

Kapucu, S. (2016). Sınıf öğretmeni adaylarının iki boyutta vektörlerde toplama ve çıkarma sorularını çözerken yaptıkları hatalar. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(3),864-883.

Geliş Tarihi: 15/03/2016

Kabul Tarihi: 18/10/2016

SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ İKİ BOYUTTA VEKTÖRLERDE TOPLAMA VE ÇIKARMA SORULARINI ÇÖZERKEN YAPTIKLARI HATALAR

Serkan KAPUCU*

ÖZ

Bu çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının iki boyutta vektörlerde toplama ve çıkarma sorularını çözerken yapmış oldukları hatalar tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının bu soruları çözerken kullanmış oldukları yöntemlerde belirlenmiştir. Çalışmaya 120 sınıf öğretmeni adayı katılmıştır. Bunlardan 43'ü erkek 77'si kızdır. Bu çalışmada tarama araştırması düşünülerek veriler toplanmıştır. Katılımcılara araştırmacı tarafından geliştirilen öğretmen adaylarının iki boyutta vektörlerde toplama ve çıkarma konusundaki bilgilerini ölçen bir başarı testi dağıtılmıştır. Bu testte öğretmen adaylarına 4 soru sorulmuştur ve bu soruların cevaplarına göre öğretmen adaylarının iki boyutta vektörlerde toplama ve çıkarma sorularını çözerken yapmış oldukları hatalar belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının çoğunlukla yapmış oldukları hatalar; bileşke vektörün bulunup büyüklüğünün hesaplanmaması, bileşke vektörün koordinatlarının bulunup kendisinin çizilmemesi, vektörün bir skalerle yanlış çarpılması, vektörün başka bir yere aynı büyüklükte ya da yönde taşınmaması ve vektörün dik bileşenlerinin yanlış belirlenmesidir.

Anahtar Kelimeler: Fizik eğitimi, hatalar, sınıf öğretmeni adayları, vektörler

THE MISTAKES THAT PRE-SERVICE PRIMARY SCHOOL TEACHERS MAKE WHILE SOLVING THE QUESTIONS OF THE ADDITION AND SUBTRACTION OF THE VECTORS IN TWO DIMENSIONS

ABSTRACT

In this study, the mistakes that pre-service primary school teachers make while solving the questions about the addition and subtraction of the vectors in two dimensions were identified. In addition, the methods that the pre-service teachers used while solving these questions were elicited. 120 pre-service primary school teachers participated in this study. Of these 43 were males and 77 were females. Considering the survey research, the data was collected in this study. The achievement test that was prepared by the researcher to measure the pre-service teachers' knowledge about the addition and subtraction of the vectors in two dimensions was distributed. In this test, four questions were asked to the pre-service teachers and the mistakes that they made in the addition and subtraction of the vectors in two dimensions were elicited based on their answers to these questions. The mistakes that the pre-service teachers made were as follows; finding the resultant vector but not calculating its magnitude, finding the coordinates of the resultant vector but not drawing it, multiplying the vector with scalar wrong, not carrying the vector to another area with same magnitude and direction, and determining the components of the vector wrong.

Key Words: Physics education, mistakes, pre-service primary school teachers, vectors

* Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, serkankapucu@yahoo.com

1.GİRİŞ

Öğrencilere erken yaşlarda verilen nitelikli fen eğitimi onların ileriki sınıflarda fene karşı olumlu tutumlara sahip olmasına yardımcı olabilir (Osborne, Simon ve Tytler, 2009). Ayrıca yine bu erken yaşlarda öğrencilere kazandırılan bazı bilimsel süreç becerileri de öğrencilerin bilim okuryazarlığı seviyelerinin gelişimine ciddi katkılar sağlayabilir (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1993). Bu yüzden öğrencilerin erken yaş dönemlerinde fen derslerine giren öğretmenler ayrı bir öneme sahiptirler (Osborne ve diğerleri, 2009). Onların yeterli seviyedeki pedagojik alan bilgileri öğrencilerin bilgi ve becerilerinin gelişimini olumlu yönde etkileyebilir (Johnston ve Ahtee, 2006). Türkiye’de okul öncesi eğitiminden sonra öğrencilerin ilk karşılaştıkları öğretmenlerden birisi sınıf öğretmenleridir. Sınıf öğretmenleri adaylarını diğer öğretmen adaylarından ayıran en önemli özelliği onların üniversitelerde çok çeşitli dersler alıyor olması olabilir. Sınıf öğretmeni adayları resim, müzik, fizik, kimya, tarih, coğrafya ve matematik gibi farklı alanlardan dersler almaktadırlar (Yükseköğretim Kurulu [YÖK], 1998). Bu yüzden sınıf öğretmeni adaylarının çok yönlü bir şekilde eğitim aldıkları düşünülebilir.

Sınıf öğretmeni adaylarının zorunlu olarak aldıkları derslerden birisi Genel Fizik dersidir (YÖK, 1998). Fizik dersinin genel olarak sınıf öğretmeni adayları tarafından çok da sevildiği söylenemez (Johnston ve Ahtee, 2006; Kapucu, 2014). Fizik dersi çoğunlukla öğrenciler tarafından da zor bir ders olarak algılanmaktadır (Angell, Guttersrud, Henriksen ve Isnes, 2004). Fakat her konunun algılanan zorluk seviyesi farklı olabilir (Şahin ve Yağbasan, 2012). Örneğin fizik öğretmeni adayları için en zor olarak algılanan fizik konuları elektromanyetik dalgalar, Gauss yasası ve indüktans gibi konular iken kolay olarak algılanan konular ise fizik ve ölçme, tek ve iki boyutta hareket, hareket kanunları ve vektörler olarak karşımıza çıkmaktadır (Şahin ve Yağbasan, 2012). Aslında kolay olarak algılanan bazı konular örneğin vektörler ve hareket gibi öğrencilere küçük yaşlardan itibaren ilkökul, ortaokul, lise ve üniversite yıllarında da anlatılmaktadır. Ortaokul ve lise öğretim programları (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013a, 2013b) ile sınıf öğretmenliği ders içeriklerinde (YÖK, 1998) bu konular belirtilmiştir. Bu anlamda fizik dersinin en temel konularından birisinin vektörler konusu olduğu söylenebilir (Aguirre, 1988; Knight, 1995). Sınıf öğretmenlerinin küçük yaş gruplarındaki öğrencilerle olan yakın ilişkisi ve vektörler konusunun fizik dersinin en temel konularından biri olduğu düşünüldüğünde, sınıf öğretmeni adaylarının fizik dersinde özellikle vektörler konusunda başarılı olmalarını beklemek yerinde olacaktır. Fakat sınıf öğretmeni adayları vektörler konusunda başarılı olmakta bazı sıkıntılar yaşıyor olabilirler. Özellikle bazı vektör sorularını çözerken ciddi hatalar yapabilirler. Bu çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının iki boyutta vektörlerde toplama ve çıkarma sorularını çözerken yapmış oldukları hataların tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Vektörler konusu ile ilgili yapılan çalışmalar alanyazında genel olarak iki bölüme ayrılabilir. Bazı araştırmacılar (Borniol ve Zavalá, 2009; Küçüközer, 2009; Wutchana ve Emarat, 2011) öğrencilerin vektörler konusunda sahip oldukları önkavramları ya da zorlukları belirlemeye çalışırken bazı araştırmacılar (Cataloglu, 2006; Sezgin Selçuk, Karabey ve Çalışkan, 2011) ise deneysel çalışmalar yaparak öğrencilerin vektörler konusundaki başarılarını tespit etmişlerdir.

Öğrencilerle vektörler konusu ile ilgili yapılan ilk çalışmaların bir kısmı Knight (1995) ile Nguyen ve Meltzer (2003) tarafından yapılmıştır. Knight (1995) üniversite öğrencileri

ile onların vektör bilgisi üzerine yapmış olduğu çalışmada öğrencilerin bileşke vektörün büyüklüğünü bulmada ve bileşke vektörün yönünü belirlemede zorlandıklarını bulmuştur. Nguyen ve Meltzer (2003) ise üniversite öğrencilerinin özellikle iki boyutta verilen vektörlerin toplanmasında sıkıntı yaşadıklarını bulmuştur. Örneğin bazı öğrenciler vektörlerin büyüklerinin sadece onlar birbirleriyle aynı yönde ya da zıt yönde paralel olduklarında eşit olduklarını düşünmüşler, uç uca eklemeye vektörlerin kuyruklarını ya da başlarını birbirlerine birleştirmişler ve paralel kenar yönteminde vektörlerin kuyruklarını birleştirmemişlerdir (Nguyen ve Meltzer, 2003).

Son zamanlarda yapılan çalışmalar da (örn. Barniol ve Zavala, 2014; Wutchana ve Emarat, 2011) Knight (1995) ile Nguyen ve Meltzer (2003)'in bulgularını destekler niteliktedir. Wutchana ve Emarat (2011) 10. sınıf öğrencilerinin bir boyutta ve iki boyutta vektörlerin toplanmasındaki anlayışlarını araştırmaya çalışmışlardır. Öğrencilerin çok az bir kısmının vektörlerin toplanmasında başarılı olduklarını bulmuşlardır. Öğrencilerin bileşke vektörün yönünü çizemediklerini, yanlış çizdiklerini ve vektörleri uç uca yanlış eklediklerini tespit etmişlerdir. Benzer bir çalışmada Küçüközer (2009) sınıf öğretmeni adaylarının çoğunun vektörün yönünü ve doğrultusunu doğru belirlemediklerini gözlemlemiştir. Ayrıca bazı öğrencilerin vektörleri uç uca doğru eklemelerine rağmen bileşke vektörün yönünü yanlış çizdiklerini, vektörlerin baş ve kuyruk kısımlarını birleştirmek yerine başlarını birleştiklerini ve vektörün tersini bulmada zorluk yaşadıklarını tespit etmiştir. Bu iki çalışmadan daha geniş kapsamlı bir çalışma ise Barniol ve Zavala (2014) tarafından üniversite öğrencileri ile birlikte yapılmıştır. Bu çalışmada üniversite öğrencilerine yönelik çoktan seçmeli bir vektör kavram testi oluşturulmaya çalışılmıştır. Wutchana ve Emarat (2011) ile Küçüközer (2009)'in sonuçlarına benzer sonuçların yanında Barniol ve Zavala (2014) öğrencilerin daha çok birim vektör gösterimi ile yazılan vektörlerin nokta çarpımının hesaplanmasında, nokta çarpımın izdüşüm olarak geometrik yorumunda ve dik vektör olarak çarpımın geometrik yorumunda yanlış cevap verdiklerini bulmuşlardır. Bunların yanında, Barniol ve Zavala (2009) üniversite öğrencilerinin vektörlerin yönü hakkındaki genel önkavramlarını bulmaya çalışmışlardır. Öğrencilerin bir kısmı birim çemberde aynı bölgede olan vektörlerin yönlerinin aynı olacağını düşünmüşlerdir ve doğrultu ile yön kavramını karıştırmışlardır. Barniol ve Zavala (2012) üniversite öğrencilerinin birim vektörler ve bir vektörün skaler çarpımında karşılaştıkları zorlukları da test etmeye çalışmışlardır. Öğrencilerin vektörün büyüklüğünü bulmada ve vektörlerin çarpımında sorunlar yaşadığını tespit etmişlerdir. Küçüközer (2009)'in sonucuna benzer bir şekilde Barniol ve Zavala (2012) öğrencilerin bir vektörü negatifi ile çarpımda sıkıntı yaşadıklarını da bulmuşlardır.

Aguirre (1988) ile Shaffer ve McDermott (2005) öğrencilerin vektör bilgilerini daha çok bazı kavramlar üzerinden örneğin hız ve ivme gibi bulmaya çalışmışlardır. Aguirre (1988) 10. sınıf öğrencilerinin vektörlerin özellikleri konusu ile ilgili önkavramlarını belirlemeye çalışmıştır. Kendisi bu özellikleri üstü kapalı ya da örtülü olarak tanımlamıştır. Örneğin örtülü bazı vektör özellikleri şunlardır; “hızın büyüklüğü gözlemci çerçevesinde bulunmakta olan gözlemciye bağlıdır” ve “hareketli bir nesne tarafından takip edilen bir yol gözlemcinin bulunduğu gözlemci çerçevesine bağlıdır” (Aguirre, 1988, s. 213). Aguirre (1988) bu çalışmasında bazı öğrencilerin hızın ve izlenen yolun herhangi bir gözlemci çerçevesinden bağımsız olduğunu ve hız vektörünün bir bileşenin aynı vektörün diğer bileşeninden sonra, onunla etkileşime girmeden hareket ettiğini yani onların sırasıyla hareket ettiği gibi ön kavramlara sahip olduklarını

bulmuştur. Bu anlamda kendisi öğretmenleri öğrencilerin bu tarzdaki ön kavramları hakkında dikkatli olmaları gerektiği konusunda uyarmıştır. Shaffer ve McDermott (2005) üniversite öğrencilerinin hız ve ivmeye tek ve iki boyuttaki vektörler olarak nasıl baktıklarını tespit etmeye çalışmışlardır. Öğrencilerin çoğunun hareket halindeki varlıkların hız ve ivme vektörlerini çizmede ciddi sıkıntılarla karşılaştıklarını bulmuşlardır.

Bazı çalışmalarda (Cataloglu, 2006; Sezgin Selçuk ve diğerleri, 2011) deneysel yöntemler kullanılarak öğrencilerin vektörleri daha iyi öğrenmeleri amaçlanmıştır. Cataloglu (2006)'nun çalışmasında kontrol ve deney grupları oluşturularak octaive ve Java programları yardımı ile üniversite öğrencilerine vektörler konusu anlatılmıştır. Sonuçta deney grubunda octaive ve Java programları yardımı ile vektörleri öğrenen öğrencilerin kontrol grubundaki geleneksel yöntemle öğrenen öğrencilerden daha başarılı olduklarını bulmuştur. Cataloglu (2006)'nun çalışmasına benzer bir şekilde Sezgin Selçuk ve diğerleri (2011) deney grubundaki (probleme dayalı öğrenme) öğrencilerin kontrol grubundakilere (geleneksel öğrenme) göre vektörler konusunda daha başarılı olduğunu tespit etmişlerdir.

Flores, Kanim ve Kautz (2004) ise üç farklı öğretime maruz kalan öğrencilerin vektörlerde toplama ve çıkarma konusundaki başarılarını kıyaslamaya çalışmışlardır. Birinci öğretim geleneksel öğretim yöntemi olup öğrencilere her hangi bir problem çözüme saati verilmemiş ve ders saati ile laboratuvar saati birbirinden ayrı olarak düzenlenmiştir. Öğrenciler haftada 150 dakikalık bir derse girmişlerdir. Diğerinde ise görmüş oldukları 150 dakikalık derse ek olarak öğrenciler gruplar oluşturularak bazı çalışma kâğıtları üzerinden vektörleri kavramsal olarak öğrenmeye çalışmışlardır. Sonucunda ise vektörler konusunun öğrenme sırasında değişiklik yapılmış, kavramsal öğrenmeye vurgu yapılmış ve öğrencilere ödevler verilmiştir. Sonuçta vektörlerin toplanması ve çıkarılması ile ilgili olarak ikinci ve üçüncü gruptaki öğrenciler birinci gruptaki öğrencilerden daha başarılı olmuşlardır. Ayrıca, Wutchana, Bunrangsri ve Emarat (2015) öğrencilerin tek ve iki boyutta vektörlerin toplanması konusunda yapmış oldukları hataları göz önünde bulundurarak onların o konuları daha iyi öğrenebilmeleri için bir çalışma kâğıdı hazırlamışlardır. Hazırlanmış oldukları bu çalışma kâğıdının öğrencilerin vektörlerin tek ve iki boyutta toplanması konusunda başarılarını ciddi anlamda arttırdığını bulmuşlardır.

1.1. Araştırmanın Önemi

Bu çalışmanın sınıf öğretmeni adayları ile yapılıyor olması fen bilgisi eğitimi ile ilgili karşılaşılan bazı sorunlara erken müdahale edilmesine yardımcı olabilir. Sınıf öğretmenlerinin küçük yaş grubundaki öğrencilerin fen bilgisini öğrenmesinde etkin rol aldığı düşünüldüğünde (Johnston ve Ahtee, 2006) onların bazı temel fen konularında başarılı olmaları beklenebilir. Özellikle bazı konularda derinlemesine bilgi sahibi olmaları onların öğrencilerine bilgiyi keşfettirmelerinde daha fazla yardımcı olabilir. Bu bilgilerin en iyi öğrenilebileceği ortamın üniversiteler olduğu düşünüldüğünde sınıf öğretmeni adaylarına verilen fen eğitimi daha da fazla önem kazanmaktadır. Sınıf öğretmeni adaylarının almış oldukları fen derslerinden biri olan Genel Fizik dersinin en temel konularından birisinin vektörler olduğu söylenebilir. Bu yüzden vektörler konusunda başarılı olan birisinin ileriki seviyelerde öğreneceği konuları daha iyi anlayabileceği düşünülebilir (Knight, 1995). Fakat sınıf öğretmeni adayları vektörlerle

ilgili soruları çözerken bazı hatalar yapabilirler (Küçüközer, 2009). Her ne kadar genel anlamda öğrencilerin vektör sorularının çözümünde yapmış oldukları bazı hatalar belirlenmiş olsa da (örn. Barniol ve Zavala, 2014; Küçüközer, 2009; Wutchana ve Emarat, 2011), alanyazında sınıf öğretmeni adaylarının vektör sorularını çözerken yapmış oldukları hatalar hakkında yapılan çalışma sayısı çok azdır. Küçüközer (2009) sınıf öğretmeni adayları ile yapmış olduğu çalışmada onların vektörler konusunda bazı hatalar yaptıklarını tespit etmiştir. Küçüközer (2009)'in çalışmalarına benzer çalışmaların yapılması sınıf öğretmeni adaylarının vektör sorularını çözerken yapmış oldukları hataların daha iyi anlaşılmasına yardımcı olabilir. Bu sayede onlara üniversitelerde vektörler konusunda verilecek olan eğitimin etkililiği artırılabilir. Bu hataların giderilmesine yönelik öğretim yöntemleri kullanılabilir.

Bu çalışmanın diğer çalışmalardan (Küçüközer, 2009; Nguyen ve Meltzer, 2003; Wutchana ve Emarat, 2011) en önemli farkı; ölçüm aracında sadece iki boyutta vektörlerin toplanmasının ve çıkarılmasının ölçümüne yönelik soruların olmasıdır. Bu sayede vektörler konusu ile ilgili alanyazında tespit edilemeyen bazı hataların belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunun yanında biraz daha karmaşık ve zor soruların kullanılması vektörler konusunda başarısız olunan bazı sorularda yapılan ana hataların belirlenmesine yardımcı olabilir. Bu sayede sınıf öğretmeni adaylarına vektörler konusunda verilecek öğretimde bu ana hatalara dikkat edilerek dersler işlenebilir.

Son olarak vektörlerde toplama ve çıkarma konusu ile ilgili sorular çözümlenirken kullanılan bazı yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemler (örn. uç uca, paralel kenar, dik bileşenlere ayırma) bazı ders kitaplarında (örn. Serway ve Beichner, 2000) belirtilmektedir. Sınıf öğretmeni adaylarının vektör sorularını çözerken hangi yöntem/yöntemleri kullanarak çözdüklerini belirlemek onların hangi yöntemlerin uygulanmasını daha kolay gördükleri ve daha iyi anladıkları hakkında çok az da olsa bazı ipuçları verebilir.

1.2. Araştırma Soruları

Bu çalışmada aşağıda belirtilen araştırma sorularına cevap aranmaya çalışılmıştır;

- 1- Sınıf öğretmeni adaylarının iki boyutta vektörlerde toplama ve çıkarma sorularındaki başarı seviyeleri nedir?
- 2- Sınıf öğretmeni adayları iki boyutta vektörlerde toplama ve çıkarma sorularını çözerken hangi yöntemleri tercih etmektedirler?
- 3- Sınıf öğretmeni adayları iki boyutta vektörlerde toplama ve çıkarma sorularını çözerken hangi hataları yapmaktadırlar?

2. YÖNTEM

2.1. Örneklem

Bu çalışmanın örneklemini Türkiye'nin doğusundaki bir üniversitede öğrenim gören ve Genel Fizik dersini almış 120 sınıf öğretmeni adayı oluşturmaktadır. Bu öğretmen adaylarından 43'ü erkek ve 77'si kızdır. Ayrıca bunların 59'u bir şubede 61'i ise başka bir şubede eğitim almışlardır. Bu örneklem seçilirken seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme yöntemi (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2013) tercih edilmiştir. Bu örnekleme yöntemi araştırmacılara zamandan ve işgücünden kazanma imkânı sağlamaktadır (Büyüköztürk ve diğerleri,

2013). Örnekleme oluşturan öğretmen adaylarına ortaokulda ve 9. sınıfta zorunlu fen bilgisi ve fizik derslerinde bazı fizik konularından bahsedilmiştir. Ayrıca bu öğretmen adaylarına Genel Fizik dersinde de öğretim elemanı tarafından vektör, hareket, enerji, optik ve elektrik konuları anlatılmıştır. Bu yüzden bu çalışmadaki öğretmen adayları çalışmada araştırılmak istenen vektörler konusunda hakkında bir bilgiye sahiptirler.

2.2. Veri Toplama

Bu çalışmada veriler kesitsel tarama araştırması göz önünde bulundurularak tek seferde toplanmıştır (Büyüköztürk ve diğerleri, 2013). Veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen ve öğretmen adaylarının vektörlerde toplama ve çıkarma konusuna yönelik bilgilerini ölçen öğretmen yapımı bir başarı testi geliştirilmiştir. Öğretmen yapımı başarı testleri bir amaç doğrultusunda hazırlanan ve güvenilirlik ve geçerlik kaygısı olmayan testlerdir. Ayrıca bu testlerin özel amaçları bulunmaktadır ve sadece ders işlenen sınıflarda uygulanmaktadır (Mehrens ve Lehmann, 1987; aktaran Yaman ve Yalçın, 2004, s. 115). Bu başarı testi çalışmanın 'ek' bölümünde sunulmaktadır. Bu testte öğretmen adaylarından 1. soruda 5 farklı vektörün bileşkesinin büyüklüğünü, 2. soruda vektörlerin toplanması ve çıkarılmasının sonucunu, 3. soruda bilinmeyen vektörü ve 4. soruda ise bir cismin yer değiştirmesini bulmaları istenmiştir. Oluşturulan bu başarı testi sınıf öğretmeni adaylarına vektörler konusu anlatıldıktan ve Genel Fizik dersi tamamlandıktan sonra dönem sonunda tek seferde uygulanmıştır. Öğretmen adaylarına bu testten elde edilen verilerin bilimsel amaçlı kullanılacağı ve ders notu değerlendirilmesine dâhil edilmeyeceği belirtilmiştir. Vektörler konusu sınıf öğretmenleri adaylarına anlatılırken her hangi bir özel öğretim yöntemi (örn. sorgulayıcı öğrenme, probleme dayalı öğrenme, 5E vb.) belirlenmemiştir. Öğretim elemanı sınıf içerisinde tebeşir ve tahta yardımı ile vektörler konusunu anlatmıştır. Ders anlatılırken günlük yaşamdan örnekler verilmeye çalışılmış, öğrencilere kavramsal sorular yöneltilmiş ve çok sayıda soru çözülmüştür. Başarı testindeki sorular hazırlanırken öğretim elemanı kendi tecrübelerinden faydalanarak soruları geliştirmeye çalışmıştır. Bu sorulara benzer sorular öncesinde öğretim elemanı tarafından önceki senelerde Genel Fizik derslerinde çözülmüştür. Ayrıca her bir sorunun öğretim elemanı tarafından sınıf öğretmeni adaylarına öğretilecek üç yöntemle de (uç uca ekleme yöntemi, 'paralel kenar yöntemi' ve 'dik bileşenlerine ayırma yöntemi') çözülebilmesi soruların hazırlanmasında ön koşul olarak düşünülmüştür.

2.3. Veri Analizi

Bu çalışmada veriler daha çok nicel verilerin toplandığı tarama araştırması yöntemi (Büyüköztürk ve diğerleri, 2013) ile toplanmış olsa da veriler analiz edilirken nitel veri analizinde kullanılan teknikler dikkate alınmıştır (Bogdan ve Biklen, 1998). Veri analizinde çeşitli kategoriler ve kodlar oluşturularak (Bogdan ve Biklen, 1998) elde edilen bulgular sunulmaya çalışılmıştır. Örneğin, veriler analiz edilirken MS Word programına her bir sorudaki hatalar birer kod olarak yazılmıştır. Oluşturulan bu kodlar kısa ifadeler örneğin 'vektörün yanlış taşınması', 'bileşenlere yanlış ayırma', 'skalerle yanlış çarpma' olarak adlandırılmıştır. Fakat bu kodlar bulgular kısmında sunulurken daha anlaşılır ifadeler kullanılarak sunulmuştur. Ayrıca veri analizinde ilk olarak öğretmen adaylarının soruları ne derecede ('soruyu çözemeyenler', 'soruyu kısmen doğru çözenler' ve 'soruyu tamamen doğru çözenler') çözebildikleri tespit edilmiştir. Sonrasında çözülen bu soruların hangi yöntemle ('uç uca ekleme yöntemi', 'paralel kenar

yöntemi' ve 'dik bileşenlerine ayırma yöntemi') çözüldüğü belirlenmeye çalışılmıştır. Son olarak her bir sorunun çözümünde yapılan hatalar ayrı ayrı tespit edilmiştir. Bazı öğretmen adaylarının birden fazla hata yaptığı durumlar olmuştur. Ayrıca elde edilen bu sonuçların sunumunda yüzde ve frekans dağılımını hesaplama gibi betimleyici istatistikler kullanılmıştır.

2.4. Geçerlilik ve Güvenirlilik

Çalışmanın geçerliliği ve güvenirliliği ile ilgili bazı önlemler alınmaya çalışılmıştır. Öncelikli olarak hazırlanan başarı testinin kapsam geçerliliğini (Büyüköztürk ve diğerleri, 2013) sağlayabilmek için başarı testindeki sorular bir alan uzmanı tarafından incelenmiştir. Alan uzmanı başarı testinde her hangi bir sorun olmadığını testin uygulanabileceğini ve amaca hizmet ettiğini belirtmiştir. Veri analizinde güvenirlilik için değerlendirmeciler arasındaki tutarlılığa bakılmıştır (Silverman ve Marvasti, 2008). Bu yüzden doktora yapan bir araştırma görevlisinden rastgele seçilen 30 test için değerlendirme yapması istenmiştir. Araştırma görevlisinin her bir soru için oluşturduğu kodlar ile bu çalışmanın yazarının oluşturduğu kodlar arasındaki tutarlılık test edilmiştir. Testte 4 soru olduğundan ve her bir soru için hatalar ayrı ayrı belirlendiğinden dolayı, her bir sorunun kodlarında puanlayıcılar arasında ne kadarlık bir yüzde uyum olduğu hesaplanmıştır. Sırası ile 1., 2., 3. ve 4. sorular için yüzde uyum değerleri %83, %80, %87 ve %87 olarak bulunmuştur. Bu değerler Marques ve McCall (2005)'in belirttiği gibi iki puanlayıcının uyum sağladığı her bir gözlemin toplam gözlem sayısına bölünmesi ile bulunmuştur. %80 üzerindeki yüzde uyum değerlerinin uygun değerler olduğu düşünüldüğünde (Marques ve McCall, 2005) bu çalışmada puanlayıcılar arasındaki tutarlılığın yüksek olduğu söylenebilir.

3. BULGULAR

3.1. İki Boyutta Vektör Sorularının Çözümündeki Başarı Oranları

Sınıf öğretmeni adaylarının iki boyutta vektör sorularının çözümündeki başarıları 'soruyu çözemeyenler', 'soruyu kısmen doğru çözenler' ve 'soruyu tamamen doğru çözenler' olarak üç ayrı kategori altında toplanmıştır. Soruyu çözemeyenler ya soruyu boş bırakmışlar ya da sorunun çözümü ile ilgili ilişkisiz işlemler yazmışlardır. Soruyu kısmen doğru çözenler kendilerini sorunun cevabına ulaştırabilecek tarzda bazı işlemler yapmışlardır fakat bu işlemler bazı hatalar içermektedir. Soruyu tamamen doğru çözenler her hangi bir işlem hatası yapmadan sorunun doğru cevabına ulaşmışlardır. Tablo 1'de sınıf öğretmeni adaylarının iki boyutta vektör sorularını çözmedeki başarı oranlarının frekans ve yüzde dağılımları sunulmaktadır.

Tablo 1.

Sınıf Öğretmeni Adaylarının İki Boyutta Vektör Sorularını Çözmedeki Başarı Oranlarının Frekans ve Yüzde Dağılımları

Sorular	Soruyu Çözemeyenler		Soruyu kısmen doğru çözenler		Soruyu tamamen doğru çözenler	
	f	%	f	%	f	%
1. Soru	5	4.17	57	47.50	58	48.33
2. Soru	3	2.50	70	58.33	47	39.17
3. Soru	2	1.67	85	70.83	33	27.50
4. Soru	76	63.33	18	15.00	26	21.67

Tablo 1'den anlaşılacağı üzere 1., 2. ve 3. soruları hiç çözemeyen sınıf öğretmeni adaylarının sayısı çok az iken, 4. soruyu çözemeyenlerin sayısı çok fazladır. Yaklaşık olarak öğretmen adaylarının %65'i 4. soruyu çözememişlerdir. 1., 2. ve 3. soruyu öğretmen adaylarının %90'dan fazlası kısmen doğru çözebilmiş ya da doğru çözmüştür. En fazla tamamen doğru çözülen soru ise yaklaşık %50'lik oran ile 1. soru olmuştur.

3.2. İki Boyutta Vektör Sorularının Çözümünde Kullanılan Yöntemler

Sınıf öğretmeni adayları iki boyutta vektör sorularını çözerken üç ayrı yöntemden birini kullanarak soruları çözmeye çalışmışlardır. Bu yöntemler sırası ile 'uç uca ekleme yöntemi', 'paralel kenar yöntemi' ve 'dik bileşenlerine ayırma yöntemi' olarak karşımıza çıkmaktadır. Çok az sayıdaki öğretmen adayı ise bazı soruların çözümünü iki ayrı yoldan çözerek bulmuşlardır. Ayrıca 4. sorunun çözümünde bazı öğretmen adayları sadece aracın başlangıç noktası ile bitiş noktası arasındaki en kısa mesafeyi çizmişlerdir. Bu öğretmen adaylarının kullanmış oldukları yöntem 'uç uca ekleme yöntemi' olarak değerlendirilmiştir. Sınıf öğretmeni adaylarının her bir soruyu çözerken kullanmış oldukları yöntemlerin frekans dağılımları Tablo 2'de verilmektedir.

Tablo 2.

Sınıf Öğretmeni Adaylarının İki Boyutta Vektör Sorularını Çözerken Seçmiş Oldukları Yöntemlerin Frekans Dağılımları

Sorular	Uç uca ekleme yöntemi	Paralel kenar yöntemi	Dik bileşenlerine ayırma yöntemi	Uç uca ekleme + dik bileşenlerine ayırma yöntemi
1. Soru	32	-	75	8
2. Soru	46	-	65	6
3. Soru	12	2	103	1
4. Soru	43	-	1	-
Toplam	134	2	244	15

Tablo 2'ye göre en fazla kullanılan yöntem dik bileşenlerine ayırma ve en az kullanılan yöntem ise paralel kenar yöntemidir. Özellikle sınıf öğretmeni adaylarının büyük bir çoğunluğu (103 kişi) 3. sorunun çözümünde dik bileşenlere ayırma yöntemini kullanmışlardır. Paralel kenar yöntemini kullanan öğretmen adayı sayısı sadece 2 kişidir. 1. soru için 8, 2. soru için 6 ve 3. soru için 1 öğretmen adayı hem uç uca ekleme hem de dik bileşenlere ayırma yöntemini kullanmışlardır.

3.3. İki Boyutta Vektör Soruları Çözülürken Yapılan Hatalar

Sınıf öğretmeni adayları iki boyutta vektör sorularını çözerken bazı hatalar yapmışlardır. Her bir sorudaki bu hatalar ve bu hataların frekans dağılımları ayrı ayrı tablolarda verilmiştir. Tablo 3’de sınıf öğretmeni adaylarının 1. soruyu çözerken yapmış oldukları hatalar ve bu hataların frekans dağılımları gösterilmektedir.

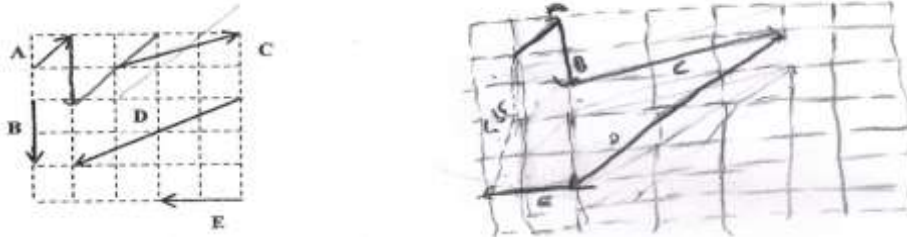
Tablo 3.

Sınıf Öğretmeni Adaylarının 1. Soruyu Çözerken Yapmış Oldukları Hatalar ve Bu Hataların Frekans Dağılımları

Hatalar	f
Bileşke vektörün bulunup büyüklüğünün hesaplanmaması	24
Vektörün başka bir yere aynı büyüklükte ya da yönde taşınmaması	14
Vektörün dik bileşenlerinin yanlış belirlenmesi	13
Bileşke vektörün büyüklüğünün Pisagor yöntemi sonucu yanlış hesaplanması	7
Vektörlerin dik bileşenlerinin büyüklüklerinin yanlış toplanması	6
Bileşke vektörün büyüklüğünü hesaplamak yerine her bir vektörün büyüklüğünün hesaplanması	5
Vektörlerden birinin işleme dâhil edilmemesi	5
Vektörlerin başları ile kuyruklarının birbirleriyle birleştirilmesi yerine bazı vektörlerin başlarının birbirleriyle ya da kuyruklarının birbirleriyle birleştirilmesi	2
Vektörler uç uca eklendikten sonra başlangıç noktasından bitiş noktasına doğru bileşke vektörün çizilmemesi	1
Toplam	77

Tablo 3’e göre sınıf öğretmeni adaylarının 1. soruyu çözerken en fazla yapmış oldukları hatalar sırası ile bileşke vektörün bulunup büyüklüğünün hesaplanmaması, vektörün yanlış taşınması ve dik bileşenlerinin yanlış bulunması olarak karşımıza çıkmaktadır. Bazı öğretmen adayları her ne kadar uç uca ekleme yöntemi ile bileşke vektörü ya da dik bileşenlere ayırma yöntemi ile bileşke vektörün koordinatlarını bulmuş olsalar da bileşke vektörün büyüklüğünü hesaplamamışlardır. Bunun yanında, öğretmen adaylarından bazıları soruyu çözmek için oluşturdukları alana, soruda verilen bazı vektörleri yanlış taşımışlardır. Örneğin öğretmen adaylarından biri soruyu kendi oluşturduğu alanda çözerken soruda koordinatları (-4, -2) olarak verilen **D** vektörünü (-3, -4) olarak taşımıştır. Şekil 1’de bu hata gösterilmektedir. Bu tarzda hata yapan öğretmen adayı sayısı ise 14 olarak bulunmuştur.

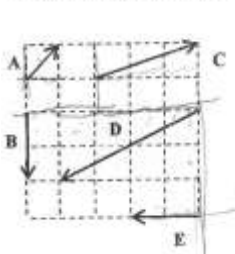
1. Aşağıda şekilde verilen **A**, **B**, **C**, **D** ve **E** vektörlerinin bileşkesi kaç birimdir.



Şekil 1. Sınıf öğretmeni adaylarının ‘vektörün başka bir yere aynı büyüklükte ya da yönde taşınmaması’ hatasına yönelik bir örnek

Sınıf öğretmeni adaylarından bazıları vektörlerin dik bileşenlerinin büyüklüklerini belirleyememişlerdir. Bazen vektörün x bileşeninin değerini yerine y bileşeninin değerini yazmışlardır. Tam tersini yaptıkları durumlarda olmuştur. Ayrıca öğretmen adaylarının bazıları bileşke vektörün büyüklüğünü Pisagor teoremi yardımı ile bulurken bazı matematiksel hatalar yapmışlardır. Bu hatalar genellikle karekök içerisindeki ifadenin karekök dışına yanlış çıkarılması ya da basit toplama hataları olarak tespit edilmiştir. Bu hataya yönelik örnek Şekil 2’de sunulmaktadır.

1. Aşağıda şekilde verilen A, B, C, D ve E vektörlerinin bileşkesi kaç birimdir.



	x	y
A	1	1
B	0	-2
C	3	1
D	-4	-2
E	-2	0

$$|R|^2 = |R_x|^2 + |R_y|^2$$

$$= (-2)^2 + (-2)^2$$

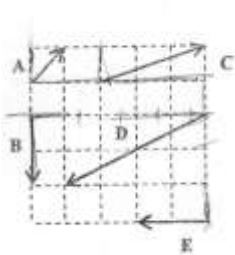
$$= 4 + 4 = 16$$

$$|R|^2 = (4)^2 \quad R=4$$

Şekil 2. Sınıf öğretmeni adaylarının ‘bileşke vektörün büyüklüğünün Pisagor yöntemi sonucu yanlış hesaplanması’ hatasına yönelik bir örnek

Bazı öğretmen adayları dik bileşenlerini buldukları vektörlerin büyüklüklerini yanlış toplamıştır. Bu yüzden bileşke vektörün büyüklüğünü yanlış hesaplamışlardır. 5 öğretmen adayı ise soruda verilen bileşke vektörün büyüklüğünü hesaplamak yerine her bir vektörün büyüklüğünü hesaplamışlardır. Şekil 3’de bu hatayı yapan bir öğretmenin adayının 1. soruya vermiş olduğu cevap gösterilmektedir.

1. Aşağıda şekilde verilen A, B, C, D ve E vektörlerinin bileşkesi kaç birimdir.



$$\vec{A} = 1,1 \Rightarrow \vec{A}^2 = 1^2 + 1^2 \Rightarrow \vec{A}^2 = 2 \Rightarrow \vec{A} = \sqrt{2}$$

$$\vec{B} = 0, -2 \Rightarrow \vec{B}^2 = 0^2 + (-2)^2 = 4 \Rightarrow \vec{B} = \sqrt{4} = 2$$

$$\vec{C} = 3,1 \Rightarrow \vec{C}^2 = 3^2 + 1^2 = 10 \Rightarrow \vec{C} = \sqrt{10}$$

$$\vec{D} = -4,-2 \Rightarrow \vec{D}^2 = 16 + 4 = 20 \Rightarrow \vec{D} = \sqrt{20} = 2\sqrt{5}$$

$$\vec{E} = -2,0 \Rightarrow \vec{E}^2 = 4 \Rightarrow \vec{E} = 2$$

Şekil 3. Sınıf öğretmeni adaylarının ‘bileşke vektörün büyüklüğünü hesaplamak yerine her bir vektörün büyüklüğünün hesaplanması’ hatasına yönelik bir örnek

Son olarak 5 öğretmen adayı soruda verilen vektörlerden birini işleme dâhil etmemiş ve soruyu 4 vektör kullanarak çözmüşlerdir. 2 öğretmen adayı vektörleri uç uca eklemek yerine bazı vektörlerin başlangıç noktaları arka arkaya gelecek şekilde eklemişlerdir. 1 öğretmen adayı ise vektörleri uç uca ekledikten sonra başlangıç noktası ile bitiş noktasını birleştirip bileşke vektörü bulamamış ve dolayısıyla bileşke vektörün büyüklüğünü hesaplayamamıştır.

Sınıf öğretmeni adayları 2. soruyu çözerken de bazı hatalar yapmışlardır. Bu yapmış oldukları hatalar ve bu hataların frekans dağılımları Tablo 4’de sunulmaktadır.

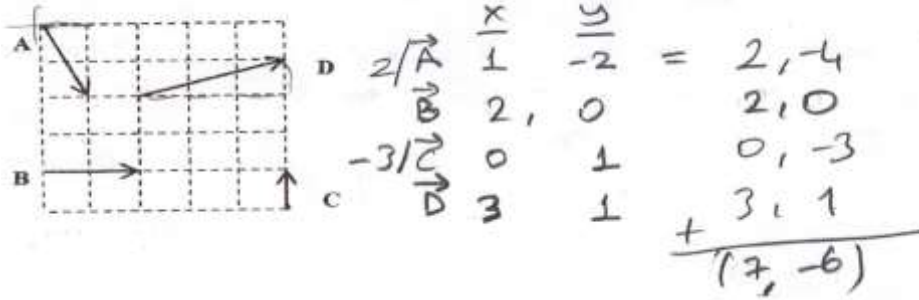
Tablo 4.

Sınıf Öğretmeni Adaylarının 2. Soruyu Çözerken Yaptıkları Hatalar ve Bu Hataların Frekans Dağılımları

Hatalar	f
Bileşke vektörün koordinatlarının bulunup kendisinin çizilmemesi	41
Vektörün bir skalerle yanlış çarpılması	23
Vektörün başka bir yere aynı büyüklükte ya da yönde taşınmaması	12
Vektörün dik bileşenlerinin yanlış belirlenmesi	11
Vektörler uç uca eklendikten sonra başlangıç noktasından bitiş noktasına doğru bileşke vektörün çizilmemesi	5
Vektörlerin başları ile kuyruklarının birbirleriyle birleştirilmesi yerine bazı vektörlerin başlarının birbirleriyle ya da kuyruklarının birbirleriyle birleştirilmesi	3
Vektörlerin dik bileşenlerinin büyüklüklerinin yanlış toplanması	2
Vektörlerden birinin işleme dâhil edilmemesi	1
Bileşke vektörün büyüklüğünü hesaplamak yerine her bir vektörün büyüklüğünün hesaplanması	1
Bileşke vektörün yönünün yanlış belirlenmesi	1
Soruda belirtilen vektör yerine başka bir vektörü bir skalerle çarpma	1
Toplam	101

Tablo 4'e göre sınıf öğretmeni adaylarının 2. soruda en fazla yaptıkları hata soruda istenen bileşke vektörün koordinatları bulup kendisini çizmemeleri olmuştur. 41 öğretmen adayı bu hatayı yapmıştır. Şekil 4'de sınıf öğretmeni adaylarından birinin yapmış olduğu bu hata gösterilmektedir.

2. Aşağıdaki vektörlere göre $2\vec{A} + \vec{B} - 3\vec{C} + \vec{D} = ?$



Şekil 4. Sınıf öğretmeni adaylarının 'bileşke vektörün koordinatlarının bulunup kendisinin çizilmemesi' hatasına yönelik bir örnek

Fazla yapılan hatalardan bir diğeri ise soruda verilen vektörün bir skalerle yanlış çarpılması olmuştur. Bu hatayı öğretmen adayları soruyu hem uç uca ekleme yöntemi hem de dik bileşenlerine ayırma yöntemi ile çözerken yapmışlardır. Uç uca ekleme yönteminde öğretmen adayları vektörü bir skalerle çarparken bir eksenindeki büyüklüğü artırırken diğerini artırmamışlardır. Şekil 5'de bu hata örneklendirilmektedir. Dik bileşenlerine ayırma yönteminde ise bazı öğrenciler çarpma işlemi yanlış yapmışlardır.

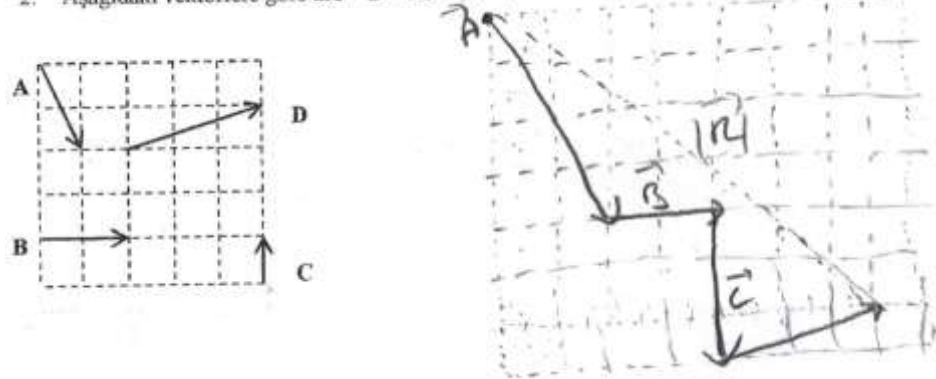
2. Aşağıdaki vektörlere göre $2A + B - 3C + D = ?$



Şekil 5. Sınıf öğretmeni adaylarının 'vektörün bir skalerle yanlış çarpılması' hatasına yönelik bir örnek

Sınıf öğretmeni adaylarından bazıları 1. soruda yapılan hatalardan bazılarını örneğin 'vektörün başka bir yere aynı büyüklükte ya da yönde taşınmaması' ve 'vektörün dik bileşenlerinin yanlış belirlenmesi' 2. soruda da yapmışlardır. 5 sınıf öğretmeni adayı ise her ne kadar soruda verilen vektörleri doğru bir şekilde uç uca eklemiş olsalar da doğru sonuca ulaşamamışlardır. Uç uca eklenmiş olan vektörlerin başlangıç noktası ile bitiş noktalarını birleştirmemişlerdir. Şekil 6'da bu durum gösterilmektedir.

2. Aşağıdaki vektörlere göre $2A + B - 3C + D = ?$



Şekil 6. Sınıf öğretmeni adaylarının 'vektörler uç uca eklendikten sonra başlangıç noktasından bitiş noktasına doğru bileşke vektörün çizilmemesi' hatasına yönelik bir örnek

Çok az sayıda sınıf öğretmeni adayı ise vektörleri uç uca eklerken hata yapmışlardır. Vektörleri toplarken bir vektörün baş noktasını diğerinin kuyruk noktası ile birleştirmesi gerekirken, bazı vektörlerin baş noktalarını ya da kuyruk noktalarını birbirleriyle birleştirmişlerdir. 2 öğretmen adayı dik bileşenlerine ayırdığı vektörleri toplarken toplama işleminde hata yapmışlardır. Bazı hatalar ise örneğin vektörlerden birinin işleme dâhil edilmemesi, bileşke vektörün büyüklüğünü hesaplamak yerine her bir vektörün büyüklüğünün hesaplanması, bileşke vektörün yönünün yanlış belirlenmesi ve soruda belirtilen vektör yerine başka bir vektörü bir skalerle çarpma birer kez yapılmıştır.

Sınıf öğretmeni adayları 1. ve 2. soruda olduğu gibi 3. soruyu çözerken de bazı hatalar yapmışlardır. Tablo 5'de sınıf öğretmeni adaylarının 3. soruyu çözerken yapmış oldukları hatalar ve bu hataların frekans dağılımları verilmektedir.

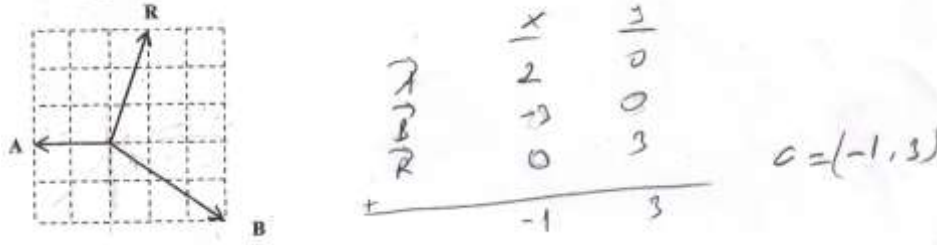
Tablo 5.

Sınıf Öğretmeni Adaylarının 3. Soruyu Çözerken Yapmış Oldukları Hatalar ve Bu Hataların Frekans Dağılımları

Hatalar	f
Bilinmeyen vektörün koordinatlarının bulunup kendisinin çizilmemesi	68
Vektörün dik bileşenlerinin yanlış belirlenmesi	24
Bilinmeyen vektörün matematiksel denklem kurarak bulunamaması	8
Bilinmeyen vektörün koordinatlarının bulunup kendisinin yanlış yönde ya da doğrultuda çizilmesi	4
Vektörlerin dik bileşenlerinin büyüklüklerinin yanlış toplanması	1
Toplam	105

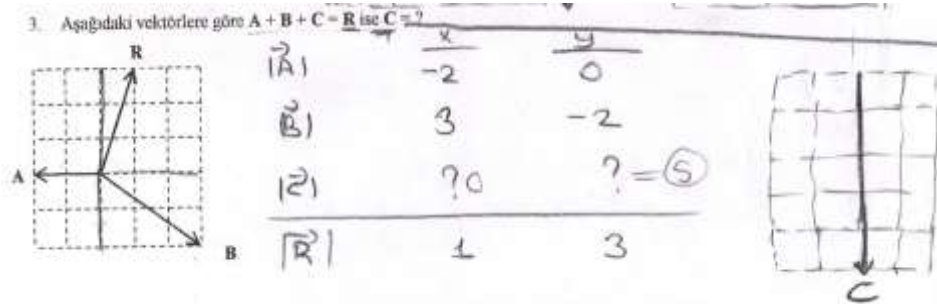
Tablo 5’de görüldüğü üzere sınıf öğretmeni adaylarının çoğu 2. soruda yapmış oldukları hatalara benzer hatalar yapmışlardır. En fazla yaptıkları hatalar soruda istenen vektörün koordinatlarını bulup kendisini çizmemeleri ve vektörün bileşenlerini yanlış belirlemiş olmalarıdır. Bunların yanında bazı öğretmen adayları soruda istenen vektörün matematiksel olarak neye eşit olduğunu bulamamışlardır. Örneğin birkaç öğretmen adayı soruda verilen **C** vektörünün **A**, **B** ve **R** vektörlerinin toplamı olarak düşünmüşlerdir. Şekil 7’de bu durum örneklendirilmektedir.

3. Aşağıdaki vektörlere göre $A + B + C = R$ ise $C = ?$



Şekil 7. Sınıf öğretmeni adaylarının ‘bilinmeyen vektörün matematiksel denklem kurarak bulunamaması’ hatasına yönelik bir örnek

Son olarak, öğretmen adaylarından 4’ü soruda istenen vektörün koordinatlarını doğru bulmalarına rağmen o vektörün yönünü ya da doğrultusunu yanlış çizmişlerdir. Şekil 8’de öğretmen adaylarının yapmış oldukları bu hata gösterilmektedir. 1 öğretmen adayı ise dik bileşenlerini bulduğu vektörleri toplarken yanlış toplamıştır.



Şekil 8. Sınıf öğretmeni adaylarının ‘bilinmeyen vektörün koordinatlarının bulunup kendisinin yanlış yönde ya da doğrultuda çizilmesi’ hatasına yönelik bir örnek

Vektörlerin günlük yaşamda kullanımına yönelik olarak sınıf öğretmeni adaylarına 4. soru sorulmuştur. Sınıf öğretmeni adaylarının 4. soruyu çözerken yapmış oldukları hatalar ve bu hataların frekans dağılımları Tablo 6’da gösterilmektedir.

Tablo 6.

Sınıf Öğretmeni Adaylarının 4. Soruyu Çözerken Yapmış Oldukları Hatalar ve Bu Hataların Frekans Dağılımları

Hatalar	f
Yer değiştirme yerine alınan yolu bulma	30
Yer değiştirme vektörünü bulup büyüklüğünü hesaplayamama	18
Toplam	48

Tablo 6’ya göre sınıf öğretmeni adaylarından 30’u soruda yer değiştirme istenmesine rağmen hareketlinin aldığı yolu bulmuşlardır. Bu öğretmen adayları aslında soruyu tamamen yanlış çözmüşlerdir. 18 öğretmen adayı ise yer değiştirme vektörünü göstermelerine rağmen vektörün büyüklüğünü bulamamışlardır.

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada ilk olarak sınıf öğretmeni adaylarının iki boyutta vektörlerde toplama ve çıkarma sorularındaki başarı oranları araştırılmaya çalışılmıştır. Çalışmanın bulgularına göre sınıf öğretmeni adaylarının iki boyutta vektörlerde toplama ve çıkarma sorularında 4. soru hariç soruları çözemeyenlerin oranı oldukça düşüktür. Fakat soruları kısmen doğru çözenlerin oranı ilk soru için %50, ikinci için %60 ve üçüncü için %70 civarındadır. Bu da sınıf öğretmeni adaylarının çoğunun iki boyutta vektörlere yönelik soruları çözerken hata yaptıklarını göstermektedir. Barniol ve Zavala (2014)’nin çalışmasında üniversite öğrencilerinin vektörlerde toplama ve çıkarma sorularına yönelik başarı oranları (soruyu tamamen doğru çözebilme) çoğu soruda %60 ve %80 arasında değişim göstermektedir. Barniol ve Zavala (2014)’nin bulmuş oldukları değerler bu çalışmada bulunan başarı oranları ile çok bir yakınlık göstermemektedir. Bu çalışmada başarı oranının ilk soru için yaklaşık %50, ikinci soru için %40 ve üçüncü soru için yaklaşık %30 civarında olma sebebi Barniol ve Zavala (2014)’nin kullanmış oldukları sorulardan daha zor ve karmaşık soruların bu çalışmada kullanılmış olmasından ya da katılımcıların farklı olmasından kaynaklanıyor olabilir. Küçüközer (2009) ise sınıf öğretmeni adayları ile yapmış olduğu çalışmada onların vektörlerde toplama işlemi ile ilgili iki soruda sırasıyla %49 ve %40, çıkarma işlemi ile ilgili soruda ise %39 oranında öğrencilerin doğru çözdüklerini tespit etmiştir. Bu çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının iki boyutta vektörlerin toplanması ve çıkarılmasındaki başarıları ile ilgili sonuçların Küçüközer (2009)’in sonuçları ile daha fazla paralellik gösterdiği söylenebilir. Bunun sebebi Küçüközer (2009)’in çalışmasındaki örneklem ile bu çalışmadaki örneklem sınıf öğretmeni adayları olması olabilir.

Ayrıca bu çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının iki boyutta vektörlerde toplama ve çıkarma sorularını çözerken hangi yöntemleri kullandıkları da araştırılmıştır. Sınıf öğretmeni adayları genellikle iki boyutta vektörlerde toplama ve çıkarma sorularını çözerken dik bileşenlere ayırma yöntemini tercih etmişlerdir. Bu yöntemi tercih etmelerinin sebebi bu yöntemi uygulamanın kolay olduğunu düşünmelerinden ya da en iyi bildikleri yöntemin o olduğuna inandıklarından kaynaklanıyor olabilir.

Son araştırma sorusu olarak bu çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının iki boyutta vektörlerde toplama ve çıkarma sorularını çözerken karşılaştıkları hatalar tespit edilmiştir. Sınıf öğretmeni adaylarının iki boyutta vektörlerde toplama ve çıkarma sorularında en fazla yapmış oldukları hatalar bileşke vektörün büyüklüğünün hesaplanmaması, bileşke vektörün koordinatlarının bulunup kendisinin çizilmemesi, bilinmeyen vektörün koordinatlarının bulunup kendisinin çizilmemesi ve vektörün bir skalerle yanlış çarpılması olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca öğretmen adayları bir vektörün başka bir yere aynı büyüklükte ya da yönde taşınmaması, vektörün dik bileşenlerinin yanlış belirlenmesi, bileşke vektörün büyüklüğünün Pisagor yöntemi sonucu yanlış hesaplanması ve bilinmeyen vektörün matematiksel denklem kurarak bulunamaması gibi hataları da çoğunlukla yapmışlardır. Bu hataların bir kısmı örneğin bileşke vektörün büyüklüğünü bulamama (Barniol ve Zavala, 2014; Knight, 1995) ve vektörün bir skalerle yanlış çarpılması (Barniol ve Zavala, 2012) alanyazında da tartışılmıştır. Sınıf öğretmeni adaylarının fazlaca yapmış oldukları bu hataları en aza indirmeyi düşünerek işlenen fizik dersleri sonucunda, öğretmen adayları vektörlerde toplama ve çıkarma sorularında daha başarılı olabilirler. Ayrıca öğretmen adaylarının vektörler konusunu daha iyi anlamalarını sağlayacak bazı yöntem ve tekniklerin kullanılması da bu hataların azalmasını sağlayabilir. Aslında yapılan bazı çalışmalar bazı öğrenme yöntemlerinin örneğin probleme dayalı öğrenme (Sezgin Selçuk ve diğerleri, 2011) ve bilgisayar destekli öğrenme (Cataloglu, 2006) öğrencilerin vektörler konusunda daha başarılı olmalarına yardımcı olabileceğini ortaya koymuştur.

Bunların yanında sınıf öğretmeni adayları bazı farklı hatalarda yapmışlardır. Örneğin 5 öğretmen adayı birinci soruda bileşke vektörün büyüklüğünü bulmak yerine her bir vektörün büyüklüğünü hesaplamışlardır. Ayrıca 5 öğretmen adayı birinci soruda vektörlerden birini işleme dâhil etmemiştir. İkinci soruda ise 1 öğretmen adayı soruda belirtilen vektör yerine başka bir vektörü bir skalerle çarpmıştır. Bu tip hataların kaynaklanma sebebi öğretmen adaylarının soruları çözerken dikkatli olmamasından ya da soruyu anlamamasından kaynaklanıyor olabilir. Yapılan bazı hatalar ise örneğin bileşke vektörün yönünün yanlış belirlenmesi, vektörlerin başları ile kuyruklarının birleştirilmesi yerine bazı vektörlerin başlarının birbirleriyle birleştirilmesi ve vektörlerin uç uca ekledikten sonra başlangıç noktasından bitiş noktasına doğru bileşke vektörün çizilmemesi Küçüközer (2009) ile Nguyen ve Meltzer (2003) tarafından da bulunmuştur.

Son olarak sınıf öğretmeni adaylarının çoğunun vektörlerin günlük yaşamda kullanılmasına yönelik olan 4. soruda başarısız oldukları tespit edilmiştir. Her ne kadar bazı öğretmen adayları yer değiştirme vektörünü çizebilmiş olsalar da geometrik olarak büyüklüğünü bulamamışlardır. Bunun en önemli sebebi sınıf öğretmeni adaylarının yetersiz matematik bilgisi olabilir. Kapucu (2014) sınıf öğretmeni adayları ile yapmış olduğu çalışmada bu durumu tartışmış ve öğretmen adaylarının kendilerinin yeterli seviyede matematik bilgisine sahip olmadıklarına inandıklarını bulmuştur.

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Örneklem seçiminde uygun örneklem kullanılmıştır. Bu çalışmaya benzer çalışmalarda örneklem sayısı artırılabilir ve daha genellenebilir sonuçlar için farklı örneklem yöntemleri seçilebilir. Çalışmada her hangi bir pilot çalışma yapılmamıştır. Bir pilot çalışmanın olmaması bu çalışmada bir eksiklik olarak görülebilir, çalışmanın ana amacının vektörlerde iki boyutta toplama ve çıkarma sorularındaki hataları belirlemek olduğundan; yani her hangi bir standart başarı testi geliştirmek amaçlanmadığından, testin güvenilirliğini hesaplama kaygısı düşünülmemiştir. Son olarak öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar onların başarı testine vermiş oldukları cevaplar ile sınırlıdır.

Araştırmacılar farklı veri toplama yöntemlerini de örneğin mülakat ve gözlem gibi kullanarak daha farklı sonuçlar elde edebilirler.

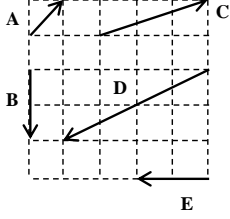
KAYNAKÇA

- Aguirre, J .M. (1988). Student preconceptions about vector kinematics. *The Physics Teacher*, 26(4), 212-216.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- Angell, C., Guttersrud, Ø., Henriksen, E. K., & Isnes A. (2004). Physics: Frightful, but fun pupils' and teachers' views of physics and physics teaching. *Science Education*, 88(5), 683-706.
- Barniol, P., & Zavala, G. (2009). Investigation of students' preconceptions and difficulties with the vector direction concept at a mexican university. *AIP Conference Proceedings*, 1179, 85-88
- Barniol, P., & Zavala, G. (2012). Students' difficulties with unit vectors and scalar multiplication of a vector. *AIP Conference Proceedings*, 1413, 115-118.
- Barniol, P., & Zavala, G. (2014). Test of understanding of vectors: A reliable multiple-choice vector concept test. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 10(1), 010121-1-010121-14.
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1998). *Qualitative research in education: An introduction to theory and methods (3rd ed.)*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2013). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem A Yayınları
- Cataloglu, E. (2006). Open source software in teaching physics: a case study on vector algebra and visual representations. *The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET*, 5(1), 68-74.
- Flores, S., Kanim, S. E., & Kautz, C. H. (2004). Student use of vectors in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 72(4), 460-468.
- Johnston, J., & Ahtee, M. (2006). Comparing primary student teachers' attitudes, subject knowledge and pedagogical content knowledge needs in a physics activity. *Teaching and Teacher Education*, 22(4), 503-512.
- Kapucu, S. (2014). Salient beliefs of pre-service primary school teachers underlying an attitude "liking or disliking physics". *Science Education International*, 25(4), 437-458.
- Knight, R. D. (1995). The vector knowledge of beginning physics students. *The Physics Teacher*, 33, 74-77.
- Küçüközer, A. (2009). Vektörler hakkında öğrencilerin alternatif fikirleri. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 4(1), 84-98.
- Marques, J. F., & McCall, C. (2005). The application of interrater reliability as a solidification instrument in a phenomenological study. *The Qualitative Report*, 10(3), 439-462.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2013a). Ortaöğretim Fizik Dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) Öğretim Programı
- Milli Eğitim Bakanlığı (2013b). Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) Öğretim Programı

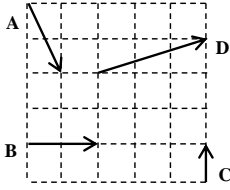
- Nguyen, N. -L., & Meltzer, D. E. (2003). Initial understanding of vector concepts among students in introductory physics courses, *American Journal of Physics*, 71(6), 630-638.
- Osborne, J., Simon, S., & Tytler, R. (2009). *Attitudes towards science: an update*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Diego, California.
- Serway, R. A., & Beichner, R. J. (2000). *Physics for Scientists and Engineers (5th ed.)*. Fort Worth: Saunders College Publishing.
- Sezgin Selçuk, G., Karabey, B. ve Çalışkan, S. (2011). Probleme-dayalı öğrenmenin matematik öğretmen adaylarının ölçme ve vektörler konularındaki başarıları üzerindeki etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(15), 313-322.
- Silverman, D., & Marvasti, A. (2008). *Doing qualitative research: A comprehensive guide*. Los Angeles, CA: Sage Publications.
- Şahin, E., & Yağbasan, R. (2012). Determining which introductory physics topics pre-service physics teachers have difficulty understanding and what accounts for these difficulties. *European Journal of Physics*, 33(2), 315-325.
- Wutchana, U., & Emarat, N. (2011). Students' understanding of graphical vector addition in one and two dimensions. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 3(2), 102-111.
- Wutchana, U., Bunrangsri, K., & Emarat, N. (2015). Teaching basic vector concepts: a worksheet for the recovery of students' vector understanding. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 7(1), 18-28.
- Yaman, S. ve Yalçın, N. (2004). Fen bilgisi eğitiminde probleme dayalı öğrenmenin akademik başarı ve yaratıcı düşünmeye etkisi. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8, 112-124.
- Yükseköğretim Kurulu (1998). *Eğitim Fakültesi Öğretmen Yetiştirme Lisans Programları*. Ankara: Öğretmen Eğitimi dizisi

EK

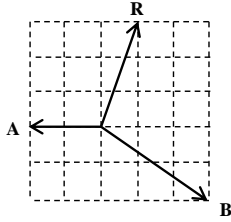
1. Aşağıda şekilde verilen **A**, **B**, **C**, **D** ve **E** vektörlerinin bileşkesi kaç birimdir.



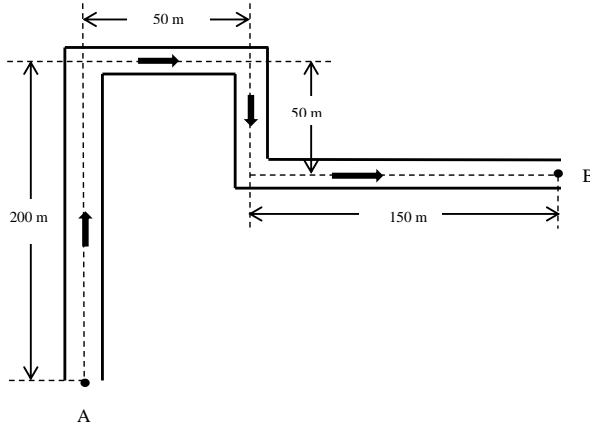
2. Aşağıdaki vektörlere göre $2\mathbf{A} + \mathbf{B} - 3\mathbf{C} + \mathbf{D} = ?$



3. Aşağıdaki vektörlere göre $\mathbf{A} + \mathbf{B} + \mathbf{C} = \mathbf{R}$ ise $\mathbf{C} = ?$



4. A noktasında harekete başlayan araç B noktasına durmaktadır. Buna göre aracın yer değiştirmesi kaç metredir.



EXTENDED ABSTRACT

1. Introduction

Learning science in early ages can help students to have more positive attitudes toward science in future. Therefore, the teachers of early-ages students are very important (Osborne, Simon & Tytler, 2009). Their qualified pedagogical content knowledge can help the students to increase their knowledge and skills (Johnston & Ahtee, 2006). In Turkey, primary school teachers get training in the universities by taking various courses (YÖK, 1998). One of them is physics course. In it, they are required to attain some basic knowledge about vectors, motion, electricity, optics, etc. (YÖK, 1998). One of the basic topics among them is vectors. This topic can be necessary to understand the coming physics topics (Aguirre, 1988; Knight, 1995). When we consider the pre-service teachers' close relationship with early-age students and the importance of the vectors to be able to understand the coming physics subjects, it can be expected that pre-service primary school teachers should be knowledgeable about the vectors. However, they can make some mistakes while solving the questions of the vectors.

This study tries to determine the mistakes that pre-service primary school teachers make while solving the questions about the vectors in two dimensions. The following research questions were also prepared in this study;

1. What are the pre-service primary school teachers' achievement in the addition and subtraction of the vectors in two dimensions?
2. Which methods do the pre-service primary school teachers choose while solving the questions of the addition and subtraction of the vectors in two dimensions?
3. Which mistakes do the pre-service primary school teachers make while solving the questions of the addition and subtraction of the vectors in two dimensions?

2. Method

There were 120 pre-service primary school teachers (male=43, female=77) in this study. Convenience sampling was used to determine the participants (Büyüköztürk et al., 2013). They were in two sections of General Physics course. The data was collected from the participants at the end of the General Physics course. In this course, some physics topics such as vectors, motion, electricity and optics were taught to the participants.

To collect the data, the achievement test that was designed by the researcher was used. From this test, four questions about the addition and subtraction of the vectors were asked to the pre-service primary school teachers. Qualitative data analysis was used and some categories and codes were constructed to analyze the data (Bogdan & Biklen, 1998). The mistakes that pre-service primary school teachers made were identified and frequency of each mistake was calculated. Sometimes some students made more than one mistake.

3. Findings, Discussion and Results

First of all, whether pre-service primary school teachers can solve the questions of addition and subtraction of vectors were determined in this study. Approximately half of the pre-service teachers gave completely right answer to the first question. In addition, over 90% of the pre-service teachers gave completely or partially correct answer to the

first, second, and third questions. Approximately 65% of the pre-service teachers could not solve the fourth question.

Moreover, which methods pre-service primary school teachers choose while solving the questions of addition and subtraction of vectors were determined. The majority of the pre-service teachers solved the questions using rectangular components method and head-to-tail method. A few pre-service teachers chose the parallelogram method to be able to solve the vector questions.

Finally, the mistakes that pre-service primary school teachers made while solving the questions of addition and subtraction of vectors were elicited. The mistakes that they commonly made are as follows; finding the resultant vector but not calculating its magnitude, finding the coordinates of the resultant vector but not drawing it, multiplying the vector with scalar wrong, not carrying the vector to another area with the same magnitude and direction, and determining the components of the vector wrong. In addition, they sometimes draw the resultant vector wrong, calculated each vector's magnitude instead of calculating the magnitude of resultant vector and did not include one of the vectors into the solution. They also found distance instead of displacement and could not calculate the magnitude of displacement in the fourth question.

This study showed that pre-service primary school teacher made various mistakes in solving the addition and subtraction of the vectors in two dimensions. Some mistakes identified in this study for example being not able to find the magnitude of resultant vector (Barniol & Zavala, 2014; Knight, 1995) and multiplying with the vector with scalar wrong (Barniol & Zavala, 2012) were also widely discussed in the literature. Particularly teaching physics to pre-service primary school teachers considering to minimize these mistakes can increase their achievement in solving the questions of addition and subtraction of the vectors. Additionally, some teaching or learning methods should be used to reduce the amount of these mistakes. For example, the study of Cataloglu (2006) showed that computer assisted instruction should be helpful for students to better learn vectors. Similarly, Sezgin Selçuk, Karabey and Çalışkan (2011) found that problem based learning should be an effective method to develop students' achievement in vectors.

The majority of the pre-service primary school teachers also failed to solve the fourth question. Although some of them could draw the displacement vector they could not calculate the magnitude of it. The major reason of this failure can be their poor knowledge about mathematics. Kapucu (2014) discussed this point and found that pre-service primary school teacher believed that they did not have sufficient knowledge to be able to solve physics questions.