



Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (BAİBÜEFD)

Bolu Abant İzzet Baysal University
Journal of Faculty of Education



2022, 22(3), 957 – 983. <https://dx.doi.org/10.17240/aibuefd.2022...-971969>

Vektör Uzaylarının Öğretimi İçin Tasarlanan Öğrenme Ortamına İlişkin Görüşlerin İncelenmesi*

Investigation of Views Regarding The Learning Environment Designed For Teaching Vector Spaces

Gökay Açıkyıldız¹ ID, Temel Kösa² ID

Geliş Tarihi (Received): 15.07.2021

Kabul Tarihi (Accepted): 04.07.2022

Yayın Tarihi (Published): 30.09.2022

Öz: Bu çalışmanın amacı, öğretmen adayı ve dersi veren öğretmenin, vektör uzayları konusunun öğretimi için tasarlanan öğrenme ortamına ilişkin görüşlerini belirlemektir. Araştırma nitel bir çalışma olup, öğrenme ortamı, tasarım tabanlı araştırma yöntemi kullanılarak 3 döngü olarak tasarlanmış ve üçüncü döngünün sonunda öğretmen adayları ve uygulama öğretmeninin öğrenme ortamına ilişkin görüşleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu ortaöğretim matematik öğretmenliği bölümünde öğrenim gören 11 ikinci sınıf öğretmen adayı ve bir uygulama öğretmeni oluşturmaktadır. Öğretmen adayları ve uygulama öğretmeninin öğrenme ortamına ilişkin görüşlerini belirlemede veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış mülakat tekniği kullanılmıştır. Mülakatlarda, öğretmen adayları ve uygulama öğretmeninden tasarlanan öğrenme ortamını, temel bileşenleri ve derse ilişkin motivasyonları açısından değerlendirmeleri istenmiştir. Mülakatlardan elde edilen verilerin analizinde içerik analizi tekniği kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, tasarlanan öğrenme ortamının, öğretmen adaylarının vektör uzayları konusunda yaşadıkları formalizm zorluğundan kurtulmalarına yardımcı olduğunu; derste aktif olma, düzenli çalışma ve daha kolay öğrenme gibi fırsatlar sunduğunu göstermiştir. Ayrıca, hazırlanan öğrenme ortamının bir parçası olan ödevlerin, öğretmen adaylarının not kaygısından kaynaklanan sınav stresini azalttığını ve öğretmen adaylarının genelde lineer cebirde, özelde ise vektör uzaylarında sahip olması gereken düşünme biçimini sergilemesinde etkili olduğunu göstermiştir. Tasarlanan öğrenme ortamının, sağlamış olduğu fırsatlar göz önüne alındığında gerek vektör uzaylarının gerekse vektör uzaylarına ilişkin belirli kavramlarının öğretiminde uygulanması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Lineer cebir, vektör uzayları, matematik öğretmeni adayı, öğrenme ortamı, tasarım tabanlı araştırma

&

Abstract: The aim of this study is to determine the views of pre-service teachers and lecturer about the learning environment designed for teaching vector spaces. The research is a qualitative study. The learning environment was designed as 3 cycles using the design-based research method, and at the end of the third cycle, the views of pre-service teachers and lecturer about the learning environment were revealed. The study group of research consists of 11 second grade pre-service mathematics teachers studying in department of secondary mathematics education and a lecturer. Semi-structured interviews were used as a data collection tool to reveal the views of pre-service teachers and lecturer about learning environment. During interviews, pre-service teachers and lecturer were asked questions under the topics of learning environment, GeoGebra software, tasks, worksheets, group work and motivation. Content analysis technique was used in the analysis of the data obtained from the interviews. The results of the study showed that designed learning environment helped pre-service teachers to overcome the formalism difficulties and offered opportunities such as concretization, being active, regular study and easier learning. In addition, it has been shown that tasks, which is a part of the designed learning environment, reduces the exam stresses of pre-service teachers due to grade anxiety and is effective in demonstrating the way of thinking that pre-service teachers should have in linear algebra in general and in vector spaces in particular. Considering the opportunities it provides, it is suggested that the designed learning environment should be used in teaching both vector spaces and certain concepts related to vector spaces.

Keywords: Linear algebra, vector spaces, pre-service mathematics teacher, learning environment, design-based research

Atıf/Cite as: Atıf/Cite as: Açıkyıldız, G., & Kösa, T. (2022). Vektör Uzaylarının Öğretimi İçin Tasarlanan Öğrenme Ortamına İlişkin Görüşlerin İncelenmesi. Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22(3), 957-983. <https://dx.doi.org/10.17240/aibuefd.2022...-971969>

İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University– Bolu

¹ Sorumlu Yazar. Dr. Öğr. Üyesi Gökay Açıkyıldız, İstanbul 29 Mayıs Üniversitesi, İlköğretim Matematik Öğretmenliği, gokayayildiz@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0396-9269>

² Doç. Dr. Temel Kösa, Trabzon Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, temelkosa@trabzon.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4302-1018>

1. GİRİŞ

Lineer cebir; vektörler, matrisler ve daha genel olarak vektör uzayları ve lineer dönüşümlerle ilgilenen, matematiğin önemli çalışma alanlarından biridir. Önemi, iki temel gerekçeye dayandırılmaktadır (Harel, 1989a; Kolman ve Hill, 2008). İlki; matematiğin analiz, olasılık ve diferansiyel denklemler gibi farklı çalışma alanlarında geniş uygulamaya sahip olması ki bu uygulama alanlarına fizik, kimya, biyoloji, finans, ekonomi, mühendislik gibi çalışma sahaları da eklenebilir. İkincisi ise öğretmen adaylarına matematiksel soyutlama yapmayı öğrenme fırsatı sunan bir ders olmasıdır. Geometrik, cebirsel ve soyut olmak üzere farklı temsil biçimlerine sahip olan lineer cebir dersinin, özellikle soyut yapısıyla öğrencilerin öğrenirken, öğretmenlerin de öğretirken güçlük çektiği önemli bir ders olduğunu söylemek mümkündür. Lineer cebir dersi genel olarak matris cebri ve vektör uzayları teorisi olmak üzere iki temel bölüme ayrılabilir. Daha soyut bir yapıya sahip olması sebebiyle vektör uzayları, öğretmen adaylarının öğrenmede en çok zorluk çektiği bölümdür (Dorier, 2000; Hillel, 2000).

Lineer cebir öğretimi üzerine yapılan araştırmalar incelendiğinde ağırlıklı olarak vektör uzayları ve lineer dönüşümler üzerinde durulduğu görülmektedir (Britton ve Henderson, 2009; Doğan, 2010; Donevska-Todorova, 2018; Dorier 1998; Dorier, Robert, Robinet ve Rogalski, 2000; Dreyfus ve Hillel, 1998; Harel, 1987; Harel 1989b; Klasa, 2009; Pecuch-Herrero, 2000; Stewart ve Thomas, 2010). Araştırmaların vektör uzayları teorisi üzerinde yoğunlaşmasının nedeni, dersin soyut bir yapıya sahip olması ve bununla ilişkili olarak öğretiminde yaşanan güçlüklerden kaynaklanmaktadır.

Özellikle 90'lı yıllardan günümüze kadar yapılan çalışmalar öğrencilerin yaşadığı güçlüklerle ilgili birçok sonucu ortaya koymaktadır. Robert ve Robinet (1989), öğrencilerin lineer cebir dersine ilişkin temel sorunlarını , daha fazla yeni tanımların yer alması ve önceden öğrendikleri bilgilerle yeni öğrendikleri bilgiler arasında ilişki kuramamak olarak belirtmişlerdir. Dorier ve arkadaşları (2000) bu durumu "formalizm zorluğu" olarak isimlendirmiş ve birçok durumda formalizm zorluğunun öğrenci zorluklarının nedeni olduğunu ifade etmişlerdir. Literatürde öğrencilerin lineer cebir öğrenme konusunda karşılaştığı zorluklar olduğunu ortaya koyan birçok çalışma yer almaktadır. Bunlar; vektör uzayı teorisinin soyut ve teorik doğası (Dorier, 1995), yeni tanımların çokluğu (Dorier vd. 2000; Hillel, 2000), formalizm sorunu (Dorier, 2000), küme teorisi, öğretmen adaylarının mantık ve ispatla ilgili eksiklikleri (Britton ve Henderson, 2009; Dorier, 2000; Hillel, 2000), geometrik temsillere kısıtlı veya yanlış yorumlara neden olacak bir şekilde yer verilmesi (Nardi, 1997; Sierpinska, 2000) ve üniversite seviyesinde lineer cebir derslerinin öğrencilerden kavramlar ve ilişkili prosedürler hakkında belli durumlarda değil, en genel durumlarda düşünme ve çalışmalarını istemesi (Sierpinska, 2000) şeklinde sıralanabilir. Literatürde yer alan zorluklara ek olarak, Hillel (2000), lineer cebir dersinin öğretiminde karşılaşılan temel zorluklardan bir diğerini de kitaplarda ve ders içi sunumlar yapılırken kullanılan diller olarak ifade etmiş ve lineer cebirde kullanılan dilleri geometrik dil, cebirsel dil ve soyut dil olmak üzere üç temel bölüme ayırmıştır. Bunlar; iki ve üç boyutlu uzayların "geometrik dili", R^n teorisinin "cebirsel dili" ve genel soyut teorisinin "soyut dili" şeklindedir. Sınıf içi öğretimde veya ders kitaplarında, kavramlar ve ilişkili süreçler tanımlanırken bu üç temsil dili bir arada kullanılır. Öğretim esnasında sürekli olarak birinden diğerine geçiş yapılır. Bu tanımlama ve temsil dilleri arasında ayırım yapamayan bir öğretmen adayı için birinden diğerine geçişi anlamak ve takip etmek temel zorluk nedenleri arasında yer almaktadır (Hillel, 2000).

Sierpinska (2000), lineer cebirde öğrencilerin temsil dilleri ve farklı tanımlamalarla ilgili anlamalarının gelişimi için üç temel düşünme biçiminin gelişimine ihtiyaç olduğunu ifade etmiştir. Bu düşünme biçimleri; sentetik-geometrik, analitik-aritmetik, analitik-yapısal düşünme biçimleridir. Sentetik ile analitik düşünme biçimleri arasında temel farklılıklar vardır. Bunlardan biri, sentetik düşünme biçiminde, öğrencilerin herhangi bir tanımlama yapmadan verilen matematiksel nesnelere olduğu gibi betimlemeye çalışması, analitik düşünme biçimlerinde ise, öğrencilerin verilen matematiksel nesnelere tanımlarını ve özelliklerini kullanarak vektör uzayları kavramlarını anlama gayreti içine girmesidir

(Sierpinska 2000). Sentetik-geometrik düşünme biçiminin temel özellikleri geometrik temsillerin kullanımı ve kullanılan kavramlarla ilgili tanımlara yer verilmemesidir. Analitik-aritmetik düşünme biçimi, hesaplamaları doğru yapmayı ve sadeleştirmeyi hedeflerken, analitik-yapısal düşünme biçimi kavramlar hakkındaki bilgimizi genişletmeyi amaçlar. Lineer cebir derslerinde bu üç düşünme biçimi bir arada yer alır, yani birinin kullanılıyor olması diğerinin olmadığı anlamına gelmemelidir. Harel (2000), lineer cebir öğretimine dair üç temel pedagojik prensip önermiştir. Bu prensipler somutluk prensibi, gereklilik prensibi ve genellenebilirlik prensibi olarak sıralanmaktadır. Somutluk prensibi, öğretmen adaylarının kendileri için somut olan bir içerikte belli bir kavramla ilgili anlamalara sahip olabilecekleri fikrine dayanmaktadır. Bu noktadan hareketle Harel (2000), soyut lineer cebir kavramlarının geometrik temsillerine yapılacak vurgunun öğrencilerin kavramlarla ilgili derinlemesine anlamalarına katkı sağlayacağını belirtmiştir. Gereklilik prensibi, öğretmen adaylarının öğrenmeyi hedefledikleri şeyler için bir ihtiyaç hissetmeleri olarak ifade edilebilir. Öğretmen adaylarının öğrenmeyi bir ihtiyaç olarak hissetmeleri açısından sınıf içi etkinlikler, problem çözme aktiviteleri ve derse aktif katılımları önem arz etmektedir. Genellenebilirlik prensibi, somut bir model ile yürütülen öğretimsel etkinlikler üzerinden öğrencilerin kavramlarla ilgili genellemelere ulaşmasını amaçlar. Harel'e (2000) göre somutlaştırma yönteminin yer aldığı bir öğretim, kavramların genellenebilmesine imkân sağlamalı ve öğrencilerin genellemeyapmasını sağlayarak cesaretlendirici türde olmalıdır. Bu bakımdan lineer cebir öğretiminde kullanılacak somut kavramların, öğretmen adaylarının soyut kavramları özümseme ve anlamalarına olanak sağlayacak şekilde düzenlenmesi gerekmektedir.

Konuyla ilgili literatürdeki bazı çalışmalar öğrencilerin lineer cebir öğretiminde yaşadıkları zorlukları ortaya koyarken (Britton ve Henderson, 2009; Dorier vd., 2000; Hillel, 2000; Nardi, 1997; Sierpinska, 2000) bazı çalışmalar ise lineer cebir öğretimine için bir takım somut önerilerde bulunmaktadır (Çelik, 2015; Donevska-Todorova, 2018; Hadded, 1999; Harel, 2000; Stewart ve Thomas, 2010). Bu öneriler; lineer cebir öğretiminde teknolojiye ve geometrik yaklaşımlara yer verilmesi, somut modellerden yararlanılması (LACSG; Linear Algebra Curriculum Study Group, 1992; Harel 2000) ve temsil dilleri ve düşünme biçimlerinin iç içe olduğu öğrenme ortamlarının tasarlanması (Donevska-Todorova, 2018) şeklinde sıralanabilir. Bu öneriler dikkate alındığında öğretmen adaylarının anlamada en fazla zorluk çektiği vektör uzayı teorisiyle ilgili temel kavramların öğretimine dair öğrenme ortamlarının tasarlanması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Literatürde yer alan zorlukların üstesinden gelebilmek için sunulan öneriler göz önüne alındığında öğretmen adaylarının soyutlama yapmasına imkân veren görselleştirme tekniklerinin ve geometrik temsillerin kullanıldığı, farklı düşünme biçimlerini harekete geçirecek ve öğretmen adaylarını bir üst düşünme biçimine taşıyacak ders içi sunum ve etkinliklerin yer aldığı teknoloji destekli, zenginleştirilmiş bir öğrenme ortamının tasarlanmasına ihtiyaç vardır. Lineer cebir öğretimine için olarak hazırlanan teknoloji destekli zenginleştirilmiş öğrenme ortamının değerlendirilmesi ve geliştirilmesinde lineer cebir dersini veren öğretmenlerin ve geleceğin öğretmenleri olacak öğretmen adaylarının görüşlerini belirlemek önem arz etmektedir. Araştırmada ortaya çıkacak sonuçlar, bundan sonraki dönemlerde lineer cebir dersini öğrenme ve öğretme sürecinde gerek öğretmen adayları gerekse öğretmenler için yaşanan zorlukları gidermesi, öğrenme ortamının geliştirilmesi için yapılması gereken düzenlemelere katkı sağlaması ve buna benzer diğer çalışmalara örnek teşkil etmesi bakımından oldukça önemlidir.

1.1. Araştırmanın amacı

Bu çalışmada, literatürde yer alan zorluklar ve öneriler dikkate alınarak vektör uzayları teorisinin öğretimi için bir öğrenme ortamı tasarlanmış ve tasarım, araştırmanın kuramsal çerçevesini oluşturan Harel (2000), Hillel (2000) ve Sierpinska'nın (2000) çalışmaları üzerine temellendirilmiştir. Bu kuramsal çatı altında, hazırlanan ders içi sunumlar, etkinlikler, düzenli olarak verilen görevler ve dinamik matematik yazılımı ile oluşturulmuş şablonlar zenginleştirilmiş öğrenme ortamının temel yapısını oluşturmaktadır. Tasarlanan öğrenme ortamının bütün bileşenleriyle, öğretmen adaylarının vektör uzayı kavramlarını anlamalarında önemli bir yere sahip olacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda, çalışmanın

amacı vektör uzayları teorisinin temel kavramlarının öğretimi için tasarlanan zenginleştirilmiş öğrenme ortamı için öğretmen adaylarının ve uygulama öğretmeninin görüşlerinin neler olduğunu ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda araştırma problemi, “Vektör uzaylarının öğretimi için tasarlanan öğrenme ortamına ilişkin öğretmen adaylarının ve dersi veren öğretim elemanının görüşleri nelerdir?” şeklinde oluşturulmuştur.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırmanın modeli

Vektör uzaylarının öğretimi için tasarlanan zenginleştirilmiş öğrenme ortamına ilişkin öğretmen adayları ve uygulama öğretmeninin görüşlerinin neler olduğunu ortaya koymayı amaçlayan bu çalışma nitel bir çalışmadır. Çalışma, tasarım tabanlı araştırma yöntemiyle yürütülmüş olup üç döngüden oluşmaktadır. Wang ve Hannafin (2005) tasarım tabanlı araştırmayı; analiz, tasarım, geliştirme ve uygulama süreçlerinin döngüsel olarak yapıldığı araştırma olarak tanımlamıştır. Tasarım tabanlı araştırma, araştırmacı ve katılımcıların iş birliği içinde olduğu eğitim uygulamalarının, tasarım ilkelerinin ve kuramlarının geliştirilmesi ve düzenlenmesi için yapılan sistematik ve esnek bir araştırma yöntemidir. Tasarım tabanlı araştırmalar (TTA) diğer tasarım tabanlı araştırma yöntemlerinden, tasarım, analiz ve yeniden tasarım aşamalarının etkili bir şekilde döngüsel bir süreç içermesi (Kuzu, Çankaya ve Mısırlı, 2011; Herrington, McKenney, Reeves ve Oliver, 2007) ve katılımcılar ile araştırmacıların süreç boyunca aktif rol alması bakımından farklılaşmaktadır. Ayrıca TTA'lar süreç boyunca yapılan tüm düzenleme ve değişikliklerin ayrıntılı bir şekilde rapor hâline getirildiği çalışmalardır (Reeves, 2000).

Yapılan literatür taraması sonunda, vektör uzaylarıyla ilgili öğrenme-öğretme zorluklarına yönelik öneriler dikkate alınarak oluşturulan kavramsal çatı ile ortaya konulan ilkeler (Açıkıldız ve Kösa, 2021) doğrultusunda bir öğrenme ortamı tasarlanmıştır. Öğrenme ortamının temel bileşenleri; çalışma yapıları ile grup çalışması, Geogebra şablonları ve ödevler olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Tasarlanan öğrenme ortamının gerçek sınıf ortamında uygulanabilmesi için vektör uzaylarına yönelik 6 haftalık bir uygulama planı oluşturulmuştur. Tasarlanan öğrenme ortamında işlenen kavramlar; vektör uzayları, alt uzaylar, lineer birleşim ve germe, lineer bağımlılık ve bağımsızlık, taban ve boyut kavramlarıdır. Bu kavramların her birinin öğretimi için oluşturulan kazanımlardan hareketle ders planları hazırlanmış, çalışma yapıları, ödevler ve GeoGebra şablonları tasarlanmıştır. Derslerin bir bölümü öğretmen adaylarının kendi sınıf ortamlarında, bir bölümü ise bilgisayar laboratuvarında grup çalışması şeklinde yürütülmüştür. Bu çalışmada geniş kapsamlı bir tasarım araştırmasının ürünü olan zenginleştirilmiş bir öğrenme ortamına ilişkin görüşler incelenmiştir.

2.2. Araştırmanın çalışma grubu

Araştırmanın çalışma grubunu bir devlet üniversitesinde Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği bölümünde öğrenim gören 11 ikinci sınıf öğretmen adayı ve dersi veren öğretim elemanı oluşturmaktadır. Çalışma grubunun belirlenmesinde tesadüfi olmayan örnekleme yöntemlerinden biri olan kolayda örnekleme türü kullanılmıştır. Lineer cebir dersi ülkemizde genel olarak eğitim fakültelerinde ikinci sınıfta yer alan bir ders olup vektör uzayları teorisi bahar döneminde verilmektedir. Bu nedenle çalışma 2017-2018 eğitim öğretim yılının bahar döneminde yürütülmüştür.

2.3. Veri toplama araçları ve süreci

Çalışmada tasarım, uygulama, geliştirme ve değerlendirme aşamaları üç döngü boyunca gerçekleştirilmiş ve her döngüde yapılan değişiklikler ayrıntılı bir şekilde raporlaştırılmıştır. Böylece her bir döngüden elde edilen veriler gözden geçirilerek, daha başarılı döngüler gerçekleştirmek için düzenlemeler yapılmış ve daha verimli bir tasarım ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Literatür araştırması sonucunda vektör uzayları konusuyla ilgili öğrenme-öğretme zorluklarına yönelik öneriler dikkate alınarak oluşturulan kavramsal çatı ile ortaya konulan ilkeler doğrultusunda öğrenme ortamı tasarlanmıştır. Öğrenme ortamının temel bileşenleri; çalışma yapıları ve grup çalışması, Geogebra şablonları ve ödevler olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Tasarlanan öğrenme ortamının gerçek

sınıflarda uygulanabilmesi için vektör uzayları konusu üzerine 6 haftalık bir uygulama planı oluşturulmuştur. Vektör uzayları ile ilgili her bir kavramın öğretimi için kazanımlardan hareketle ders planları oluşturulmuş, çalışma yaprakları, ödevler ve Geogebra şablonları tasarlanmıştır. Laboratuvar ortamında gerçekleştirilen derslerde, 6 haftalık süre boyunca her hafta, işlenen kavramın öğretimi için hazırlanan çalışma yaprakları öğrencilere dağıtılmış ve çalışma yapraklarında yer alan etkinlikleri öğrencilerin yapması istenmiştir. Grup çalışması olarak gerçekleştirilen etkinliklerde öğretmen adaylarından bilgisayarlarında yer alan Geogebra şablonlarını kullanmaları istenerek onların, çalışma yapraklarında yer alan sorulara geometrik yaklaşımlar getirmeleri hedeflenmiştir. Ders sonrasında o haftaki kavram veya kavramlarla ilişkili ödevler öğretmen adaylarına verilmiştir. Ödevlerde yer alan sorular vektör uzay kavramlarının geometrik, cebirsel ve soyut gösterimlerini içeren sorulardan oluşturulmuştur.

Öğretmen adayları ve dersi veren öğretim elemanının, tasarlanan öğrenme ortamına ilişkin görüşlerinin belirlenmesinde yarı yapılandırılmış mülakat tekniğinden yararlanılmıştır. Mülakatlarda öğrenme ortamı, GeoGebra yazılımı, ödevler, çalışma yaprakları, grup çalışması ve motivasyon temaları altında sorular bulunmaktadır. Mülakatlardaki sorular genel hatlarıyla öğrenme ortamıyla ilgili 2, derslerin yürütülmesi esnasında kullanılan yazılımla ilgili 4, öğretmen adaylarına ders dışı zamanlarda verilen görevler ile ilgili 4, etkinlik ve grup çalışmasıyla ilgili 2 ve derse karşı motivasyonla ilgili 3 soru şeklinde olup görüşmeler esnasında sorulara alınan cevaplar yeni sorularla desteklenmiştir. Mülakatlar araştırmanın son döngüsü olan üçüncü döngü sonrasında çalışmaya katılan her bir öğretmen adayı ve dersin öğretim elemanı ile birlikte 6 haftalık uygulamanın ardından ayrı ayrı yapılmıştır. Yapılan her bir mülakat yaklaşık 25-30 dakika kadar sürmüştür. Mülakatlar, bir ses kayıt cihazıyla kaydedilmiş, sonrasında yazıya geçirilmiştir.

2.4. Verilerin analizi

Çalışmada yarı yapılandırılmış mülakatlardan elde edilen veriler ilk olarak içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. İçerik analizi temel olarak, birbirine benzeyen verileri belirli kavramlar ve temalar altında toplayarak ve bunları okuyucu için anlaşılır bir şekilde organize ederek yorumlamaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). İçerik analizi sonrasında çalışmanın bulgularının yazımında, yapılan mülakatlardan kesitler verilerek betimsel analiz tekniği de kullanılmıştır. Betimsel analiz, nitel verilerin önceden belirlenen bir çerçeveye bağlı olarak işlenmesi, bulguların tanımlanması ve tanımlanan bulguların yorumlanması adımlarını içeren bir analiz yaklaşımıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Veri analizinin ilk aşamasında, yapılan mülakatlara ait ses kayıtları yazıya geçirilmiştir. Daha sonra her bir mülakattan elde edilen veriler kodlanmış, ardından temalar belirlenerek, verilerin bu kod ve temalara göre organize edilmesi ve tanımlanması gerçekleştirilmiştir. Kodlama işlemi yapılırken öğretmen adaylarının ve uygulama öğretmeninin sorulara verdikleri cevaplar tekrar tekrar okunmuş ve kodlar, ifadeleri en iyi temsil edecek şekilde oluşturulmuş ve atanmıştır. Veri analizinin son aşamasında oluşturulan temalar ve kodlar farklı bir matematik eğitimcisi tarafından gözden geçirilmiş ve kodlayıcı güvenilirliği %87 olarak belirlenmiştir. Gözden geçirme sonucunda farklı değerlendirilen durumlar üzerinde tartışılarak bazı temalarda yeni kodlar belirlenmiş ya da kodlarda değişikliğe gidilmiştir. Böylelikle yanlış veya eksik kodlamaların önüne geçilmeye çalışılmış ve benzer kodlardan mümkün olanlar birleştirilmiştir. Bulgular sunulurken araştırmacı A, dersi veren öğretim elemanı Ö ve öğretmen adayları Ö1, Ö2, ..., Ö11 olarak kodlanmıştır.

2.5. Araştırmanın etik izni

Yapılan bu çalışmada "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" kapsamında uyulması gerektiği belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler" başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir. Bu çalışma, Vektör Uzaylarının Öğretimine Yönelik Öğrenme Ortamının

Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi doktora tezinden üretilmiştir. Çalışmanın yapılabilmesi için 09.07.2021 tarih ve 2021-7/2.11 sayılı izin alınmıştır.

Etik kurul izin bilgileri

Etik değerlendirmeyi yapan kurul adı: Trabzon Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulu

Etik değerlendirme kararının tarihi: 09.07.2021

Etik değerlendirme belgesi sayı numarası: 2021-7/2.11

3. BULGULAR

Bu çalışmanın amacı vektör uzayları teorisinin öğretimi için tasarlanan zenginleştirilmiş öğrenme ortamına ilişkin öğretmen adaylarının ve uygulama öğretmeninin görüşlerinin neler olduğunu ortaya koymaktır. Bu bölümde, araştırmanın amacı doğrultusunda öğretmen adayları ve dersi veren öğretim elemanından elde edilen verilerin analizi sonucunda ortaya çıkan bulgular ayrı başlıklar altında sunulmuştur.

3.1. Öğretmen Adaylarının Tasarlanan Öğrenme Ortamına İlişkin Görüşleriyle İlgili Bulgular

Yarı yapılandırılmış mülakatların içerik analizi sonucunda öğretmen adaylarının öğrenme ortamına ilişkin görüşleri beş tema altında toplanmıştır. Bu temalar Şekil 1’de gösterilmektedir.



Şekil 1. Öğretmen adaylarının öğrenme ortamı hakkındaki görüşlerine ilişkin temalar

Şekil 1’de de görüldüğü üzere öğretmen adaylarının öğrenme ortamına ilişkin görüşleri “öğrenme”, “materyal”, “motivasyon”, “olumlu yanlar” ve “olumsuz yanlar” temalarında şekillenmiştir. Bu temalarda toplam 26 adet kod elde edilmiştir. Aşağıda Tablo 1’de her bir öğretmen adayıyla yapılan mülakattan elde edilen tema ve kodlara ait yüzde ve frekans dağılımı sunulmuştur.

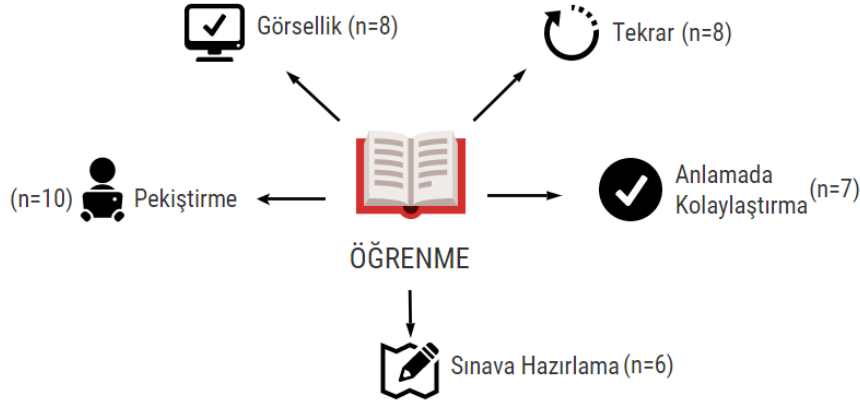
Tablo 1.

Öğretmen Adaylarının Görüşlerinden Elde Edilen Temalar ve Kodlar

Tema	Kodlar	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8	Ö9	Ö10	Ö11	f	%
Öğrenme	Görsellik	x	x		x	x	x	x	x	x			8	73
	Pekiştirme	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	10	91
	Anlamada Kolaylık		x	x	x	x	x			x		x	7	64
	Tekrar		x	x	x	x	x	x	x	x			8	73
	Sınava Hazırlık	x	x		x				x			x	6	55
Materyal	Keşfetmeye Yönelik		x			x	x						2	18
	Pratik	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	11	100
	Kolaydan Zora	x		x				x	x		x		5	45
	Dersle Uyumlu			x	x	x	x	x		x			6	55
	Zaman K.		x			x	x	x		x			4	36
	Dikkat Çekme		x		x	x		x		x			5	45
	Somutlaştırma		x	x	x	x					x	x	6	55
Motivasyon	Derse Bağlılık	x										x	2	18
	Aktif Olma	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	11	100
	Herkese Eşit							x		x			2	18
	Çalışmaya Zorlama				x	x	x		x				4	36
Olumlu Yanlar	Somutlaştırma		x	x	x	x					x	x	6	55
	Zamanın Geçmesi			x					x	x			3	27
	Eğlenceli	x			x	x		x					4	36
	Sorumluluk Alma		x	x	x	x	x			x			5	45
	Muhakeme		x			x		x		x	x	x	6	55
	Özgüven	x			x								2	18
	Aktif Olma	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	11	100
Düzenli Çalışma		x	x						x	x		4	36	
Olumsuz Yanlar	Basit Sorular					x					x	x	3	27
	Yorulma	x										x	2	18

Tablo 1 incelendiğinde; öğrenme temasının altında 5 kod, materyal temasının altında 7 kod, motivasyon temasının altında 4 kod, olumlu yanlar temasının altında 8 kod ve olumsuz yanlar temasının altında 2 kod olduğu görülmektedir. Yine Tablo 1’den öğretmen adaylarıyla yapılan mülakatların analizinde atanan bazı kodların birden fazla tema altında yer aldığı görülmektedir. Örneğin, “somutlaştırma” kodu hem “olumlu yanlar” hem de “materyal” temasında, “aktif olma” kodu hem “olumlu yanlar” hem de “motivasyon” temasında yer almaktadır. Bununla birlikte “olumlu yanlar” ve “motivasyon” temalarında yer alan “aktif olma” kodu (11) ile “materyal” temasında yer alan “pratik” kodu (11) ve “öğrenme” temasında yer alan “pekiştirme” kodu (10) tüm kodlar arasında en büyük frekansa sahip olmasıyla dikkat çekmektedir. Takip eden bölümlerde her bir temaya yönelik elde edilen kodlar ve her bir koda ilişkin öğretmen adayı görüşlerinden örnek alıntılar yer almaktadır.

Öğretmen adayları ile yapılan mülakatların analizinden elde edilen “öğrenme” teması ile ilişkili kodlar Şekil 2’de sunulmuştur.



Şekil 2. Öğrenme temasına ilişkin kodlar

Şekil 2’de öğrenme teması ile ilişkili kodlar incelendiğinde en yüksek frekansa sahip kodun 10 ile “pekiştirme” olduğu ve bu kodu 8 frekansla “görsellik” ve “tekrar” kodlarının takip ettiği görülmektedir. Bu kodların ardından sırasıyla 7 frekansla “anlamada kolaylaştırma”, 6 frekansla “sınava hazırlama” kodları gelmektedir.

Öğretmen adaylarının hepsi öğrenme ortamının bir parçası olan ödevlerle ilgili olumlu görüş bildirerek ödevlerin öğrendikleri konuları pekiştirmelerinde yardımcı olduğunu ifade etmişlerdir. Aşağıda “pekiştirme” koduna ilişkin Ö7 kodlu öğretmen adayı ile yürütülen mülakattan bir kesit sunulmuştur.

A : İşlenen dersler sonrasında verilen görevlerin öğrenmeniz üzerinde nasıl etkisi olduğunu düşünüyorsunuz?

Ö7 : Her hafta oldu bizim ödevlerimiz. Bazen yine mi ödev, off unuttum gibi ama bu çok güzeldi. Mesela kavrama açısından çok güzel oldu ve onu sınav haftasında anladık.

A : Katkısı mı oldu, ek külfet mi doğurdu sizin için?

Ö7 : Ek bir külfet doğurmadı. Hocamız konu başlıklarını yazarken biz burada bu ödevi yapmıştık germede şunları yapmıştık diye kafamızda çok oturmuş bunu kendi aramızda da konuşuyorduk.

A : Konuyu öğrenmenizde etkili olduğunu düşünüyor musunuz?

Ö7 : Ödev üniversitede her derste olmuyor veya bu tek ama pekiştirmemize yardımcı oldu anlamamızı sağladı. Bir de birbirimize de soruyorduk birebirimizle olan etkileşimi de artırdı o da iyi oldu.

Ö7 kodlu öğretmen adayının ifadelerinden verilen ödevlerin pekiştirmenin yanında öğretmen adaylarının kendi aralarındaki etkileşimlerini de artırdığı anlaşılmaktadır. Ö6 kodlu öğretmen adayı da benzer bir açıklama yaparak ödevlerin arkadaşlarıyla aralarında etkileşimin artmasına yardımcı olduğunu ifade etmiştir.

Bir diğer kod olan “sınava hazırlık” kodu öğretmen adaylarının özellikle ders içinde kullanılan etkinlikler ve ödevler hakkındaki görüşlerinden elde edilmiştir. Aşağıda “sınava hazırlık” koduna ilişkin Ö2 kodlu öğretmen adayı ile yürütülen mülakattan bir kesit sunulmuştur.

A : Ödevlerin öğrenmen üzerinde nasıl bir etkisi oldu?

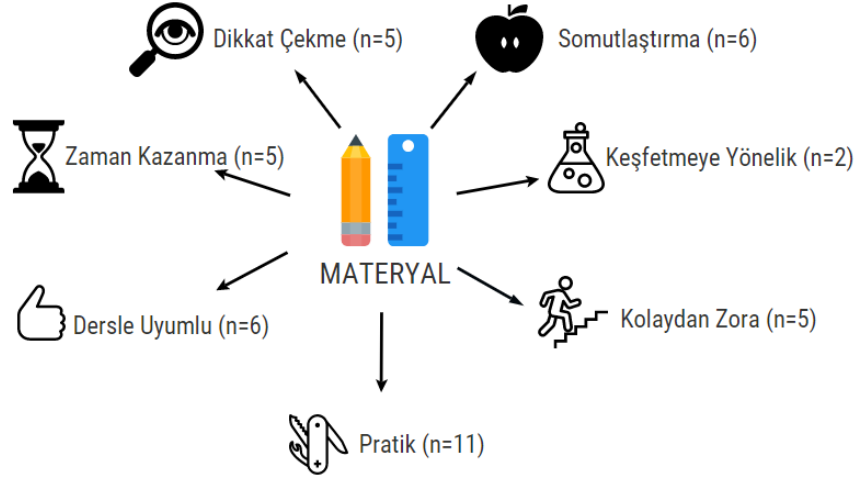
Ö2 : ... ödev verilmese kimsenin gidip günü gününe çalışacağımı düşünmüyorum ben zaten, ödevler bana planlı çalışma ve o haftayı tekrar etme fırsatı verdi.

A : Konuyu öğrenmenizde etkili olduğunu düşünüyor musun?

Ö2 : Mesela ben vize haftasında çok çalışmadım. 1 hafta çalışmam yetti. Yani bir nevi sınava hazırladı bizi.

Mülakat kesitinde de görüldüğü üzere Ö2 kodlu öğretmen adayı verilen ödevlere çalışıyor olmanın aynı zamanda kendilerini sınava hazırladığını belirtmiştir. Ödevlerin öğretmen adayları tarafından pekiştirici ve dersi tekrar niteliğinde olduğu daha önceki kodlardan hareketle düşünüldüğünde sınava hazırlığın bu durumun doğal bir sonucu olduğu sonucuna varılabilir. Bu durumdan farklı olarak iki öğretmen adayı (Ö9 ve Ö11) ödevlerin sınav öncesi kendilerini rahatlattığını ve sınav stresini aldığını ifade etmişlerdir.

Yapılan mülakatlardan öğrenme ortamının parçaları olan etkinlikler, GeoGebra şablonları ve ödevlerle ilgili olan kodlar “materyal” teması altında toplanmıştır. Öğretmen adaylarının görüşlerinden elde edilen “materyal” teması ile ilişkili kodlar Şekil 3’te verilmiştir.



Şekil 3. Materyal temasına ilişkin kodlar

Şekil 3’te görüldüğü gibi materyal temasında yer alan kodlardan en dikkat çekici olanı en yüksek frekansa sahip olması yönüyle “pratik” kodudur. Bu kodu sırasıyla “somutlaştırma (n=6)” ve “dersle uyumlu (n=6)”, “dikkat çekme (n=5)”, “kolaydan zora (n=5)”, ve “zaman kazanma (n=5)” ile 2 frekansla “keşfetmeye yönelik” kodu takip etmektedir. Materyal temasında öğretmen adayları GeoGebra şablonları ve etkinliklerin oldukça kullanışlı veya pratik olduğunu belirtmiş ve bu yöndeki görüşler “pratik” koduyla ilişkilendirilmiştir. Aşağıda Ö5 kodlu öğretmen adayı ile yürütülen mülakattan bir kesit sunulmuştur.

A : GeoGebra şablonların tasarımı hakkında ne düşünüyorsun? Dikkat çekici miydi mesela?

Ö5: Evet, dikkat çekici miydi tam olarak bilmiyorum ama biz kolayca bulalım başka bir şeyler yapmayalım diye orada çok kullanışlı bir şekilde hazırlandığını düşünüyorum

A : Başka ne gibi yanlarından bahsedebilirsiniz?

Ö5: Genel olarak tasarımları beğendim zaman açısından ve pratik olması açısından oldukça güzeldi. Çünkü biz onları bulamazdık mesela orada olsaydık bu daha çok vaktimizi alırdı.

Mülakatlar esnasında tüm öğretmen adayları GeoGebra şablonlarını pratik bulduğunu ifade etmiş ve Ö5 kodlu öğretmen adayıyla benzer görüş bildirmişlerdir. Ayrıca 6 öğretmen adayı (Ö2, Ö3, Ö4, Ö6, Ö9, Ö10) aynı zamanda etkinliklerin kullanışlı olduğunu ifade eden görüşler bildirmiştir.

GeoGebra şablonları öğrenme ortamının ödevlerle birlikte öğretmen adaylarının tamamı tarafından olumlu görüş bildirilen parçasıdır. Öğretmen adaylarının çoğu şablonların somutlaştırma yönünü ifade eden görüşler belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının bu yöndeki görüşlerine “somutlaştırma” kodu atanmıştır. Aşağıda Ö10 kodlu öğretmen adayı ile yürütülen mülakattan bir kesit sunulmuştur.

A : Ders sırasında yazılımı kullanmada karşılaştığımız problemler oldu mu?

Ö10 : Açıkçası yaşamadım. İlk kısımlarda öğrenirken sıkıntı çekmişimdir.

A : Peki, GeoGebra'yı kullanmanın sağladığı artılar ve eksiler nelerdir?

Ö10 : Genel olarak somutlaştırma bakımından yararlıydı Geogebra. Açıkçası bir görsel üzerinden görmek, öğrenmem açısından iyi bir şey.

Materyal temasında yer alan kodlardan biri de “dikkat çekme” kodudur. Öğretmen adayları mülakatlarda öğrenme ortamı, etkinlikler ve GeoGebra şablonlarının dikkat çekici yönüne değinmişlerdir. Aşağıda Ö7 kodlu öğretmen adayı ile yapılan mülakattan bir kesit sunulmuştur.

A : Çalışma yapraklarıyla dersin işlenmesi öğrenmenizi nasıl etkiledi?

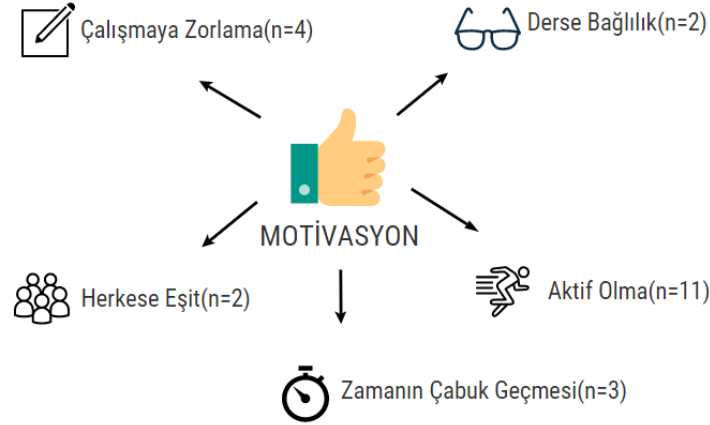
Ö7: Genel olarak şöyle aşağıda (laboratuvar) biz grup çalışması yaparak etkinlikler önümüzde olunca kavrama açısından bizim için çok iyi oldu.

A : Başka neler söyleyebilirsin?

Ö7: Arkadaşlarla da şunu fark ettik ki dersi sürekli yukarıda (sınıf ortamı) işleyince çok sıkılıyor ve bir yerden sonra dikkat dağınıklığı oluyor. Ama aşağıdayken (laboratuvar) dikkat dağınıklığı olmuyor çünkü bir etkinliğe bakıyoruz bir bilgisayara bakıyoruz bazen hocamız tahtada örnek çözüyor ve üç şey birden olunca çok fazla dikkat dağılmıyor.

Ö7 kodlu öğretmen adayı genel olarak öğrenme ortamının dikkatlerini çektiğini belirtmiştir. Buradan hareketle öğrenme ortamının birçok yönüyle öğretmen adaylarını derse bağlayıcı bir unsur olduğunu söylemek mümkündür. Bununla birlikte bazı öğretmen adayları da öğrenme ortamında özellikle GeoGebra şablonlarının ve çalışma yapraklarının derste kendilerine zaman kazandırdığını belirtmiş ve öğretmen adaylarının bu yöndeki görüşlerine “zaman kazanma” kodu atanmıştır. Öğrenme ortamını bir bütün olarak düşündüğümüzde laboratuvar derslerinin kavramların öğretiminde zaman yönünden avantajlar sağladığını söylemek mümkündür.

Mülakatların analizinden ortaya çıkan temalardan biri de “motivasyon” temasıdır. Motivasyon temasına ait kodlar ve kodların frekansları Şekil 4’te verilmiştir.



Şekil 4. Motivasyon temasına ilişkin kodlar

Şekil 4 incelendiğinde motivasyon temasındaki en dikkat çekici durumun öğretmen adaylarının tümünün ifade ettiği “aktif olma” kodu olduğu görülmektedir. Bu kodu frekans sayılarına göre sırasıyla “çalışmaya zorlama”, “zamanın çabuk geçmesi”, “herkese eşit” ve “derse bağlılık” kodları takip etmektedir. Bu tema altında yer alan kodlardan en dikkat çekeni “aktif olma” kodudur. Tüm öğretmen adayları öğrenme ortamında kendilerinin aktif olduğu yönünde ifadelerde bulunmuşlardır. Aşağıda Ö3 kodlu öğretmen adayı ile yapılan mülakattan bir kesit sunulmuştur.

A : Çalışma yapraklarıyla dersin işlenmesi öğrenmenizi nasıl etkiledi? Varsa olumlu ve olumsuz yönlerini açıklar mısınız?

Ö3: Genel olarak olumlu çünkü bizi daha aktif kılıyor. Yani sadece sıramızda oturup ders dinlese bu kadar iyi anlayamazdık veya sınav zamanı bize daha çok yük düşerdi çalışmak için o açıdan iyi oldu.

A : Olumsuz bir yanı var mıydı?

Ö3:Olumsuz bir yönü yok dediğim gibi ben laboratuvarında çalışmayı pek fazla sevmiyorum. Beni daha çok yoruyor ama onun dışında olumluymuştu. Bir taraftan Geogebra ile ilgilenmek bir taraftan etkinlikleri tamamlamak ve dersi takip etmek durumu aktif kıldı.

Ö3 kodlu öğretmen adayı da dâhil bütün öğretmen adayları gerek etkinliklerin gerek GeoGebra şablonlarının gerekse dersi veren öğretim elemanının kendilerini hep bir uğraş içerisinde tuttuğunu ve öğrenme ortamının kendilerini aktif kıldığını ifade etmişlerdir. Bununla birlikte öğretmen adayları öğrenme ortamında özellikle ödev ve etkinliklerin kendilerini çalışmaya ittiğini ifade etmişlerdir.

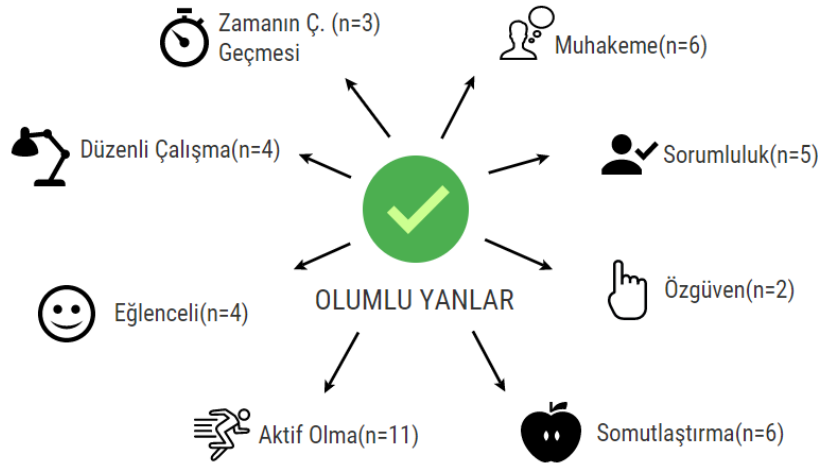
Motivasyon teması ile ilişkili kodlardan biri de “herkese eşit” kodudur. Ö7 ve Ö9 kodlu öğretmen adayları uygulama öğretmenin herkese aynı mesafeye yaklaştığını ve herkese söz hakkı vermeye dikkat ettiğini bildirmişlerdir. Aşağıda Ö7 kodlu öğretmen adayı ile yapılan mülakattan bir kesit sunulmuştur.

A : Laboratuvarında işlenen dersler, derse katılımını nasıl etkiledi?

Ö7: Laboratuvarında etkinlikleri cevaplarken hep grup grup söz hakkı verildi. Hiçbir grubu es geçmeden dersi yaptık o yüzden katılım normal sınıfa göre daha fazla oldu.

Yukarıdaki mülakat kesitinden derslerde herkese söz hakkı veriliyor olması durumunun derse katılımın daha fazla olmasına yol açtığını söylemek mümkündür. Ayrıca Ö9 kodlu öğretmen adayı dersi veren öğretim elemanının sınıfta sürekli dolaşarak herkesle ilgilendiğini ve eşit yaklaşımda bulunduğunu belirtmiştir.

Öğretmen adaylarıyla yapılan mülakatlardaki, öğrenme ortamına ilişkin olumlu düşünceler “olumlu yanlar” teması altında toplanmıştır. Olumlu yanlar teması ile ilişkili kodlar Şekil 5’te sunulmuştur.



Şekil 5. Olumlu yanlar temasına ilişkin kodlar

Şekil 5 incelendiğinde olumlu yanlar teması ile ilgili bazı kodların diğer temalarda da yer aldığı görülmektedir. Olumlu yanlar temasındaki “somutlaştırma” kodu materyal temasında; “aktif olma” ve “zamanın çabuk geçmesi” kodları motivasyon temasında da bulunmaktadır. Bu kodlarla ilişkili görüşlere ortak temalarda yer verilmiştir. Bunların dışında frekans sayılarına göre sırasıyla “muhakeme”, “sorumluluk”, “düzenli çalışma”, “eğlenceli” ve “öz güven” kodları yer almaktadır.

Öğretmen adayları uygulamaların grup çalışmaları şeklinde yürütülmesinin kendi aralarında tartışıp muhakeme etmelerini sağladığını ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının bu ifadeleri “muhakeme” şeklinde kodlanmıştır. Aşağıda Ö9 kodlu öğretmen adayı ile yapılan mülakattan bir kesit sunulmuştur.

A : İşlenen derslerinin grup çalışması şeklinde yapılması hakkında ne düşünüyorsun?

Ö9: Eğer ikiden fazla kişi olsaydık bu sefer fazla iyi anlayamayabilirdik. Etkileşim azalırdı iki kişi yapardı bir kişi kenarda kalırdı.

A : Peki iki kişi olunca?

Ö9: İki kişi olunca sadece ikimizi tartışabiliyorduk ne olacağını ne olmayacağını, o şekilde bilgi alışverişi yapmamız kolaylaştı. O bakımdan iyi olduğunu düşünüyorum grup çalışması sayesinde.

A : Peki ya tek olsaydınız?

Ö9: Tek olsaydık ekstra bir fikir çıkmayınca bize verileni olduğu gibi kabul ederdik.

Ö9 kodlu öğretmen adayının mülakat kaydı incelendiğinde laboratuvar derslerinin grup çalışması şeklinde yürütülüyor olmasının onlara kendi aralarında daha fazla tartışıp muhakeme etme fırsatı verdiğini söylemek mümkündür. Ayrıca Ö9 kodlu öğretmen adayı, ifadelerinde grup çalışmalarının iki kişilik gruplar şeklinde yapılmasının olumlu yanlarının neler olduğunu belirtmiştir. Mülakat yapılan diğer öğretmen adaylarından Ö11 ve Ö4 kodlu öğretmen adayları grup çalışmasının bir diğer avantajını uygulama öğretmeninden önce danışacakları birinin olması olarak belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının olumlu görüş bildirdikleri bir diğer husus da düzenli olarak verilen ödevlerin kendilerini düzenli ders çalışmaya itiyor olmasıdır. Öğretmen adaylarının bu yöndeki görüşleri “düzenli çalışma” şeklinde kodlanmıştır. Mülakat yapılan öğretmen adaylarından dördü ile yapılan görüşmelerde düzenli çalışma olarak kodlanan ifadeler ortaya çıkmıştır. Aşağıda Ö3 kodlu öğretmen adayı ile yapılan mülakattan bir kesit sunulmuştur.

A : Ödevlerin varsa olumlu yanlarından bahseder misin?

Ö3: “...Olumlu yönleri, ödev vermezseniz kimsenin gidip günü gününe çalışacağını düşünmüyorum ben zaten, ödevler bana planlı çalışma ve o haftayı tekrar etme fırsatı verdi.

Düzenli ve planlı çalışıyor olmak öğretmen adayları tarafından olumlu bir davranış olarak görülmüş ve ayrıca ödevler konuların tekrar edilip pekiştirilmesine yardımcı olmuştur. Bütün bunlara ek olarak öğretmen adayları öğrenme ortamının kendilerine öz güven sağladığını ve onları derse katılmaya teşvik ettiğini ifade etmişlerdir. Aşağıda öğretmen adaylarının ifade ettikleri “öz güven” koduna ilişkin Ö1 kodlu öğretmen adayı ile yapılan mülakattan bir kesit sunulmuştur.

A : Derslerin grup çalışması şeklinde yapılması hakkında ne düşünüyorsun?

Ö1: Canımın sıkılmasını da engelledi bazen arasında muhabbet ediyorsun

A : Ders açısından peki?

Ö1: Derse katılacakken normalde bir kişi öz güvenini sağlayamaz hala öyle insanlar var ama arkadaşım olduğu zaman bir kişi daha seninle aynı ortak fikirde olduğu zaman fikrini söylemek kolaydır insanlar için. O yönden derse katılım daha kolaylaşmıştır.

Ö1 kodlu öğretmen adayının bu görüşleri daha önce mülakat kayıtlarındaki görüşlere paralel olarak grup çalışmasının dersleri eğlenceli kıldığı fikrini desteklemektedir. Ayrıca Ö1 kodlu öğretmen adayının mülakat kaydından yararlanarak, ders içerisinde grup arkadaşının varlığının öğretmen adayının öz güvenini artırıcı bir unsur olduğunu söylemek mümkündür.

Öğretmen adaylarının görüşlerinden elde edilen “olumsuz yanlar” teması ile ilişkili kodlar Şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 6. Olumsuz yanlar temasına ilişkin kodlar

Şekil 6’da görüldüğü gibi toplam 11 öğretmen adayıyla yapılan mülakatlardan “olumsuz yanlar” temasına ilişkin iki kod ortaya çıkmıştır. Bu kodlar “basit” ve “göz yorulması” kodlarıdır. Mülakatlarda üç öğretmen adayı etkinliklerde genellikle ilk kısımda yer alan soruların kendileri için oldukça basit olduğunu belirtmişlerdir. Aşağıda Ö5 kodlu öğretmen adayı ile yapılan mülakattan bir kesit sunulmuştur.

A : Genel olarak derslerin işlenişi konusuna varsa olumsuz yanlardan bahseder misin?

Ö5: Bence bazı sorular çok temel herkesin bildiği şeylerdi onlarla ilgili sorular çözüp uğraştık ya orası biraz yavaşlattı bence. İlk sorular bazen basitti.

A : Nasıl olabilirdi?

Ö5: Sorulara daha zordan başlasaydı veya herkesin bildiği sorularla ilgili bilgi verilseydi daha iyi olurdu bence ama çok büyük bir problem değildi benim için.

Ö5 kodlu öğretmen adayı bazı etkinliklerde yer alan çalışma yaprağındaki ilk soruların basit ve gereksiz olduğunu ifade etmiştir. Ö5 kodlu öğretmen adayının görüşünden bu durumun kendisi için çok büyük bir olumsuzluk olmadığı anlaşılmaktadır. Ö10 ve Ö11 kodlu öğretmen adayları da Ö5 kodlu öğretmen adayına benzer açıklamalar yapmıştır. Olumsuz yanlar teması altında elde edilen bir diğer kod ise göz yorulması kodudur. İki öğretmen adayı etkinlikleri yapma süresince bilgisayara çok baktıklarını, bu durumun da kendileri için yorucu olduğunu belirtmişlerdir.

3.2. Tasarlanan Öğrenme Ortamına İlişkin Uygulama Öğretmeninin Görüşleriyle İlgili Bulgular

Çalışma sonunda dersi veren öğretim elemanı ile yapılan mülakatların içerik analizinden kodlar elde edilmiş ve bu kodlar belirli temalar altında toplanmıştır. Uygulama öğretmenin tasarım ortamına ilişkin görüşlerinden elde edilen temalar ve bu temalara ait kodlar Şekil 7’de gösterilmektedir.



ÖĞRENME	MATERYAL	MOTİVASYON	OLUMSUZ YANLAR
<ul style="list-style-type: none">Somut Deneyimler SunmaGeometrik YaklaşımlarFormal Tanım ve İspatlara Zemin HazırlamaFarklı Gösterimleri ilişkilendirmeTartışma Ortamı	<ul style="list-style-type: none">İlgi ÇekiciKullanışlıEtkiliAnlaşılırİşlevselSistemik Yapı	<ul style="list-style-type: none">Monotonluktan KurtarmaDerse Katılım SağlamaAktif OlmaMotive EtmeÇekiciSorumluluk	<ul style="list-style-type: none">RevizeSıkılma

Şekil 7. Öğretmen görüşlerine ait temalar

Şekil 7'den de görüldüğü üzere uygulama öğretmeniyle yapılan mülakatların analizinden “öğrenme”, “materyal”, “motivasyon” ve “olumsuz yanlar” olmak üzere 4 adet tema elde edilmiştir. İçerik analizi sonucunda bu temalarla ilişkili 19 adet kod elde edilmiştir. Kodların temalara göre dağılımı; “öğrenme” temasında 5 adet, “materyal” ve “motivasyon” temalarında 6’şar adet ve “olumsuz yanlar” temasında ise 2 adet kod şeklindedir.

Öğrenme teması altında somut deneyimler sunma, formal tanım ve ispatlara zemin hazırlama, geometrik yaklaşımlar, tartışma ortamı, farklı gösterimleri ilişkilendirme olmak üzere beş adet kod yer almaktadır. Derslerin bilgisayar laboratuvarında işlenen kısımlarında öğretmen adayları GeoGebra yazılımını kullanarak çalışma yapraklarını tamamlamışlardır. Uygulama öğretmenin yazılımın öğretmen adaylarına yaşattığı somut deneyimlerin, onların anlamalarına nasıl katkı sağladığına dair mülakat kesiti aşağıda sunulmuştur.

A : Konunun öğretiminde yazılımı kullanışlı buluyor musunuz?

Ö : Yazılım kavramlara ilişkin öğretmen adaylarına somut deneyim yaşatma, kavramla ilgili temel sezgisel anlamalarının oluşmasında çok faydalı oldu.

A : Sizce buna sebep olan şey neydi?

Ö : Hem görsellik hem dinamiklik hem de (bunlarla da ilişkili olarak) birden çok durumu ele alıp inceleme fırsatı vermesi açısından faydalı ve kullanışlı olmuştur.

Uygulama öğretmeni yazılımın kavramla ilgili sezgisel anlamaların oluşmasında faydalı olduğunu, yazılımın somut deneyimler sunmasının yanı sıra çalışma yapraklarıyla birlikte farklı gösterimleri bir arada içerdiğini ve kendilerine normal sınıf ortamına oranla daha fazla zaman kazandırdığını ifade etmiştir. Ayrıca uygulama öğretmeni somut örnekleri sınıf ortamında nasıl kullandıklarına örnekler vererek yazılımın öğretmen adaylarına sunduğu somut deneyimlerin çok yararlı olduğunu belirtmiştir. Yine mülakatlarda uygulama öğretmeni geometrik yaklaşımları daha önceki derslerinden farklı olarak sistemli ve dinamik bir şekilde kullanıyor olmasına değinmiştir. Uygulama öğretmenin geometrik yaklaşımlarla ilgili mülakat verisinden bir kesit aşağıda sunulmuştur.

A : Normal sınıf ortamı ile karşılaştıracak olursanız ne gibi farklılıklardan bahsedebilirsiniz?

Ö : İki ortam birçok açıdan birbirinden farklı. Normalde bazı durumlarda mesela lineer bağımlılık/bağımsızlık öğretmen adaylarının anlamalarına yardımcı olsun diye geometrik yaklaşımlardan derslerimde yararlanıyordum. Ancak sistemli bir şekilde değil.

A : Burada nasıl ele aldınız?

Ö : Burada GeoGebra’yı kullanarak ele aldığımız her kavram için dinamik bir şekilde geometrik yaklaşımlar kullandık.

A : Bahsettiğiniz sistem nasıl işledi tam olarak?

Ö : Çalıştığımız geometrik durumları cebirsel olarak da açıkladık. En son aşamada en soyut hali ile ele almaya çalıştık. Şunu gördüm. Özelliklerle ilerleyen aşamalarda tanımlar, teoremler ve ispatları öğretmen adayları için çok daha anlaşılır olmaya başladı.

Uygulama öğretmenin görüşlerinden, geometrik yaklaşımlara yer verilmesinin yanı sıra kavramların farklı gösterimlerine de yer verilmesinin öğretmen adayları için tanım, teorem ve ispatları daha anlaşılır hale getirdiği anlaşılmaktadır. Yine aynı mülakat içinde uygulama öğretmeni GeoGebra şablonları ve çalışma yapraklarının kullanılmasının zamanı etkin kullanma, çok sayıda örnek durumu inceleme ve geometrik temsillere yer verme gibi imkânlar yarattığını belirtmiştir. Uygulama öğretmenin formal tanım ve ispatlarla ilgili mülakat verilerinin bir kesiti aşağıda sunulmuştur.

A : Bilgisayar destekli öğrenme ortamı derste pozisyonunuzu nasıl değiştirdi?

Ö : Ön hazırlık ve çeşitli düzenlemeler açısından daha yorucu gibi görünse de aslında derslerin işlenişi çok kolaylaştırdı.

A : Bilgisayar destekli öğrenme normal sınıf ortamı ile karşılaştıracak olursanız?

Ö : Şöyle ki bir takip edilen işlenişle öğretmen adayları formal tanım ve ispatlara hazır hale geldiler. Aynı durum üzerinden önceden yaşadıkları somut deneyimleri formal temsilleri ile eşleştiriyor ve çok daha rahat anlayıp takip edebiliyordu. Dolayısıyla ispat süreci de onlar için anlamlıydı.

A : Bu etkiyi nasıl gözlemlediniz?

Ö : İlerleyen derslerde bu etkiyi çok daha fazla görebildim. Öğretmen adayları daha çok fikir beyan ediyor, önceki bilgilerinin çok rahat çağırabiliyorlardı.

Mülakat kesitinden, takip edilen işlenişin formal tanımların ve ispatların anlaşılmasına zemin hazırladığını söylemek mümkündür. Ayrıca uygulama öğretmeni öğretmen adaylarının öğrenmeleri üzerindeki etkisini ilerleyen haftalarda kendisinin gözlemlediğini ifade ederek açıklamasını güçlendirmiştir. Bununla birlikte uygulama öğretmenin görüşlerinden hareketle ders öncesi hazırlıklar açısından öğretmenin sorumluluklarının artabileceğini söylemek mümkündür. Ancak bu sorumluluklar yerine getirildiğinde ders işlenişi daha kolay bir hal alabilecektir.

Uygulama öğretmeni öğretmen adaylarına verilen ödevlerin sınıf içerisinde tartışıldığından ve bu durumun etkisinden bahsetmiştir. Bu tartışmaların hem öğretmen adaylarının düşünme biçimleri ilgili fikirler sağladığını hem de uygulama öğretmenin yanlış anlamaları ortaya çıkarıp düzeltmesine imkân verdiğini söylemek mümkündür.

Uygulama öğretmenin öğrenme ortamında yer alan materyallerle ilgili özellikleri ifade ettiği görüşler “materyal” teması altında toplanmıştır. Uygulama öğretmenin görüşlerinden elde edilen “materyal” teması ile ilişkili kodlar ilgi çekici, kullanışlı, etkili, anlaşılır ve sistematik olarak sıralanmaktadır. Aşağıda ilk olarak ilgi çekici koduna ilişkin uygulama öğretmeniyle yapılan mülakattan bir kesit verilmiştir.

A : Öğretmen adaylarının tercihi ne yöndeydi derslerin işlenişi konusunda?

Ö : Bazı dersler -çoğunlukla- bilgisayar laboratuvarında çalıştık bazı dersler normal sınıf ortamında. Laboratuvar derslerinin öğretmen adayları için daha çekici olduğunu söyleyebilirim.

A : Nedenini açıklar mısınız?

Ö : Çünkü daha rahattılar birçok açıdan. Arkadaşları ile birlikte çalışıyorlardı, çalışma yapraklarıyla birlikte bilgisayar ortamında çalışıyorlardı, somut deneyimler yaşadıkları için yaptıkları anlamlı geliyordu.

A : Başka neler söyleyebilirsiniz?

Ö : Mesela, geçen dönem bu dersi yürüttüğüm esnada derse gelip hiçbir şeyle ilgilenmeyen iki-üç öğrencim vardı. Bu dönem boyunca hem derslere çok daha düzenli devam ettiler hem de uygulamalara aktif katılım gösterdiler. Çaba sarf ettiler. Dersler onlar için genelde ilgi çekici oldu.

Uygulama öğretmeni, öğretmen adaylarının bir önceki dönem de derslerine girdiğinden onları iyi tanıdığı ve onların geçen dönemle karşılaştırdığında daha aktif oldukları yönünde görüş bildirmiştir. Bu durumun gerçekleşmesinde derslerde kullanılan materyallerin ilgili çekici olmasının da etkisi olduğunu söylemek mümkündür.

Uygulama öğretmenin görüşlerine bakıldığında birçok kez çalışma yapraklarının belli bir yapıya sahip olduğunu belirttiği görülmektedir. Daha önce öğrenme temasında geometrik yaklaşımlar kodunda GeoGebra şablonlarında bu yapıyı kavramların geometrik, cebirsel ve soyut hallerinin ele alınması olarak ifade eden uygulama öğretmeni benzer bir görüşü de çalışma yaprakları için sunmuştur. Aşağıda sistematik koduyla ilişkili olarak uygulama öğretmeniyle yapılan mülakattan bir kesit sunulmuştur.

A : Çalışma yaprakları ve şablonlar ile ilgili genel olarak düşünceleriniz nelerdir?

Ö : Tüm çalışma yapraklarında belli bir sistematik vardı aslında. GeoGebra ile birlikte geometri uygulamaları ile başlayan, geometrik yaklaşımlarla ulaşılan çıkarımları cebirsel yaklaşımlarla destekleyen ve en sonunda en genel formda çalışılan durumu anlamlaştırmaya çalışılan.

A : Bu durum öğretmen adaylarının öğrenmelerini nasıl etkiledi sizce?

Ö : Öğretmen adayları için somut durumlar üzerinde aynı kavramlar ile çalışılmış olması genel teorisinin kapsamının öğretmen adaylarının anlamasını oldukça kolaylaştırıyordu. Aslında önce genel teoriyi verip sonrasında örnekler üzerinde açık hale getirme çabamızın tersi ve bence çok daha işlevsel olanı oldu.

Uygulama öğretmenin görüşünden tıpkı GeoGebra şablonlarında olduğu gibi çalışma yapraklarının da somuttan soyuta bir sistematige sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte uygulama öğretmeni önce genel teori verilir sonrasında örnekler üzerinden yapılan bir işleyişe ters olarak kavramların sırasıyla geometrik, cebirsel ve soyut hallerine yer verilmesini daha işlevsel bulduğunu ifade etmiştir.

Öğrenme ortamının uygulama öğretmeni ve öğretmen adaylarını motive ettiği durumlar “motivasyon” teması altında toplanmıştır. Uygulama öğretmenin görüşlerinden elde edilen “motivasyon” teması ile ilişkili kodlar derse katılım, aktif olma, sorumluluk, motive etme, monotonluktan kurtarma ve çekici olarak belirlenmiştir. Uygulama öğretmeni ders içerisinde öğretmen adayları ile yaşadığı bir diyalogu mülakatta anlatarak öğretmen adaylarının laboratuvar ortamında çalışma isteklerinin daha çok olduğunu ifade etmiştir. Aşağıda bu kapsamdaki mülakat kesiti sunulmuştur.

Ö : “Dersleri laboratuvar ve derslikte dönüşümlü yapıyorduk. Derslikte yürüttüğümüz bir dersin sonunda -ki ders bence son derece verimli bir dersti- öğretmen adayları laboratuvarında çalışmayı isteklerini söylediler. Bu derste çok yorulduklarını ifade ettiler. Laboratuvarında yaptığımız geçen ders çok daha az yorulduklarını ifade etmişlerdi. Hatta bu yüzden dersti 15 dk. önce bitirdik. Aslında laboratuvarında yaptığımız o ders çok yoğun bir dersti. Bana kalırsa bu ders daha az yoğun bir içeriğe sahip ve daha rahattı. Aslında bu durum formalizmin onları ne kadar sıkıttığı ve yordüğunun bir göstergesiydi bence.”

Uygulama öğretmenin ifadelerinden öğretmen adaylarının laboratuvar ortamını tercih etmelerinin nedenini formalizm olarak gördüğü anlaşılmaktadır. Ayrıca uygulama öğretmeni, öğretmen adaylarının öğrenme ortamı içerisinde aktif kaldıklarını ifade etmiştir. Uygulama öğretmeni laboratuvar derslerinin öğretmen adayları tarafından tercih edilme nedenlerinden birini de öğrenme ortamının sınıf ortamının yapısından farklılığı olarak görmüş ve laboratuvar ortamının derslerini monotonluktan kurtardığını ifade etmiştir. Aşağıda uygulama öğretmenin monotonluktan kurtarma kodlu ile ilişkili mülakat kesiti sunulmuştur.

A : Normal sınıf ortamı ile karşılaştırarak olursanız ne gibi farklılıklardan bahsedebilirsiniz?

Ö : Öğretmen adayları, laboratuvarındaki deneyimlerinden çok fazla zorlanmadan örnekler sunabildiler. O dersler için yapılan çözüm ve tartışmaların öğretmen adayları için anlamlı olduğunu düşünmüştüm ve hala öyle düşünüyorum.

A : Öğretmen adaylarının öğrenmesini nasıl etkiledi bu durum?

Ö : Durum böyle olunca öğretmen adayları derslerde kendilerini hem daha iyi hissetiler hem de daha çok fikir ileri sürmeye başladılar. Diğer taraftan bu uygulama derslerimizi monotonluktan da kurtardı bir anlamda.

Uygulama öğretmenin mülakattaki ifadelerinden, laboratuvarında işlenen derslerin bilgisayar destekli olarak yapılıyor olmasının normal sınıf ortamında işlenen derslerden farklı olarak, öğretmen adaylarının monotonluktan kurtardığı yorumu çıkarılabilir. Uygulama öğretmeni mülakat kaydının devamında grup çalışmasının da dersleri sahip olduğu rutinden kurtarmada etkili olduğunu belirtmiştir. Ayrıca uygulama öğretmeni düzenli olarak ödevlere dönütler verildiği öğrenme ortamının, öğretmen adaylarının ödevlerini yapma konusunda motive ettiğini ifade etmiştir. Aşağıda motive etme kodu ile ilgili olarak uygulama öğretmeniyle yapılan mülakat kesiti sunulmuştur.

A : Ödevler öğretmen adayları için ek bir külfet oldu mu?

Ö : Her ders sonunda öğretmen adayları o haftaki içerik ve önceki haftalarla ilişkili problemler bıraktık. Bu problemlerin sayısı çok değişti. O yüzden öğretmen adayları için külfet oluşturduğunu düşünmüyorum.

A : Ödevlere dönütler verilmesi hakkında ne düşünüyorsunuz?

Ö : Ayrıca ödevlerine düzenli olarak dönütlerde verildi. Bu da çok önemli. Yoğunluğa bağlı birçok gerekçeden ötürü ihmal edilen bir durum. Bu uygulama biçimi öğretmen adaylarını ödev yapma konusunda onları oldukça motive etti. Çoğu düzenli bir şekilde ödevlerini getiriyordu.

Mülakat kesitinden ödevlere verilen dönütlerin önemli olduğu ve öğretmen adaylarını ödevlerini yapma konusunda motive eden bir durum olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca uygulama öğretmenin mülakat kaydından ödevlerin öğretmenler tarafından ihmal edilen bir konu olduğu anlaşılmaktadır. Buradan hareketle öğretmen tarafından dönüt verilmemesinin ödevlerin etkisini azaltacağını söylemek mümkündür.

Uygulama öğretmenin süreç içerisinde karşılaştığı olumsuzluklar “Olumsuz Yanlar” teması altında toplanmıştır. Uygulama öğretmenin görüşlerinden elde edilen “Olumsuz Yanlar” teması ile ilişkili kodlar revizyon ve sıkılma olarak ifade edilmiştir. Aşağıda revizyon kodu ile ilgili olarak uygulama öğretmeniyle yapılan mülakattan bir kesit sunulmuştur.

A : Çalışma yapraklarındaki etkinlikleri tamamlarken öğretmen adaylarının yaşadığı problemler nelerdir?

Ö : Taban kavramına ilişkin çalışma yaprağında problem yaşamıştım. Etkinlikteki birkaç soru bazı öğretmen adayları için çok açık değildi. Sınıf içinde dolaşırken bu öğretmen adaylarına ek açıklamalar yapmak gerekti. Bu yüzden çalışma yaprağında bu etkinliğe revize gerekebilir.

Uygulama öğretmeni taban kavramına ilişkin etkinlikte yer alan bazı soruların yeterince anlaşılır olmamasından dolayı düzenlenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Aynı kapsamda uygulama öğretmeni R^2 ve R^3 'te vektörlerle ilgili etkinlikte kullanılan GeoGebra şablonuyla ilgili bir öneride bulunarak komut penceresinden kaynaklanan bir yazım hatasının yanlış anlaşılmaya sebebiyet vermemesi için düzenlenmesini önermiştir. Bu ve benzeri öneriler süreç boyunca uygulama öğretmeni ve araştırmacı tarafından rapor edilerek tasarımın geliştirilmesine yönelik düzenlemeler yapılmıştır. Bununla birlikte uygulama öğretmeni tarafından ifade edilen bir diğer olumsuz durum ise etkinliği erken bitiren öğretmen adaylarının diğer öğretmen adaylarını beklerken sıkıldıkları yönündedir.

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada vektör uzaylarının öğretimi için tasarlanan bir öğrenme ortamına ilişkin öğretmen adaylarının ve dersi veren öğretim elemanının görüşlerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu kapsamda tasarım tabanlı araştırma yöntemi kullanılarak uygulanan araştırmanın üçüncü ve son döngüsünün ardından öğretmen adayları ve uygulama öğretmeniyle yapılan mülakatlardan elde edilen veriler analiz edilmiş, bulgular literatür ışığında tartışılmıştır.

Öğretmen adaylarıyla yürütülen mülakatların içerik analizinden elde edilen kodlar Öğrenme, Materyal, Motivasyon, Olumlu Yanlar ve Olumsuz Yanlar temalarını oluşturmuştur. Öğrenme teması altında öğretmen adaylarının ifadelerinden çıkarılan kodların GeoGebra yazılımı ve ödevler ile ilişkili olduğu göz önüne alındığında öğrenme ortamının bu iki parçasının öğretmen adaylarının öğrenmelerinde daha etkili olduğunu söylemek mümkündür. Öğretmen adaylarının tamamı GeoGebra şablonları ve ödevler hakkında olumlu görüş bildirmişlerdir. Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu ödevlerin öğrenmelerinde pekiştirici bir rolü olduğunu belirterek aynı zamanda ödevler sayesinde derste işlenen konularla ilgili bolca tekrar yaptıklarını ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları bu durumun sonucu olarak ödevlerin kendilerini bir nevi sınava hazırladığını, sınavlar için yoğun bir çalışma temposuna girmediklerini açıklamıştır. Uygulama öğretmeni ödevlerin rolünden bahsederken sınıfta oluşan tartışma

ortamından bahsetmiştir. Bir önceki derste verilen ödevler ve çözümleri üzerinden konuşma başlattığını belirten uygulama öğretmeni, öğretmen adaylarının bu konuşmaya katılarak birbirlerinin çözümlerinin yeterli olup olmadığı konusunda tartışma başlattıklarını ifade etmiştir. Ortaya çıkan tartışma durumu aynı zamanda uygulama öğretmeni ve öğretmen adayları arasındaki etkileşimi artıran ve eleştirel düşünmeyi destekleyen bir durum olarak düşünülebilir. Pecuch-Herrero (2000), eleştirel düşünmeyi destekleyen ve öğretmen adayları ile öğretmenler arasındaki iletişimi artıran öğretim stratejileriyle birlikte yapıldığında teknolojiyi öğretime dâhil etmenin öğretmen adaylarının başarılarını artırdığını ifade etmiştir. Bu bağlamda kavram odaklı olarak her hafta düzenli olarak verilen ödevlerin teknoloji destekli öğrenme ortamındaki destekleyici rolünü görmek mümkündür. Uygulama öğretmenin de görüşlerinden yola çıkarak ödevlerin yalnızca öğretmen adayları için bir pekiştirme aracı olmadığını, aynı zamanda sınıf ortamında bir tartışma ve muhakeme süreci olduğunu söylemek mümkündür.

Öğretmen adaylarının verilen ödevlerle ilgili görüşleri sadece ödevlerin tekrar ve pekiştirici rolüyle ilgili değildir. Bazı öğretmen adayları ödevlerin sınav stresini azalttığını ifade etmişlerdir. Yapılan mülakatlarda öğretmen adayları sınavlarda daha çok işlem yapmanın kendilerine daha çok puan getireceği düşüncesiyle sorulara aritmetik cevaplar verdiklerini ifade etmişlerdir. Literatürde öğretmen adaylarının kavramsal anlamadan ziyade işlemsel anlamaya güvenmeye daha eğimli olduklarına ya da işlemsel bilginin gelişimine yol açacak şekilde öğretmen adaylarının çoğunlukla analitik-aritmetik düşünme biçimini geliştirdiklerine yönelik çalışmalar vardır (Hillel ve Sierpiska 1994; Alves Dias and Artigue 1995; Medina, 2000; Stewart 2008; Stewart ve Thomas 2010). Bu bağlamda sınav kaygısı öğretmen adaylarının işlemsel anlamaya güvenmeye daha eğimli olmalarının nedenlerinden biri olarak düşünülmektedir. Bu nedenle öğrenme ortamında yer alan ödevlerin öğretmen adaylarının sınav kaygısını ortadan kaldırdığını, eleştirel düşüncelerini desteklediğini ve bunlarla ilişkili olarak sorulara analitik-yapısal biçimde cevaplar verilmesine yardımcı olduğunu söylemek mümkündür. Uygulama öğretmeni ödevlerin, üzerinde düşünülmüş sorulardan oluştuğunu ve farklı gösterimleri bir arada barındırması bakımından faydalı olduğunu ifade etmiştir. Hristovitch (2001) ağırlıklı olarak hesaplama yapmayı gerektiren ödevlerin analitik-yapısal anlamaya geçişte bazı güçlükler neden olduğunu belirtmiştir. Buradan hareketle, ödevlerin öğretmen adaylarını sınava hazırlayarak sınav stresini azaltması durumunun onların sorulara verdikleri cevaplarda analitik yapısal düşünme biçimini tercih etmelerinde bir etken olarak karşımıza çıktığını söylemek mümkündür.

Öğretmen adaylarının ifadelerinden ortaya çıkan kodların en fazla GeoGebra yazılımıyla ilişkili olduğu görülmüştür. Öğretmen adayları görüşlerinde GeoGebra şablonlarının görsellik, somutlaştırma ve anlamada kolaylaştırıcı yönlerine değinerek yazılımın kendilerine zaman kazandırdığını ve yazılımı kullanışlı bulduklarını ifade etmişlerdir. Uygulama öğretmenin yazılımla ilgili görüşleri öğretmen adaylarının görüşlerine paraleldir. Ancak uygulama öğretmeni doğal olarak daha akademik bir bakış açısıyla yaklaşarak yazılımın kavramların öğretiminde öğretmen adaylarının öğrenmelerine etkisine değinmiştir. Uygulama öğretmeni yazılımın kavramlara ilişkin somut deneyimler yaşattığı ve öğretmen adaylarının kavramla ilgili temel sezgisel anlamalarının oluşmasına yardımcı olduğu yönünde görüş bildirmiştir. Bununla birlikte uygulama öğretmeni geometrik yaklaşımların sistemli bir şekilde ve her kavram için dinamik bir şekilde yapıldığını ifade etmiştir. Literatürde lineer cebir öğretiminde görselleştirme tekniklerinin veya teknolojinin kullanımının öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarının gelişimine katkı sağladığına dair araştırmalar vardır (Konyalıoğlu, 2003; Soylu, 2005; Stewart ve Thomas 2010). Bununla birlikte Harel (2000) somutluk prensibinde soyut lineer cebir kavramlarının somutlaştırılmasının öğretmen adaylarının kavramlarla ilgili sağlam anlamalar oluşturmasına katkı sağlayacağını belirtmiştir. Öğretmen adaylarının görüşleri doğrultusunda tasarlanan öğrenme ortamında kullanılan GeoGebra şablonlarının Harel'in lineer cebir öğretimine ilişkin pedagojik prensiplerinden somutluk prensibini karşıladığını ve öğretmen adaylarına pratik bir kullanım sunduğunu söylemek mümkündür. Uygulama öğretmeni de görsellik, dinamiklik ve bunlarla ilişkili olarak birden çok durumu inceleme fırsatı vermesi açısından GeoGebra şablonlarını faydalı ve kullanışlı bulduğunu ifade etmiştir. Öğretmen adaylarının neredeyse tamamı ve uygulama öğretmeni GeoGebra şablonlarının tasarımı ve kullanımı konusunda olumlu görüş bildirerek yazılımın kendilerine

kavramların öğretiminde zaman yönünden kazanç sağladığını ifade etmiştir. Uygulama öğretmeni uygulamaların çok daha kısa sürede tamamlanmasına ek olarak birden fazla durumun ele alındığını belirtmiştir. Öğretmen adayları ve uygulama öğretmenin görüşleri öğrenme ortamının zamanı etkin kullanmak ve fazla sayıda örnek durumu incelemek ilkelerini karşıladığını açık bir şekilde ortaya koymuştur. Ayrıca öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu GeoGebra şablonlarını kullanarak görerek öğrenmenin anlamalarını kolaylaştırdığını ve her bir kavramın öğretimi için özel olarak hazırlanan çalışma yapraklarıyla uyumlu olduğunu belirtmişlerdir. Literatüre bakıldığında görselleştirme yaklaşımlarının ve teknolojinin öğretmen adaylarının öğrenmelerini kolaylaştırdığı yönünde bulgular mevcuttur. Klasa (2009), Mapple gibi bilgisayar cebir sistemi ile Cabri gibi dinamik geometri yazılımlarının özellikle kinestetik öğrenme yaklaşımı sayesinde zor matematik kavramlarının öğrenilmesini kolaylaştırdığını ifade etmiştir. Benzer şekilde Konyalıoğlu (2003), görselleştirme yaklaşımlarının öğretmen adaylarının kavramları anlamasını kolaylaştırdığını söylemiştir. Bu araştırmada da görselleştirme yaklaşımlarına çalışma yaprakları ve ödevlerde yer verilmiştir. Bununla birlikte kavramların dinamik yapılarının anlaşılması ve görsel ve grafiksel gösterimlere yer verilmesi bakımından Klasa'dan (2009) farklı olarak tek bir yazılıma yer verilmiştir. GeoGebra yazılımının hem BCS hem de DGY'lerin özelliklerini barındıran dinamik bir matematik programı olması bakımından kavramların öğretiminde öğretmen adaylarına kolaylık sağladığı görülmüştür. Burada dikkat edilmesi gereken bir diğer husus da gelişen teknoloji sayesinde geçmişte farklı programların üstlendiği görevleri günümüzde daha pratik ve işlevsel bir seviyede tek bir programla yapmanın mümkün olmasıdır.

Uygulama öğretmeni öğrenme ortamının öğretmen adayları üzerindeki etkisini, geçmiş yıllara ait dönemlerle karşılaştırma yaptığı zaman fark etmiştir. Bu farkın oluşmasında öğrenme ortamında yer alan eğitimsel aktivitelerin rolüne uygulama öğretmeni tarafından değinilmiştir. Uygulama öğretmene göre çalışma yapraklarının açık ve anlaşılır olması öğretmen adaylarının derse daha fazla katılım göstermelerinde etkili olmuştur. Ayrıca uygulama öğretmeni de çalışma yaprakları ve yazılımın sahip olduğu sistematik yapıyla birlikte geometrik yaklaşımlarla ulaşılan çıkarımları cebirsel yaklaşımlarla destekleyen ve en sonunda en genel formda çalışılan durumu anlamlılaştırmaya çalışan bir öğretimin gerçekleştirildiğini ifade etmiştir. Öğretmen adayları ve uygulama öğretmenin görüşleri gerek kullanılan materyallerin özellikleri gerekse sahip oldukları yapı bakımından birbirini tamamlayıcı niteliktedir. Ancak uygulama öğretmeni tasarlanan öğrenme ortamının ilkelerinin karşılanıp karşılanmadığı konusunda daha net fikirler ortaya koymuştur. Uygulama öğretmeni hem yazılımı hem de genel olarak öğrenme ortamını işaret ederek takip edilen işlemlerin öğretmeni adaylarını formal tanım ve ispatlara hazır hale getirdiğini ifade etmiştir. Uygulama öğretmeni, öğretmen adaylarının somut deneyimleri formal temsilleriyle eşleştirerek çok daha rahat anladıklarını, ispat sürecinin daha anlamlı hale geldiğini ve ilerleyen haftalarda bu etkiyi gözlemlediğini belirtmiştir. Bu durum Donevska-Todorova'nın (2018) çalışmasından elde ettiği sonuçlarla örtüşmektedir. Donevska-Todorova (2018) çalışmasında BCS ve DGY'nin öğretmen adaylarının ispatlar ileriye sürmek, matematiğin sembolleri, formal ve teknik elemanları ile etkileşim içinde olmak yeterliliklerinin gelişimlerine katkı sağladığını ifade etmiştir. BCS ve DGY'lerin tüm özelliklerini bünyesinde barındıran GeoGebra yazılımı kullanılarak hazırlanan şablonlar öğretmen adaylarının formal tanımları ve ispat süreçlerini daha iyi anlamasına katkıda bulunmuştur.

Uygulama öğretmenin ve öğretmen adaylarının görüşleri doğrultusunda, literatürde yer alan önerilerin karşılandığı ve zorlukların aşılmasında öğrenme ortamının katkısının olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İspat ve ispatla ilgili süreçlerde öğretmen adaylarının deneyimsizliklerinden kaynaklanan zorluklar (Hillel, 2000) ve lineer cebir dersinin soyut ve formal yapısından kaynaklanan zorluklar (Dorier, 1995, Dorier, 2000) lineer cebir öğretiminde karşılaşılan en temel zorluklardandır. Görüşlerden hareketle öğretmen adaylarının etkinliklerin yapısından ve amacından haberdar oldukları anlaşılmaktadır. Öğretmen adayları etkinliklerin sahip olduğu özellikler göz önünde bulundurulduğunda sürecin aktif olarak bir parçası olmuştur. Uygulama öğretmenin görüşleri, öğretmen adaylarının formal tanım ve ispatların anlaşılmasında daha başarılı olduklarını göstermektedir. Bu bağlamda laboratuvar ortamında uygulanan

öğrenme ortamının öğretmen adaylarının formalizm zorluğundan kurtulmalarına yardımcı olduğunu söylemek mümkündür. Bununla birlikte öğretmen adayları ve uygulama öğretmenin görüşleri geometrik temsillere yer verilmesi, somutlaştırma, farklı dillerin kullanımı gibi önerilerin ve öğrenme ortamının sahip olduğu bazı ilkelerin (etkinliklerin açık ve anlaşılır olması, uyumlu olması, farklı dil ve gösterimlere yer verme, keşfetme, somutlaştırma, ilgi çekme) karşılandığını ortaya koymuştur.

Öğretmen adaylarının öğrenme ortamına ilişkin görüşleri ele alındığında Olumlu Yanlar ile Materyal temasının en çok kodun yer aldığı tema olduğu dikkati çekmiştir. Öğretmen adaylarının görüşlerinde ifade etmiş oldukları olumlu yanlar aktif olma, zamanın çabuk geçmesi, somutlaştırma, eğlenceli, düzenli çalışma, sorumluluk alma, muhakeme etme ve öz güven verme olarak sıralanmaktadır. Öğretmen adaylarının tamamı uygulama süreci boyunca aktif olmalarını öğrenme ortamının olumlu yanlarından biri olarak ifade etmişlerdir. Uygulama öğretmeni de öğretmen adaylarının geçmiş dönemdeki derslerden farklı olarak sessiz kalmak yerine sürekli sorular sorarak ve cevaplar vererek süreç içerisinde aktif olduklarını ifade etmiştir. Tıpkı aktif olma kodunda olduğu gibi öğretmen adaylarının tamamı ve uygulama öğretmeni Materyal temasında çalışma yapraklarının ve GeoGebra şablonlarının pratik olma yönüne değinmişlerdir. Öğretmen adayları süreç boyunca aktif olmalarını eğitimsel araçların pratikliğine, birbiriyle ve içerikle uygunluğuna bağlamıştır. Bu bağlamda öğretmen adaylarının dersler işlenirken zamanın çabuk geçmesini öğrenme ortamının olumlu yanlarından biri olarak göstermesi sürpriz bir sonuç değildir. Öğrenme ortamının öğretmen adaylarını aktif kılmasında o ortamda bulunan eğitimsel araçların kullanılabilirliği ve birbiri ile uyumlu olması önemli bir özellik olarak ortaya çıkmaktadır. Bu özellik aynı zamanda dersin akıcılığını da artırarak ders süresinin öğretmen adayları tarafından çabukça geçecek şekilde hissedilmesine neden olmuştur.

Öğretmen adayları çalışma yapraklarının GeoGebra şablonları eşliğinde yürütülmesinde grup arkadaşlarıyla görev paylaşımı yaptıklarını ve bu paylaşımın kendilerine sorumluluk yüklediğini ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının görüşlerinden elde edilen bir diğer olumlu yan ise grup çalışmalarının üyeler arasında konuyla ilgili tartışma ve fikir alışverişinde bulunarak muhakeme etme fırsatı sunmasıdır. Grup çalışmalarının öğretmen adaylarına sorumluluk alma ve muhakeme etme fırsatı sunuyor olmasının yanı sıra öğretmen adaylarının grup çalışmasını eğlenceli buluyor olması elbette önemli bir durumdur. Ancak bunun dışında öğretmen adaylarının kavramlara ilişkin sonuçları keşfetmesine ve genelleme yapmasına yönelik etkinliklerin bulunduğu bir öğrenme ortamında sorumluluk bilinciyle karşılıklı muhakeme ederek bir sonuca varma isteklerinin düşünme biçimlerinin en üst düzeye çıkmasında önemli bir yere sahip olduğu güçlü bir şekilde düşünülmektedir. Ayrıca öğretmen adayları grup arkadaşlarının yanında yer almasının ve uygulama öğretmeninden önce danışacak birinin olmasının kendilerine öz güven verdiğini ifade etmiştir. Bu yönüyle de düşünüldüğünde grup çalışmalarının öğretmen adaylarının derse katılmaları konusunda onlara öz güven aşılayarak itici bir güç olduğu ortaya çıkmıştır. Muhakeme edilen ve derse katılımın olduğu bir öğrenme ortamında öğretmen adaylarının ne düşündüklerini, nasıl düşündüklerini, sahip oldukları düşünme biçimlerini belirlemenin ve bunların geliştirilmesine yardımcı olmanın araştırmanın amacına ulaşmasında önemli bir rol oynadığı açıktır.

Genel olarak öğrenme ortamının öğretmen adaylarını motive ettiği yönünde belirtilen görüşler Motivasyon teması altında kodlanarak analiz edilmiştir. Elde edilen kodlar derse bağlılık, aktif olma, herkese eşit, çalışmaya iten ve zamanın çabuk geçmesi olarak sıralanmaktadır. Aktif olma ve zamanın çabuk geçmesi aynı zamanda öğretmen adayları tarafından öğrenme ortamının olumlu yanları olarak ifade edilmiştir. Çünkü öğretmen adayları süreç boyunca aktif bir şekilde derse katılmalarını yalnızca çalışma yaprakları, şablonlar veya görevlere bağlamamış, öğrenme ortamının kendilerini aktif kıldığını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının öğrenme ortamında ve kendilerine verilen görevlerde aldıkları sorumluluk ve ödevleri bir zorunluluk olarak görmeleri Harel'in (2000) gereklilik prensibiyle örtüşmektedir. Gereklilik prensibi kısaca öğretmen adaylarının dersi, ders içerisindeki aktiviteleri benimsemesini entelektüel bir ihtiyaç olarak görmektedir. Öğretmen adaylarının yukarıda bahsedilen ve öğrenme ortamında yer alan uygulamaları kendileri için bir zorunluluk ve sorumluluk olarak hissetmesi

bu entelektüel ihtiyacın karşılanması olarak yorumlanabilir. Ayrıca öğretmen adayları derslerin herkese eşit mesafede ve her gruba söz hakkı verilerek işlendiği yönünde görüş bildirmişlerdir. Ayrıca uygulama öğretmenin süreç içerisindeki tutumu öğretmen adayları tarafından takdir edilmiştir. Bilindiği üzere tasarım araştırması, araştırmacıların süreç boyunca aktif oldukları, araştırmacı ve katılımcıların iş birliği içinde oldukları çalışmalardır (Wang ve Hannafin, 2005). Bununla birlikte öğrenme ortamının bütünlüğünün yanında öğretmen adayları ve öğretmenlerin de süreç içerisinde etkileşimleri de öğretmen adaylarının başarısına katkı sağlamaktadır (Pecuch-Herrero, 2000). Bu bağlamda uygulama öğretmenin süreç içerisindeki rolünün araştırma yönteminin gereksinimlerini karşılayacak ve öğretmen adaylarının başarısına katkı sağlayacak bir düzeyde olduğunu söylemek mümkündür. Sonuç olarak motivasyonun olduğu ve her bir bireye söz hakkı verilen bir öğrenme ortamında öğretmen adaylarının özgürce düşüncelerini ifade etmesinin ve derse katılmasının araştırmanın amacına ulaşmasında önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir.

Laboratuvar ortamında gerçekleştirilen dersler daha yoğun bir içeriğe sahip olmasına rağmen öğretmen adayları normal sınıf derslerinde daha çok sıkılmış ve laboratuvar derslerini tercih etmiştir. Hatta bazı öğretmen adayları bu dersleri daha eğlenceli bulduklarını ifade etmiştir. Öğretmen adaylarının birçoğu laboratuvar ortamında derslerin işlenmesini tercih etmiş ve buna gerekçe olarak benimsenen öğretim şeklini göstermiştir. Bu durum formalizmin öğretmen adaylarını nasıl yorduğunun bir göstergesidir. Dorier ve arkadaşlarının (2000) formalizm zorluğu olarak ifade ettiği bu durumdan öğrencilerin kaçınabilmelerinde grup çalışmaları ve laboratuvar ortamında veya bilgisayar destekli öğretimin önemli etkenler olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte öğretmen adaylarının birbiriyle fikir alışverişinde bulunmasında, düşüncelerini rahatça ifade edebilmelerinde ve dersin eğlenceli bir hal almasında grup çalışmasının etkisi olmuştur. Öğretmen adaylarının görüşlerine göre uygulama öğretmenin öğrenme ortamındaki performansı öğretmen adaylarının dikkatini çekmiş ve onları motive etmiştir. Uygulama öğretmenin öğretim sürecinden ve tasarım ilkelerinden haberdar olması ve dersi yürütürken belirlenen ilkeler doğrultusunda hareket etmesi önemlidir. Çünkü tasarlanan bütün etkinliklerde öğretmen adaylarının düşünme biçimlerinin gelişimi için farklı dil ve gösterimlere (Hillel, 2000) sistematik bir şekilde yer verilmiştir. Literatürde temsil dilleri arasındaki ayrımı yapamayan bir öğrenci için bir dilden diğerine geçişi anlamak ve takip etmek temel zorluk nedenleri arasında yer almaktadır (Britton ve Henderson, 2009; Hillel, 2000). Bu nedenle, uygulama öğretmenin öğrenme ortamında uygulanan sistematığın bilincinde olarak süreç içerisinde öğretmen adayları ile etkileşiminde ve ders anlatımında temsil dillerinin kullanımına ve diller arası geçişlere dikkat etmesi gerekmektedir.

Ödevler de tıpkı öğrenme ortamının diğer bileşenleri gibi belli bir yapıya sahip olarak hazırlanmıştır. Kavramların farklı gösterimlerinin yer aldığı sorular somuttan soyuta doğru bir yapıyla sunulmuş ve öğretmen adaylarının en genel formda çıkarımlarda bulunmaları hedeflenmiştir. Sahip olduğu bu yapıyla birlikte ödevler öğretmen adaylarını düşünmeye sevk eden sorulardan oluşmuştur. Ödevler bu yönüyle sınıf ortamında uygulama öğretmenin rehberliğinde tartışılmış ve öğretmen adayları düşüncelerini paylaşmıştır. Tartışma ortamı öğretmen adaylarının yanıtlarının ortaya çıkması ve uygulama öğretmenin bu yanıtları düzeltme fırsatı sunmasının yanı sıra akıl yürütme ve çıkarımda bulunma süreçlerini de içermektedir. Buradan hareketle kavramların geometrik, cebirsel ve soyut temsillerinin yer aldığı, uygulama öğretmeni tarafından düzenli olarak dönüt verilen ve kavram odaklı ödevlerin, vektör uzayları kavramlarının öğretiminde kullanılması önerilmektedir. Bu bağlamda öğrenme ortamının öğretmen adayları için sağlamış olduğu fırsatlar göz önüne alındığında tasarlanan öğrenme ortamının vektör uzaylarının öğretiminde veya vektör uzaylarıyla ilgili belli kavramların (lineer birleşim, germe, lineer bağımsızlık, taban) öğretiminde uygulanması önerilmektedir. Ayrıca ileriye dönük çalışmalarda, lineer cebir dersinin diğer önemli konuları olan lineer dönüşüm, özdeğer ve özvektör kavramlarının öğretimine dair benzer bir öğrenme ortamı tasarımı yapılabilir. Bu kavramlar için tasarlanacak öğrenme ortamına vey öğretme ilişkin öğretmen ve öğrenci görüşleri incelenebilir.

Kaynakça/Reference

- Açıkıldız, G. & Kösa, T. (2021). Creating design principles of a learning environment for teaching vector spaces. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(1), 244-289.
- Alves Dias, M. & Artigue, M. (1995). Articulation problems between different systems of symbolic representations in linear algebra. In *The Proceedings of PME19*, 3(2), 34-41.
- Britton, S. & Henderson, J. (2009). Linear algebra revisited: An attempt to understand students' conceptual difficulties. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(7), 963-974.
- Çelik, D. (2015). Investigating students' modes of thinking in linear algebra: The case of linear independence. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, 16(1). Retrieved January 20, 2015 from <http://www.cimt.org.uk/journal/index.htm>.
- Doğan-Dunlap, H. (2010). Linear algebra students' modes of reasoning: Geometric representations. *Linear Algebra and Its Applications*, 432, 2141-2159.
- Donevska-Todorova, A. (2018). Fostering students' competencies in linear algebra with digital resources. In S. Stewart, C. Andrews-Larson, A. Berman & M. Zandieh (Ed.) *Challenges and Strategies in Teaching Linear Algebra* (pp. 261-276). Hamburg: Springer International Publishing.
- Dorier, J. L. (1995). Meta level in the teaching of unifying and generalizing concepts in mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 29, 175-197.
- Dorier, J. L. (1998). The role of formalism in the teaching of the theory of vector spaces. *Linear Algebra and its Applications* (275), 14, 141-160.
- Dorier, J. L. (2000). *On the teaching of linear algebra*. Dordrecht: Kluwer Academic.
- Dorier, J. L., Robert, A., Robinet, J. & Rogalski, M. (2000). The obstacle of formalism in linear algebra. In J. L. Dorier (Ed.), *On the teaching of linear algebra* (pp. 85-124). Dordrecht: Kluwer Academic.
- Dreyfus, T. & Hillel, J. (1998). Reconstruction of meanings for function approximation. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 3, 93-112.
- Hadded, M. (1999). Difficulties in the learning and teaching of linear algebra-a personal experience (Unpublished master's thesis). Concordia University, Canada.
- Harel, G. (1987). Variations in linear algebra content presentations. *For the Learning of Mathematics*, 7(3), 29-32.
- Harel, G. (1989a). Learning and teaching linear algebra: Difficulties and an alternative approach to visualizing concepts and processes, *Focus on Learning Problems in Mathematics* 11, 139-148.
- Harel, G. (1989b). Applying the principle of multiple embodiments in teaching linear algebra: Aspects of familiarity and mode of representation, *School Science and Mathematics*, 89, 49-57.
- Harel, G. (2000). Principles of learning and teaching of linear algebra: Old and new observations. In J. L. Dorier (Ed.), *On the teaching of linear algebra* (pp. 177-189). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Herrington, J. A., McKenney, S., Reeves, T. C. & Oliver, R. (2007). Design-based research and doctoral students: Guidelines for preparing a dissertation proposal. In C. Montgomerie & J. Seale (Eds.), *Proceedings of EdMedia 2007: World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications* (pp. 4089-4097). Chesapeake, VA: AACE.
- Hillel, J. & Sierpinska, A. (1994). On one persistent mistake in linear algebra. *The Proceedings PME 18*, 2, 65-72.
- Hillel, J. (2000). Modes of description and the problem of representation in linear algebra. In J. L. Dorier (Ed.), *On the teaching of linear algebra* (pp. 191-207). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Hristovitch, S.P. (2001). Students' conception of introductory linear algebra notions: The role of metaphors, analogies and symbolization (Unpublished doctoral dissertation). Purdie University, USA.
- Klasa, J. (2009). A few pedagogical designs in linear algebra with Cabri and Maple. *Linear Algebra and its Applications*, 432, 2100-2111.

- Konyalıoğlu, A. C. (2003). *Üniversite düzeyinde vektör uzayları ile ilgili kavramların anlaşılmasında görselleştirme yaklaşımının etkinliğinin incelenmesi* (Doktora tezi). Atatürk Üniversitesi.
- Kolman, B.& Hill, D.R. (2008). *Elementary linear algebra and its applications* (9th ed.). New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Kuzu, A., Çankaya, S. ve Mısırlı, A. (2011). Tasarım tabanlı araştırma ve öğrenme ortamlarının tasarımı ve geliştirilmesinde kullanımı. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 1(1), 19-35.
- Medina, E. (2000). Student understanding of span, linear independence, and basis in an elementary algebra class (Unpublished doctoral dissertation). University of Northern Colorado, USA.
- Nardi, E. (1997). The novice mathematician's encounter with mathematical abstraction: A concept image of spanning sets in vectorial analysis. *Educación Matemática*, 91(1), 47-60.
- Pecuch-Herrero, M. (2000). Strategies and computer projects for teaching linear algebra. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 31, 181-186.
- Reeves, T. C. (2000, April). Enhancing the worth of instructional technology research through "design experiments" and other development research strategies. Paper presented at the International Perspectives on Instructional Technology Research for the 21st Century, New Orleans, LA.
- Robert, A. & Robinet, J. (1989). Quelques résultats sur l'apprentissage de l'algèbre linéaire en première année de DEUG, Cahier de Didactique des Mathématiques n°53, IREM de Paris VII.
- Sierpinska, A. (2000). On some aspects of students' thinking in linear algebra. In J. L. Dorier (Ed.), *On the teaching of linear algebra* (pp. 209-246). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Soylu, Y. (2005). *Lineer dönüşümler ve lineer dönüşümlerle ilgili kavramların öğretilmesinde geometri ile somutlaştırma yönteminin etkinliği* (Doktora tezi). Atatürk Üniversitesi.
- Stewart, S. (2008). Understanding linear algebra concepts through the embodied symbolic and formal worlds of mathematical thinking (Unpublished doctoral dissertation). Auckland University, New Zealand
- Stewart, S. & Thomas, M. O. J. (2010). Student learning of basis, span and linear independence in linear algebra. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 41(2), 173-188.
- Wang, F. & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5-23.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2006). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (5. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, A., ve Simsek, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Arastirma Yöntemleri* (8th ed.). Ankara: Seckin Yayınevi.

EXTENDED ABSTRACT

1. INTRODUCTION

Linear algebra is an important study area in mathematics that examines vectors, vector spaces, linear transformations, linear equation systems and matrices. Linear algebra, which is widely used especially in science, has applications in many fields such as anatomy, engineering, information systems, genetics, physics and statistics. Linear algebra can be divided into two main sections, Matrix Algebra and Vector Spaces Theory. Matrix Algebra includes matrices, operations in matrices and their properties, determinants and systems of linear equations and solution methods. Theory of Vector Spaces includes concepts such as vector spaces, subspaces, linear combination, stretching, linear dependence, linear independence, base and dimension. Due to its much more abstract structure, vector spaces theory is the part that students have the most difficulties in linear algebra course (Dorier, 1995).

Sierpinska (2000) aims at identifying the characteristics of students' way of thinking in linear algebra and defined three modes of thinking in linear algebra. There are synthetic-geometric, analytic-arithmetic, and analytic-structural. Sierpinska (2000) stated that there is a need for the development of these three basic modes of thinking. These modes of thinking are luculently related to the modes of description that Hillel (2000) defined. The language used in the synthetic-geometric mode of thinking is the geometric language of R^2 and R^3 . Also, modes of description and the modes of thinking defined by Sierpinska (2000) are not exactly the same. It is possible for a student studying on IR^n to use synthetic-geometric and analytical-arithmetic thinking modes as well as analytical-structural thinking. Analytical-theoretical thinking is the highest level mode of thinking, and a student who has this mode of thinking can also use the features of other modes of thinking. Harel (1989a) stated that the main difficulty of students in understanding and using the concepts of linear algebra is due to the introduction of abstract concepts quickly without a solid intuitive basis. Harel (2000) proposed three basic pedagogical principles for linear algebra teaching. These are Concreteness, Necessity and Generalizability principles.

In this study, a learning environment for the teaching of vector spaces was designed considering the difficulties and suggestions in the literature, and the design was based on the studies of Harel (2000), Hillel (2000) and Sierpinska (2000) which constitute the theoretical framework of the research. Within this context, the aim of the study is to reveal the views of pre-service teachers and lecturer about the computer-aided learning environment designed for teaching basic concepts about vector spaces. For this purpose, the research problem;

Regarding the learning environment designed for the teaching of vector spaces

1. What are the opinions of the pre-service teachers?
2. What are the opinions of the lecturer?

2. METHOD

This study which aims to reveal the opinions of pre-service teachers and lecturer about computer-aided learning environment designed for teaching vector spaces is a qualitative study. The study was conducted with a design-based research method and consists of three cycles. Design-based research is defined as a systematic and flexible research method in which analysis, design, development and application processes are carried out cyclically, in order to develop educational practices, design principles and theories in a real application environment in cooperation with researchers and participants (Wang & Hannafin, 2005)

3. FINDINGS, DISCUSSION AND RESULTS

The themes from the views of the pre-service teachers about the learning environment were the themes of "Learning", "Material", "Motivation," Positive Aspects "and" Negative Aspects ". A total of 26 codes were obtained for these themes. These themes, codes and frequency of each code are shown in Figure 1.

Vektör Uzaylarının Öğretimi İçin Tasarlanan Öğrenme Ortamına İlişkin Görüşlerin İncelenmesi*
Investigation of Views Regarding The Learning Environment Designed For Teaching Vector Spaces



Figure 1. Themes, codes and frequency of each code regarding the views of pre-service teachers

The themes obtained from lecturer's views on the designed learning environment and the codes of these themes are shown in Figure 2.

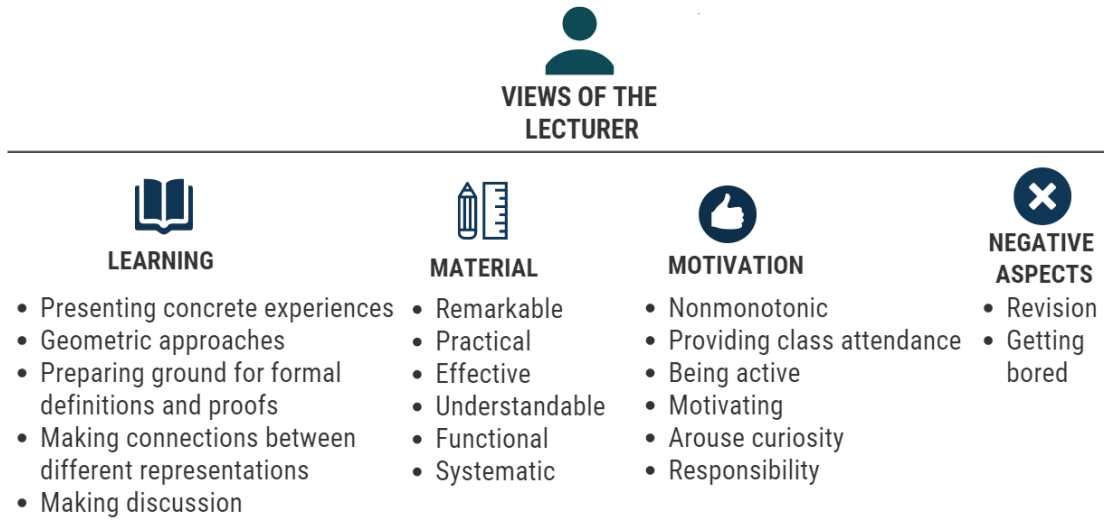


Figure 2. Themes and codes regarding the views of lecturer

Considering that the codes extracted from the preservice teachers' statements under the learning theme are related to the GeoGebra software and assignments, it is possible to say that these two parts of the learning environment are more effective in pre-service teachers' learning. While referring to the role of the assignment, lecturer talked about the discussion environment in the classroom. The resulting discussion situation can also be considered as a situation that increases the interaction between lecturer and pre-service teachers and supports critical thinking. Pecuch-Herrero (2000) stated that including technology in teaching increases the success of pre-service teachers when it is conducted with strategies that support critical thinking and increase communication between students and teachers. In addition, some pre-service teachers stated that assignment reduced exam stress. It is thought that the situation where assignment reduces the stress of the exam by preparing pre-service teachers for the exam is an important factor in their preference of analytical-structural thinking in their answers to the exam questions. Because, in the interviews, the pre-service teachers stated that they gave arithmetic answers to the questions, by thinking that doing more procedures in the exams will bring them more points. Assignments minimized pre-service teachers' score anxiety, and thus, an increase was observed in the number of analytical-structural answers given to the questions. There are studies in the literature that

pre-service teachers are more inclined to rely on procedural understanding or that pre-service teachers mostly develop analytical-arithmetic thinking style in a way that leads to the development of operational knowledge (Hillel ve Sierpinska 1994; Alves Dias and Artigue 1995; Medina, 2000; Stewart 2008; Stewart ve Thomas 2010). In this context, exam anxiety is considered as one of the reasons that pre-service teachers are more inclined to rely on procedural understanding.

In their opinions, pre-service teachers stated that they felt responsible in the implementation of activities and saw assignments as an obligation for them. From this point of view, it is possible to say that the learning environment motivates pre-service teachers by giving them a sense of responsibility and obligation with all its components. The fact that pre-service teachers see the responsibilities and duties they take in the learning environment and in the tasks assigned to them as an obligation coincides with the necessity principle of Harel (2000). In short, the principle of necessity sees pre-service teachers' adoption of course and activities in the course as an intellectual need. The pre-service teachers' feeling of the above-mentioned practices in the learning environment as an obligation and responsibility for them can be interpreted as meeting this intellectual need. In addition, the pre-service teachers stated that lessons were taught at an equal distance to everyone and by giving each group the right to speak. The attitude of lecturer during the process was appreciated by the teacher candidates. As it is known, design research is the work in which researchers are active throughout the process and researchers and participants collaborate (Wang & Hannafin, 2005). In addition, the interactions of pre-service teachers and teachers during the process also contribute to the success of pre-service teachers (Pecuch-Herrero, 2000).

ARAŞTIRMANIN ETİK İZİNİ

Yapılan bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması gerektiği belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir. Bu çalışma, Vektör Uzaylarının Öğretimine Yönelik Öğrenme Ortamının Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi doktora tezinden üretilmiştir. Çalışmanın yapılabilmesi için 09.07.2021 tarih ve 2021-7/2.11 sayılı izin alınmıştır.

Etik kurul izin bilgileri

Etik değerlendirmeyi yapan kurul adı: Trabzon Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulu

Etik değerlendirme kararının tarihi: 09.07.2021

Etik değerlendirme belgesi sayı numarası: 2021-7/2.11

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI

1. yazarın araştırmaya katkı oranı %60, 2. yazarın araştırmaya katkı oranı %40'dır.

Yazar 1: Araştırmanın tasarlanması, veri analizi, raporlaştırma.

Yazar 2: Yöntemin belirlenmesi, danışmanlık, geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları.

ÇATIŞMA BEYANI

Araştırmada herhangi bir kişi ya da kurum ile finansal ya da kişisel yönden bağlantı yoktur. Araştırmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması bulunmamaktadır.