĞIN SOĞRULMASI															
SÜNGER	Siyah tişört															
Kâğıt	Beyaz tişört															
Su	Işık (güneş ışığı)															

E-12

GOL OLAN BİLYELER

Elimizde üç tane kale olduğunu varsayınız. Kalenin bir tanesinde filenin olmadığını, bir tanesinde ise file olduğunu, diğerinde ise aralığının olmadığı bir bez parçası şeklinde bir file olduğunu düşününüz. Elimizde ise bir büyük bir de küçük bilyenin olduğunu düşününüz.

- Filenin olmadığı kaleye büyük bilye yuvarlandığında,
- Filenin olmadığı kaleye küçük bilye yuvarlandığında,
- Filenin olduğu kaleye büyük bilye yuvarlandığında,
- Filenin olduğu kaleye küçük bilye yuvarlandığında,
- Bez parçası olan kaleye büyük bilye yuvarlandığında,
- Bez parçası olan kaleye küçük bilye yuvarlandığında,

Neler olabileceğini düşününüz ve yazınız.

Kalelere bilye yuvarlanışını ışık konusuna benzeterek tabloyu doldurunuz.

	→	
Bilyeler	→	Işık
Elimiz	→	Işık kaynağı
Filesiz kale	→	Saydam cisim
Fileli kale	→	Yarı saydam cisim
Bezden file yapılmış kale	→	Saydam olmayan cisim

E-23

Bilardo oynadığımızı düşünelim. İstakayı topa vuruş açımızı değiştirdiğimizi düşünelim. Bu durumda topun hareket yönü de değişecektir.

İlk olarak topa kenarla 30 derece bir açı yapacak şekilde vuralım. Daha sonra bu açığı değiştirerek 45 derecelik bir açı oluşturacak şekilde vuralım. Son olarak açığı 60 dereceye ayarlayarak vuralım.

Tüm bu durumlarda topun, bilardo masasının kenarına çarptıktan sonraki hareket doğrultusunun bilardo masasını kenarıyla yaptığı açıları kontrol edelim. Bilardo toplarını kenara vurduğumuz açığı değiştirdiğimizde topun çarptıktan sonraki hareket doğrultusunun neden değiştiğini düşünelim.

Bilardo toplarının hareketini optikte ışığın yansımaya konusuna benzeterek tabloyu dolduralım.

Bilardo	→	Optik
Bilardo topları kenara çarparak aynı açığı oluşturacak şekilde devam eder.		Işık ışınları yüzeye çarptıktan sonra geldiği açıyla geri yansır.
İstaka topların hareket etmesini sağlar.		Işık kaynağı ışık ışınlarını gönderir.
Bilardo masasının kenarı topun çarparak yansımaya sağlayan yüzeydir.		Aynalar ve parlak yüzeyler ışık ışınlarının çarparak yansıdığı yüzeylerdir.
Bilardo topunun geldiği açı artarsa giderken oluşturduğu açı da artar.		Işık ışınlarının geliş açısı artarsa yansımaya açısı da artar.
Bilardo topunun geldiği açı azalır giderken oluşturduğu açı da azalır.		Işık ışınlarının geliş açısı azalır yansımaya açısı da azalır.
Bilardo masasını kenarı düzdür.		Bu yansımaya düz aynalarda geçerlidir.

Bilardo toplarını ışık ışınlarına benzetebilir miyiz? Bilardoda topa vuruş açısının artması ne gibi sonuçlar oluşturur? Bir ışık ışını bilardo topu olsaydı çarptıktan sonra geldiği açıyla mı yansır?

Bilardo topları çarptığı açı arttığında çarptıktan sonra kenarla oluşturduğu açı da artar. Bu durumda bilardo masasının kenarını düz aynaya benzetebilir olsak ışığın geliş açısının artması ne gibi sonuçlar doğurur? O zaman geliş açısının artması yansımaya açısını da arttırır mı? Peki geliş açısının azalması nasıl bir etki oluşturur?

E-35

“Analojik Akıl Yürütmelerin Türü”→ “Soru/Tartışma”

“Sunum Şekli”→ “Sözlü”

“Bilgi Transferi”→ “Yakın”

“Analojik İlişkilendirme”→ “Yapısal”

“Soyutlama Durumu”→ “Somut-Soyut”

“Zenginlik Seviyesi”→ “Basit”

“Sınırlılık”→ “Analoji kullanımında sınırlılıktan söz etme (Var)”

“Kaynakla hedefin benzemeyen yönlerini belirterek muhtemel yanlış eşleşmeler hakkında uyarma (Yok)”

“Kaynak Alanı”→ “Çevresel Ortam Benzeri”

“Analojik Akıl Yürütmelerin Türü”→

“Soru/Tartışma”

“Sunum Şekli”→ Sözlü

“Bilgi Transferi”→ Uzak-Yakın

“Analojik İlişkilendirme”→ Yapısal ve Fonksiyonel

“Soyutlama Durumu”→ Somut-Soyut

“Zenginlik Seviyesi”→ Genişletilmiş

“Sınırlılık”→ Analoji kullanımında sınırlılıktan söz etme (Var)

Kaynakla hedefin benzemeyen yönlerini belirterek muhtemel yanlış eşleşmeler hakkında uyarma (Yok)

“Kaynak Alanı”→ Çevresel Ortam Benzeri

Bir göl kenarında ayaklarımızı suya sokarak su içerisinde yürüdüğümüzü düşünelim.

- Suyun içine baktığımızda ayaklarımızı ne kadar derinlikte görürüz.
- Suyun içerisindeki taş toprak balık gibi şeyleri gerçek derinliğinde mi görürüz?
- Su içerisinde derinliği artacak şekilde yürüdüğümüzde ayaklarımızı gördüğümüz derinlikte değişir mi?
- Su içerisinde ayaklarımızı olduğu derinlikte mi görürüz yoksa olduğundan bir miktar yüksekte mi görürüz?

(Ayaklarımızı şeffaf bir kabin içerisinde ki anahtar olarak düşünerek aşağıdaki tabloyu dolduralım)

Su içerisindeki ayaklarımız	Su dolu kabin içindeki anahtar
Su içerisindeki ayaklarımızı normalden yüksekte görmemiz	Su dolu kabin içindeki anahtarı olduğundan yüksekte görmemiz
Derinliğin değişmesi	Çok yoğun ortamdaki anahtarın az yoğun ortamdaki gözlemci tarafından görülmesi

E-8

“Analojik Akıl Yürütmeye Uygun Olmayanlar”→
“Hedefin Tam Olarak Belirlenmemesi”

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Fen bilimlerinin ışık, ışık olayları ve ışığın maddeyle etkileşimini inceleyen bir alt bilim dalı olan optik; günlük yaşamın her alanında ve teknolojide sürekli karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle fen bilimleri derslerinde optik konuları oldukça önemlidir. Optik konuları incelendiğinde soyut ve mikro boyutta anlamalar gerektiren bilgilerin olduğu görülmektedir. Optik konularının bu özelliklerinden dolayı öğrenme sürecinde ilişkilendirme ve benzetim ile analojik akıl yürütme gerçekleştirilecek etkinliklerin yapılması önerilmektedir. Bu bağlamda araştırmada, optik konularında fen bilgisi öğretmen adaylarının analojik akıl yürütme etkinliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu araştırmadan elde edilen bulguların sonuçlarının belirlenmesi, ilgili alanyazın ile tartışılması ve ileride yapılacak çalışmalara öneriler bu bölümde verilmiştir.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının optik konusunda hazırladıkları etkinliklerin bazılarında analojik akıl yürütmelerin oluşturulamadığı belirlenmiştir. Analojik akıl yürütmelerin oluşturulamadığı etkinliklerde en çok kaynağın hedefe yönlendirmemesi, kaynak ile hedefin aynı olması ve kaynak olmaması durumları ortaya çıkmıştır. Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda fen bilgisi öğretmen adaylarının analojik akıl yürütme yaparken kaynak belirlemede zorlandıkları veya belirledikleri kaynakların uygun olup olmadığını kontrol etmedikleri söylenebilir. İlgili alanyazın incelediğinde fen bilgisi öğretmen adaylarının, fen öğreticilerinin ve üniversite öğrencilerinin analojide en çok kaynak bulmada ve kaynak ile hedef arasında ilişki kurmada zorlandıklarına yönelik araştırma sonuçlarına ulaşılmıştır (Atav, Erdem, Yılmaz & Gücüm, 2004; Azizoğlu & Salifoğlu, 2012; Bayazit, 2011; Demir, Önen & Şahin, 2011; Ekici, Ekici & Aydın, 2007; Nashon, 2003). Demir, Önen ve Şahin (2011) tarafından yapılan çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının kavram, hedef ve aralarındaki ilişkileri kurmada zorluk yaşadıklarını ifade ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Azizoğlu ve Salifoğlu (2012) tarafından yapılan çalışmada fen öğretmenlerin analoji hazırlamakta ve uygulamakta eksik bilgiye sahip oldukları ve analojiyi örnek vermek olarak ifade ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Atav, Erdem, Yılmaz ve Gücüm (2004) tarafından üniversite öğrencileri ile yapılan çalışmada öğrencilerin analoji oluşturmada başarılı olamadıkları ve zorlandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Analojik akıl yürütmeyi kontrol etmek ve anlamlandırmak için rehberlik gerektiren bir süreç olmalıdır (Harman, 2016; Mozzer & Justi, 2012). İlgili alanyazındaki çalışmalarda analojilerin hazırlanmasında analoji oluşturma yöntemlerinden yararlanılması gerektiği önerilmiştir (Hutchison & Padgett, 2007; Oliva, Azcárate & Navarrete, 2007). Ayrıca analoji

oluşturmada Yapı Eşleştirme Teorisi, Genel Analoji Öğretim Modeli, Analojilerle Öğretim Modeli, Köprüleme Analojileri, Çoklu Analojiler Modeli, Öğrencilerin Oluşturduğu Analojiler Modeli yaklaşımları mevcuttur (Brown & Clement, 1987; Gentler, 1983; Glynn, 1991; Rumelhart & Norman, 1981; Spiro, Feltovich, Coulson & Anderson, 1989; Zeitoun, 1984'dan aktaran Ekici, Ekici & Aydın, 2007). Bu yaklaşımlar incelendiğinde belli aşamaların bulunduğu ve bu aşamaların kaynağın ve hedefin tanıtılması, kaynak ve hedef arasındaki benzerliklerin belirlenmesi, analogideki hatalı veya eksik kısımların belirlenerek düzenlenmesi şeklinde olduğu görülmektedir. Fen bilgisi öğretmen adayları analogik akıl yürütmelerinde kaynağı belirledikten sonra mutlaka analogi hazırlarken kullanılan yaklaşımlara ait aşamaları dikkate alarak çalışmalarını kontrol etmelidirler. Analogideki kaynağın bu şekilde kontrol edilmesiyle eksik veya hatalı kısımların belirlenip düzenlenmesine imkân sağlanabilir.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladıkları etkinliklerde analogik akıl yürütme türünden elde edilen bulgularda en çok soru/tartışma ve en az düz anlatım türlerini tercih ettikleri görülmektedir. Elde edilen bu bulguya göre, fen bilgisi öğretmen adaylarının analogik akıl yürütmede düz anlatım yerine diğer türleri daha çok tercih etmelerinde öğretimde ezberden kaçınarak farklı uygulamalara yer verilmesinin öneminin etkili olduğu söylenebilir. Çünkü analogilerin sadece düz anlatım ile olması öğretici ve dikkat çekici olmayacaktır. Analogilerde sadece düz anlatım olmasından ziyade diğer türlerin birden fazla kullanılmasıyla etkili bir analogik akıl yürütme sağlanabilir (Cha, Byun & Noh, 2004; Didiş, 2015; Thiele & Treagust, 1994a, 1994b). Fen bilgisi öğretmen adaylarının en çok soru-cevap türünü tercih etmeleri ilgili alanyazında yapılan çalışmaların sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir (Hıdır, 2018). Hıdır (2018) çalışmasında fen öğreticilerinin analogilerin soru-tartışma ile sunulmasına yönelik görüşlerini ifade ettiklerini belirtmiştir. Ekici, Ekici ve Aydın (2007) yaptıkları çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının analogi konusunda yeteri kadar bilgiye sahip olmadıkları sonucuna ulaşmıştır. Bu bağlamda, fen bilgisi öğretmen adaylarının analogik akıl yürütmede farklı türlerin olduğu bilgisine tam olarak sahip olmadığı söylenebilir. Fen bilgisi öğretmen adaylarına analogi türlerinin hepsini içeren uygulamalar yapılması, eğitimler verilmesi ve bu alanda araştırmalar yapması ile katkı sağlanabilir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının analogik akıl yürütmelerinin sunum şekli incelendiğinde sunumların yaklaşık olarak sözlü ve sözlü-resimli olduğu görülmektedir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının analogik akıl yürütmelerindeki sunum şekillerinde sözlü-resimli sunum şeklinin etkinliklerin yaklaşık yarısında olması kaynak ile hedef arasındaki ilişki kurmada zorlanmalarının bir sebebi olabilir. Ayrıca ilgili alanyazında analogilerin yanlış kullanılması durumunda kavram yanılgıları, yanlış öğrenme ve yanlış yönlendirme gibi birçok sorun ortaya çıkacağı yönünde fen bilgisi öğretmen adaylarının ve fen öğreticilerinin görüşleri vardır (Demir, Önen & Şahin, 2011; Ekici, Ekici & Aydın, 2007; Mozzer & Justi, 2012; Nashon, 2003). Bu araştırmadaki fen bilgisi öğretmen adayları, analogilerindeki hataların öğrenmeyi olumsuz etkileyeceği düşüncesiyle görsel kullanmaktan çekinmiş olabilirler. Çünkü ders materyallerinde hatalı görsel kullanımı eğitimin kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir (Kara & Aktürkoğlu, 2019). Ancak, analogilerin en önemli avantajları arasında kaynak ve hedef kavramları, kaynak ve hedef arasındaki ilişkileri görselleştirme yer almaktadır (Cha, Byun & Noh,

2004; Harman, 2016; Harman & Çökelez, 2017; Orgill & Bodner, 2004). Bu doğrultuda analogik akıl yürütmelerde sadece sözlü yerine sözlü-resimli sunum şekillerinin olması önerilmektedir.

Analojik akıl yürütme etkinliklerindeki Bilgi Transferi teması incelendiğinde, fen bilgisi öğretmen adaylarının uzak ve yakın bilgi transferini bir arada daha çok kullandıkları görülmektedir. Yakın ve uzak bilgi transferi ile önceki bilgilerden yola çıkılarak zihinsel modeller oluşturulur ve yeni duruma uygulama yapılarak zihinsel modelin tam olarak şekillendirilmesi yoluyla analogik akıl yürütme ile öğrenmeler sağlanır (Duit, 1991; Mayer, Dyck & Cook, 1984; Ünal-Çoban, 2009, Zorlu & Sezek, 2020). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi transferi temasından elde edilen sonuçlara göre analogik akıl yürütmelerinde yakın bilgi transferi ile belli başlı ve önceki bilgilere dikkat çekip, uzak bilgi transferi ile bilgileri yeni duruma uygulama ve zihindeki oluşan modeli tam olarak oluşturmaya çalıştıkları söylenebilir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının analogik akıl yürütme etkinliklerindeki “Analojik İlişkilendirme” temasından elde edilen bulgular incelendiğinde en çok fonksiyonel ve yapısal ilişkiler bulunduğu, ikisinin bir arada olduğu etkinliklerin ise çok az sayıda olduğu belirlenmiştir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının çoğunun sadece yapısal veya sadece fonksiyonel ilişkiler ile analogik akıl kurmalarına karşılık sadece iki etkinlikte hem yapısal hem de işlevsel ilişkilerin olması, ilişkileri çoğunlukla tek tip özellikleri kullanarak oluşturmalarının bir sonucu olarak düşünülebilir. Analojik akıl yürütmedeki analogilerde kurulan ilişkilerin çok çeşitli olması, kaynağın hedefe yönlendirmesinin daha iyi yapılmasını sağlar (Cha, Byun & Noh, 2004). Fen bilgisi öğretmen adaylarının analogik akıl yürütme etkinliklerindeki “Soyutlama Durumu” temasından elde edilen bulgular incelendiğinde somut-soyut ve somut-somut durumunun ön plana çıktığı görülmektedir. Bu doğrultuda fen bilgisi öğretmen adaylarının analogik akıl yürütmede çoğunlukla somut kaynak kullandıkları söylenebilir. Analojik akıl yürütmelerin en temel amaçlarından biri somutlaştırmaktır (Ekici, Ekici & Aydın, 2007). Fen bilgisi öğretmen adaylarının analogik akıl yürütme etkinliklerindeki “Zenginlik Seviyesi” temasından elde edilen bulgular incelendiğinde çoğunun genişletilmiş olduğu görülmektedir. İlgili alanyazında araştırmanın sonucu ile benzer çalışmalar olduğu görülmektedir (Atav, Erdem, Yılmaz & Gücüm, 2004). Fen bilgisi öğretmen adaylarının hedefi belirlemek için kaynağın birçok özelliğini kullandıkları söylenebilir. Analojilerde genişletilmiş durum, kaynağın birçok özelliğinin kullanılması veya birden fazla kaynak kullanılması ile gerçekleşir (Cha, Byun & Noh, 2004). Fen bilgisi öğretmen adaylarının analogik akıl yürütme etkinliklerindeki “Sınırlılık” temasından elde edilen bulgular incelendiğinde kaynakla hedefin benzemeyen yönlerini belirterek muhtemel yanlış eşleşmeler hakkında uyarmanın olmadığı görülmektedir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının analogik akıl yürütmede kaynağı her yönüyle tanıtmadıkları söylenebilir. İlgili alanyazında öğretmen adaylarının hazırladıkları analogilerde kaynağın tam olarak tanıtılmadığı sonucuna ulaşılmıştır (Aykutlu & Şen, 2011; Nashon, 2003). Analojilerin kapsam alanı ve sınırlılıklarından bahsedilmediğinde kavram yanılgılarına sebep olabilmektedir (Gödek, Polat & Kaya, 2018, s. 25). Analojilerde kaynağın her yönüyle tanıtılması yanlış bilgilerin öğrenilmesini ve kavram yanılgılarının oluşmasını engelleyebilir (Nashon, 2003). Analojik akıl yürütme etkinliklerinde kaynağın bütün özelliklerinin tanıtılması ve sınırlılıkların mutlaka verilmesi gerekmektedir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının analogik akıl yürütme etkinliklerindeki “Kaynak Alanı” teması

incelendiğinde etkinliklerin çoğunun çevresel ortam benzeri olduğu görülmektedir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının analogik akıl yürütmelerinde çevresel ortam benzeri kaynak alan kullanması durumunun bu araştırmanın temelini oluşturan optik konularının özelliklerinin sonucu olduğu düşünülmektedir.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının analogik akıl yürütme etkinlikleri hazırlamalarının ve bunların incelenmesinden elde edilen sonuçların ilgili alanyazın için önemli olduğu değerlendirilmektedir. Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının analogik akıl yürütme etkinliklerini kendi yeterlilikleri çerçevesinde hazırladıkları görülmekte ve analogik akıl yürütme etkinlikleri hazırlamalarının onlara pedagojik alan bilgisi kazandırdığı düşünülmektedir. İlave olarak, ileride yapılacak çalışmalarda fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladıkları analogik akıl yürütme etkinliklerine dönütler doğrultusunda düzeltmeler yapılmasının ardından etkinliklere son hali verilerek uygulanması hem öğretmen adaylarına pedagojik alan bilgisi kazandırma hem de ilgili alanyazına katkılar sağlama açısından önerilmektedir. Ayrıca bu tarz çalışmaların, farklı sınıf seviyesinde öğrenim gören fen bilgisi öğretmen adaylarıyla veya farklı öğrenme yöntem ve tekniklere ait etkinliklerle bütünleştirilerek gerçekleştirilmesiyle öğretmen adaylarının mesleğe atılmadan önce var olan durumlarını görmelerine yardımcı olacağı ve elde edilen sonuçların ileride yapılacak benzer çalışmalara rehber olacağı kanısındayız.

Kaynakça

- Atav, E., Erdem, E., Yılmaz, A., & Gücüm, B. (2004). Enzimler konusunun anlamlı öğrenilmesinde analogi oluşturmanın etkisi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 21-29.
- Aydın, S., & Öztekin, S. (2018). Üç aşamalı tanı testi ile fen lisesi öğrencilerinin geometrik optik konusundaki zihinsel modellerinin belirlenmesi. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(3), 155-172.
- Aykutlu, İ., & Şen, A. İ. (2011). Fizik öğretmen adaylarının analogi kullanımına ilişkin görüşleri ve elektrik akımı konusundaki analogileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41(41), 48-59.
- Ayvacı, H. Ş., & Bülbül, S. (2020). Ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerinin belirlenmesi. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 9(4), 1000-1028. <https://doi.org/10.30703/cije.581752>
- Azizoğlu, N., & Salifoğlu, A. (2012, 4-7 Mayıs). Analogi tekniği ve öğretim sürecinde analogilerin kullanımına ilişkin öğretmen görüşleri. *IV. Uluslararası Türkiye Eğitim Araştırmaları Kongresi*, İstanbul.
- Bayazit, İ. (2011). Öğretmen adaylarının matematik öğretiminde analogi kullanımları konusundaki görüş ve yeterlilikleri. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 139-158.
- Bilaloğlu, G. R. (2006). *Altı yaş çocuklarına bağışıklık sisteminin analogi tekniği ile öğretiminin başarı ve kalıcılığa etkisi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Cha, J., Byun, S., & Noh, T. (2004). The analysis of analogies in chemistry content of secondary school science textbooks based on the 7th national curriculum. *Journal of The Korean Chemical Society*, 48(6), 629-637.

- Chai, C., Cen, F., Ruan, W., Yang, C., & Li, H. (2015). Behavioral analysis of analogical reasoning in design: Differences among designers with different expertise levels. *Design Studies*, 36, 3-30. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2014.07.001>
- Cheville, R., McGovern, A., & Bull, K. (2005). The light applications in science and engineering research collaborative undergraduate laboratory for teaching (LASER CULT)-relevant experiential learning in photonics. *IEEE Trans. Education*, 48(2), 254-263. <https://doi.org/10.1109/TE.2004.842919>
- Chu, H., Treagust, D. F., & Chandrasegaran, A. L. (2009). A stratified study of students' understanding of basic optics concepts in different contexts using two-tier multiple-choice items. *Research in Science & Technological Education*, 27(3), 253-265. <https://doi.org/10.1080/02635140903162553>
- Clark, R. M., Wang, M., Splain, Z. A., & Chen, K. P. (2020). Teaching a standalone optics and lasers course using project-based learning. *IEEE Transactions on Education*, 1-8. <https://doi.org/10.1109/te.2020.2976645>
- Daugherty, J., & Mentzer, N. (2008). Analogical reasoning in the engineering design process and technology education applications. *Journal of Technology Education*, 19(2), 7-21.
- Demir, S., Önen, F., & Şahin, F. (2011) Fen bilgisi öğretmen adaylarının bakış açısıyla analogiler. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 5(2), 86-114.
- Didiş, N. (2015). The analysis of analogy use in the teaching of introductory quantum theory. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(2), 355-376. <https://doi.org/10.1039/C5RP00011D>
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649-672.
- Ekici, E., Ekici, F., & Aydın, F. (2007) Fen bilgisi derslerinde benzeşimlerin (analoji) kullanılabilirliğine ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri ve örnekleri. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 8(1), 95-113.
- Emrahoğlu, Y. & Bülbül, O. (2010). 9 Sınıf fizik dersi optik ünitesinin bilgisayar destekli öğretiminde kullanılan animasyonların ve simülasyonların akademik başarıya ve akılda kalıcılığa etkisinin incelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(3), 409-422.
- Gentner, D. & Smith, L. (2012). Analogical reasoning. *Encyclopedia of Human Behavior*, 1, 130-136.
- Glynn, M. S. (1995). Conceptual bridges: Using analogies to explain scientific concepts. *The Science Teacher*, 62(9), 25-27.
- Gödek, Y., Polat, D., & Kaya, V. H. (2018). *Fen bilgisi öğretiminde kavram yanlışları: Kavram yanlışlarının tespiti-giderilmesi ve uygulamalı örnekler* (2. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Haglund, J., Jeppsson, F., & Andersson, J. (2012). Young children's analogical reasoning in science domains. *Science Education*, 96(4), 725-756. <https://doi.org/10.1002/sce.21009>
- Harman, G. (2016). *5. sınıf "Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik" ünitesinde kullanılan analoginin öğrenci başarısı, tutum, zihinsel modelleme ve kavram yanlışları üzerine etkisi* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Harman, G., & Çökelez, A. (2017). Analogilerin fen eğitimindeki yeri ve önemi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 11(1), 340-363. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.356303>

- Harrison, A. A., & de Jong, O. (2003). *Using analogies in chemistry teaching: A case study of a teacher's preparations, presentations and reflections*. <https://dspace.library.uu.nl/bitstream/handle/1874/29434/harrison+-using+analogies.pdf?sequence=1>
- Herstatt, C. & Kalogerakis, K. (2005). How to use analogies for breakthrough innovations. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 2(3), 331-347.
- Hıdır, M. (2018). *Fen öğretiminde analoji kullanımı: Ders kitaplarındaki analogilerin öğretimde yeniden ele alınması* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Hutchison, C. B., & Padgett, B. L. (2007). How to create and use analogies effectively in the teaching of science concepts. *Science Activities*, 44(2), 69-72.
- Johnson, B., & Christensen, L. (2004). *Educational research: quantitative, qualitative and mixed approaches* (2nd ed.). Boston: Pearson Education Inc.
- Kara, S. & Aktürkoğlu, B. (2019). İlkokul fen bilimleri ders kitaplarında kavram yanlışlarına neden olabilecek sözel ve görsel içerik. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 13(1), 234-259. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.523827>
- Karakaş, M. & Özerbaş, M. A. (2020). Öğrencilerin artırılmış gerçeklik uygulamaları üzerine görüşleri: optik ünitesi örneği. *Kastamonu Education Journal*, 28(5), 2000-2008. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.4180>
- Kaya-Şengören, S. (2006). *Optik dersi ışıkta girişim ve kırınım konularının etkinlik temelli öğretimi: İşbirlikli öğrenme yönteminin etkilerinin araştırılması* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Kesmez, İ. (2008). *Fen bilgisi laboratuvar uygulamaları – II*. Erzurum.
- Kurt, H. S., & Topçu, M. S. (2019). Fizik eğitiminde bir STEM etkinliği tasarımı: “Crookes radyometresi tasarlıyorum”. *Temel Eğitim*, 1(3), 11-16.
- Magdas, I. (2015). Analogical reasoning in geometry education. *Acta Didactica Napocensia*, 8(1), 57-65.
- Mayer, R. E., Dyck, J. L., & Cook, L. K. (1984). Techniques that help readers build mental models from scientific text: Definitions pretraining and signaling. *Journal of Educational Psychology*, 76(6), 1089–1105. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.76.6.1089>
- Melis, E., & Veloso, M. (1998). *Analogy in problem solving. Handbook of practical reasoning: Computational and theoretical aspects*. Oxford: Oxford University Press.
- Mozzer, N. B., & Justi, R. (2012). Students' pre-and post-teaching analogical reasoning when they draw their analogies. *International Journal of Science Education*, 34(3), 429-458.
- Mozzer, N. B., & Justi, R. (2013). Science teachers' analogical reasoning. *Research in Science Education*, 43(4), 1689-1713. <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9328-8>
- Nashon, S. M. (2003). Teaching and learning high school physics in Kenyan classrooms using analogies. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 3(3), 333-345.
- Novell, M., Bohigas, X., & Jaén, X. (2009). Description and evaluation of a hybrid basic optics course. *Innovations in Education and Teaching International*, 46(4), 367–380. <https://doi.org/10.1080/14703290903301776>
- Oliva, J. M., Azcárate, P., & Navarrete, A. (2007). Teaching models in the use of analogies as a resource in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 29(1), 45–66.
- Orgill, M., & Bodner, G. (2004). What research tells us about using analogies to teach chemistry. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(1), 15-32.

- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative evaluation and research methods* (3rd ed.). London: Sage Publications.
- Renkl, A. (2014). Toward an instructionally oriented theory of example-based learning. *Cognitive Science*, 38, 1-37. <https://doi.org/10.1111/cogs.12086>
- Rivet, A. E. & Kastens, K. A. (2012). Developing a construct-based assessment to examine students' analogical reasoning around physical models in earth science. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(6), 713-743. <https://doi.org/10.1002/tea.21029>
- Şahin, F. (2000). *Okulöncesinde fen bilgisi öğretimi ve aktivite örnekleri*. İstanbul: Ya-Pa Publishing.
- Şahin, F. (2003). Okulöncesinde fen ve matematik öğretimi. A. Özdaş (Ed.). *Okulöncesi fen eğitiminde analoji* (s.93-94). Eskişehir: Anadolu University Publishing.
- Treagust, D. F. (1993). The evolution of an approach for using analogies in teaching and learning science. *Research in Science Education*, 23(1), 293-301.
- Thiele, R. B., & Treagust, D. F. (1994a) The nature and extent of analogies in secondary chemistry textbooks. *Instructional Science*, 22, 61-74.
- Thiele, R. B., & Treagust, D. F. (1994b) An interpretive examination of high school chemistry teachers' analogical explanations. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(3), 227-242.
- Ünal-Çoban, G. (2009). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisi: 7. sınıf ışık ünitesi örneği* (Yayınlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Vendetti, M. S., Matlen, B. J., Richland, L. E., & Bunge, S. A. (2015). Analogical reasoning in the classroom: Insights from cognitive science. *Mind, Brain, and Education*, 9(2), 100-106. <https://doi.org/10.1111/mbe.12080>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Wandari, G. A., Wijaya, A. F. C., & Agustin, R. R. (2018). The effect of STEAM-based learning on students' concept mastery and creativity in learning light and optics. *Journal of Science Learning*, 2(1), 26-32. <https://doi.org/10.17509/jsl.v2i1.12878>
- Zheng, R. Z., Yang, W., Garcia, D., & McCadden, E. P. (2008). Effects of multimedia and schema induced analogical reasoning on science learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24(6), 474-482.
- Zorlu, Y. & Zorlu, F. (2020). Fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladıkları modellemeye dayalı etkinlik ürünlerinin incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40, 51-65. <https://doi.org/10.33418/ataunikkefd.745976>
- Zorlu, Y., & Sezek, F. (2020). An investigation of the effect of students' academic Achievement and science process skills application together with cooperative learning model and the modeling based teaching method in teaching science courses. *International Journal of Progressive Education*, 16(4), 135-157. <https://doi.org/10.29329/ijpe.2020.268.9>

Extended Abstract

Optics, a discipline of science that deals with light, light events, and the interactions of light with matter; is one of the indispensable elements of our daily life. Many items that are preferred for different purposes in our daily life, from mirrors that we use very often in areas such as decoration,

maintenance, thermal insulation, safety, medicine to glasses that we use to see better and protect our eyes, are related to optics. In addition, according to Aydın and Öztekin (2018), since the optics subjects consist of subjects that occur on visuals, it is very important to determine the mental processes of students in order to ensure meaningful and lasting learning.

Analogical reasoning skills (Haglund, Jeppsson & Andersson, 2012; Rivet & Kastens, 2012), educational practices for analogical reasoning (Daugherty & Mentzer, 2008), the effects of multimedia-supported analogical reasoning on science learning (Zheng, Yang, Garcia & McCadden, 2008) are investigated and classified according to the type of reasoning and sampling of analogies (Magdas, 2015). There are also studies examining analogical reasoning in the modeling process (Ayvaci & Bülbül, 2020; Ünal-Çoban, 2009; Zorlu & Zorlu, 2020). In this context, it is considered that the studies to be carried out for analogical reasoning skills are very valuable considering the need in the relevant literature. However, when the relevant literature paper was investigated, analogical reasoning examinations were not found in which mental processes were discussed and research. In this research, which was carried out taking into account these situations, was aimed to investigate the prospective science teachers' analogical reasoning in the optics subjects.

In this research, a case study research method from qualitative research approaches was used to examine in detail the prospective science teachers' analogical reasoning in the optics subjects. The sample of the research was consisted of 38 prospective science teachers who took the Course of Science Teaching Laboratory Applications II. In the research, the prospective science teachers prepared 38 worksheets. 32 worksheets on optics subjects were used as a data collection tool. The data obtained from the research were analyzed in the method of descriptive analysis. This research was used by editing the criteria and codes in Hıdır (2018), Didiş (2015), and Thiele and Treagust (1994a, 1994b) studies on features of analogical reasoning.

In worksheets that analogical reasoning could not be formed, the prospective science teachers did not direct the most resources to the target, the source and the target were the same, and there were no resources. According to these results, it can be said that the prospective science teachers have difficulty determining resources when making analogical reasoning or do not check whether the resources they have determined are appropriate. In addition, the most questions/discussions and the least direct instruction types were preferred in the findings obtained from the analogical reasoning type in the worksheets. According to this finding, it can be said that the importance of including different practices by avoiding memorization in teaching is effective in the fact that the prospective science teachers prefer other types over straight expression in analogical reasoning. When the "Knowledge Transfer" theme in analogical reasoning activities was examined, it was determined that the prospective science teachers used remote and close knowledge transfer more together. When the findings obtained from the "Analogical Relationships" theme in analogical reasoning worksheets of the prospective science teachers were examined, it was determined that there were the most functional and structural relationships, while the worksheets in which the two

were together were very few. When the findings obtained from the " Situation of Abstraction" theme in analogic reasoning the worksheets of the prospective science teachers are examined, it is seen that the concrete-abstract and concrete-concrete situation comes to the fore. When the findings obtained from the "Level of Enrichment" theme in analogical reasoning worksheets of the prospective science teachers are examined, it is seen that most of them have been to extended. When the findings from the "Limitation" theme in analogical reasoning worksheets of the prospective science teachers are examined, it is seen that there is no warning about possible mismatch by specifying aspects of the source that are not similar to the target. When the "Source Domain" theme is examined in the prospective science teachers' analogic reasoning worksheets, it is seen that most are similar to the environmental. The prospective science teachers' preparation of analogical reasoning worksheets is thought to give them pedagogical field knowledge. In future studies, after corrections are made in line with the analogical reasoning worksheets prepared by the prospective science teachers, it is recommended to apply the worksheets by finalizing them both in terms of providing pedagogical field knowledge to the prospective teachers and contributing to the relevant field.

Etik Beyan: "*Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Optik Konularında Analojik Akıl Yürütmelerinin İncelenmesi*" başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamıştır ve veriler toplanmadan önce Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik araştırmalar Etik Kurulu'ndan 05/03/2021 tarih ve 2021/02-Yazı Numara: E.7220 sayılı etik izin alınmıştır. Karşılaşılacak tüm etik ihlallerde "Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi Yayın Kurulunun" hiçbir sorumluluğunun olmadığı, tüm sorumluluğun Sorumlu Yazara ait olduğu ve bu çalışmanın herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiş olduğunu taahhüt ederim.