



Bir Çarpışmada Kütlenin Etki-Tepki Kuvvetlerine Etkisi: Kavram Yanılgısını Ortadan Kaldırmada Kavramsal Değişim Metni ya da Geleneksel Açıklayıcı Metin *

Müge AYGÜN¹, Mustafa TAN²

• **Geliş Tarihi:** 18.02.2020 • **Kabul Tarihi:** 28.05.2020 • **Çevrimiçi Yayın Tarihi:** 16.10.2020

Öz

İki cisim çarpıştığında, büyük kütleli olanın küçük kütleli olana daha fazla kuvvet uyguladığı yaygın olarak bilinmesine rağmen hala yaygın olmaya devam eden bir kavram yanılgısıdır. Bu çalışmanın amacı bu hedef kavram yanılgısının üstesinde gelebilmek için bir kavramsal değişim metni ile bir geleneksel açıklayıcı metnin etkililiğini karşılaştırmaktır. Aynı zamanda öğrencilerin hazırbulunuşluklarının bu durum üzerindeki etkisini ortaya çıkarmaktır. Bunun için iki farklı okul türünden 92 öğrenci (dokuzuncu sınıf) ile bir örnek olay çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu okullardan biri ülke çapındaki merkezi yerleştirme sınavı ile öğrenci alırken, diğeri buna gerek duymamaktadır. İkinci tip okuldaki öğrencilerin genellikle akademik başarıları çok düşüktür. Başarıya göre maksimum çeşitlilik örnekleme ile belirlenen 24 öğrenciden oluşan odak grup ayrıntılı olarak incelenmiştir. Veri toplamak için farklı bağlamlarda çoktan seçmeli sorular ve simülasyon destekli görüşme kullanılmıştır. Kullanılan metin türünün yüksek akademik başarılı öğrencilerin olduğu okulda bir farklılığa sebep olmadığı bulunmuştur. İkinci okulda ise tersi bir durum oluşmuş ve kavramsal değişim metni lehine bir durumla karşılaşmıştır. Araştırmanın sonucu, kavramsal değişim metninin akademik başarısı düşük olan öğrenci grubunda geleneksel açıklayıcı metinden daha etkili olduğunu göstermektedir.

Anahtar sözcükler: etki-tepki kanunu, kavram yanılgısı, kavramsal değişim metni, geleneksel açıklayıcı metin

Atıf:

Aygün, M. ve Tan, M. (2021). Bir çarpışmada kütlenin etki-tepki kuvvetlerine etkisi: Kavram yanılgısını ortadan kaldırmada kavramsal değişim metni ya da geleneksel açıklayıcı metin.

Pamukkale Üniversitesi eğitim Fakültesi Dergisi, 51, 65-91. doi:10.9779.pauefd.690966

* Bu çalışma birinci araştırmacının ikinci araştırmacı danışmanlığında hazırlanmış olduğu tez çalışmasına dayanmaktadır.

¹ Dr., Giresun Üniversitesi, muge.akpinar@giresun.edu.tr, mgkpnr@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5268-2205>

² Prof. Dr., Gazi Üniversitesi (Emekli), mtan@gazi.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-5550-0801>

Giriş

Fizik eğitimine odaklanan pek çok araştırmada Newton'un Hareket Kanunları hakkındaki kavram yanlışlarına yaygın olarak rastlanmaktadır. Üçüncü kanun ile ilgili de çok sayıda kavram yanlışlığı tespit edilmiştir. Bunlar aşağıdaki gibidir: Bir etki kuvveti olduğu her durumda tepki kuvveti olmayabilir (Fast, 1997; Kara, 2007). Durgun cisimler temas kuvveti uygulayamazlar (Clement, 1998; Montanero, Perez ve Suero, 1995; Yılmaz, Eryılmaz ve Geban, 2006; Yılmaz ve Eryılmaz, 2009). Canlı olmayan cisimler kuvvet uygulayamazlar (Bryce ve MacMillan, 2005; Finegold ve Gorsky, 1988; Montanero ve diğerleri, 1995). Tepki kuvvetleri, etki kuvvetlerinden daha az gerçektir (Sadanand ve Kess, 1990). Etki-tepki kuvvet çifti aynı cisim üzerine etki eder ve birbirini dengeler (Atasoy ve Akdeniz, 2005; Bayraktar, 2009; Jimoyiannis ve Komis, 2003; Klammer, 1998; Zhou, Zhang ve Xiao, 2015). Bir cisme etki eden normal kuvvet her zaman cismin ağırlığına eşittir (Bryce ve MacMillan, 2005; Klammer, 1998; Yip, Chung ve Mak, 1998). Bir cisim diğerinin ivmelenmesine sebep olduğunda etki-tepki kuvvet çiftleri aynı büyüklükte değildir (Camp ve Clement, 1994; Klammer, 1998; Yip ve diğerleri, 1998; Yılmaz ve Eryılmaz, 2009). Büyük cisim daha fazla kuvvet uygular (Bao, Hogg ve Zollman, 2002; Montanero ve diğerleri, 1995; Sadanand ve Kess, 1990). İki cisim çarpıştığında, hızlı hareket eden cisim daha fazla kuvvet uygular (Atasoy ve Akdeniz, 2005; Bao ve diğerleri, 2002; Bayraktar, 2009; Camp ve Clement, 1994; Hestenes, Wells ve Swackhamer, 1992; Maries ve Singh, 2016; Yılmaz ve Eryılmaz, 2009). İki cisim çarpıştığında, sert olan cisim daha fazla kuvvet uygular (Camp ve Clement, 1994; Yılmaz ve Eryılmaz, 2009; Yılmaz ve diğerleri, 2006). İki cisim çarpıştığında, zarar gören cisim daha az kuvvet uygular (Camp ve Clement, 1994; Yılmaz ve Eryılmaz, 2009). İki cisim çarpıştığında, büyük kütleli cisim daha fazla kuvvet uygular (Atasoy ve Akdeniz, 2005; Bao ve diğerleri, 2002; Brown ve Clement, 1987; Camp ve Clement, 1994; Hestenes ve diğerleri, 1992; Kara, 2007; Maloney, 1984; Maries ve Singh, 2016; Savinainen ve Scott, 2002; Yılmaz ve Eryılmaz, 2009). Uzaktan etkileşimde, büyük kütleli cisim daha fazla kuvvet uygular (Kariotoglou, Spyrtou ve Tselfes, 2009).

Bu kavram yanlışlarının bir kısmı kuvvetin doğasıyla ve bir kısmı da cisimlerin özellikleriyle ilgilidir. Kuvvetin doğası ile ilgili olan yanlışlar aynı zamanda cisimlerin doğası ile ilgi olan yanlışların da kaynağı olabilir. Örneğin, hareket eden cismin duran cisme uyguladığı kuvvetin daha büyük olduğu düşüncesi hareket halindeki bütün cisimler kuvvet taşır ya da duran cisimlerin bir direnci vardır yanlışlarından kaynaklanıyor olabilir (Montanero ve diğerleri, 1995). Etki ve tepki kuvvetlerinin bir çift olmaktan öte birbirinden

bağımsız kuvvetlermiş gibi görünmesi ve birbirilerini dengeleyebilecekleri çıkarımı farklı kavram yanılgılarının da oluşmasına sebep olmaktadır (Hellingman, 1992; Yip ve diğerleri, 1998). Bu kavram yanılgılarının farklı ülkelerdeki farklı öğretim seviyelerindeki birçok öğrencide tespit edilmiş olması gerçeği etki-tepki kuvvetlerinin büyüklükleri arasındaki ilişkinin anlaşılmasının kültürden bağımsız olarak oldukça zor olduğunu ortaya koymaktadır (Zhou ve diğerleri, 2015).

Yukarıdaki bazı yanılgılar bir cismin hızının, kütesinin büyük olması ya da daha sert olması nedeniyle diğer cisme daha fazla kuvvet uygulanması noktasında birbirine benzemektedir. Bu yanılgılar iki cisim de dururken, çarpıştıkları sırada ya da uzaktan etkileşirken görülebilmektedir. En çok karşılaştığımız bağlam ise çarpışmadır. Aynı zamanda Montanero ve diğerleri (1995), öğrencilerin statik durumlara oranla dinamik durumlarda daha fazla yanılgısı olduğunu bulmuştur. Bu bağlamdaki yanılgılar cisimlerin kütleleri, hızları, sertlikleri ve dayanıklılıklarının farklılığı ya da nesnenin canlı olup olmamasıyla açıklanabilmektedir. İncelenen çalışmalarda çarpışma bağlamında en sık karşılaşılan yanılgı ise kütleyle ilgili olmaktadır.

Bir fizik öğretmeni insanların nasıl öğrendiğini bilmenin yanı sıra içerik bilgisine ve içeriğin nasıl öğretileceğine dair bilgiye de sahip olmalıdır (Etkina, 2010; Shulman, 1986). Bu bilgi türleri arasındaki ilişkinin girift olduğu unutulmamalıdır. Bu öğretmenin etki-tepki kuvvetlerinin ne olduğunu bilmenin yanı sıra öğrencilerin ders öncesinde bu kavramlarla ilgili neler bildiklerini ve bu bilgilerinin bilimsel olanla tutarlı olup olmadığını tahmin edebilmelerini gerektirir. Ancak öğretmen/öğretmen adaylarıyla yürütülen bazı çalışmalarda durumun umulduğu gibi olmadığı ortaya çıkmıştır. Örneğin, Çin'deki fen bilgisi öğretmeni adaylarının (fizik alanında uzmanlaşmış) çarpışma bağlamında etki-tepki kuvvetleri ile ilgili yanılgıları olduğu görülmüştür (Zhou, Wang ve Zhang, 2016); öğretim asistanlarının bir kamyonu iterek hızlandıran araba durumunda kavram yanılgıları vardır (Maries ve Singh, 2016). İspanya'daki fen ve fizik öğretmenlerine göre Newton'un Üçüncü Kanunu büyük bir bilinmezlik içermektedir (Montanero ve diğerleri, 1995). Ortaöğretim fen öğretmenlerinin Newton'un Üçüncü Kanunu ile ilgili yanılgıları vardır (Yip ve diğerleri, 1998). İlkokul öğretmenleri zeminin veya masanın, üzerindeki bir nesneye tepki kuvveti uygulayacağını fark edememiştir (Kruger, Summers ve Palacio, 1990). Yunanistan'daki ana okulu ve ilkokul öğretmenliği öğrencilerine göre etki ve tepki kuvvetlerinin büyüklüklerinin eşit olduğunu anlamak zordur (Spyrtou, Hatzikraniotis ve Kariotoglou, 2009). Bu çalışmalara

göre öğretmenlerin/öğretmen adaylarının ve hatta öğretim asistanlarının etki-tepki kuvvetleriyle ilgili kavram yanılgıları olabilir.

Öğretmenlerin/öğretmen adaylarının kavram yanılgısı olması gerçeği öğretim için sorun teşkil etmektedir. Böyle bir durumda öğretmen her ne kadar öğrencilerin temel kavramları öğrenmesi için yeterli öğretim stratejisi bilgisine sahip olsa da öğrencilerin hatalarını fark edemeyebilir. Diğer bir taraftan öğrenciler, öğretmenleri yüzünden kavram yanılgısına düşebilirler. Bu nedenle öğrencilerin kişisel çabalarıyla kendi kavram yanılgılarını fark etmelerini ve bu yanılgıların üstesinden gelmelerini sağlayabilecek hem sınıf içinde hem de dışında kullanılabilecek materyallere ihtiyaç vardır.

Kavramsal Değişim Metinleri

Posner, Strike, Hewson ve Gertzog (1982), kavramsal değişim teorisiyle bu tip materyallerin hazırlanmasına rehberlik etmiştir. Bu materyaller, öğrencilerin ve öğretmenlerin mevcut kavramsal yapılarına dayanarak bir açıklama getiremedikleri durumların varlığına işaret etmeli ve yeni kavramsal yapının hem eski deneyimlerini hem de yeni deneyimlerini açıklayabildiğini göstermelidir (Hewson ve Hewson 1984; Posner ve diğerleri, 1982). Posner ve diğerlerine göre kavramsal değişim bir süreçtir ve gerçekleşebilmesi için zihnin dört ana aşamadan geçmesi gerekir. Bu aşamalar bireyin mevcut kavramlarının yeni karşılaşılan durumları açıklayamayacağını fark etmesi nedeniyle hoşnutsuz olması, yeni kavramın birey tarafından anlaşılır olması, yeni kavramın akla yatkın olması ve yeni kavramın öncekinden daha verimli olduğunun fark edilmesidir.

Araştırmacılar kavramsal değişimin gerçekleşmesi için bireyin çeşitli gerekçeler bulması gerektiğinde hem fikir olsa da, en etkili olarak nitelenebilecek bir yöntem üzerinde hem fikir değillerdir (Mildenhall ve Williams 2001). Roth (1985), kavramsal değişimi sağlayacak materyal arayışı için kavramsal değişim metinlerini (KDM) önermiştir. 1985’den bu yana kavramsal değişim metinlerinin yapısını koruduğu ve bir değişiklik geçirmediği anlaşılmaktadır. Bu metinlerin amacı bireylerin sadece bir metni okuyarak sahip oldukları kavram yanılgılarını anlamalarını ve bilimsel verilerle uyumlu kavramsal yapılar geliştirmelerine yardımcı olmalarını sağlamaktır. Metinler sadece çoğaltılması kolay ve ekonomik olduğu için değil, aynı zamanda öğretmen desteği olmadan geniş kitlelere sunulabilecek materyaller oldukları için önemlidir. Ancak Newton’un Üçüncü Kanunu hakkında etkinliği kanıtlanmış bir metin arayışında literatürde bir boşluk olduğu görülmektedir. Isı ve sıcaklık (Baser ve Geban, 2007a; Yürük ve Eroğlu, 2016), elektrik

(Başer ve Geban, 2007b; Chambers ve Andre, 1997; İpek ve Çalık, 2008), ses (Çalık, Okur ve Taylor, 2011; Özkan ve Selçuk, 2013), madde (Durmuş ve Bayraktar, 2010) ve basınçla (Şahin, İpek ve Çepni, 2010) ilgili metinler çeşitli çalışmalarda vardır; ancak Newton Kanunları ile ilgili bir metin bulunamamıştır.

Hazırlanabilecek metnin özelliklerini belirlemek için yapılan incelemede pek çok çalışmada KDM'lerinin fizik eğitiminde kavram yanlışlarını ortadan kaldırmada etkili materyaller olduğu varsayımıyla kullanıldığı görülmüştür. (Beerenwinkel, Parchmann ve Grasel, 2010; Çil ve Çepni, 2012; Dilber, Karaman ve Duzgun, 2009; Özkan ve Selçuk, 2013, 2015, 2016; Sari, Feranie ve Winarno, 2017; Taşlıdere ve Eryılmaz, 2009). Ne yazık ki, KDM kullanımı içeren çalışmaların çoğu metnin yalnız başına etkisine değil, diğer öğretim stratejileriyle birlikte kullanıldığındaki etkisine odaklanmıştır. Bu nedenle kullanılan KDM'ler genellikle sunulmamıştır.

Birkaç çalışmada KDM'lerin geleneksel metinler, ders kitapları ve üst bilişsel süreçlerle zenginleştirilmiş KDM'lerle karşılaştırıldığı görülmüştür. Ancak KDM'yi geleneksel metinlerle karşılaştıran iki çalışmada sadece kavramsal değişim metinleri sunulmuş ve geleneksel metinler sunulmamıştır (Chambers ve Andre, 1997; Başer ve Geban, 2007a); bir çalışmada metinler doğrudan verilmek yerine özellikleri karşılaştırılmıştır (Beerenwinkel ve diğerleri, 2010); ayrıca KDM'leri ders kitaplarıyla karşılaştıran bir çalışmada hiç bir metin sunulmamıştır (Sari ve diğerleri, 2017). Üst bilişsel süreçlerle zenginleştirilmiş KDM'leri tanımlayıcı ve açıklayıcı metinlerle karşılaştıran bir çalışmada (Yürük ve Eroğlu, 2016) ise sadece metinlerden alıntılar sunulmuştur. Bu durum fizik eğitiminde yararlı olabilecek bir KDM'de olması gereken özellikleri ortaya çıkarmayı zorlaştırmaktadır.

Araştırma Soruları

Newton'un Üçüncü Kanunu fizikteki temel kanunlardan biridir ve önceki araştırmalar bunun anlaşılmasının öğrenciler için, öğretmenler için ve hatta metinlerin içinde oldukça karmaşık olduğunu ortaya koymuştur (Bryce ve MacMillan, 2005; Zhou ve diğerleri, 2015). Bu nedenle bireyleri kavram yanlışlarının üstünden gelme konusunda yalnız bırakmak yerine araştırmacıların, bireylerin kavram yanlışlarını fark etmelerinde ve üstesinden gelmelerinde rehberlik edecek materyaller geliştirmesinde yarar vardır. Ekonomik olarak yeniden üretilmesi ve erişilmesi kolay olan metinler bu bağlamda yardımcı materyaller olabilirler. Çok çeşitli metin türü vardır, ancak KDM'ler özellikle bu amaçla geliştirilmiştir. Bununla

birlikte daha önceki çalışmalarda kavram yanlışlarının üstesinden gelmede hem etkili hem de etkisiz olduğu bulunmuştur (Chambers ve Andre, 1995; Qian ve Alvermann, 1995). Diğer yandan ders kitaplarındaki geleneksel açıklayıcı metinler (GAM) de kavram yanlışlarının üstesinden gelmek için kullanılabilir. Benzer şekilde, GAM'ların da kavram yanlışlarının üstesinden gelmede hem etkili hem de etkisiz olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Baser ve Geban, 2007a; Chambers ve Andre, 1997; Dilber ve diğerleri, 2009; Wang ve Andre, 1991). Bu çalışmaların çoğu çeyrek yüzyıl öncesindendir. Dahası 2010'dan sonra bu konuyu inceleyen bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Yine de eski çalışmaların bu konuyu açıklığa kavuşturduğu söylenemez.

Bu çalışmada amaç 'iki cisim çarpıştığında, büyük kütleli olan diğerine daha fazla kuvvet uygular' hedef kavram yanlışlarının üstesinden gelmede hangi metin türünün daha etkili olduğunu belirlemektir. Daha spesifik olarak çalışma şu soruyu ele almaktadır: KDM ve GAM'ın hedef kavram yanlışlarının üstesinden gelmedeki etkinliği nedir? (AS1). Bazı eski çalışmalarda metinlerin çalışma yaprağı olarak hazırlandığı ve öğrencilerin metinlerin içindeki soruların cevaplarını kağıttaki tanımlanmış boşluklara yazmaları beklendiği görülmüştür. Aynı zamanda bazı çalışmalarda metnin içeriğinin öğretmen rehberliğinde sınıf ortamında tartışıldığı anlaşılmaktadır. Bu çalışmada metinlerin etkililiğinin dış desteklerden bağımsız olarak değerlendirmek amaçlandığı için bahsi geçen iki uygulama da tercih edilmemiştir.

Araştırma süreci, çalışma grubundaki öğrencilerin hazırbulunuşluğunda çeşitliliği sağlayabilmek için iki farklı okulda gerçekleştirilmiştir. Bu okullar merkezi yerleştirme sınavıyla ve sınavsız öğrenci kabul eden okullardır. Türkiye'de ülke genelinde ortaöğretimden liseye geçişte merkezi yerleştirme sınavı yapılır. Bu sınavda çoktan seçmeli sorularla öğrencilerin lise öğrenimi için daha önceki öğrenmelerine dayalı hazırbulunuşluk düzeyleri belirlenir. Bu çalışmada iki okuldan gelen bulgular arasında belirgin bir farklılık vardı. Bu nedenle bu araştırmanın asıl araştırma sorusunun yanı sıra ikinci bir amaç olarak düşük ve yüksek akademik başarılı öğrencilerde metinlerin etkisini ortaya çıkarmak (AS2) da ikinci bir amaç olarak kabul edildi. Bu iki grup arasındaki temel fark ulusal merkezi sınava dayalı varsayılan hazırbulunuşluklarıdır.

Yöntem

Bu çalışma, kuvvet ve hareket ünitesindeki altı farklı hedef kavram yanlışlarının incelendiği kapsamlı bir araştırmanın parçasıdır. Verilerin zenginliği nedeniyle araştırmanın tamamını

tek bir makalede sunmak mümkün değildir. Ancak uygulama ortamını açıklamakta fayda vardır: Sekiz haftalık bir süreçte kuvvet ve hareket ünitesi öğretim programındaki kazanımlara göre işlenmiştir. Hedef kavram yanlışlarıyla ilgili kazanımlar işlendikten sonra öğrencilere metinler verilmiş ve sınıfta bireysel olarak okunması istenmiştir. Metinler öğrencilere verilmeden önce hedef kavram yanlışları ile ilgili değerlendirme yapılmamıştır. Okuma sırasında ve sonrasında metinler hakkında tartışma yapılmamıştır. Öğretmen sadece öğrencilere okumayı bitirip bitirmediklerini sormuş ve bitirmeden sınıftan ayrılmamalarını istemiştir. Araştırmanın deseni Tablo 1’de sunulmuştur. Burada X öğretim programına uygun gerçekleştirilen öğretimdir.

Tablo 1. *Araştırmanın Deseni*

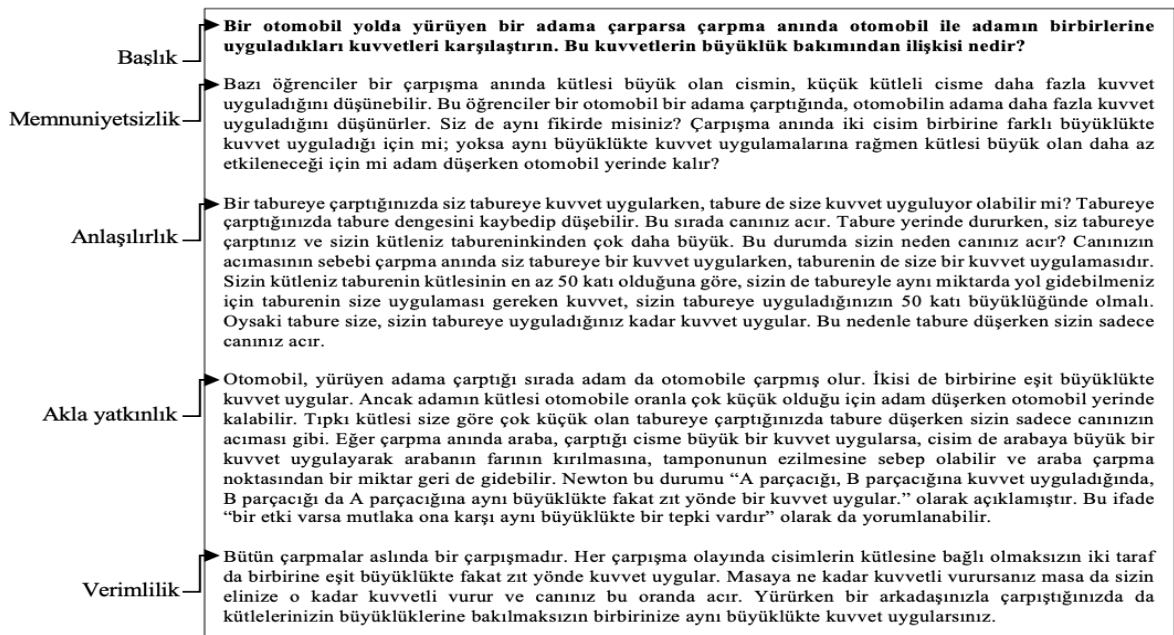
Okul	N	Veri toplama aracı*	Uygulama	Veri toplama aracı*	N	Veri toplama aracı*
Sınavsız öğrenci alan	18	Standart Test, Oryantiring Testi, Formula-1 Testi	X+ KDM	Standart Test, Oryantiring Testi, Formula-1 Testi	6	Görüşme formu
	23	Standart Test, Oryantiring Testi, Formula-1 Testi	X+ GAM	Standart Test, Oryantiring Testi, Formula-1 Testi	6	Görüşme formu
Sınavla öğrenci alan	28	Standart Test, Oryantiring Testi, Formula-1 Testi	X+ KDM	Standart Test, Oryantiring Testi, Formula-1 Testi	6	Görüşme formu
	23	Standart Test, Oryantiring Testi, Formula-1 Testi	X+ GAM	Standart Test, Oryantiring Testi, Formula-1 Testi	6	Görüşme formu

Bu tabloda görülmekte olan veri toplama araçlarının tamamı değil, çalışma kapsamında ele alınan kısımları bu çalışmanın verilerine ulaşmak için kullanılmıştır

Araştırmanın güvenilirliği açısından metinlerin içeriği önemlidir. Bu nedenle iki metin türü karşılaştırıldığında yazı dilinin ağırlığı, kullanılan örneklerin öğrenciler için uygunluğu ve kullanılan örnek sayısı benzer olmalıdır. Bu çalışmada daha önceden hazırlanmış ve benzer özelliklerdeki metinler kullanılabilir. Ancak Newton'un Üçüncü Kanunu'yla ilgili etkinliği belirlenmiş bir metin arayışında literatürde bir boşluk olduğu görülmektedir. Bu nedenle diğer fizik eğitimcilerinin ve bir dil eğitimcisinin desteğini alarak araştırmacılar bu çalışmada kullanılan metinleri kendileri geliştirmişlerdir.

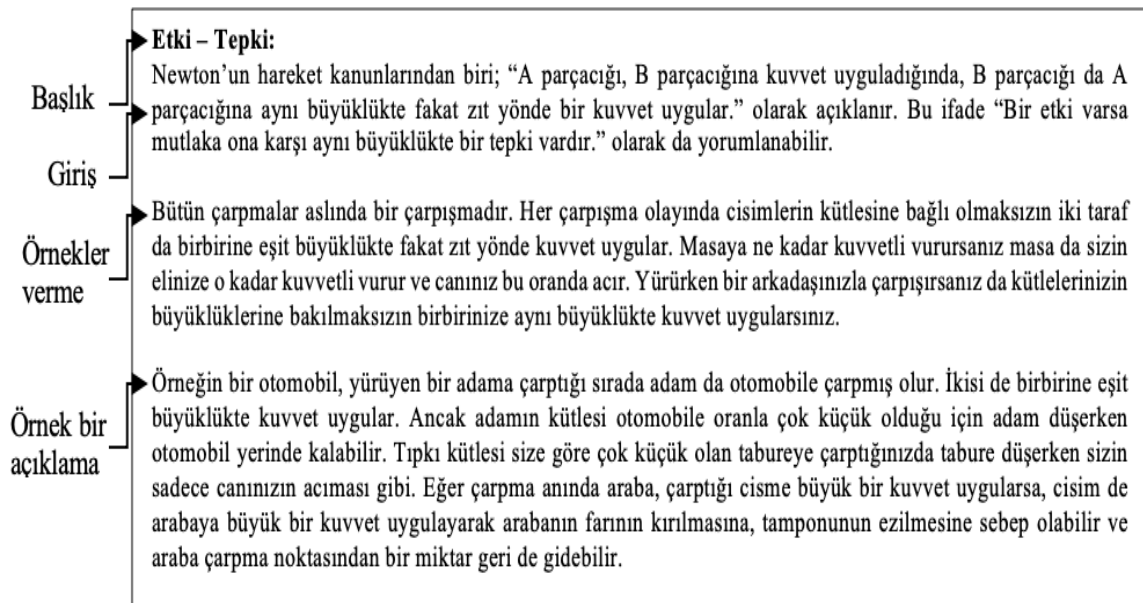
Kavramsal Değişim Metninin ve Geleneksel Açıklayıcı Metnin Geliştirilmesi

Roth (1985), KDM'de dört aşamanın olması gerektiğini belirtmiştir. Bunlar öğrencilerin kavram yanlışlarını fark etmelerini sağlamak için sorulan sorular (memnuniyetsizlik), öğrencilerin kavram yanlışlarına meydan okumak ve ikna edici olmak için deneysel ve anlatı içeren örnekler sunma (anlaşılabilirlik), incelenmekte olunan kavramın bilimsel tanımının verilmesi (akla yatkınlık) ve yeni kavramın farklı durumlarda uygulanabilirliğini gösterecek sorular sorulmasıdır (verimlilik). Pilot KDM daha önceden kuvvet ve hareket ünitesini işlemiş doksan dokuz öğrenciye sunulmuştur ve onlardan okudukları metinle ilgili 'Metinden ne anladınız? ve Metinde anlayamadığınız temel noktaları yazınız.' sorularını cevaplamaları istenmiştir. Dört fizik eğitimi uzmanı ve bir dil eğitimi uzmanının desteğiyle öğrencilerin cevapları ve metinler incelendikten sonra KDM son haline getirilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Kavramsal değişim metni

GAM'ın aşamaları ise ilgili ders kitaplarındaki mevcut metinler incelenerek belirlenmiştir. Pek çok GAM üç aşamadan oluşmaktadır. Bunlar giriş, örnekler verme ve örnekleri açıklama aşamalarıdır. GAM'ın giriş aşamasında kavram bilimsel olarak açıklanmaktadır; örnekler verme aşamasında hedef kavram yanılgısıyla ilgili çeşitli örnekler cisimlerin karşılaştırmalarıyla birlikte sunulmaktadır ve örneklerin açıklanması aşamasında ise bir örnek hedef kavram yanılgısıyla ilgili bir problem ve cevap sunularak açıklama gerçekleştirilir. GAM hazırlanırken, KDM'de olan bütün örnekler kullanılmıştır. İki fizik eğitimi uzmanı içeriğindeki fizik bilgisi ve örnekler açısından GAM'ı daha önceden hazırlanmış olan KDM ile karşılaştırmıştır. Ayrıca bir dil eğitimi uzmanı metni incelemiştir. Uzmanların incelemesinden sonra araştırmacılar gerekli düzenlemeleri yapmışlar ve GAM son haline gelmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Geleneksel açıklayıcı metin

Araştırmacılar iki metni de olabildiğince kısa tutmaya çalışmıştır. Metinlerde daha büyük kütleli cisim duran cime çarpmaktadır. Ayrıca Newton'un Üçüncü Kanunu ile ilgili diğer kavram yanılgıları da metne olabildiğince dahil edilmiştir. Bu nedenle metinler sadece iki cansız cismin ve iki canlı cismin çarpıştığı durumları değil, aynı zamanda cansızın canlıya çarptığı ve tam tersi durumu da içerir. Ayrıca farklı dayanıklılık ve sağlamlıklar da örnek olarak kullanılmıştır. Ancak bu çalışma sadece kütlelerin etkisi ile ilgili olduğu için canlılık ya da dayanıklılık gibi konular üzerinde özellikle durulmamaktadır. Metinlerde her bir çarpmanın aslında çarpışma olduğu ifadesi vardır. Bunda amaç, okuyucuyu kuvveti itme

ve çekme olarak düşünmekten öte iki cisim arasındaki bir etkileşim olarak düşünmeye yönlendirmektir (Young ve Freedman, 2012).

İki fizik eğitimi uzmanı KDM ve GAM'ı içeriklerindeki bilimsel bilgilerin tutarlığı açısından karşılaştırmıştır. Metinlerin farklı aşamalarla hazırlanmış olmalarına rağmen, her ikisinin de aynı örnekleri kullanarak aynı bilimsel bilgiyi ilettiklerini belirtmişlerdir. Ateşman (1997) tarafından Türkçe'ye uyarlanmış Flesh'in Okuma Kolaylığı formülüne göre KDM ve GAM'ın okunabilirlik değerleri sırasıyla 45,217 ve 47,937 bulunmuştur. Bu değerlere göre iki metin de zor okunmaktadır ve bu yönleriyle bilimsel metinlere benzemektedirler. İki dil eğitimi uzmanına göre KDM bilişsel yaklaşımla hazırlanmıştır ve öğrencilerin bilgiyi düşünmelerini ve yorumlamalarını sağlayarak sorgulamaya yönlendirir. Öte yandan GAM davranışsal yaklaşımla hazırlanmıştır ve öğrencilerin bilgiyi düşünmelerine ve yorumlamalarına izin vermeden olduğu gibi kabul etmelerini beklemektedir. Bununla birlikte GAM sadece açıklayıcı olsa da KDM açıklayıcı olmanın yanı sıra birkaç anlatı unsuru da içermektedir. Uzmanlar ayrıca GAM'ın ders kitaplarında karşılaşılabilecek sıradan bir metin gibi görüldüğünü ifade etmişlerdir.

Katılımcılar

Giresun'da mesleki eğitim vermeyen iki tür okul vardı: ülke çapında merkezi yerleştirme sınavı ile öğrenci kabul eden (üç okul) ve sınavsız öğrenci kabul eden (iki okul). Türkiye'de ortaokuldan liseye geçişte sınav yapılmaktadır. Bu sınav ile öğrencilerin lise eğitimine hazır olma düzeyleri, önceki öğrenmelerine göre çoktan seçmeli sorularla belirlenir. Sınavla öğrenci kabul eden okuldaki öğrencilerin hazırbulunuşluklarının yani akademik başarılarının daha yüksek olduğu kabul edilir. Her iki okul türünden de birer okul kura yöntemiyle belirlenmiştir. Belirlenen okullarda önceki fizik dersi notları dikkate alınarak ikişer sınıf seçilmiştir. Bu okullardan araştırma kapsamına alınan dokuzuncu sınıflardan bu çalışmanın konusuyla ilgili bölümüne tam katılım gösteren 41 ve 51 öğrenci vardır. Her iki okulda da bir sınıftaki öğrenciler KDM okurken diğer sınıftaki öğrenciler GAM okumuşlardır.

Araştırmaya katılan öğrenciler üç farklı başarı testinin uygulama öncesi ve sonrası sonucunda elde edilen erişim puanlarının ortalamalarına göre azalan sırada katmanlara ayrılmıştır. Odak grup erişim katmanlarına göre gönüllü öğrencilerden seçilmiştir. Ayrıntılı inceleme için odak grupta maksimum çeşitlilik örnekleme yapıldı. Çeşitlilik üst (01, 02, 07, 08, 13, 14, 19, 20), orta (03, 04, 09, 10, 15, 16, 21, 22) ve alt (05, 06, 11, 12, 17, 18, 23, 24) katmanlardan öğrencilerin seçilmesiyle sağlanmıştır. Odak grup toplamda 24 öğrenciden oluşmaktadır.

Veri Toplama Araçları ve Veri Analizi

Erişiyi ortaya çıkarabilmek için uygulama öncesi ve sonrasında üç başarı testi kullanılmıştır (Standart, Oryantiring ve Formula-1). Oryantiring ve Formula-1 testleri bağlam temelli sorulardan oluşmaktadır. Standart test ise idealize edilmiş sorulardan oluşmaktadır. Üç farklı testin kullanılma sebebi, farklı ölçme araçlarının farklı sonuçlar verebilmesi ihtimali (Akpınar ve Tan, 2011; Rennie ve Parker, 1998) ve aynı soruyu farklı bağlamlarda sormanın öğrenci cevaplarında farklılığa sebep olabilmesidir (Hestenes ve diğerleri, 1992; Mildenhall ve Williams, 2001). Bu durum kavramsal ekleme (Fensham, Gunstone ve White, 1994), rekabet (Maloney ve Siegler, 1993) ve profil (Mortimer, 1995) olarak adlandırılabilir. Aynı zamanda Newton'un Üçüncü Kanunuyla ilgili kavramlar da içinde bulundukları bağlama göre öğrenciler tarafından farklı şekilde yorumlanabilir (Bao ve diğerleri, 2002). Bu testlerin geçerlik ve güvenilirliği ilgili çalışmada açıklanmıştır (Akpınar ve Tan, 2011).

Her testte Newton'un Üçüncü Kanunuyla ilgili sadece bir soru vardır. Hedef kavram yanlışları dışındaki kazanımları da içeren sorulardan oluşan testlerin kullanılmasının sebebi, öğrencilerin ders sürecinde dikkatini özellikle hedef kavram yanlışlarına çekmemektir. İlgili sorular aşağıdadır:

Standart soru: K ve L sırasıyla 80 kg ve 60 kg kütleli iki kişidir. K, L'yi iterse, itme anı için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a) K ve L birbirine kuvvet uygulamaz.
- b) Yalnızca K, L'ye kuvvet uygular.
- c) K ve L birbirine kuvvet uygular. Ancak K, L'ye daha büyük kuvvet uygular.
- d) K ve L birbirine kuvvet uygular. Ancak L, K'ye daha büyük kuvvet uygular.
- e) K ve L birbirine eşit büyüklükte kuvvet uygular.

Oryantiring sorusu: Bir oryantiring yarışının başlama anında küçük bir çocuk aniden sporculara doğru koşmaya başlıyor. Bir sporcu çocuğu görmesine rağmen duramıyor ve çocuğa çarpıyor. Çarpma anı için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a) Sporcu ve çocuk birbirine kuvvet uygulamaz.

- b) Sporcu, çocuğa kuvvet uygular. Ancak bu sırada çocuk, sporcuya kuvvet uygulamaz.
- c) Sporcu ve çocuk birbirine kuvvet uygular. Ancak sporcu, çocuğa daha büyük bir kuvvet uygular.
- d) Sporcu ve çocuk birbirine kuvvet uygular. Ancak çocuk, sporcuya daha büyük bir kuvvet uygular.
- e) Sporcu ve çocuk birbirine eşit büyüklükte kuvvet uygular.

Formula-1 sorusu: Otomobil yarışlarında pist kenarlarına bariyer kurmak amacıyla otomobil lastikleri yerleştirilir. Bir F1 otomobili yarış anında kontrolden çıkarak bariyerlerdeki bir tekerleğe çarpıyor. Çarpma anı için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a) Otomobil ve tekerlek birbirine kuvvet uygulamaz.
- b) Yalnızca otomobil, tekerleğe kuvvet uygular.
- c) Otomobil ve tekerlek birbirine kuvvet uygular. Ancak otomobil, tekerleğe daha büyük bir kuvvet uygular.
- d) Otomobil ve tekerlek birbirine kuvvet uygular. Ancak tekerlek, otomobile daha büyük bir kuvvet uygular.
- e) Otomobil ve tekerlek birbirine eşit büyüklükte kuvvet uygular.

Hedef kavram yanılgısıyla ilgili tüm soruların doğru cevabı E seçeneğidir. Hedef kavram yanılgısı ise C seçeneğidir. Veriler konsantrasyon analiziyle incelenmiştir. Bu analiz için kodlama aralıkları, puan ve konsantrasyon formülleri Bao ve Redish (2001) tarafından önerilmiştir: Çoktan seçmeli sorulara verilen cevaplar sonucunda ortaya çıkan durum (puan-konsantrasyon) bir popüler ve doğru cevap (yüksek-yüksek), bir popüler ve yanlış cevap (düşük-yüksek/orta-yüksek), iki farklı yanlış cevap olasılığı. (düşük-orta), birinin doğru diğerinin yanlış olduğu iki popüler cevap (orta-orta) ve seçeneklere rastgele dağılan cevaplar (düşük-düşük) olarak sıralanabilir.

Odak grubu incelemek için öğrencilerin bu sorulara verdikleri cevaplar karşılaştırılmıştır. Ayrıca son testlerden sonra bu öğrencilerle bireysel görüşmeler yapılmıştır. Uygulama öncesi öğrencilerle görüşme yapılmamasının sebebi öğrencilerin

metinlere sıradan ders materyallerinden daha fazla dikkat etmelerine neden olmamaktır. Görüşme için bir simülasyon hazırlanmış ve uygunluğu konusunda iki fizik eğitimi uzmanına danışılmıştır. Simülasyonda bir kamyon ve bir araba vardır. Çalıştırma komutunu verdikten sonra kamyon ileri doğru hareket eder ve hareketsiz duran arabaya çarpar. Gerekirse arabanın ve kamyonun kütleleri değiştirilebilmektedir. Bu simülasyon öngör-gözlemle-açıkla yöntemine göre kullanılmıştır. Bu yöntemde öğrenciler bir olay sürecinde ya da sonucunda ne olduğunu öngörürler, sonra olayı gözlemlerler ve öngörülerini ile gözlemleri arasındaki farkı açıklarlar (White ve Gunstone, 1992). Tao ve Gunstone (1999) daha önceden bu yöntemi öğrencilerin kuvvet ve hareket konularındaki kavram yanlışlarını ortadan kaldırmada kullanmıştı. Öngörü aşaması, olayın sonuçlarının açıklanmasından önce geldiği için öğrencilerin, soruları yanıtlarken mevcut bilgilerini kullanmaları ve olayın olası sonuçlarını öngörmeleri ve bunlar hakkında yorum yapmaları gerekir (Bahar, 2003). Üç fizik eğitimi uzmanı yarı-yapılandırılmış görüşmenin çalışmanın amacına uygun olduğunu belirtmiştir. Kuvvet ve hareket ünitesini daha önceden işlemiş iki öğrenci ile deneme uygulaması gerçekleştirilmiştir. Odak grupla bireysel yüz yüze görüşmeler yapılmıştır. Görüşme esnasında bir kamyon duran bir arabaya çarptığı sırada kamyonun ve arabanın birbirine uyguladıkları kuvvetlerin karşılaştırılması istenmiştir. ‘Büyüklik açısından aralarındaki ilişki nedir?’ sorusuna cevap aranmıştır.

Elde edilen veriler doğru ve yanlış olarak iki gruba ayrılmıştır. Daha sonra her bir grup kendi içinde doğru olan, hedef kavram yanlışlığını içeren ve farklı bir kavram yanlışlığını içeren olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Fizik eğitimi uzmanlarından biri görüşme transkriptlerinin kodlamasını gözden geçirmiştir. Farklı bir uzman ise araştırmacılar tarafından hazırlanan tablodaki kategorileri ve alıntılarını incelemiştir. Bu uzman aynı zamanda araştırmacılar tarafından yapılan yorumları da incelemiştir.

Bulgular

Bulgular iki aşamada sunulmuştur. İlk aşamada öğrencilerin bulunduğu sınıflar bir bütün olarak ele alınmıştır. İkinci aşamada ise odak gruptaki öğrenciler ayrı ayrı incelenmiştir.

Hedef Kavram Yanlışlığına İlişkin Genel Durum

Son testlerde doğru seçeneği (E) işaretleme sıklığında okullar arasında belirgin bir farklılık olduğu görülmüştür. Bu nedenle üç farklı analiz yapılmıştır: genel bakış, sınavsız öğrenci kabul eden okul ve sınavla öğrenci kabul eden okul (Tablo 2).

Hepsi birlikte	KD M	4 6			Son	0	0	6	2	15	0	0.65	0.47	Yüksek
				Formula-1	Ön	0	6	15	1	0	1	0.00	0.52	Düşük-Yüksek
					Son	0	0	7	2	14	0	0.58	0.42	Orta-Orta
			Standart	Ön	0	7	32	1	0	6	0.00	0.67	Düşük-Yüksek	
				Son	0	0	25	3	14	4	0.33	0.43	Düşük-Orta	
			Oryantiring	Ön	0	1	33	2	1	9	0.03	0.81	Düşük-Yüksek	
				Son	1	0	15	2	25	3	0.58	0.42	Orta-Orta	
			Formula-1	Ön	1	2	31	3	2	7	0.05	0.64	Düşük-Yüksek	
				Son	0	1	19	6	19	1	0.42	0.30	Orta-Orta	
			Standart	Ön	1	8	27	4	1	5	0.02	0.45	Düşük-Orta	
				Son	0	2	23	4	12	5	0.29	0.35	Düşük-Orta	
			Oryantiring	Ön	1	1	28	8	1	7	0.03	0.54	Düşük-Yüksek	
				Son	4	0	13	3	18	8	0.47	0.30	Orta-Orta	
			Formula-1	Ön	0	7	23	7	1	8	0.03	0.38	Düşük-Orta	
				Son	2	2	13	7	19	3	0.44	0.21	Orta-Orta	

Genel bakış: E seçeneği ön testlerde sadece altı kez işaretlenmişti. Son testlerde KDM okuyan öğrenciler tarafından, GAM okuyan öğrencilere göre daha fazla işaretlenmiştir. C çoğunlukla ön testlerde oryantiring sorusunda ve son testlerde standart soruda tercih edilmiştir; E için bu tam tersiydi. Ön testlerde hedef kavram yanılgısı, C, genellikle popüler yanlış cevaptı (düşük-yüksek). GAM okuyan öğrenciler arasında D ve B seçenekleri de standart ve Formula-1 sorularında popülerdi. B, küçük kütleli cismin kuvvet uygulamadığı seçenektir. D ise küçük kütleli cismin büyük kütleli olana daha fazla kuvvet uyguladığı seçenektir. Son testlerde genellikle C ve E biri doğru biri yanlış olmak üzere iki popüler cevaptır (orta-orta). Standart soruda E seçeneğinin işaretlenme sıklığı genellikle C seçeneğini geçememektedir. Oryantiring ve Formula-1 sorularında durum tam tersidir.

Sınavsız öğrenci kabul eden okulda: GAM okuyan öğrencilerin ön testlerindeki üç sorusunda da iki popüler ve yanlış cevap vardı (düşük-orta): C ve D. KDM okuyan

öğrencilerde ise, C tek popüler ve yanlış cevaptı (düşük-yüksek). GAM okuyan öğrencilerin son testlerinde standart soruda C tek popüler ve yanlış cevaptır (düşük-yüksek); oryantiring sorusunda, A ve C iki popüler yanlış cevaptır (düşük-orta). A iki cismin birbirine kuvvet uygulamadığı durumudur. Formula-1 sorusunda, seçenekler rastgele dağılmıştır (düşük-düşük). KDM okuyan öğrenciler için, standart soruda C tek popüler ve yanlış cevaptır (düşük-yüksek). Oryantiring sorusunda, E ve C iki popüler cevaptır (orta-orta). Formula-1 sorusunda, C ve D iki popüler ve yanlış cevaptır.

Sınavla öğrenci kabul eden okulda: İki metin türünü okuyan öğrenciler için de ön testlerde C tek popüler ve yanlış cevaptı (düşük-yüksek). Son testlerde ise C ve E biri yanlış ve diğeri doğru olmak üzere iki popüler cevaptır (orta-orta).

Sınıflar bir bütün olarak incelendiğinde hem KDM hem de GAM sınıflarındaki öğrencilerin kütlenin etki-tepki kuvvetlerine etkisi ile ilgili sorulara verdikleri doğru cevap sayısında artış gözlenmiştir. Ancak bu artış her okul için ayrı ayrı incelendiğinde KDM ve GAM sınıfları arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Dolayısıyla iki metinden birinin diğerinden daha fazla bir etkiye sahip olduğu iddia edilemez. Diğer yandan, doğru cevap veren öğrenci sayısındaki artış, öğrencilerini sınavla kabul eden okulda öğrencilerini sınavsız kabul eden okuldaki daha fazladır. Ancak bu artışı metin türünün etkisi ile ilişkilendirmek mümkün değildir.

Ön testlerde her iki okuldaki öğrencilerin büyük çoğunluğu hedef kavram yanlışlığını içeren seçeneği işaretlemiştir. Ancak son testlerde sınavsız öğrenci kabul eden okuldaki öğrencilerin doğru cevaplarının sayısı artmıştır. Fakat bu artış fazla değildir ve bazı öğrenciler doğru cevaplar yerine çeldiricileri işaretlemişlerdir. Bu durum öğrencilerin kavram yanlışlarının farkına vardıklarını ancak doğru cevabı bulamadıklarını gösterir. Yine de bunun için yeterli delil yoktur. Öğrencilerini sınavla kabul eden okuldaki doğru cevapların sayısı da artmıştır ve bu artış diğer okuldaki daha fazladır. Bununla beraber yine bütün öğrenciler doğru cevabı seçmemiştir ve kavram yanlışlı cevapları seçmeye devam eden birçok öğrenci vardır. Ancak, öğrencilerini sınavla kabul eden okuldaki öğrencilerden gelen cevaplar çoğunlukla kavram yanlışlı seçenekten doğru seçeneğe değişmiştir.

Hedef Kavram Yanlışına İlişkin Odak Grubun Durumu

Odak gruptaki her öğrencinin çoktan seçmeli sorulara ve görüşme sorusuna verdikleri cevapları Tablo 3’de sunulmaktadır.

Tablo 3. Öğrencilerin Çoktan seçmeli Sorulara ve Görüşme Sorularına Yanıtları

Okul	Meti n	Öğrenci	Çoktan seçmeli sorular						Görüşme		
			Standart		Oryantirin g		Formula- 1				
			Ön	Son	Ön	Son	Ön	Son	Cevap	Açıklama	
Sınavsız öğrenci alan	KD	01	C	C	B	E	C	C	Doğru	Doğru	
		02	C	C	C	E	C	C	Doğru	Doğru	
		03	D	C	C	E	-	E	Doğru	Doğru	
		M	04	-	C	C	C	B	C	Yanlış	HKY-FKY
		05	C	C	-	E	D	D	Yanlış	FKY	
		06	C	C	C	C	-	D	Yanlış	HKY	
	GA	07	D	C	C	-	B	C	Yanlış	HKY-FKY	
		08	C	C	C	-	D	D	Yanlış	HKY	
		09	C	C	C	A	-	D	Yanlış	HKY-FKY	
		M	10	C	C	-	E	C	C	Yanlış	HKY
		11	B	B	C	-	D	B	Yanlış	HKY	
		12	C	D	-	C	C	D	Yanlış	HKY	
Sınavla öğrenci alan	KD	13	C	E	C	E	C	E	Doğru	Doğru	
		14	C	E	C	E	D	E	Yanlış	HKY	
		15	C	E	C	E	A	E	Doğru	Doğru	
		M	16	C	E	C	E	C	E	Doğru	Doğru
		17	C	E	C	E	C	E	Doğru	Doğru	
		18	B	C	C	C	C	C	Yanlış	HKY	
	GA	19	B	C	C	C	C	C	Yanlış	HKY	
		20	C	E	C	E	C	E	Doğru	Doğru	
		21	C	C	C	E	B	E	Doğru	Doğru	
		M	22	D	C	C	E	C	C	Doğru	Doğru
		23	C	D	C	D	C	D	Yanlış	HKY	
		24	-	C	C	C	-	C	Yanlış	HKY	

HKY: Hedef kavram yanlışlığı, FKY: Farklı kavram yanlışlığı

Ön testlerde E her iki okulda da herhangi bir soruda işaretlenmemiş yerine C, D ve B seçenekleri işaretlenmiştir. Son testlerde E seçeneği sırasıyla oryantiring, Formula-1 ve standart soruda işaretlenmiştir.

Genel bakış: Son testlerde 13 öğrenci (9 KDM – 4 GAM) en az bir soruda E seçeneğini işaretlemiştir. Görüşmede ise 10 öğrenci (7 KDM – 3 GAM) durumu doğru bir şekilde açıklamış ve 11 öğrencide (8 KDM – 3 GAM) hedef kavram yanlışlığı tespit edilmemiştir. Bu KDM lehinedir. Görüşme sorusunu doğru açıklayabilen öğrencilerin Ö20: *“Aynı olur. ...Kütlesiyle ilgisi yoktur.”* ve Ö13: *“Etki-tepki kuvvetleri... zıt yöndedir ama eşit büyüklükte dirler”*. gibi açıklamaları vardır. Kavram yanlışlığı açıklamalar ise Ö19: *“Kamyonun etki ettiği kuvvet daha fazla olacak çünkü kütle olarak daha fazla. ...”* ve Ö06: *“Kamyon arabaya daha fazla kuvvet uygulayacak, haliyle kütlesi daha büyük olduğu için...”* gibidir. Hedef kavram yanlışlığıyla birlikte (Ö04, 07, 09) ve ayrı olarak (Ö05) etki-tepki kuvvetlerinin cisimlerin hızına bağlı olduğuna dair farklı bir kavram yanlışlığı daha tespit edilmiştir. Bu öğrencilerin açıklamaları şu şekildedir: Ö09: *“...kamyon hızlı çarptığı için daha fazla kuvvet uygulayacak”* ve Ö05: *“Çünkü kamyon arabaya çarptığında biraz yavaş çarpabilir ama kamyon da direk böyle vurduğunda tepkisi ... büyük oluyor.”*

Sınavsız öğrenci alan okulda: Son testlerde beş öğrenci (4 KDM – 1 GAM) en az bir soruda E seçeneğini işaretlemiştir. Görüşmede üç öğrenci (3 KDM – 0 GAM) durumu doğru bir şekilde açıklamış ve dört öğrencide (4 KDM – 0 GAM) hedef kavram yanlışlığı tespit edilmemiştir. Bu KDM lehinedir. Görüşmede GAM okuyan öğrencilerin hepsi Ö12: *“Kamyonun kütlesi ne kadar büyük olursa, ... kamyon arabaya o kadar fazla etki eder.”*. örneğinde olduğu gibi hedef kavram yanlışlığı cevaplar vermiştir. KDM okuyan öğrencilerin ise ikisinde hedef kavram yanlışlığı tespit edilmiştir (Ö05,06).

Sınavla öğrenci alan okulda: Son testlerde sekiz öğrenci (5 KDM – 3 GAM) en az bir soruda E seçeneğini işaretlemiştir. Görüşmede yedi öğrenci (4 KDM – 3 GAM) durumu doğru bir şekilde açıklamıştır. Bu okuldaki sayıların yakınlığı nedeniyle KDM ya da GAM lehine sayılabilecek önemli bir farklılık yoktur. GAM okuyan üç öğrencide (Ö19,23,24) hedef kavram yanlışlığı saptanmıştır. Örneğin Ö23’ün açıklaması şöyleydi: *“...kütlesi büyük olan küçük olana daha fazla kuvvet uygular.”* KDM okuyan öğrencilerin dördü hedef kavram yanlışlığını içermeyen cevaplar verirken, Ö14’de hedef kavram yanlışlığı tespit edilmiştir. Ö14: *“...kamyon daha fazla kuvvet etki ettirir. ... Çünkü onun ağırlığı [kütlesi] daha fazla”*. Ö18 ise bütün sorularda C seçeneğini işaretlemiştir ve görüşmede verdiği

cevaplarda hedef kavram yanlışlığı tespit edilmiştir. Ö18: “Etki-tepki kuvvetinden dolayı kütlesi büyük olan daha fazla nedeniyle büyük kütleyle daha fazla [kuvvet uygular].”.

KDM ve GAM sınıflarından seçilen öğrencilerin maksimum çeşitlilik örnekleme yöntemiyle oluşturdukları odak grup tarafından son test ve görüşme sorularına verilen cevaplar incelendiğinde, sınavsız öğrenci kabul eden okulda GAM okuyan öğrencilerde KDM okuyan öğrencilere göre daha fazla kavram yanlışlığı bulunmuştur. Bu öğrencilerini sınavla kabul eden okulda KDM ya da GAM okumanın büyük bir fark yaratmadığını ancak sınavsız öğrenci kabul eden okulda bir farklılığa sebep olduğunu göstermektedir. İki okul arasındaki temel farkın merkezi bir sınavla belirlenmiş olan hazırbulunuşluk seviyesi olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

Konsantrasyon analizinde açıklanan duruma benzer olarak, son testlerde ve görüşmede, bazı öğrencilerde hedef kavram yanlışlığı tespit edilmiştir. Bu öğrenciler sınavsız öğrenci kabul eden okuldaki GAM okuyan altı öğrencinin hepsi ve sınavla öğrenci kabul eden okulda GAM okuyan üç öğrencidir. Her iki okulda da KDM okuyan öğrencilerden ikisinde hedef kavram yanlışlığı tespit edilmiştir.

Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada çoktan seçmeli üç soru ve simülasyon destekli görüşme ile bir temel araştırma sorusu ve bir de kendiliğinden gelişen araştırma sorusu irdelenmiştir. Bunlar KDM ve GAM’ın hedef kavram yanlışlığını ortadan kaldırmadaki etkisi (AS1) ve bu etkinin öğrencilerin hazırbulunuşluk seviyesine göre değişimidir (AS2). Kendiliğinden gelişen AS2’de öğrenci başarısına göre KDM ve GAM’ın etkinliği incelenirken Chambers ve Andre (1995)’nin çalışması dikkate alındığında cinsiyet ve ilgi de birer etkindir ve bunları göz önünde bulunduran farklı çalışmalar tasarlamak kullanışlı olabilirdi. Ancak cinsiyet ve ilgi bu çalışmanın kapsamında olmadığı için metinlerin etkinliği bu etkenler kapsamında incelenmemiştir.

Bu çalışmada kullanılan KDM ve GAM’ın araştırmacılar tarafından geliştirilmiş olması bir sınırlılık olarak görülmektedir. Ancak literatürde araştırmanın amacına uygun metinler yoktur. Aynı zamanda, araştırmacılar bu metinleri sadece kendi başlarına değil, birçok alan eğitimi uzmanının görüşlerini de alarak geliştirmişlerdir. Okuyuculara çalışmanın içeriğini görerek hakkında yorum yapma fırsatı sağlamak amacıyla iki metin de çalışma kapsamında sunulmuş ve geliştirme aşamaları ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Bu özelliği ile çalışma literatürdeki diğer çalışmalardan farklıdır. Bununla birlikte farklı

araştırmacılar tarafından geliştirilen metinler kullanılarak farklı sonuçlar elde edilebileceği de göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca öğrencilerin kavrayışının dinamik olduğu ve zaman içinde değişebileceği bilinmektedir. Bu çalışmada bulunan sonucun süreklilik arz edip etmeyeceğini bilmek mümkün değildir. Bütün bu sınırlamaları kabul ederek, araştırma soruları aşağıdaki gibi cevaplanabilir:

Bu çalışmada hedef kavram yanılgısı iki cisim çarpıştığında büyük kütleli olanın diğerine daha fazla kuvvet uygulamasıdır. Maalesef çalışmanın sonunda öğrencilerin çoğunda bu kavram yanılgısı varlığını korumuştur. Bu durumun nedeni, bireysel farklılıklara ve farklı bireyler için kavram yanılgılarının kalıcılığının kişiden kişi ve yanılgıların kişinin deneyimlerine dayalı olarak yıllar içinde gelişmesi nedeniyle son derece dirençli olmaları olabilir (Chambers ve Andre, 1995; Suping, 2003, Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Ayrıca, bu çalışmada hazırlanan metinler, çalışma grubundaki tüm öğrenci profilleri için uygun olmayabilir. Ayrıca, farklı öğrencilerdeki kavram yanılgılarının giderilebilmesinde farklı stratejiler yardımcı olabilir (Gülçiçek, 2009). Bunların yanı sıra Chambers ve Andre (1995) KDM ve GAM'ın öğrenci başarısına etkisini karşılaştırırken cinsiyet ve ilginin de sonuçları etkileyen faktörler olabileceğini belirtmiştir. Ancak cinsiyet ve ilgi bu çalışmanın kapsamında değildir. Bu bağlamda Palmer ve Flanagan (1997) da 15-16 yaşlarındaki öğrencilerin 'hareket kuvvet gerektirir' yanılgısı hakkındaki metinleri okuduktan sonra sadece %44'ünün bu yanılgıyı düzelttiğini bulmuştur. Ayrıca, konsantrasyon analizi hakkındaki tartışmada da belirtildiği gibi, literatürde ne GAM'ın ne de KDM'nin kavram yanılgılarının üstesinden gelmede etkili olmadığını belirten çalışmalar vardır (Wang ve Andre, 1991; Chambers ve Andre, 1991, 1997; Baser ve Geban, 2007a; Demir, 2010; Dilber ve diğerleri, 2009; Akgül, 2010).

Bununla birlikte KDM'nin GAM'dan daha etkili olduğu ancak bu etkinin tüm öğrencilere genelleştirilemeyeceği bulunmuştur. Çünkü KDM lehindeki farkın sınavsız öğrenci kabul eden okuldan kaynaklandığı bulunmuştur. Ancak sınavla öğrenci kabul eden okulda KDM ya da GAM lehine bir farklılık yoktur. Böylece KDM'nin hazırbulunuşlukları düşük öğrencilerde GAM'dan daha etkili olduğu; bununla beraber hazırbulunuşlukları yüksek öğrencilerde metinlerin etkinliği arasında bir farklılık görülmediği ortaya çıkmıştır. Literatürdeki bazı çalışmalar GAM'ın öğrenci başarısını sağlamada başarısız olduğunu belirtmektedir (Chambers ve Andre, 1991, 1997; Wang ve Andre, 1991; Baser ve Geban, 2007a; Akgül, 2010; Demir, 2010). Ancak bu çalışmada her iki okul türünde de GAM'ın

başarısızlığını ima eden kesin bir sonuç yoktur. Nitekim Chambers ve Andre (1995) de GAM'ın KDM'den daha başarılı olabileceği durumlardan bahsetmişlerdir.

Araştırma sürecine farklı bir açıdan bakıldığında ise, odak gruptaki öğrencilerin cevapları ayrıntılı olarak incelendiğinde oryantiringle ilgili soruya verdikleri cevap ile görüşme sorusuna verdikleri cevaplar genel olarak tutarlı bulunmuştur. Standart ve Formula-1 ile ilgili sorularda aynı durumla daha az karşılaşmıştır. Dolayısıyla mevcut çalışmanın amacından bağımsız olarak, farklı bağlamlarda veri toplama araçlarıyla değerlendirilen öğrencilerin başarıları arasında ortaya çıkabilecek farklılıkların veri toplama araçlarının özelliklerinden kaynaklanabileceği söylenebilir. Bu sonuç Kaiser, Jonides ve Alexander (1986) ile Heller, Keith ve Anderson (1992)'ın çalışmalarıyla benzerdir. Bu nedenle, idealize edilmiş soruları olan ölçme araçları ve bağlam temelli soruları olan ölçme araçları kullanılarak farklı ölçümlere ulaşılabileceğini belirtmekte yarar vardır.

Öneriler

Literatürde KDM, fizik yanılgılarının giderilmesinde etkili bir materyal gibi görülmesine rağmen bütün sonuçlar birlikte incelendiğinde GAM'ın da benzer etkiler ortaya çıkarabileceği görülmektedir. Bunda öğrenci gruplarının hazırbulunuşlukları önemlidir. Bu çalışmada merkezi yerleştirilme sınavıyla öğrenci kabul eden okullara yerleşemeyen öğrencilerin kabul edildiği bir okuldaki öğrenci grubunda KDM, GAM'dan daha etkili bulunmuştur. Çalışmanın literatüre katkısı ise iki farklı metin türünün farklı hazırbulunuşluklardaki öğrenci gruplarındaki etkisini ortaya koymaktır. Bu bilgi öğretmenlere çeşitli metinler arasında seçim yapma konusunda fikir verebilir ve aynı zamanda araştırmacılara da kavram yanılgılarının üstesinden gelmek için geliştirdikleri çeşitli metinler hakkında öngörude bulunmak için veri sağlayabilir.

Etik Kurul İzin Bilgisi: *Bu çalışma birinci araştırmacının ikinci araştırmacı danışmanlığında hazırlamış olduğu bir tez çalışmasına dayanarak hazırlanmıştır. Giresun Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu tarafından da incelenmiş ve 11/05/2020 tarihli 2020-3/3 sayılı kararlar etik açıdan uygun olarak hazırlandığına karar verilmiştir.*

Kaynakça

- Akpınar, M., & Tan, M. (2011). Context based multiple choice tests for measuring students' achievement. In Z. Kaya, & U. Demiray (Eds.), *2nd International Conference on New Trends in Education and Their Implications Papers*, Antalya (pp. 1239-1242). Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Atasoy, Ş. ve Akdeniz, A. R. (2005, Eylül). *Newton'un hareket kanunları ile ilgili öğretmen adaylarının sahip oldukları kavram yanlışları*. XIV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresinde sunulan bildiri, Denizli, Türkiye.
- Ateşman, E. (1997). Türkçede okunabilirliğin ölçülmesi. *Dil Dergisi*, 58, 71-74.
- Bahar, M. (2003). Misconceptions in biology education and conceptual change strategies. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 3(1), 55-64.
- Bao, L., & Redish, F. (2001). Concentration analysis: A quantitative assessment of students states. *American Journal of Physics*, 69(7), 45-53.
- Bao, L., Hogg, K., & Zollman, D. (2002). Model analysis of fine structures of student models: an example with Newton's third law. *American Journal of Physics*, 70(7), 766-778.
- Baser, M., & Geban, Ö. (2007a). Effectiveness of conceptual change instruction on understanding of heat and temperature concepts. *Research in Science and Technological Education*, 25(1), 115-133.
- Başer, M., & Geban, Ö. (2007b). Effect of instruction based on conceptual change activities on students' understanding of static electricity concepts. *Research in Science and Technological Education*, 25(2), 243-267.
- Bayraktar, S. (2009). Misconceptions of Turkish pre-service teachers about force and motion. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(2), 273-291.
- Beerenwinkel, A., Parchmann, I., & Gräsel, C. (2010). Conceptual change texts in chemistry teaching: a study on the particle model of matter. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(5), 1235-1259.
- Brown, D. E., & Clement, J. (1987). Overcoming misconceptions in mechanics: A comparison of two example-based teaching strategies. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, 2-35.
- Bryce, T., & MacMillan, K. (2005). Encouraging conceptual change: The use of bridging analogies in the teaching of action-reaction forces and the 'at rest' condition in physics. *International Journal of Science Education*, 27(6), 737-763.

- Çalik, M., Okur, M., & Taylor, N. (2011). A comparison of different conceptual change pedagogies employed within the topic of “sound propagation”. *Journal of Science Education and Technology*, 20, 729-742.
- Camp, C. W., & Clement, J. (1994). *Preconceptions in mechanics: Lessons dealing with students' conceptual difficulties*. Dubuque, Iowa: Kendall/Hunt.
- Chambers, S. K., & Andre, T. (1995). Are conceptual change approaches to learning science effective for everyone? gender, prior subject, matter interest, and learning about electricity. *Contemporary Educational Psychology*, 20, 377-391.
- Chambers, S. K., & Andre, T. (1997). Gender, prior knowledge, interest, and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 107–123.
- Cil, E., & Cepni, S. (2012). The effectiveness of the conceptual change approach, explicit reflective approach, and course book by the ministry of education on the views of the nature of science and conceptual change in light unit. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 12(2), 1107-1113.
- Clement, J. J. (1998). Expert novice similarities and instruction using analogies. *International Journal of Science Education*, 20(10), 1271-1286.
- Dilber, R., Karaman, I., & Duzgun, B. (2009). High school students' understanding of projectile motion concepts. *Educational Research and Evaluation*, 15(3), 203–222.
- Durmuş, J., & Bayraktar, Ş. (2010). Effects of conceptual change texts and laboratory experiments on fourth grade students' understanding of matter and change concepts. *Journal of Science Education Technology*, 19, 498–504.
- Etkina, E. (2010). Pedagogical content knowledge and preparation of high school physics teachers. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 6, 020110-1-26.
- Fast, G. R. (1997). Using analogies to overcome student teachers' probability misconceptions. *The Journal of Mathematical Behaviour*, 16(4), 325-344.
- Fensham, P. J., Gunstone, R. F., & White, R. T. (1994). *The content of science: A constructivist approach to its teaching and learning*. London: The Falmer Press.
- Finegold, M., & Gorsky, P. (1988). Learning about forces: Simulating the outcomes of pupils' misconceptions. *Instructional Science*, 17, 251-261.
- Hellingman, C. (1992). Newton's third law revisited. *Physics Education*, 27(2), 112-115.
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The Physics Teacher*, 30(3), 141-158.

- Hewson, P. W., & Hewson, M. G. B. (1984). The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction. *Instructional Science*, 13(1), 1-13.
- İpek, H., & Çalık, M. (2008). Combining different conceptual change methods within four-step constructivist teaching model: A sample teaching of series and parallel circuits. *International Journal of Environmental and Science Education*, 3(3), 143-153.
- Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2003). Investigating Greek students' ideas about forces and motion. *Research in Science Education*, 33(3), 375-392.
- Kara, İ. (2007). Revelation of general knowledge and misconceptions about Newton's laws of motion by drawing method. *World Applied Sciences Journal*, 2, 770-778.
- Kariotoglou, P., Spyrtou, A., & Tselfes, V. (2009). How student teachers understand distance force interactions in different contexts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(5), 851-873.
- Klammer, J. (1998). *An overview of techniques for identifying, acknowledging and overcoming alternate conceptions in physics education*. Klingenstein Project Paper, Teachers College, Columbia University.
- Maloney, D. P. (1984). Rule-governed approaches to physics-Newton's third law. *Physics Education*, 19(1), 37-42.
- Maloney, D. P., & Siegler, R. S. (1993). Conceptual competition in physics learning. *International Journal of Science Education*, 15(3), 283-295.
- Maries, A., & Singh, C. (2016). Teaching assistants' performance at identifying common introductory student difficulties in mechanics revealed by the force concept inventory. *Physical Review-Physics Education Research*, 12(1), 010131-1-26.
- Mildenhall, P. T., & Williams, J. S. (2001). Instability in students' use of intuitive and Newtonian models to predict motion: The critical effect of the parameters involved. *International Journal of Science Education*, 23(6), 643-660
- Montanero, M., Perez, A. L., & Suero, M. I. (1995). A survey of students' understanding of colliding bodies. *Physics Education*, 30(5), 277.
- Mortimer, E. F. (1995). Conceptual change or conceptual profile change? *Science and Education*, 4(3), 267-285.
- Özkan, G., & Selçuk, G. S. (2013). The use of conceptual change texts as class material in the teaching of "sound" in physics. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 14(1), 1-22.

- Özkan, G., & Selcuk, G. S. (2015). The effectiveness of conceptual change texts and context-based learning on students' conceptual achievement. *Journal of Baltic Science Education*, 14(6), 753-763.
- Özkan, G., & Selcuk, G. S. (2016). Facilitating conceptual change in students' understanding of concepts related to pressure. *European Journal of Physics*, 37(5), 1-20.
- Palmer, D. H. (2001). Investigating the relationship between students' multiple conceptions of action and reaction in cases of static equilibrium. *Research in Science & Technological Education*, 19(2), 193-204.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
- Qian, G., & Alvermann, D. (1995). Role of epistemological beliefs and learned helplessness in secondary school students' learning science concepts from text. *Journal of Educational Psychology*, 87(2), 282-292.
- Rennie, L. J., & Parker, L. H. (1998). Equitable measurement of achievement in physics: High school students' responses to assessment tasks in different formats and contexts. *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 4, 113-127.
- Roth, K. J. (1985, April). *Conceptual change learning and students' processing of science text*. Paper presented at Annual Meeting of the American Education Research Association, Chicago.
- Sadanand, N., & Kess, J. (1990). Concepts in force and motion. *The Physics Teacher*, 28(8), 530-533.
- Şahin, Ç., İpek, H., & Çepni, S. (2010). Computer supported conceptual change text: Fluid pressure. *Procedia Social and Behavioural Sciences*, 2, 922-927.
- Sari, B. P., Feranie, S., & Winarno, N. (2017). The use of conceptual change text toward students' argumentation skills in learning sound. *Journal of Physics: Conference Series*, 895(1), 1-5.
- Savinainen, A., & Scott, P. (2002). Using the force concept inventory to monitor student learning and to plan teaching. *Physics Education*, 37(1), 53-58.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.

- Spyrtou, A., Hatzikraniotis, E., & Kariotoglou, P. (2009). Educational software for improving learning aspects of Newton's third law for student teachers. *Education and Information Technologies*, 14(2), 163-187.
- Tao, P. K., & Gunstone, R. F. (1999). The process of conceptual change in force and motion during computer-supported physics instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 859-882
- Taşlıdere, E., & Eryılmaz, A. (2009). Alternative to traditional physics instruction: Effectiveness of conceptual physics approach. *Eurasian Journal of Educational Research*, 35, 109-128.
- Wang, T., & Andre, T. (1991). Conceptual change text versus traditional text and application questions versus no questions in learning electricity. *Contemporary Educational Psychology*, 16(2), 103-116.
- White, R., & Gunstone, R. (1992). *Probing Understanding*. London: The Falmer Press.
- Yılmaz, S., Eryılmaz, A., & Geban, Ö. (2006). Assessing the impact of bridging analogies in mechanics. *School Science and Mathematics*, 106(6), 220-230.
- Yip, D. Y., Chung, C. M., & Mak, S. Y. (1998). The subject matter knowledge in physics related topics of Hong Kong junior secondary science teachers. *Journal of science Education and Technology*, 7(4), 319-328.
- Yılmaz, S., & Eryılmaz, A. (2009). The development of anchoring analogy diagnostic test. *Hacettepe University Journal of Education*, 37, 243-256.
- Young, H. D., & Freedman, R. A. (2012). *Sears and Zemansky's University Physics with Modern Physics* (13th edition), Addison-Wesley: Pearson.
- Yürük, N., & Eroğlu, P. (2016). The effect of conceptual change texts enriched with metaconceptual processes on preservice science teachers' conceptual understanding of heat and temperature. *Journal of Baltic Science Education*, 15(6), 693-705.
- Zhou, S., Wang, Y., & Zhang, C. (2016). Pre-service science teachers' PCK: Inconsistency of pre-service teachers' predictions and student learning difficulties in Newton's third law. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(3), 373-385.
- Zhou, S., Zhang, C., & Xiao, H. (2015). Students' understanding on Newton's third law in identifying the reaction force in gravity interactions. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(3), 589-599.