

MATEMATİK EĞİTİMİ

Alanında Uluslararası Çalışmalar

EDİTÖR

PROF. DR. OSMAN BİRGİN

Horizon 2025

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • Eda Altunel

Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi

Birinci Basım / First Edition • © Haziran 2025

ISBN • 978-625-5897-26-8

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz. The right to publish this book belongs to Serüven Publishing. Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing

Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak

Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA

Telefon / Phone: 05437675765

web: www.seruenyayinevi.com

e-mail: seruenyayinevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume

Sertifika / Certificate No: 42488

MATEMATİK EĞİTİMİ

ALANINDA ULUSLARARASI ÇALIŞMALAR

EDİTÖR

PROF. DR. OSMAN BİRGİN

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1

ORTAOKUL İLK VE SON SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME SÜREÇLERİNİN İNCELENMESİ

Ali ERASLAN , Merve AYDOĞAN —1

Bölüm 2

YENİLENEN ORTAOKUL MATEMATİK ÖĞRETİM PROGRAMININ ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİ ÜZERİNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Merve SEZER, Hayal YAVUZ MUMCU—25

Bölüm 3

İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ 3-BOYUTLU UZAYDA ÜÇ VEKTÖRDEN OLUŞAN KÜMELERİN TEMEL LİNEER CEBİR KAVRAMLARINI ÖĞRENME SÜREÇLERİNİN İNCELENMESİ

Ferdağ KAHRAMAN AKSOYAK, Serdal BALTACI, Memduha EKİCİ —45

Bölüm 1

ORTAOKUL İLK VE SON SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME SÜREÇLERİNİN İNCELENMESİ¹

Ali ERASLAN² , Merve AYDOĞAN³

¹ Bu çalışma yazarların 'Ortaokul ilk ve son sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme süreçlerinin incelenmesi' başlıklı tezinden üretilmiştir.

² Prof. Dr., Ondokuzmayıs Üniversitesi, Eğitim Fak., İlköğretim Matematik Eğitimi ABD. ORCID: 0000-0003-4006-9363

³ Öğretmen, Millî Eğitim Bakanlığı, ORCID: 0000-0003-2739-097X

GİRİŞ

Son yıllarda bilim ve teknolojiadaki hızlı değişim toplumların eğitim ve öğretim alanındaki çalışma ve yaklaşımlarını da etkilemektedir. Değişen toplumun gereksinimlerine ayak uydurmak ve buna uygun bir anlayış belirlemek git gide önem kazanmaktadır. Geleneksel öğretimin de değişen toplumun ihtiyaçlarını karşılamadığı, teknolojinin içinde doğmuş çocukların yetiştirilmesinde yetersiz kaldığı yapılan çalışmalarda görülmektedir. Bilim, teknoloji ve eğitimdeki gelişmeler, karmaşık problem durumlarıyla karşılaştıklarında bunlara çözüm yolları üretebilen ve üst düzey düşünme becerileri gelişmiş bireyler yetiştirmeyi gerekli kılmaktadır. Tüm bu değişim ve gelişmelerle birlikte eğitimin rolü değişmekte ve çağın gerektirdiği şekilde yeniden yapılandırılmaktadır. Dolayısıyla analitik düşünme becerilerine sahip, problemlere karşı etkili ve yaratıcı çözümler üretebilen bireyler yetiştirmek günümüzde eğitimin önemli amaçlarından biri haline gelmiştir (English ve Watters, 2004).

Problemlere yaratıcı çözüm üretebilme becerilerini geliştirme açısından modelleme etkinlikleri *Hollanda, Singapur, Almanya, Güney Kore ve Avustralya* gibi birçok ülkenin matematik müfredatında programın önemli bir parçası olarak yer almaktadır (Eraslan ve Şahin, 2023, 2024). Ülkemizde de 2005 yılından itibaren ezbere dayalı, öğrencinin pasif olduğu geleneksel eğitim öğretim anlayışı terk edilmiş; yerine öğrencinin kendi öğrenmelerini sağladığı, öğretmenin rehber konumunda yol gösterici olduğu bir anlayış benimsenmeye başlanmıştır (MEB, 2018). Bu yeni anlayış ile birlikte tüm alanlarda olduğu gibi matematik alanında da yeni yöntem ve tekniklere ihtiyaç duyulmuş ve öğrencinin kendi öğrenmesinden sorumlu olduğu gerçek yaşamdan kopuk olmayan problem durumlarının yer aldığı bir yaklaşıma doğru gidilmiştir. Yapılan araştırmalara bakıldığında sadece rutin matematiksel işlemleri ezberlemenin ve bunu benzer problemlere uygulamanın yeterli olmadığı (Lesh ve Zawojewsky, 2007) öğrencilere günlük yaşamın gerektirdiği matematiksel bilgi ve becerileri kazandırmanın, problem çözme öğretmenin ve olayları problem çözme yaklaşımı içinde ele alan bir düşünme biçimi kazandırmanın önemli olduğu görülmektedir (Altun, 2015). Ülkemizdeki *matematik müfredatı* incelendiğinde de (a) *matematiksel okuryazarlık* becerilerini geliştirebilecek ve etkin bir şekilde kullanabilecek, (b) matematiksel kavramları anlayıp günlük hayatta kullanabilecek, (c) problem çözme sürecinde kendi matematiksel fikir ve

düşüncelerini ifade edebilecek ve başkalarının matematiksel akıl yürütmelerindeki eksiklikleri veya boşlukları görebilecek, (d) kendi öğrenme süreçlerini yönetebilecek (MEB, 2018) bireyler yetiştirmek amaçlanmaktadır. Bu nedenle toplumun ihtiyaçlarını karşılamak, değişen dünyaya ayak uydurmak için, öğrenen, öğrendiklerini yaşamında uygulayabilen, problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerine sahip bireyler yetiştirmek amacıyla birçok yeni yaklaşım geliştirilmiştir (Şahin ve Bedir, 2024; Doruk, 2010; Olkun ve Toluk, 2003; Sağıroğlu, 2018). Bu yaklaşımların ortaya çıkmasındaki sorunlardan biri olan matematik ile günlük yaşamın birbirinden ayrı olduğu geleneksel matematik öğretimi, matematiği hayattan kopuk sadece okulda görülen bir ders olarak düşünülmesine neden olmaktadır. Oysa ki matematiği günlük hayatta sıkça kullanmamıza rağmen süregelen eğitim öğretim etkinlikleri içerisinde matematiğin teorik ve bilgi kısmından öteye geçilmemesi, matematiğin yaşam içindeki karşılığını görmemize engel olmakta dolayısıyla da bireyler gerçek hayatta karşılaşılan problemlerin çözümünde yetersiz kalmaktadırlar. Bu nedenle yeni yaklaşımlarda matematik ile günlük hayatın birleştiği, iç içe olduğu bir anlayış benimsenmiştir. Öğrencileri gerçek hayat problemleriyle bir araya getirip onlara çözüm önerileri getirmelerine ve matematiksel olarak ifade etmelerine olanak tanıyan matematiksel modelleme yaklaşımı ise bunlardan sadece birisidir (Şahin ve Eraslan, 2017a, 2017b; Kertil, 2008; Şahin ve Eraslan, 2019). *Matematiksel modelleme* düşünülenin aksine matematiksel kavram ve işlemlerin somutlaştırılması değil, günlük yaşamdan alınan bir problemi bireyin kendi düşünce ve işlemleriyle matematiksel olarak ifade etmesidir. Dolayısıyla matematiksel modelleme ile bireyin kendi matematiksel düşünme süreçlerinden sorumlu olduğu bir anlayış benimsenmektedir.

Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD) tarafından başlatılan Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programıyla (PISA) matematik derslerinde gerçek yaşam durumlarını kullanmanın önemi gözler önüne serilmiştir. Öğrencilerin derslerde öğrendiği bilgileri yaşamlarında kullanabilme becerisini ölçmeyi amaçlayan PISA çoktan seçmeli, açık ve kapalı uçlu soru türlerini kullanarak yaptığı sınavlar ile 15 yaş grubu çocukların *matematiksel okuryazarlık* becerilerini ölçmektedir (PISA, 2020). Bu çalışmalar doğrultusunda birçok araştırmacı öğrencilerin günlük hayatlarındaki problemleri ne kadar ve nasıl çözdüğü ve bunu ileriye ne ölçüde aktardığını sorgulamaya

başlamışlardır (Blum, 2002; English, 2006; Mousoulides, 2007). Dolayısıyla geleneksel eğitim öğretim faaliyetleriyle rutin problemlerin öğrencilerin matematiği günlük hayata aktarma ve uygulama becerilerini geliştirmedeğinin fark edilmesiyle, bireylerin matematiksel okuryazar olma ve matematiği günlük hayata aktarma becerilerini geliştirmesine yardımcı olan matematiksel modelleme yaklaşımının önemi artmıştır.

Modelleme yaklaşımında bireye günlük hayattan alınmış rutin olmayan açık uçlu bir model oluşturma etkinliği verilerek üzerinde çalışması, kendi bilgi birikimlerinden yola çıkarak çeşitli çözüm önerileri getirmesinin beklendiği, sonuçtan ziyade sürecin önemli olduğu bir yaklaşımdır. Dolayısıyla matematik eğitimi ve öğretimi üzerine yapılan çalışmalara bakıldığında matematik ile günlük hayatın ilişkilendirildiği bu yaklaşıma ilginin son yıllarda oldukça arttığı görülmektedir (Şahin ve Eraslan, 2016a, 2016b, 2016c; Dedebaş, 2017; Duman, 2019; Eraslan ve Şahin, 2018; Kurt, 2019). Ancak yapılan çalışmaların çoğu seçilen tek bir sınıf seviyesine odaklanmaktadır. Son zamanlarda Ozulu'nün (2021) 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin incelendiği çalışmada farklı iki sınıf seviyesinin bir arada olduğu gruplarla çalıştığı görülmektedir. Dolayısıyla ülkemizde farklı iki sınıf seviyesindeki çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Buradan hareketle ortaokula yeni başlayan birinci sınıf öğrencileri ile ortaokuldan ayrılmak üzere olan son sınıf öğrencilerinin modelleme süreçlerini inceleyip bu süreçlerdeki benzerlik ve farklılıkları ortaya koymak bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

KURAMSAL ÇERÇEVE

Model karmaşık olan bir sürecin basitleştirilerek gösterilmesi (Harrison, 2001) olarak tanımlandığı gibi gerçeğin bir kısmının matematikle ifade edilmesi (Bender, 1978) olarak da tanımlanmaktadır. *Modelleme* ise gerçek hayattan alınan bir durumun veya problemin anlaşılması yorumlanması ve çözümü için gerekli modelin oluşturulması sırasında geçen tüm bilişsel süreçler olarak tanımlanmaktadır (Erbaş, Kertil, Çetinkaya, Çakıroğlu, Alacacı ve Baş, 2014). Sriraman (2005) ise modellemeyi, herhangi bir olay veya problemin çözümünün sonunda ortaya çıkan modelin elde edilme süreci olarak tanımlarken; model ve modelleme terimleri arasındaki ilişkiyi ürün ve süreç arasındaki ilişkiye benzetmektedir (Duman, 2019).

Matematiksel modelleme gerçek ile matematik arasında denklem, fonksiyon, grafiklerle matematiksel bir köprü kurma süreci olarak tanımlanabildiği gibi (Blomhøj, 2009; Blum, 2002), hayatın içindeki problemleri keşfetmeyi, anlamayı aralarındaki ilişkileri matematikle ifade etmeyi ve başka problemlere genelleştirebilmeyi sağlayan bir yöntem olarak da tanımlanabilmektedir (Fox, 2006). Model oluşturma etkinlikleri sonucunun bir rakam veya harf olan geleneksel problemler olmayıp (a) rutin olmayan- karmaşık gerçek yaşam durumlarını içeren, (b) bireylerden bu durumları matematiksel olarak yorumlamalarını, yaptıklarını anlatmalarını ve formüle etmelerini isteyen (c) farklı çözümlere de imkân veren problem durumlarıdır (Lesh ve Zawojewsky, 2007). Bu etkinliklerin çözümünde Blum ve Ferri (2009) dört aşamalı bir çözüm planı geliştirmiş ve bu sürecini şu şekilde açıklamışlardır: (a) *Problemi anlama basamağında* bireyin günlük hayattan alınmış bir problem durumu ile karşı karşıya getirildiği, problemin anlaşılması için verilenlerin okunduğu, zihinde canlandırmaların yapıldığı ve problemin basite indirildiği basamaktır, (b) *Model oluşturma basamağında* ise problemde verilenlerden hareketle kuralların ve örüntülerin fark edildiği ve varsayımlarda bulunulduğu, modellerin oluşturulduğu basamaktır, (c) *Matematik kullanımı basamağında* bireylerden uygun olan matematiksel işlemlerin fark edilerek yapılmasının ve bir sonuca ulaşılmasının istendiği basamaktır ve (d) *Sonucu açıklama basamağında* ise bireylerden yaptıkları işlemleri kontrol edip doğruluğunu sorguladıkları ve modellerinin geçerliğini kontrol edip yaptıklarını raporlaştırdıkları basamaktır.

YÖNTEM

Bu çalışma ilk ve son sınıf ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme süreçlerinin incelenmesi amacıyla yapılmış nitel bir çalışmadır. Çalışmada öğrencilerin model oluşturma süreçleri çoklu bilgi kaynaklarından elde edilen veriler yardımıyla derinlemesine incelenmiş ve nitel olarak analiz edilmiştir. Bu çalışma en genel anlamda bir veya birkaç durum, grup veya olayı kendi sınırları içinde bütüncül olarak derinlemesine inceleme ve analiz etme imkânı tanıyan durum (case study) çalışmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Bu araştırma bir ortaokulun ilk ve son sınıflarındaki öğrencilerinden oluşturulan üçer kişilik iki grubun verilerini karşılaştırmayı içeren bütüncül çoklu durum desendir. Bu desende her bir durum önce kendi içinde ve daha sonra birbirleriyle karşılaştırılarak incelenir (Yıldırım ve Şimşek, 2016).

Araştırma Grubu

Araştırma Karadeniz bölgesinde bulunan bir ilin küçük bir ilçesinde bulunan öğrencilerin öğrenim gördüğü bir devlet okulunda gerçekleştirilmiştir. Yirmi öğretmenin görev yaptığı on iki derslikli bu okulda 5. sınıftan 12. sınıfa kadar öğrenim gören 197 öğrenci bulunmakta ve bu sınıfların tamamında MEB'nin belirlediği matematik öğretim programı uygulanmaktadır. Araştırmaya katılan öğrenci grupları araştırmacının öğretmen olarak görev yaptığı kendi okulunda, 2021-2022 eğitim-öğretim yılındaki ortaokul ilk ve son sınıf öğrencileri arasından seçilerek oluşturulmuştur. Çalışmanın yapıldığı okul lise bünyesindeki bir ortaokul olup, her sınıf kademesinden bir şube bulunmaktadır. On sekiz kişiden oluşan ortaokul birinci sınıf öğrencilerinden 3'er kişilik 6 grup, 15 kişiden oluşan ortaokul son sınıf öğrencilerinden 3'er kişilik 5 grup oluşturulmuştur. Gruplar oluşturulurken birbirleriyle iyi anlaşılan öğrencilerin bir araya getirilmesine dikkat edilmiştir.

Tasarım ve Uygulama Süreci

Oluşturulan öğrenci gruplarına her hafta farklı bir model oluşturma etkinliği verilerek 4 haftalık bir ön çalışma sürecini tamamlamaları sağlanmıştır. Çalışma boyunca sınıfların birbirinden haberdar olmalarını önlemek amacıyla etkinlikler sınıflara aynı gün peş peşe ara vermeden uygulanmıştır. Bu çalışmada kullanılan amaçlı örneklem yöntemi, zengin bilgiye sahip olduğu düşünülen durumların derinlemesine çalışılmasına imkân tanımaktadır (Patton, 2002). Amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme ise önceden belirlenmiş bir dizi ölçütü karşılayan bütün durumların çalışılmasıdır. Dolayısıyla araştırmacı öğrenci gruplarının ortaya koydukları model oluşturma süreçleri hakkında bilgi toplamak amacıyla her sınıf seviyesinden birer grubu şu ölçütlere göre belirlemiştir: (a) Öğrencilerin ön çalışma sürecinde problemlere getirdikleri farklı yaklaşım ve çözüm önerileri, (b) ön çalışma süresince beraber uyum içinde çalışmış olmaları, (c) akademik başarı durumları ve (d) düşüncelerini rahatlıkla ifade edebilen ve öz güveni yüksek olmalarına dikkat edilmiştir. Çalışmada yer alan grup üyelerine ilişkin bilgiler öğrencilerin gerçek isimleri yerine farklı isimler kullanılarak aşağıda verilmiştir.

Tablo: Araştırma Gruplarına Ait Bilgiler

Gruplar	Öğrenciler	Cinsiyet	Bir Önceki Yıl Matematik Dersi Yıl Sonu Ortalaması
Ortaokul Birinci Sınıf Odak Grubu	Emin	Erkek	100
	Akif	Erkek	97,33
	Nedim	Erkek	95,16
Ortaokul Son Sınıf Odak Grubu	Erva	Kız	100
	Meryem	Kız	100
	Yasir	Erkek	100

Veri Toplama Araçları

Ön çalışmalarda ve asıl çalışmada kullanılan model oluşturma etkinliklerinin seçiminde ilgili literatürden yararlanılmıştır. Asıl çalışma için Doerr ve English (2003)'in çalışmasından Türkçeye uyarlanan *Suç Problemi* kullanılmıştır. Bir model oluşturma etkinliği olan *Suç Problemi* öğrencilerin üzerinde çalışarak farklı çözüm yolları ve sonuçlara ulaşabileceği tek bir çözümü olmayan geleneksel problemlerden farklı rutin olmayan bir problemidir. *Suç Problemi* nicel ve nitel verilerin bir arada bulunduğu ve birlikte değerlendirildiği bir modelleme problemidir (Lesh ve Doerr, 2003). *Suç problemi* öğrencilerden metin ve tablo ile verilen bilgiyi okuyup yorumlamalarını, verilenleri analiz etmelerini ve varsayımlarda bulunmalarını, nitel verileri niceleştirmeyi, nicel verileri ise okuyup gerekli dönüşümler ve karşılaştırmalarla kullanılabilir hale getirmeyi, elde ettikleri verilerden model oluşturmaya, çözüm için gerekli matematiksel bilgi ve becerilerini ortaya koymalarını sağlayan sonunda ise ulaştıkları çözümleri yazılı ve sözlü bir şekilde paylaşmalarına imkan tanıyan bir model oluşturma etkinliğidir.

Veri Toplama Yöntemi

Ön çalışmaların ardından grupların başarı performansları göz önüne alınarak amaçlı örnekleme yöntemiyle belirlenen ortaokul birinci sınıftan bir ve ortaokul son sınıftan bir grup olmak üzere iki grup art-arda uygulamaya alınmış ve *Suç Problemi* üzerinde çalışmaları istenmiştir. Uygulama ön çalışmaların yapıldığı gün ve saatler tercih edilerek o saatlerde boş olan bir sınıfta gerçekleştirilmiştir. Etkinliğe başlamadan önce bu çalışmanın matematik eğitimine katkısı belirtilerek, öğrencilerin video ve ses kayıtlarının gizli tutulacağı ve isimlerinin kullanılmayacağı

belirtilmiştir. Ortaokul birinci sınıf grup çalışması 70 dakika, ortaokul son sınıf grup çalışması ise 85 dakika sürmüştür ve tüm süreç video ve ses kaydına alınmıştır. Ayrıca grupların çalışma kağıtları ve raporları ise diğer veri kaynakları olarak toplanmıştır.

Verilerin Analizi

Bu araştırmada veriler odak grup görüşmesiyle toplanarak öğrencilerin Suç probleminin çözümü sırasında ortaya koydukları matematiksel düşünceler, modeller, çözüm önerileri ve yazılı cevapları betimsel analiz yöntemiyle çözümlenmiştir. Betimsel analizde elde edilen veriler daha önceden belirlenen temalara göre özetlenir ve yorumlanır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Veriler araştırma sorularının ortaya koyduğu temalara göre düzenlenebileceği gibi görüşme ve gözlem süreçlerinde kullanılan sorular ya da boyutlar ele alınarak da sunulabilir. Araştırmaya katılan kişilerin görüşlerini yansıtmak amacıyla doğrudan alıntılara sık sık yer verilir. Bu tür analizde katılımcılardan elde edilen bulgular düzenlenmiş ve yorumlanmış biçimde okuyucuya sunmak amaçlanmaktadır. Bu amaçla elde edilen veriler önce sistematik ve açık biçimde betimlenir daha sonra yapılan bu betimlemeler açıklanır, yorumlanır, neden sonuç ilişkileri irdelenir ve birtakım sonuçlara ulaşılır. Odak grup görüşmesinde yer alan ortaokul ilk ve son sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinliği üzerindeki düşünme süreçleri *Blum ve Ferri* tarafından geliştirilen model oluşturma süreç döngüsü kullanılarak analiz edilmiştir. Bu döngü problemi anlama, model oluşturma, matematik kullanımı ve sonucun açıklanmasını içeren dört aşamayı içermektedir (Blum ve Ferri, 2009). Her iki sınıfın performanslarının analiz sürecinde, her bir odak grubun modelleme süreçleri ayrı ayrı incelenmiş, grupların model oluşturma sürecindeki aşamaları sırasıyla belirlenmiş, her iki sınıf grubunun model oluşturma süreçleri karşılaştırılarak benzerlik ve farklılıkları nedenleriyle birlikte ortaya konulmuştur.

Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği

Bu çalışmada araştırmanın geçerlik ve güvenirliliğini sağlamak amacıyla aşağıda belirtilen işlemler uygulanmıştır. Çalışmanın *iç-geçerliliğini (inandırıcılık)* artırmak amacıyla belirlenen yöntemlerden olan *uzun süreli etkileşimi* sağlamak amacıyla halihazırda zaten matematik dersi öğretmenleri olduğu ortaokul ilk ve son sınıflarla veri toplama süresine kadar etkileşim içinde bulunulmuştur. Ayrıca odak grup çalışmaları öncesi her iki sınıf öğrencileri ile dört haftalık bir ön çalışma

yapılarak katılımcılar ile güven ortamı oluşturulmuştur. İnandırıcılığı artırmanın bir diğer yöntemi olan *çeşitleme ve derin odaklı veri toplama*yı sağlamak amacıyla ön çalışma ve odak grup görüşmeleri sırasında sınıf içi gözlemleri, öğrenci çalışma yaprakları, video ve ses kayıtları şeklinde çeşitli veri kaynaklarına başvurulmuştur. Asıl çalışmada elde edilen ses ve video kayıtları çözümlenmiş, sınıf içi gözlemler yapılarak elde edilen gözlem notları ile gruptan elde edilen çalışma yaprakları ve raporlar birlikte incelenmiştir. Ayrıca araştırma süresince her hafta düzenli olarak alan eğitimcisi ve nitel çalışma konusunda *deneyimli bir uzmanla* görüşülmüştür. Böylece bir başka bakış açısı ile geri bildirimde bulunularak araştırma deseni, veri toplama ve analizi, sonuçlara ulaşma ve yorum aşamalarında araştırmanın geçerli ve tutarlı olunmasına katkıda bulunulması sağlanarak araştırmanın inandırıcılığı artırılmaya çalışılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Çalışmanın *dış geçerliliğini (aktarılabilirlik/transfer edilebilirlik)* artırmak amacıyla önerilen yöntemlerden biri olan *ayrıntılı betimleme* tercih edilmiştir. Buna göre ortam ve katılımcılar detaylı şekilde tanımlanmış; çalışma süresince model oluşturma etkinliği üzerindeki düşünme süreçleri, yaklaşımları, araştırma notları, katılımcıların ses ve görüntü kayıtlarındaki doğrudan alıntılarla desteklenerek bulgular ortaya konulmuş ve gerçekleştiği sırada özetlenerek Blum ve Ferri'nin modelleme döngüsü kullanılarak analiz edilmiştir. Ayrıca aktarılabilirliği artırmak için kullanılan yöntemlerden biri olan *amaçlı örnekleme* yöntemiyle çalışmaya katılan gruplar arasından asıl uygulama için iki odak grup belirlenmiştir.

BULGULAR

Ortaokul Birinci Sınıf Odak Grubuna İlişkin Bulgular

Ortaokul 1. sınıf odak grubunda yer alan öğrencilerin yazılı ve sözel olarak ortaya koydukları modelleme süreçleri ve bu süreçlerin her bir aşaması olduğu sırayla aşağıda sunulmuştur. Bu grup içerisinde yer alan öğrencilere gerçek olmayan Emin, Akif ve Nedim isimleri verilmiştir

Problem Anlama

Öğrencilere problem dağıtılmadan önce ilerde yaşamak istediğiniz bir şehirde ne gibi özellikler ararsınız sorusu yöneltilerek öğrencilerden cevaplar alınmıştır. Daha sonra üzerinde çalışacakları model oluşturma etkinliği dağıtılmış ve bireysel olarak okumaları istenmiştir. Okunan problemin üzerinde öğrenciler şu şekilde tartışmaya başlamışlardır:

Nedim: Cinayet artmış

Akif: Rize’ de

Emin: Samsun

Nedim: Samsun Rize değil

Emin: Samsun.. Samsunda cinayet 3..

Akif: Gruplandırırsak?

Nedim: Puanlama sistemi yapalım... Puanlama yapalım

Akif: Cinayet az olanları bir gruba ayıralım orta olanları bir gruba fazla olanları bir gruba ayıralım

Emin: Onun üstüyle onun altını ayıralım onun üstüyle onun...

Akif: Tamam

Emin: Onun altını alalım bi[r] bak beşin altı beşin üstünü ayıralım

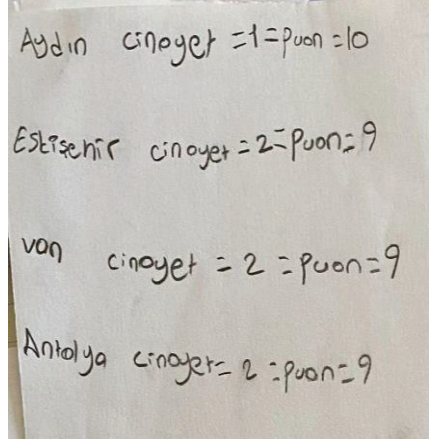
Akif: Tamam

Nedim: Hadi

Yukarıda görüldüğü üzere tabloyu ayrı ayrı incelemeye başlayan öğrenciler Akif’in Rize’nin cinayet sayısını belirtmek için hamle yapmasıyla Nedim’in “*Samsun Rize değil*” diyerek odaklanmaları gereken şehrin *Samsun* olduğunu belirtmiştir. Ayrıca başlangıçta sadece cinayet suçuna ait sütunu inceleyerek problemi anlamaya çalışmaktadırlar. Problemi anlamaya çalışırken ayrıca model geliştirme aşamasına da geçtiklerini Akif’in “*Gruplandırırsak?*” ve Nedim’in “*Puanlama sistemi yapalım*” ifadeleri açıkça ortaya koymaktadır.

Model Oluşturma

Öğrencilerin model oluşturmaya yönelik ilk fikirleri ve buna yönelik eylem planları grup içerisinde aşağıdaki şekilde tartışılmıştır:

<u>Nedim:</u> En az olanlara 10 puan <u>Akif:</u> En az olanları bi[r] kağıda bi[r] yaz <u>Nedim:</u> En çok olanlara 1 puan <u>Emin:</u> Tamam... Aydın cinayet yaz, Aydın 10 puan, aydın cinayette 10 puan yaz <u>Akif:</u> Aydın <u>Emin:</u> Alta geç...Van ee Eskişehir <u>Nedim:</u> Eskişehir <u>Emin:</u> Eskişehir ve Van, Eskişehir ve Van 9 puan <u>Nedim:</u> Az dur Van'ı alta yazaca[ğ]ım <u>Akif:</u> 9, Eskişehir'de cinayet puan.. <u>Emin:</u> Eskişehir ve Van yaz <u>Nedim:</u> Hayır 10 yazdım <u>Akif:</u> 9 yap <u>Emin:</u> 9	 Aydın cinayet = 1 = puan = 10 Eskişehir cinayet = 2 = puan = 9 Van cinayet = 2 = puan = 9 Antalya cinayet = 2 = puan = 9
---	---

Modelleme aşamasında öğrencilerin şehirlerin suç sayılarına göre yeniden bir *puanlama sistemi* oluşturarak verilerin anlaşılmasını ve yorumlanmasını daha basit hale getiren bir model geliştirmişlerdir. Bu modelde artan suç sayılarına göre azalan yönde puan verdikleri bir yol izlemişlerdir. Başlangıç puanını 10 olarak seçmiş ve suç sayılarına göre birer birer azaltarak devam etmişlerdir.

Matematik Kullanımı

Modelleme aşamasında her şehri suç sayılarına göre puanlayan öğrencilerin daha sonra şehirlere verdikleri bu puanları toplayarak her şehrin aldığı puanları hesaplamışlardır.

Nedim: İlk önce Aydın'ı toplaya[lım]k

Emin: Zarar verenler.

Akif: Bi[r] tane kâğıda yaz

Nedim: Ne yaz[a]ca[ğı]m. Aydın toplam puanlar. Toplam puanlar....

Nedim: Aydın'ı söyle. Bütün puanlarını

Emin: Aydın 10 puan

Nedim: Bütün puanlarını söyle

Emin: Aydın diğeri de 10 puan

Nedim: 10 artı 10

Emin: Aydın'ın diğer puanı 7 puan. 10, 10, 7. Aydın 10 puan yine.

Aydın 6 puan

Nedim: Artı 6

Emin: Aydın 8 puan

Nedim: On, yirmi, otuz, otuz yedi, otuz yedi altı daha

Nedim: 44

Akif: Kırk üç, kırk üç sekiz daha

Nedim: Kırk üç sekiz daha elli bir

Akif: 51

Nedim: Tamam toplam puanı 51. Ee ondan sonra kim geliyo[r]

Toplam puanlar

Aydın = 10 + 10 + 7 + 10 + 6 + 8 = 51

Eskişehir = 9 + 10 + 10 + 5 + 9 = 34

Van = 9 + 9 + 7 + 7 + 10 + 6 = 48

Antalya = 9 + 8 + 5 + 3 + 7 + 8 = 50

Samsun = 8 + 6 + 6 + 8 + 8 + 8 = 44

Rize = 7 + 9 + 9 + 5 + 9 + 10 = 49

Malatya = 7 + 5 + 8 + 10 + 6 + 7 = 41

Kayseri = 6 + 7 + 2 + 3 + 9 + 6 = 33

Sivas = 4 + 2 + 5 + 4 + 2 + 6 = 23

Diğerbakır = 3 + 4 + 4 + 0 + 1 + 3 = 15

Trobon = 2 + 3 + 1 + 0 + 1 + 2 = 9

Adana = 1 + 1 + 3 + 2 + 4 + 0 = 11

Toplam puanları bulmaya ilk Aydın'dan başlamışlardır. Bunun nedeni *şiddet içeren suçlar* grubunda *cinayet* suçunun puanlamasını yaparken cinayet sayısı en az olan Aydın'ı çalışma kâğıtlarında en başa yazmalarından kaynaklanmaktadır. Aydın'ın puanları yazıldıktan sonra grup üyeleri benzer şekilde diğer şehirler içinde ayrı ayrı toplam puanları hesaplamışlardır.

Sonucu Açıklama

Grup üyeleri problemde istenen görevi yani Samsun'un *en güvenli şehir* olup olmadığının karar verilmesine yardımcı olacak bir model geliştirmek adına, her bir şehir için suç sayılarına göre puanlar vererek şehirleri yeniden puanlamış, bu puanları toplamış ve her bir şehrin genel bir *güvenlik puanını* hesaplamışlardır. Bu modele göre *en yüksek puana* sahip il *en güvenilir* seçilirken *en düşük puana* sahip olan ise *en güvensiz* il olarak belirlenmiştir.

Ortaokul Son Sınıf Odak Grubuna İlişkin Bulgular

Bu grup içerisinde yer alan öğrencilere gerçek olmayan Erva, Meryem ve Yasir isimleri verilmiştir.

Problemi Anlama

Ortaokul son sınıf odak grubundaki öğrencilere problem verilmiş ve okumaları istenmiştir. Bunun üzerine grup üyeleri kendi aralarında şu şekilde konuşmaya başlamışlardır:

Erva: Hmm iki farklı başlıkta suçlar toplanmış

Meryem: Evet. Şiddet içeren ve mülke zarar veren

Yasir: 12 il var

Meryem: Samsun en güvenli mi? Onu soruyo[r]

Erva: Evet.

Yasir: Hırsızlığın sayıları da büyümüş

Meryem: Samsun'un suç sayıları çok büyük değil gibi

Erva: Belli de olmaz iyi bakmak lazım.

Yukarıdaki alıntılardan Erva'nın '*iki farklı başlıkta suçlar toplanmış*', Yasir'in '*12 il var*' ve '*hırsızlığın sayıları da büyümüş*' söylemleri öğrencilerin problemi anlama aşamasında metin üzerinde anahtar kelime ve değişkenleri belirlemeye ayrıca tabloda yer alan verilerden en dikkat çekici olanlara odaklandıklarını göstermektedir.

Model Oluşturma

Grup üyeleri ilk önce aritmetik ortalamadan faydalanmak istemiş ve aralarında aşağıdaki şekilde bir tartışma gerçekleşmiştir:

Erva: İlk önce ortalama mı alsak hepsinin ortalamasını?

Yasir: Bence olabilir.

Meryem: Suçlara göre mi al[a]ca[ğı]z yoksa şehirlere göre mi?

Erva: Şimdi mesela ee

Yasir: Şunların hepsini toplaya[lım]k sonra ortalamasını

Meryem: Hepsini toplı[aya]ca[ğı]z mı?

Erva: Cinayetin kendi aritmetik ortalaması farklı ol[a]cak

Meryem: Ortalamanın altında olanları şey güvenli olarak....

Erva: Hıhı. Ama tabi bu ee bir sürü seçenek var yani altı tane seçenek var. Sadece cinayete göre değerlendiremeyiz.

Yasir: Hepsinin ortalamasını alalım.

Meryem: Hepsini almamız lazım

Erva: Hıhı hepsini almamız lazım

Yasir: Ben cinayeti alayım.

Erva: O zaman başlayalım

Meryem: Ben gaspı alıyorum

Erva: Ben de darpı...

Yukarıdaki ifadelerden problemdeki sayısal veriler öğrencileri aritmetik ortalama almaya yönlendirmiştir. Meryem'in 'Suçlara göre mi alacağız yoksa şehirlere göre mi?' ifadesiyle tabloda ki verilerin hem *satır olarak* ortalamasının alınabileceğini hem de *sütun olarak* ortalamasının alınabileceğini sorgulamışlardır. Devamında Yasir'in 'hepsinin ortalamasını alalım' ifadesiyle öğrenciler her suçun aritmetik ortalamasını alarak bu ortalamanın üzerinde suç sayısına sahip olan şehirler *güvensiz*, ortalamanın altında suç sayısına sahip olan şehirler ise *güvenli* şehirler olarak modellerini inşa etmek istemişlerdir.

Matematik Kullanımı

Öğrencilerin suç problemine yönelik oluşturdukları modele göre aritmetik ortalama almaya karar vermiş ve buna göre işlem yapmaya başlamışlardır.

Gaspın aritmetik ortalamasını bulduktan sonra da ortalamanın üstünde olan şehirleri elemişlerdir. Aynı şekilde *cinayet*, *darp* ve *mülke zarar veren suçların* da aritmetik ortalamaları alınmış aynı şekilde ortalama üstü iller elelenmiştir.

Sonucu Açıklama

Grup üyeleri oluşturdukları modelde suçların ortalamalarını alarak ortalamanın üzerinde kalan şehirleri elemişlerdir. Sonra kalan şehirlerin suçlara göre ortalamasını almış ve bu ortalamalara *suç eğilimine* göre (± 1) puan vererek yeni sıralamayı oluşturmuşlardır. Burada *suç eğilimine* göre Rize ve Samsun'un *suç eğilimi artması* nedeniyle ortalamalarına +1, Aydın ve Van'ın *suç eğilimi azalması* nedeniyle ortalamalarına -1 eklemişlerdir. Aşağıdaki tablo tüm puanlama sonucunda ilk dört şehrin *güvenlik sıralamasını* göstermektedir.

Tüm verilere göre kalan 4 şehir güvenlik sıralaması:

1. Van
2. Aydın
3. Samsun
4. Rize

Bu verilere göre Samsun Türkiye'de güvenli sayılan illerden biridir.

TARTIŞMA SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada ortaokul ilk ve son sınıf öğrencilerinin *Suç Problemi* üzerindeki matematiksel modelleme süreçleri ayrı ayrı incelenmiştir. Her iki sınıf öğrencilerinin de *problemi anlama* aşamasında problemi yüzeysel olarak okudukları, tam olarak anlamadan bir an önce çözüme ulaşmaya çalıştıkları ve süreç boyunca tekrar tekrar problemi anlama aşamasına dönmek zorunda kaldıkları belirlenmiştir. Deniz'in (2020) çalışmasında da problemde sunulan verileri okumadan çözüme geçtikleri dolayısıyla problem metnine sürekli geri dönmek zorunda kaldıkları ifade edilmiştir. Aynı şekilde Galbraith ve Stillman (2006), Blum ve Leif (2007), Blum ve Ferri (2009), Şahin ve Eraslan (2016b), İnan (2018) ve Çoksöyler (2020) çalışmalarında problemdeki verileri anlama ve yorumlamada aceleci davrandıkları ve güçlükler yaşadıklarını

belirtmişlerdir. Her iki sınıf öğrencilerinin de verilen problemlerde yer alan metin kısmından ziyade daha çok grafik ve tablolara odaklanıp bunlar üzerinde matematiksel hesaplamalar yaptıkları tespit edilmiştir.

Model oluşturma aşamasında ortaokul 1. sınıf öğrencilerinin problemin çözümüne yönelik '*puanlama sistemi*' oluşturmaya çalıştıkları tespit edilmiştir. Alan-yazında yapılan birçok çalışmada da öğrencilerin model oluşturmak adına puanlama sistemi geliştirebildikleri belirtilmiştir (Doerr ve English, 2003; English ve Watters, 2005; Şahin ve Eraslan, 2016a). Oluşturulan puanlama sistemine göre en az suç sayısına sahip şehirlere en fazla puan, en fazla suç sayısına sahip şehirlere ise en az puanı vermişlerdir. Bu durum öğrencilerin ters orantı kavramını sezgisel olarak oluşturup kullandığı ortaya koymaktadır. Dolayısıyla matematiksel modelleme etkinliklerinin derslerde kullanımı ile öğrencilerin matematiksel kavramları kendilerinin keşfetmelerine imkân sağlanabilmektedir. Benzer şekilde Sandalcı (2013), Çavuş Erdem (2018) ve Zihar (2018)'da çalışmalarında matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulama biçimine bağlı olarak öğrenmeyi desteklediği ve olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Ayrıca yine ortaokul 1. sınıf öğrencileri oluşturdukları modeli probleme uyarlamada zorlukla karşılaştıkları durumlarda araştırmacıya yaptıkları hakkında sorular sorarak onay almaya çalışmışlardır. Benzer şekilde Dedebaş (2017), Deniz (2020) ve Duman'ın (2019) çalışmalarında öğrencilerin güçlük yaşadıkları durumlarda araştırmacıya sorular sorarak yaptıklarını kontrol ve onaylatma isteğinde olduklarını belirtmişlerdir. Ortaokul son sınıf öğrencilerinin ise *aritmetik ortalama* alma üzerine bir model geliştirdikleri, buna göre hem *suçların* ortalamalarını aldıkları hem de *şehirlerin* suç ortalamalarını aldıkları tespit edilmiştir. Burada öğrencilerin aritmetik ortalamayı biliyor olmaları ve problemde sunulan veri-tablosu, onları aritmetik ortalama alma yönünde hareket etmelerine neden olmuş olabilir. Ayrıca son sınıf öğrencileri tablodaki suç sayılarının aritmetik ortalamasını almanın yanında verilen suç eğilimi tablosu üzerinde de farklı bir model geliştirerek yorumlamaya çalışmışlar ve suç eğiliminin artma azalma durumunu tamsayıların yön özelliğini kullanarak açıklamaya çalışmışlardır. Her iki sınıfın model oluşturma süreci incelendiğinde ortaokul son sınıf öğrencilerinin oluşturdukları modeller sistematik ve genellenebilir olmaya yönelikken 1. sınıf öğrencilerinin oluşturdukları modellerin genel olarak sözel, tahmin etme ve yorumlamaya yönelik olduğu; yine bu modellerin öğrencilerin sınıf seviyesinde sahip olduğu kavramsal bilgilerle orantılı olduğu tespit

edilmiştir (Ferrando ve Albarracin, 2021). Ayrıca son sınıf öğrencilerinin model oluşturma sürecinde tablodaki tüm verileri kullandıkları ortaokul 1. sınıf öğrencilerinin ise verilerin tamamını sürecin uzaması ve bir an önce sonuca ulaşma isteğinden dolayı kullanamadıkları belirlenmiştir (Blum ve Ferri, 2009 ve Blum ve Leiß, 2007)

Matematik kullanımı aşamasında ortaokul 1. sınıf öğrencilerinin oluşturdukları modele göre toplama işlemi yaptıkları tespit edilmiştir. Şehirlere verilen puanların toplanması sırasında öğrencilerin zihinden işlem yaptıkları, her öğrencinin kendi farklı bir zihinden toplama stratejisini kullandığı ve bu süreçte sürekli birbirleriyle etkileşim içinde olmuşlardır (Zawojewski, Lesh ve English, 2003; Galbraith ve Stillman, 2006; Kurt, 2019 ve Ata Baran, 2019). Ayrıca öğrenciler birbirlerinin yaptıkları işlemleri de kontrol etmiş ve olabilecek hataların önüne geçmeye çalışmışlardır. Son sınıf öğrencilerinin ise matematik kullanımı aşamasında aritmetik ortalamayı hesaplamış ve geçmiş bilgilerin hatırlatılması noktasında birbirlerine yardımcı olmuşlardır (Lesh ve Harel, 2003; Çavuş Erdem, 2018; Duman, 2019; Mengi, 2019; Çoksöyler, 2020; ve Ozulu, 2021). Fakat aritmetik ortalamaların alınması sonucunda sonuçların ondalık ve devirli ondalık sayı çıkması durumunda bunların sıralanmasında güçlükler yaşanmıştır. *Sonucu açıklama* aşamasında ortaokul 1. sınıf öğrencilerinin geliştirdikleri model ve yaptıkları işlemler sonucunda şehirlerin toplam puanlarını sıralamış ve en güvenilir il ile Samsun'un güvenliği hakkında karara varmışlardır. Bu aşamada öğrencilerin kendilerini rahatlıkla ifade ettikleri, sonuç hakkında fikir ayrılıkları yaşasalar da kendi fikirlerinin doğruluğunu savunmuşlar ve birbirlerini ikna etmeye çalışmışlardır. Benzer şekilde literatürde yapılan çalışmalar (Zawojewski, Lesh ve English, 2003; Galbraith ve Stillman, 2006; Özdemir, 2014; Pala, 2015; ve Hıdıroğlu, 2018) bu sonucu desteklemektedir. Ancak öğrencilerin yaptıklarını yazılı olarak anlatma yani raporlama konusunda istekli olmadıkları ve sadece problem sonucunda verdikleri kararı yazdıkları tespit edilmiştir. Son sınıf öğrencilerinin ise sonucu açıklama aşamasında oluşturdukları modelleri, yaptıkları işlemleri ve düşünme süreçlerini açık bir şekilde yazdıkları belirlenmiştir (Çora, 2018; Duman, 2019 ve Ozulu, 2021). Öğrencilerin süreç içerisinde yaptıklarını açıklamada zorlandıkları noktalar olsa da bu durumu iş birliği içerisinde çözdükleri, sürecin uzamasına ve hatta sıkılma belirtileri göstermelerine rağmen açıklama yapmaktan kaçınmadıkları, kendilerini net olarak ifade etmek istedikleri, anlaşılmama kaygısı gütmeleri dolayısıyla cümlelerini düzgün bir şekilde

kurmaya çalıştıkları tespit edilmiştir.

Bu çalışmada öğrencilerin problemi anlama, problem verilerine uygun modeli oluşturmada, gerekli matematiksel işlemleri yapmada ve sonucu açıklama noktasında farklı zorluklarla karşılaşmışlardır. Karşılaşılan bu güçlüklerin ortadan kaldırılabilmesi için aşağıdaki öneriler sunulmuştur: *Problemi anlama* aşamasının öğrenciler tarafından hızlı bir şekilde geçilmesi problem metninin kendi aralarında tartışılmaması ve tablo şeklinde sunulan veriler üzerinde derinlemesine düşünülmeden matematiksel işlem yapılması öğrencilerin hızlı sonuca ulaşma isteği ve okuduğunu anlama becerilerinin eksikliğini ortaya koymaktadır. Okuduğunu anlama becerisi modelleme etkinliklerinde olduğu gibi öğrencilerin diğer derslerindeki başarılarını da doğrudan etkilemektedir. Dolayısıyla *okuma-anlama* etkinlikleri her branşta kendine özgü bir şekilde uygulanması gereken en önemli etkinliklerdendir. Bu nedenle özellikle Türkçe öğretmenleri ile iş birliği içinde matematik dersine özgü okuma etkinlikleri derslere entegre edilerek öğrencilerin okuduğunu anlama becerilerinin geliştirilmesi sağlanabilir.

Model oluşturma aşamasında öğrencilerin problemin çözümüne yönelik *doğru bir model* geliştirme endişesi taşıdıkları ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla süreç boyunca öğrencilere problemi nasıl çözerlerse veya hangi modeli geliştirirlerse geliştirsinler önemli olanın problemi çözme süreci olduğu, modelleme problemlerinin tek bir doğru yanıtının olmadığı, her grubun kendi modelini geliştirerek bir karara varabileceği öğretmen tarafından sürecin başında ve süreç boyunca hatırlatılması öğrencilerin taşıdıkları endişenin azalmasını sağlayacaktır. *Matematik kullanımı* aşamasında öğrencilerin bazı matematiksel işlemlerde zorluk yaşadıkları belirlenmiştir. Basit işlem hatalarını önlemek ve model oluşturma sürecine daha çok zaman ayırabilmek için öğrencilere problemin başında bir hesap makinesi verilerek aritmetik işlemlerini bununla yapmaları sağlanabilir. *Sonucu açıklama* aşamasında öğrencilerin kendilerini ifade etmede ve yaptıklarını yazılı rapora dönüştürmede zorlandıkları tespit edilmiştir. Modelleme etkinlikleri dışında diğer derslerde de öğrencilerin kendilerini yazılı ve sözlü ifade etmelerine olanak sağlayan aktiviteler yapılması öğrencileri bu konuda cesaretlendirecek ve yeterliğini arttıracaktır.

KAYNAKÇA

- Altun, M. (2015). *Ortaokullarda (5, 6, 7 ve 8. sınıflarda) matematik öğretimi*. Bursa: Aktüel Yayıncılık
- Ata Baran, A. (2019). *Matematiksel modellemeye dayalı bir öğretim deneyinde sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel iletişim becerilerinin, matematik okuryazarlıklarının ve duyuşsal alan özelliklerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Bender, A. E. (1978). *An introduction to mathematical modelling*. New York: Willey.
- Blomhøj, M. (2008). Different perspectives on mathematical modelling in educational researchCategorising the TSG21 papers. *ICME 11 International Congress on Mathematics Education* (pp. 1-17). Mexico.
- Blum, W. (2002). ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics education–Discussion document. *Educational Studies in Mathematics*, 51, 149–171.
- Blum, W. ve Ferri, B. R. (2009). Mathematical Modeling: Can It Be Taught and Learnt? *Journal of Mathematical Modeling and Applications*, 1 (1), 45–58.
- Blum, W., & Leiß, D. (2007). How Do Students and Teachers Deal With Modeling Problems? In C. R. Haines, P. Galbraith, W. Blum & S. Khan (Eds.), *Mathematical Modeling (ICTMA–12): Education, Engineering and Economics* (s. 222–231). Chichester: Horwood Publishing.
- Çavuş Erdem, Z. (2018). *Matematiksel modelleme etkinliklerine dayalı öğrenim sürecinin alan ölçme konusu bağlamında incelenmesi*. Doktora Tezi. Adıyaman Üniversitesi, Adıyaman.
- Çoksöyler, A. (2020). *Altıncı sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme problemlerini çözüm süreçlerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Çora, A. (2018). *Ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin otantik matematiksel modelleme etkinlikleri ile problem çözme becerilerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Dedebaş, E. (2017). *Beşinci sınıf öğrencilerinin davranışları ve zorlukları, model ortaya koyma faaliyetlerinin çoklu uygulanması yoluyla incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Deniz, Ş. (2020). *Ortaokul Öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri (MOE) aracılığıyla STEM eğitiminde matematiksel modelleme süreçlerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Mersin Üniversitesi, Mersin.
- Doerr, H. M. ve English, L. D. (2003). A Modeling Perspective on Students Mathematical Reasoning About Data. *Journal of Research in Mathematics Education*, 34 (2), 110–136.
- Doruk, B. K. (2010). *Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi* (Doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

- Duman, Y. (2019). *8. sınıf öğrencilerinin akademik başarı düzeylerine göre model oluşturma süreçlerinin incelenmesi: Atatürk Anıtı Problemi* (Yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- English, L. D., ve Watters, J. (2004). Mathematical modelling with young children. *28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 2, 335–342.
- English, L. D. ve Watters, J. J. (2005). Mathematical Modeling in Third Grade Classrooms. *Mathematics Education Research Journal*, 16, 59–80.
- English, L. D. (2006). Mathematical modeling in the primary school. *Educational Studies in Mathematics*, 63 (3), 303–323. doi: 10.1007/s10649–005–9013–1.
- Eraslan, A., & Şahin, N. (2023). *İlkokul ve ortaokulda etkinlik örnekleriyle matematiksel modelleme*. Ankara: Pegem Akademi.
- Eraslan, A., & Şahin, N. (2024). Matematik öğretiminde modelleme döngülerinin gelişimi ve Singapur örneği. Pekdağ, B. (Ed.), *Fen ve Matematik eğitimi alanında uluslararası akademik çalışmalar* (ss.19-32). Ankara: Serüven yayınevi.
- Erbaş, A. K., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacacı, C., & Baş, S. (2014). *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar*. Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 14(4), 1–21.
- Ferrando, I., & Albarracín, L. (2021). Students from grade 2 to grade 10 solving a Fermi problem: Analysis of emerging models. *Mathematics Education Research Journal*, 33(1), 61–78.
- Fox, L. J. (2006). *A Justification For Mathematical Modelling Experiences In The Preparatory Classroom. Paper Presented At The 9th Annual Conference Of The Mathematics Education Research Group Of Australasia*, Canberra, Australia.
- Galbraith, P. ve Stillman, G. (2006). A framework for Identifying student blockages during transitionsin the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik–ZDM*, 38 (2),143–162.
- Harrison, G. A. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students? *Research in Science Education* (31), 401–435.
- Hıdıroğlu, Ç. N. (2018). Üstbiliş kavramına ve problem çözme sürecinde üstbilişin rolüne eleştirel bir bakış. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* (32), 87–103. doi:10.30794/pausbed.424862
- İnan, M. (2018). *7. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme süreçlerinin incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Kertil, M. (2008). *Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü

- Kurt, Ö. (2019). *Matematiksel modelleme problemlerinin beşinci sınıf öğrencilerinin akademik başarı, geometri öz-yeterlilik ve matematiğe yönelik tutuma etkisinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi, Elâzığ.
- Lesh, R. A. ve Doerr, H. (2003). Foundations Of Model And Modelling Perspectives On Mathematic Teaching And Learning. In R. A. Lesh, and H. Doerr (Ed.), *Beyond Constructivism: A models and Modelling Perspectives on Mathematics Teaching, Learning and Problem Solving* (3-33). Mahwah, NJ: Lawrance Erlbaum. Erişim adresi: <http://blog.ncue.edu.tw/sys/lib/read-attach.php?id=4311>.
- Lesh, R. ve Harel, G. (2003). Problem solving, modeling, and local conceptual development. *Mathematical thinking and learning*. 5(2-3): 157-189. doi.org/10.1080/10986065.2003.9679998
- Lesh, R. A. ve Zawojewski, J. S. (2007). Problem solving and modeling. In F. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (763-804). Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Mengi, B. (2019). *Matematiksel modelleme yaklaşımının öğretim ortamında kullanılmasının 7.sınıf öğrencilerinin problem çözme ve üst düzey düşünme becerilerine etkisinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 1-8. sınıflar)*. Erişim adresi: <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=329>.
- Mousoulides, N. (2007). *A modeling perspective in the teaching and learning of mathematical problem solving* (Unpublished Doctoral Dissertation). University of Cyprus.
- Olkun, S. ve Toluk, Z. (2003). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi*. Anı Yayıncılık: Ankara.
- Ozulu, Y. E. (2021). *Ortaokul 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin incelenmesi*. Yüksek lisans tezi. Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Erzincan.
- Özdemir, E. (2014). *Matematik eğitiminde modelleme üzerine öğrenme-öğretme uygulamaları*. (Doktora Tezi). Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Pala, G. (2015). *8. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi üzerine nitel bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Patton, M. (2002). *Qualitative Research and Evaluation Methods*, 2nd ed. Newbury Oaks, CA: Sage Publications.
- Sağiroğlu, D. (2018). *Matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemine yönelik etkinlik oluşturma ve uygulama süreçlerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Zonguldak.

- Sandalcı, Y. (2013). *Matematiksel modelleme ile cebir öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına ve matematiği günlük yaşamla ilişkilendirmeye etkisi* Yüksek Lisans Tezi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Rize.
- Sriraman, B. (2005). *Conceptualizing the notion of model eliciting*. (ed. M. Bosch). *Proceedings of the 4th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME 4)* (pp. 1686-1696). Spain: FUNDEMÍ IQS – Universitat Ramon Lull.
- Şahin, N. ve Bedir, F.N. (2024). Sürdürülebilir Kalkınma Eğitimi Kapsamında 7. Sınıf Öğrencilerine Sürdürülebilir Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Uygulanması. *Sinop Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8, 423-456.
- Şahin, N. ve Eraslan, A. (2016a). İlkokul Öğrencilerinin Modelleme Süreçleri: Suç Problemi. *Eğitim ve Bilim*, 41 (183), 47-67.
- Şahin, N. ve Eraslan, A. (2016b). Ortaokul Öğrencilerin Modelleme Deneyimleri: Kağıttan Uçak Yapma Yarışması Problemi. *Eğitim, Bilim ve Teknoloji Araştırmaları Dergisi*, 1 (1), 33-44.
- Şahin, N., & Eraslan, A. (2016c). Challenges of 4th-year middle-school students in the process of mathematical modeling: Summer Job Problem. *Research Highlights in Education and Science*, 1(1), 103-111.
- Şahin, N., & Eraslan, A. (2017a). Fourth-Grade Primary School Students' Thought Processes and Challenges Encountered during the Butter Beans Problem. *Educational Sciences: Theory and Practice* 17 (1), 105-127.
- Şahin, N. ve Eraslan, A. (2017b). Ortaokul 3. Sınıf Öğrencilerinin Okuma Yarışması Problemi Üzerinde Bilişsel Modelleme Yeterlikleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 11(2), 19-51.
- Şahin, N. ve Eraslan, A. (2018). İlkokulda Model Oluşturma Etkinlikleri Nasıl Uygulanmalı? *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 4 (1), 99-117
- Şahin, N. ve Eraslan, A. (2019). Ortaokul Matematik Öğretmeni Adaylarının Matematik Uygulamaları Dersinde Modelleme Etkinliklerinin Kullanılmasına Yönelik Görüşleri. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(2), 373-393.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2016). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Zawojewski, J. S., Lesh, R., & English, L. (2003). A models and modeling perspective on the role of small group learning activities. *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching*, 337-358.

Zihar, M. (2018). *Matematiksel modelleme yöntemiyle 8. sınıf üslü ifadeler konusunun öğretimine yönelik bir eylem araştırması*. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Bölüm 2

YENİLENEN ORTAOKUL MATEMATİK ÖĞRETİM PROGRAMININ ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİ ÜZERİNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ¹

Merve SEZER², Hayal YAVUZ MUMCU³

¹ Bu çalışma 24 Mayıs 2025 tarihinde *VI. Bilsel Uluslararası Ahlat Bilimsel Araştırmalar Kongresi'nde* sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

² Y. Lisans Öğr., Ordu Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi A.B.D., Ordu, sezermerve4140@gmail.com, 0009-0004-3776-2903

³ Doç. Dr., Ordu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Ordu, hayalym52@gmail.com, 0000-0002-6720-509X

Giriş

Eğitim, toplumların gelişmesindeki en büyük etkenlerden biridir (Sah- lberg, 2011). Zaman geçtikçe bilgidaki artış ve teknolojiadaki değişimle birlikte, eğitim süreçlerinin hem içeriğinin hem de yöntemlerinin gelişt- tirilmesi bir zorunluluk haline gelmiştir (OECD, 2019). Özellikle temel bilimler alanında, öğrencilerin çağın gerektirdiği bilgi ve becerilere sa- hip olabilmesi için eğitim programlarının dinamik bir yapıya kavuşması önem arz etmektedir. Bu bağlamda matematik eğitimi, bireylerin analitik düşünme, problem çözme ve mantıklı akıl yürütme becerilerini geliştir- mesi açısından kritik bir rol üstlenmektedir (Kilpatrick, Swafford & Fin- dell, 2001). Bu bağlamda toplumdaki gelişmelere paralel olarak dünya ge- neline ve ülkemizde matematik eğitiminde sürekli olarak geliştirme ve güncelleme çalışmaları yapılmakta, toplumun ihtiyaç duyduğu bireyleri yetiştirme konusunda öğretim programlarının içeriği yenilenmektedir. Son olarak ülkemizde 2024 yılında yeni bir eğitim modeli olarak «Türki- ye Yüzyılı Maarif Modeli-TYMM» tanıtılmış ve 2024-25 öğretim yılında okul öncesi, 1, 5 ve 9. sınıflardan başlamak üzere kademeli olarak haya- ta geçirileceğini açıklanmıştır. Millî ve manevi değerler manzumesi ile maddi gelişmenin zirvesini hedefleyen TYMM; öğretim programlarının temel yaklaşımı, öğrenci profili, Erdem Değer-Eylem Çerçevesi, beceri- ler çerçevesi bileşenlerinden oluşan bütüncül bir modeldir (MEB, 2024).

TYMM'de bir ortak metin ve 26 dersin güncellenmiş öğretim pro- gramları yer almaktadır. Buna göre 1 okul öncesi, 7 ilkokul, 8 ortaokul ve 14 lise düzeyinde dersin öğretim programının hazırlandığı görülmekte- dir. Bu dersler arasında İlkokul ve Ortaokul Matematik dersleri de yer almaktadır. Bireylerin çağın gerektirdiği becerilerle donatılmasını hedef- leyen Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı, matematik öğrenme süreçlerini destekleyen kavramsal beceriler ve matematik alan becerileri odağa alınarak hazırlanmıştır. Öte yandan benimsenen model ve yakla- şım çerçevesinde ilgili program, matematik öğretme ve öğrenme sürecini ilgi çekici, etkileşimli hâle getirerek öğrencilerin öğrenmeye olan ilgile- rini artırmayı; birey ve toplumun ihtiyaçlarını karşılamayı ve matematiği günlük hayat deneyimlerinin bir parçası hâline getirmeyi hedeflemek- tedir. Programda bireylerin eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme gibi üst düzey becerilerinin gelişimine de önem verilmektedir. Yeni öğretim programı öğrencilerin bilgi edinimi yerine matematiksel bilgiye ulaşmayı sağlayan becerilere sahip olmalarını, edindikleri bilgi- ler arasındaki ilişkileri sorgulayarak eski bilgileri ile yeni bilgilerini bir bütün olarak yapılandırabilmelerini ön planda tutmaktadır (MEB, 2024). Bununla birlikte müfredat değişikliklerinin başarısı, yalnızca teorik dü- zenlemelerle değil, bu düzenlemelerin sahadaki uygulamalarla ne ölçü- de örtüştüğüyle değerlendirilebilir. Bu noktada öğretmenlerin görüşleri,

müfredatın güçlü ve zayıf yönlerini belirlemede, karşılaşılan sorunları tespit etmede ve geliştirici öneriler sunmada son derece değerli bir kaynak oluşturmaktadır (Fullan, 2007). Bu bağlamda bu araştırmanın amacı 2024 yılında yenilenen ortaokul matematik dersi öğretim programının öğretmen görüşleri üzerinden değerlendirilmesidir.

YÖNTEM

Bu araştırmada durum çalışması tarama araştırması deseni (case study survey method) kullanılmıştır. Durum çalışması tarama araştırması, küçük bir örneklem veya örneklem grubuna, grupta yer alan bireylerin bir yönünü veya özelliğini tanımlamak için bir anketin uygulandığı araştırma tasarımı olarak tanımlanmaktadır. Araştırmacılar, popülasyondaki bireylere görüş, davranış, yetenek, inanç veya bilgiyle ilgili kişisel ifadelerini incelemek için sorular sorar. Elde edilen yanıtlar, grubun eğilimlerini tanımlamak veya soruları veya hipotezleri test etmek için analiz edilir (Mills ve ark. 2009).

Katılımcılar

Araştırma Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı devlet okullarında görev yapmakta olan sekiz ilköğretim matematik öğretmeni ile yürütülmüştür. Bu öğretmenler araştırmacının yakın çevresinde öğretmenlik yapmakta olan kişiler arasından gönüllü olanlardan seçilmiştir. Öğretmenlerin farklı mesleki deneyimlere sahip olmalarına dikkat edilmiştir. Buna göre katılımcıların seçiminde amaçlı örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme yönteminin kullanıldığı söylenebilir. Zira uygun örnekleme yönteminde; zaman, para, konum gibi koşullara bağlı olarak elverişli durumlara uygun hızlı bir şekilde örneklem seçilmektedir (Patton, 1987). Araştırmada yer alan öğretmenler ulaşılabilirlik, zaman, bütçe ve işgücü esaslarına dayalı olarak araştırmacının yakın çevresinden seçildiği için söz konusu yöntemin kullanılması uygun görülmüştür. Araştırmada yer alan sekiz öğretmenin 5'i kadın, 3'ü ise erkektir. Öğretmenlerin üçünün mesleki kıdemleri 0-5 yıl aralığında, iki öğretmenin mesleki kıdemleri 5-10 yıl aralığında, üç öğretmenin mesleki kıdemi ise 10-15 yıl aralığındadır. Öğretmenlerin tümü devlet ortaokullarında görev yapmaktadırlar.

Tablo 1. Katılımcı öğretmenlere ilişkin demografik bilgiler

Katılımcı Öğretmen	Cinsiyeti	Mesleki Deneyimi
Ö1	Kadın	2 yıl
Ö2	Kadın	4 yıl
Ö3	Kadın	3 yıl (1 yıl müdür yardımcılığı)
Ö4	Erkek	8 yıl
Ö5	Kadın	10 yıl
Ö6	Kadın	13 yıl
Ö7	Erkek	14 yıl
Ö8	Erkek	15 yıl

Veri Toplama Araçları

İlköğretim matematik öğretmenlerinin yenilenen müfredat hakkındaki görüşlerini incelemek amacıyla yapılan bu çalışmada veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Formda sekiz adet açık uçlu soru yer almaktadır. İlgili veri toplama aracının geçerliğine yönelik olarak uzman görüşlerinden yararlanılmış ve bazı soru maddelerinde ifade değişikliklerine gidilmiştir.

Verilerin Analizi

Görüşme süreçlerinden elde edilen verilerin analizinde içerik analizine gidilmiş ve elde edilen veriler transkript edildikten sonra benzer kategoriler altında kodlanarak raporlanmıştır. Bu süreçte öğretmenlerin kullandıkları ifadelerle odaklanılmış ve benzer ifadeleri kullanan öğretmenler aynı kategori altında toplanmıştır. Dolayısıyla belirtilen frekans değeri katılımcı frekansı olmayıp, kullanılan ifadenin kaç öğretmen tarafından dile getirildiğini göstermektedir. Burada amaç öğretmen görüşlerinin benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırılarak yorumlanmasıdır. Yürütülen içerik analizinin geçerlik ve güvenirliğine yönelik olarak verilerin araştırmacıların her ikisi tarafından da farklı zamanlarda kodlanması sağlanmış, daha sonra araştırmacılar veri analizinde ortaya çıkan farklı durumlar üzerine fikir birliği sağlayarak veri analizine son şeklini vermişlerdir.

BULGULAR

Birinci Sorudan Elde Edilen Bulgular

“Yenilenen ortaokul matematik müfredatına ilişkin genel görüşleriniz nelerdir?” sorusuna verilen yanıtlardan elde edilen bulgular Tablo 2’de verilmektedir.

Tablo 2. Birinci soruya verilen yanıtlardan elde edilen bulgular

Kategoriler	Kodlar	Kullanılan İfadeler	Frekans	Toplam Frekans
Olumsuz ifadeler	İçerik	Konu sıralamalarının karışık olduğu görülmektedir. (Ö1, Ö3, Ö4)	3	16
		Geometri, 5. sınıfta yoğun bir içerik sunmaktadır. (Ö3, Ö8)	2	
		Kavramlar arası ilişkilendirme süreçlerinin özellikle 5. sınıf müfredatında öğrenci için zorlayıcı olduğunu düşünüyorum. (Ö3, Ö8)	2	
		Etkinliklerin 5. sınıf öğrencileri için çok soyut olduğunu düşünüyorum. (Ö3)	1	
		Bazı konuların müfredattan kaldırılmasını uygun bulmuyorum. (Ö3)	1	
		Ayrıca müfredatın kırsal kesimlerdeki öğrenci düzeylerinin üstünde olduğu bu ve oradaki öğrencilerin konuları anlamlandırmakta zorlandıklarını düşünüyorum. (Ö3)	1	
		Programa yönelik kaynak yetersizliği nedeniyle, zorluklar yaşanmaktadır. (Ö1)	1	
	Zaman yönetimi	Etkinlikleri tam olarak yapmak, konuları yetiştirmekte zorluk yaratmaktadır. (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4)	4	
Olumlu ifadeler	Geçiş süreci	Yeni müfredata geçiş sürecinin çok hızlı olduğunu düşünüyorum. (Ö1)	1	11
	Akademik içeriğe yakınlık	Yenilenen öğretim programı, akademik eğitimle uyumlu hale gelmiştir. (Ö1)	1	
	Aktif Öğrenme	Yenilenen öğretim programında öğrenci merkezli ve aktif öğrenmeyi destekleyen, bir yapı olduğunu görüyorum. (Ö6, Ö7)	2	
	Farklılaştırılmış öğretim	Farklılaştırılmış öğretim yöntemleri olduğunu, bireysel farklılıkların önemsendiğini görüyorum. (Ö6)	1	
	Teknoloji kullanımı	Yenilenen öğretim programı, daha fazla teknoloji içermektedir. (Ö8)	1	
	Motivasyon	Yenilenen öğretim programı, etkinliklerle sevdirdiği ve pekiştirildiği için öğrenci öğrenimine katkı sağlamaktadır. (Ö1, Ö2)	2	
	Öğrenci başarısına etkisi	Doğru uygulandığında öğrenci başarısını artıracak, kalıcı öğrenmeyi sağlayacağını düşünüyorum. (Ö6)	1	
	Günlük yaşamla ilişkilendirme	Matematiği günlük yaşamla ilişkilendirme açısından başarıyı artırabilir. (Ö7)	1	
Kararsız yanıtlar	İçerik	Kitaptaki örnekler çok güzel. (Ö8)	1	3
		Geometri ile başlamayı sevdim. (Ö8)	1	
		Programın çıktılarının belirli bir süre sonra görüleceğini düşünüyorum, o nedenle müfredatın çıktılarını görmek gerektiğini düşünüyorum. (Ö5, Ö7)	2	
		Değişen ders içerikleri ile ilgili soru işaretlerim var. (Ö1)	1	

Tablo 2’de yer alan veriler incelendiğinde frekansı en yüksek olan yanıtların olumsuz ifadelerden oluştuğu görülmektedir. Öğretmenlerin kullandıkları olumsuz ifadeler arasında ise frekansı en yüksek olanların içerik kategorisinde yer aldığı görülmektedir. Bunun dışında dört öğretmen ise zaman yönetimi ile ilgili olumsuz ifadeler kullanmışlardır. Olumlu ifadeler incelendiğinde ise öğretmenlerin, yeni öğretim programında yer alan etkinliklerin aktif öğrenmeyi ve motivasyonu sağladığı yönünde görüş bildirdikleri dikkat çekmektedir. Bu bölümde sırasıyla olumsuz ifadeler, olumlu ifadeler ve kararsız olanlar kategorilerindeki öğretmen yanıtları örneklendirilmiştir.

Ö3: *Genel olarak öğrencilerin gelişim ve hazırbulunuşluk düzeylerine uygun olmadığını düşünüyorum. Örneğin 5.sınıflarda üçgen inşası konusunun çemberler ile anlatılması öğrencilerde birçok karmaşıklığa yol açmıştır. Çember kavramını algılamakta zorlanan öğrencilerin, yarıçaplardan üçgen oluştuğunu anlaması oldukça zor, karmaşık ve soyut gelmektedir.*

Ö6: *Yenilenen müfredat ile birlikte var olan kazanımın yerini öğrenim çıktısı, konunun yerini de tema aldı. Bu durum çerçeve planda sadeleştirmeye gidildiğini gösteriyor. Yani müfredat öğrencilerin daha merkezde öğretmenlerin ise destekleyen rehber konumunda olmasını istiyor. Farklılaştırılmış öğretim yöntemlerine de müfredatta önem verilmiş. Aynı zamanda destekleme ve zenginleştirme olarak sınıflandırılmış. Yenilenen müfredat öğrencinin aktif olduğu muhakeme yaptığı bir sistem olduğu ve bireysel farklılıkları önemseydiği için doğru uygulandığında öğrenci başarısını etkileyeceğini düşünüyorum.*

Ö7: *Açıkcası çok yeni bir şey olduğu için kesinleşmiş net bir fikrim yok. Şu an için sadece 5. sınıflar için yorum yapmış olacağım. Çünkü bazı şeyleri yaşadıkça uyguladıkça fark ediyoruz. Zamanla bazı şeylerin daha iyi oturacağı kanısındayım. Ya da değerlendirildikçe bazı şeylerin değiştirilmesi geliştirilmesi gerekecek.*

İkinci Sorudan Elde Edilen Bulgular

“Yenilenen müfredat hakkında aldığınız seminer ve eğitimlerin sizlere katkı sağladığını düşünüyor musunuz? Yanıtınız evet ise bu katkılar nelerdir?” sorusuna verilen yanıtlar incelendiğinde sekiz öğretmenin altısının (%75) seminerlerin faydalı olduğunu ifade ettikleri fakat yeterli bulmadıkları görülmüştür. Bu öğretmenlerin genel olarak verilen eğitimlerde yer alan online içerikleri yeterli bulmadıkları görülmüştür. Bunun dışında bir öğretmen (Ö2) seminerleri faydalı bulduğunu, bir öğretmen ise (Ö4) katkısı olduğunu düşünmüyorum şeklinde cevap verdiği görülmüştür. Bu bölümde sözü edilen yanıtlar sırasıyla örneklendirilmiştir.

Ö5: Şöyle ki yenilenen müfredatla ilgili verilen seminerler genel bazda tabiki bilgilendirme amaçlı iyi oluyor fakat öğretmenlerin bunu içselleştirmesi ve gerçekten bunun gerekliliğini kabul etmeleri için yeterli olmadığını düşünüyorum. Önce öğretmenlere bu durumun gerekli olduğunu gösteren onların da motivasyonunu arttırıcı seminerler vermek çok daha etkin ve kaliteli olur. Yani burada “müfredat böyle, bunları böyle yapacağız, kesirleri daha önce anlatacağız” şeklinde daha basit düzeyde yapılmış olduğunu gördüm. Ben seminerlerin çok da etkin olduğunu düşünmüyorum. Mesela EBA’da algoritmik düşünme sistemi ile ilgili video yayınladılar yapılan videolarda algoritmanın ne olduğunu bir öğretmen hemen anlayabilir. Ama orada ısrarlı bir şekilde ikinci üçüncü örnekler şeklinde olayı daha sıkıcı hale getirmişler bazı verilen kısımlarda motivasyon arttırıcı teşvik edici bölümlerin de olması gerektiği düşüncesindeyim.

Ö2: Evet seminerlerin katkısı olduğunu düşünüyorum. Çünkü yeni model konusunda kafa karışıklığı, öğrenciye nasıl aktarılacağı konusunda bilgilendirmeler yapıldı. Müfredata yeni eklenen konular vardı onlarla ilgili bilgilendirme çalışmaları bizler için iyi oldu. Sadeleştirilen konular ve nedenleri konusunda ayrıntılı bir sunum gerçekleştirildi. Seminerde yeni modelin kapsamalarını, temalarını, öğrenim çıktılarını, hedefleri ve sebepleri bize sunulması fikrimizin sorulması değerlendirmemiz oldu. Bu yüzden bu maarif modelleri ilgili iyi bir seminer gerçekleştirildi.

Ö4: Bu işlerin seminerle olacağını düşünen bir kişi değilim. Bu, öğretmenlerin önceden hazırlanması gereken bir süreç olduğunu ve öğretmenlerin bunu özümsemeleri sağlanmalıdır bence. Yeni programa geçiyoruz bazı alışkanlıkları değiştirmek istiyoruz bu ha denince olacak bir iş olduğunu düşünmüyorum zaman isteyen ve öğretmenlerin de kabul etmesi gerekir diye düşünüyorum.

Üçüncü Sorudan Elde Edilen Bulgular

“Yenilenen müfredatta bazı konuların kaldırılması veya sınıf düzeylerinin değiştirilmesi hakkında ne düşünüyorsunuz?” sorusuna verilen yanıtlardan elde edilen bulgular Tablo 3’te verilmektedir.

Tablo 3. Üçüncü soruya verilen yanıtlardan elde edilen bulgular

Kategoriler	Kodlar	Kullanılan İfadeler	Frekans	Toplam Frekans
Olumlu ifadeler	Konu sıralaması	İlk olarak geometri kısmından başlanması aslında hep sona atılıp önemini yitirilen geometrinin aslında öğrenci gelişimi açısından da faydalı olduğunu düşünüyorum. (Ö1, Ö2)	2	8
		Olasılık konusunun 5. sınıfta sezgisel olarak verilmesi müfredatta en beğendiğim kısımlardı. (Ö1)	1	
		Bazı konuların başka sınıf düzeylerine aktarılmasını çok iyi buldum. Özellikle öğrencilerim zorlandığı konular üzerine durulmuş ve onlar bir üst öğrenime aktarılmıştır. (Ö2)	1	
		Alt sınıflara eklenmiş yeni kazanımlarla öğrencilerin sadece son sınıfta gördüğü konulara bütüncül bir yaklaşım olmuş. (Ö6)	1	
		5.sınıfta denk kesirler taşındı o güzel oldu. (Ö8)	1	
	Müfredattan çıkarılan kavramlar	Müfredat sadeleştirilmiş bu durum matematik öğretmenlerini biraz olsun rahatlattı. (Ö1)	1	
Olumsuz ifadeler	Müfredattan çıkarılan kavramlar	Kaldırılan konular kazanımlarda da arada kalan konulardı. (Ö6)	1	6
		Ortaokulda vermemiz gereken bazı kavramları veremediğimizi ve eksik kaldığını düşünüyorum. (Ö1)	1	
		Bazı öğrencilere kolay gelen konular da kalkmasaydı daha iyi olabilirdi. (Ö2)	1	
	Öğrenciye uygunluk	Yenilenen müfredatta bazı konular kaldırıldı. Müfredat hafifletildi denildi. Fakat 5. sınıflarda biz bu hafiflemeyi hissedemedik. (Ö7, Ö8)	2	
		Genel olarak öğrencilerin gelişim ve hazırbulunuşluk düzeylerine uygun olmadığını düşünüyorum. (Ö3)	1	
		Bazı inşa ve ispat konuları eklendi müfredata ve öğrenciler buna hazır değillerdi. (Ö8)	1	
Kararsız yanıtlar	Emin değilim	Onu zaman gösterecek şu an bir şey diyemiyorum. (Ö4, Ö5)	2	3
		Bazı konularda belli sınıf düzeyinde azalma olurken, bazı konular da alt kademeye düşürüldüğü için o kademede yoğun bir öğrenme olabileceği ve bununda öğrenciyi zorlayabileceği konusunda düşüncelerim var. (Ö2)	1	

Tablo 3'te yer alan veriler incelendiğinde öğretmenlerin kullandıkları olumlu ifadelerin frekansının diğer yanıtlara nazaran daha yüksek olduğu görülmektedir. Öğretmenler yeni müfredatta yer alan konu sıralamalarına ilişkin genel olarak olumlu görüş bildirmişlerdir. Müfredatta çıkarılan kavramlara yönelik hem olumlu hem de olumsuz görüşler olmakla birlikte, olumsuz görüşlerin frekansının daha yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Bu bölümde sırasıyla öğretmenlerin olumlu, olumsuz ve kararsız yanıtları örneklendirilmiştir.

Ö6: Yenilenen müfredat geometri ve veri işlemeye önem verilmiş bu da ihtiyacın bu yönde olduğunu bize gösteriyor. Kaldırılan konular kazanımlarda da arada kalan konulardı. Ayrıca alt sınıflara eklenmiş yeni kazanımlarla öğrencilerin sadece son sınıfta gördüğü konulara bütüncül bir yaklaşım olmuş.

Ö8: Özellikle 5.sınıfın daha sadeleşmesi gerektiğini düşünüyorum çünkü öğrenciler çok zorlanıyorlar hem kademe değişiyor hem de dersler zorlaşıyor. Normal dört işlem dışındaki işlemler öğrencilere zor gelmektedir. Anlamlandırma çalışmaları ve benzetme çalışmaları yapmaktayız. Öğrencilerin matematiksel kavramları oturtamadıklarını gözlemlemekteyim. Bazı inşa ve ispat konuları eklendi müfredata ve öğrenciler buna hazır değillerdi.

Ö4: Kavramların öğrencilerin anlamda nasıl etkili olduğunu söylemek için erken olduğunu söyleyebilirim. Zaman gösterecek öğrencilerin başarılı mı olacak araştırmacı ve daha çok matematik mi kullanacaklar günlük hayatta onu zaman gösterecek şu an bir şey diyemiyorum.

Dördüncü Sorudan Elde Edilen Bulgular

“Yeni müfredatın öğretim yöntemlerinize yaptığı etkiler (varsa) nelerdir?” şeklindeki soruda sekiz öğretmenin beşi (%63) derslerde artık teknoloji destekli öğretim yöntemleri daha fazla kullanmak durumunda kaldıklarını ifade etmişlerdir. Bu öğretmenlerin verdikleri yanıtlar incelendiğinde genel olarak derslerde teknolojiye kullanımına olumlu bakmakla birlikte her okulda teknolojiye erişimin mümkün olmadığı, bazı öğretmenlerin teknolojiye akıllı tahta yardımıyla ulaştıklarını ifade ettikleri, bazı öğretmenlerin EBA’dan yararlandıklarını söyledikleri görülmüştür. EBA içeriklerinin geliştirilebileceğini dile getiren öğretmenler olmuştur. Bunun dışında kalan üç öğretmen (%37) ise dersleri artık öğrencilerin de aktif olarak yer aldıkları etkinlikler yoluyla işlediklerini ifade etmişlerdir. Etkinliklerin öğrenci motivasyonunu artırdığını dile getiren öğretmenler olmakla birlikte, bazı öğretmenler özellikle kalabalık sınıflarda etkinlikleri uygulama konusunda güçlük çektiklerini ifade etmişlerdir. Sözü edilen durumlar için öğretmenlerin kullandıkları ifadeler aşağıda örneklendirilmiştir.

Ö1: Yeni müfredatta teknoloji çok fazla işin içinde. Ben köy okulunda görev yapıyorum ve maalesef öğrencilerimizin teknolojiye ulaşımı ve teknoloji bilgisi bu konuda çok yetersiz. Ben de verilmesi gereken kavramları hafif düzeyde teknoloji ve genelde somut materyaller aracılığıyla veriyorum. Eğer imkanlarımız olsaydı bu durum bizi olumlu etkileyebilirdi, dezavantajlı öğrenciler için zorlayıcı bir durum oldu. Yine de etkinliklerin ve stratejilerin içeriğinin faydalı olduğunu düşünüyorum.

Ö2: Öğretim yöntemi olarak genelde anlatım ve soru cevap şeklinde gittiğimiz derste yeni modellerle birlikte daha çok öğrenciye buldurmaya yönelik etkinlikler ders kitabında fazlaca bulunmaktadır. Bu sebeple buluş yöntemi, beyin fırtınası gibi düşündürücü ve buldurucu etkinliklere fazlaca yer verdim. Bu açıdan öğrencilerin daha iyi öğrendiğini ve daha aktif derse katıldıklarını aynı zamanda derse karşı ilgilerinde artışın çok yaşandığını görüyorum.

Ö7: Yöntemlerimi çok etkilemedi. Eskiden de aynı uygulamaları takip ediyordum. Sadece kitaplarda da Geogebra gibi yazılımların konularla bağlantılı içeriklerine yer verilmesi güzel olmuş. Daha fazla yazılımlar farklı içerikler yerleştirilebilirdi. EBA içeriğinin geliştirilmemesi, yüklenenlerin geç kalınması da negatif yönleri. Çünkü EBA içeriklerini çok kullanıyordum. Hazır olmadan hızlı ve ani bir değişim olduğu kanaatindeyim. Pilot bir uygulamanın yapılması gerekirdi öncesinde.

Tüm bunların dışında bir öğretmen ise yeni öğretim programında yer alan öğretim modeli ile ülkemizde uygulanmakta olan ölçme-değerlendirme sistemi arasındaki ilişkiye dikkat çekerek aşağıdaki ifadeleri kullanmıştır.

Ö5: Yeni öğretim programında çocuğun günlük hayatına yansıtılabileceği etkinliklere ağırlık verildiği kitapların hazırlandığını bunun için etkinliklerin bolca yapıldığını söyleyebiliriz. Ama bu durum yapılan deneme sınavlarında akademik başarıya yansıtmıyor şu anda. Ya da bunun için belli bir zaman geçirmemiz gerekiyor. Daha işin başında olduğumuz için bizim de müfredata alışmamız gerekiyor. Belki çok hâkim olsak müfredata bunları da çok etkin bir şekilde kullanabileceğiz. Ama ben yine de ders kitaplarında yapılan etkinliklerle sınav sistemindeki bize sunulan öğrenciye sunulan soru tarzının birbiriyle çeliştiğini düşünüyorum. Bu yüzden bu konuda hem bakanlık olarak hem de öğretmenler olarak olgunlaşmamız gerekiyor.

Beşinci Sorudan Elde Edilen Bulgular

“Teknoloji kullanımının öğretim programı içerisindeki yeri ile ilgili düşünceleriniz nelerdir?” sorusuna verilen yanıtlardan elde edilen bulgular Tablo 4’te verilmektedir.

Tablo 4. Beşinci soruya verilen yanıtlardan elde edilen bulgular

Kategoriler	Kodlar	Kullanılan İfadeler	Frekans	Toplam Frekans
Yararlı buluyorum ama...	Dezavantajlı gruplar	Dijital çağda bu şekilde bir yola gidilmesi gerçekten mantıklı ve faydalı. Ama dezavantajlı öğrenciler için alternatif bir plan veya destek sunulmuyor, bu da bizi ve öğrencileri zorluyor. (Ö1, Ö6, Ö8)	3	7
	Homojenlik	Teknoloji kullanımı zorunlu olmadığı için 25-30 yıllık öğretmenlerin bazı şeyleri yapmayacağını düşünüyorum. (Ö5)	1	
		Öğretmenlerimizin bu konuda eğitim alması gerektiğini düşünüyorum. (Ö4)	1	
		Teknolojiyi sınıfta kullanma konusunda sadece öğretmenlerin değil öğrencilerin de sürece katılması gerektiğini düşünüyorum. (Ö4)	1	
	Yeterli değil	Açıkçası yeterli bulmuyorum. Daha fazla desteklenmeli. İnteraktif içerikler kitap ile paralel şekilde yüklenmeli. (Ö7)	1	
Yararlı buluyorum	İlgi çekici	Geogebra gibi geometrik şekillerle dersi anlatmak çocuklar için de ilgi çekici olmaktadır. (Ö2, Ö3)	2	4
	Somutlaştırma	Kavramların somutlaştırılabilmesi adına teknoloji oldukça faydalı. (Ö3)	1	
	Eğlenceli	Öğrencilerin daha çok dikkatini çekiyor ve daha çok eğleniyorlar. (Ö3)	1	

Tablo 4'te yer alan veriler incelendiğinde öğretmenlerin tamamının yeni öğretim programına teknolojinin daha fazla entegre edilmesine olumlu yaklaşmakla birlikte bazı öğretmenlerin bu gelişimin önüne geçen bazı engellerden söz ettikleri görülmektedir. Öğretmen yanıtları aşağıda örneklendirilmiştir.

Ö6: *Yeni müfredata teknolojinin dahil edilmesini olumlu buluyorum. Nesil teknoloji çağında ve matematikle teknoloji bence çok uyumlu bir ikili çünkü soyut halde olan birçok bilgiyi bu sayede görselleştirip genellemelere ulaşabiliriz. Dezavantaj olarak teknolojik alt yapısı ve yetersiz okullarda ya da bölgelerde ve hatta ailelerde bu müfredatı uygulamak oldukça güç olmakta ve bence en büyük eksikliğin bu olduğunu düşünmekteyim. Çünkü her okul her öğrenci aynı fırsatlara sahip değil.*

Ö7: *Bir önceki soruda biraz bu konuya değinmeye çalıştım. Açıkçası yeterli bulmuyorum. Daha fazla desteklenmeli. İnteraktif içerikler kitap ile paralel şekilde yüklenmeli. Daha önce kullandığım EBA'yı aktif kullanmamamız çok kötü. Evet sonradan bazı içerikler yüklendi ama eksik ve yetersiz.*

Altıncı Sorudan Elde Edilen Bulgular

“Yenilenen öğretim programının uygulanmasında karşılaştığınız zorluklar nelerdir?” sorusuna verilen yanıtlardan elde edilen bulgular Tablo 5’te verilmektedir.

Tablo 5. Altıncı soruya verilen yanıtlardan elde edilen bulgular

Kodlar	Kullanılan İfadeler	Frekans	Toplam Frekans
İçerik	Bazı konular üst sınıflardan alt sınıflara geçmiş, bu da öğrencilerin kavramasını zorlaştırıyor tabi. (Ö1)	1	5
	Çemberlerden üçgen inşası konusunun öğrencilerde çok soyut kaldığını ve anlamlandırmakta zorlandıklarını düşünüyorum. (Ö3)	1	
	Problem çözme basamaklarının on adımda verilmesinin oldukça kafa karıştırıcı olduğunu düşünüyorum. (Ö3)	1	
	Kitap aslında güzel fakat interaktif etkinlikler içerikler konusunda eksik. Kitap geliştirilmeli. (Ö7)	1	
	Bazı konularını çok fazla daraltıldığını bazılarını da sınıf seviyesine (öğrenci hazır bulunuşluğuna) uygun olmadığını düşünüyorum. (Ö3)	1	
Zamanlama/Planlama	Çok fazla etkinlik ve ödev isteniyor. Bunları dosyalamak, takibini yapmak bazen bizi gerçekten ulaşmak istediğimiz amacın dışına çıkarıyor. (Ö1)	1	4
	Öğretmenler olarak konuları yetiştiremiyoruz bu da etkinlikleri etkili olarak işlememize engel olmaktadır. (Ö4)	1	
	Ders kitabındaki tüm etkinlikleri yapmak istediğimde çok geride kaldığımı fark ettim. Öğrenciler her ne kadar iyi öğrense de konuya ayrılan zaman konusunda da sadeleştirmeye gidildiği için sorun yaşıyorum. (Ö2)	1	
	Zamanda sıkıntı yaşıyorum. Evet konular kolay ama uygulamaya dönük konularda uzun süre vakit geçirdiğimiz için yetiştirmekte zorlandığım anlar oldu. (Ö7)	1	
	Öğretim programı içerisinde yapılan değişikliklerin gerekçelerinin önceden biz öğretmenlere açıklanması gerekiyordu. (Ö5)	1	2
Süreç	En büyük zorluk hazırlıksız başlanması evet teorik olarak her şeyimiz hazır fakat pilot uygulamanın olmasını beklerdim. (Ö6)	1	
Kaynak kitap yetersizliği	Okulların kaynak kitaba yönelme sorununa yönelik uygulamalı kitaplar üretilmeli. (Ö7)	1	1

Tablo 5’te yer alan veriler incelendiğinde öğretmenlerin genel olarak iki temel konuda sıkıntı yaşadıkları görülmektedir. Bunlar zaman yetersizliği ve içerik ile ilgilidir. Bunun dışında iki öğretmen sürecin çok ani geliştiğini ifade etmiş ve hazırlıksız olarak yürütülen süreç hakkında olumsuz görüşlerini dile getirmişlerdir. Bir öğretmen ise sadece tek bir ders kitabına bağlı olarak ders işlediklerini, ek olarak uygulamalı ders kitaplarına ihtiyaç duyduklarını belirtmiştir. Zamanlama, içerik ve süreç

kodları altında yer alan öğretmen yanıtları aşağıda sırasıyla örneklendirilmiştir.

Ö7: *Zamanda sıkıntı yaşıyorum. Evet konular kolay ama uygulamaya dönük konularda uzun süre vakit geçirdiğimiz için yetiştirmekte zorlandığım anlar oldu. Kitap aslında güzel fakat interaktif etkinlikler içerikler konusunda eksik. Kitap geliştirilmeli. İlk konularda cetvel, pergel vb. araçların derslerde kullanılması gerekiyor. Fakat öğrencilerin çoğunda bu gereçler olmayınca sıkıntılar yaşadık. Okulların kaynak kitaba yönelme sorununa yönelik uygulamalı kitaplar üretilmeli.*

Ö5: *Bazı konularını çok fazla daraltıldığını bazılarını da sınıf seviyesine uygun olmadığını düşünüyorum. Bazı geometri ve veri işleme konularında öğrencilerin hazır bulunuşluk seviyesine uygun olmayan konular yer almakta. Daire grafiğini yüzdeye çevirme her ne kadar kolay bir şekilde anlatılsa da tam olarak kavramsal anlamının sağlanamadığını düşünüyorum. O yüzden bazı kavramların gerçekten soyut kaldığını öğrenci seviyesine yeterince uygun olmadığını düşünüyorum.*

Ö6: *En büyük zorluk hazırlıksız başlanması evet teorik olarak her şeyimiz hazır fakat pilot uygulamanın olmasını beklerdim. Teknolojik olarak birçok eksik var okullarda ve öğrenci evlerinde. Bu zorluklar müfredatın yavaş ilerlemesine ya da amacına ulaşmasına engel olmaktadır.*

Yedinci Sorudan Elde Edilen Bulgular

“Yeni öğretim programının getirdiği olumlu yenilikler ile ilgili düşünceleriniz nelerdir?” sorusuna verilen yanıtlardan elde edilen bulgular Tablo 6’da verilmektedir.

Tablo 6. Yedinci soruya verilen yanıtlardan elde edilen bulgular

Kategoriler	Kodlar	Kullanılan İfadeler	Frekans	Toplam Frekans
Öğretim süreci	Kavramsal anlama	Öncelikle öğrencileri yarıştırmaktan vazgeçilmiş bir sistem. Tamamen etkinlik ve kavrama üzerine kurulu. (Ö1)	1	9
	Etkinlikler	Sürekli soru çözmek yerine zevkli etkinlikler yapabiliyoruz. (Ö1, Ö3)	2	
	İçerik	Bazı olumsuz yanları olsa da genel olarak matematik alanındaki sadeleştirmeleri iyi bulduğumu söyleyebilirim. (Ö2)	1	
		Kazanımların azaltılıp sınıfın ihtiyaçlarına göre şekillenmesine zemin hazırlaması güzel. (Ö6)	1	
	Aktif öğrenme	Öğrencileri aktif olarak derse katmaya çalışması ile olumlu olduğumu düşünüyorum. (Ö4)	1	
	Öğrenci merkezli eğitim	Bazı öğretmenler öğrenciyi daha fazla merkeze alabildiler. (Ö7)	1	
	Teknoloji desteği	Çocuğun kendi dijital (sanal) dünyasıyla eğitim alabileceğini çocuğa fark ettirmek amaçlı hazırlandığını düşünüyorum. (Ö5)	1	
	Ders kitabı	Kitabı çok aktif kullanıyoruz ve bundan dolayı mutluyum. (Ö8)	1	
Bireysel gelişim	Öğrenci gelişimi	Gelişmeye açık ve kendini geliştiren bireyler yetiştirmeye çok katkısı bulunacağını düşünüyorum. (Ö2)	1	2
		Aktif ve sorgulayan öğrenciler yetiştirilmesine katkı sağlayacağını düşünüyorum. (Ö6)	1	

Tablo 6’da yer alan veriler incelendiğinde öğretmenlerin yeni öğretim programının olumlu yanlarını öğretim süreci ve bireysel gelişim olmak üzere iki farklı kategoride ifade ettikleri görülmektedir. Öğretim süreci kategorisinde yer alan ifadelerin frekansının diğer kategoriye nazaran daha yüksek olduğu görülmektedir. Farklı kategorilerde yer alan öğretmen ifadeleri aşağıda örneklendirilmiştir.

Ö3: *Ders kitaplarının oldukça etkinlik dolu olması çok güzel. Kazanımların açıklamasından çoğunlukla dersleri kurgulayamıyoruz çünkü kazanımlar çok karmaşık yazılıyor kazanımların altında yazan bileşenlerin de tam olarak ne olduğunu ve nasıl uygulamam gerektiğini anlayamıyorum. Bu bağlamda ders kitaplarının oldukça açıklayıcı ve etkinliklerle dolu olması öğretmenler için yol gösterici öğrenciler içinse eğlenceli derslerin geçmesine neden oluyor.*

Ö6: *Aktif ve sorgulayan öğrenci, sınav sisteminde de değişiklik olacağını düşünüyorum. Aslında öğretmenlerde bu konuda daha fazla sorum-*

luluk düşüyor. Yenilenen müfredat ispat kavramında önem veriyor. Yani öğrencilerin bilgileri uygularken genellemelere ulaşmasını hedefliyor. Kazanım azaltılıp sınıfın ihtiyaçlarına göre şekillenmesine zemin hazırlaması da güzel.

Sekizinci Sorudan Elde Edilen Bulgular

“Yeni müfredatın geliştirilebilir yönleri olduğunu düşünüyor musunuz? Varsa bunlar nelerdir?” sorusuna verilen yanıtlardan elde edilen bulgular Tablo 7’de verilmektedir.

Tablo 7. Sekizinci soruya verilen yanıtlardan elde edilen bulgular

	Kodlar	Kullanılan İfadeler	Frekans	Toplam Frekans
Öğretim programına yönelik öneriler	Program dokümanının dili	Öncelikle öğretim programının dili sadeleştirilmeli bence. (Ö1)	1	9
		Kazanımların daha açıklayıcı (anlaşılır) yazılabileceğini düşünüyorum. (Ö3, Ö8)	2	
		Öğretim programının okunaklı olarak sadeleştirilebileceğini düşünüyorum. (Ö3)	1	
	Öğretim programının anlaşılabilirliği (Hedef kitleye ulaşma)	Müfredatın mantığının Türkiye genelinde çok anlaşıldığını düşünmüyorum, hala eski müfredattaki gibi hareket edenler var. Bu konuda tedbirler alınabilir. (Ö1)	1	
		Programın anlaşılabilirliğine yönelik öğretmenlere daha fazla destek verilebilir. (Ö7)	1	
		Programın hedefinin ve mantığının tam olarak öğreticiler tarafından anlaşılması gerekiyor. (Ö5)	1	
		Müfredatın bölgelere göre daha esnek olması gerektiğini düşünüyorum. Çünkü ülkemizde her öğrenci aynı imkanlara sahip değil ve aynı hazır bulunuşlukta değiller. (Ö8)	1	
	İçerik	Konular yoğun. (Ö6)	1	
Uygulamaya dönük öneriler	Teknoloji desteği	Her sınıf teknolojik olarak donanımlı değil. (Ö6)	1	5
	Ölçme-değerlendirme	Müfredat ile ölçme yöntemlerimiz henüz uyumlu değil. (Ö6)	1	
	Kaynaklar	Ders kitapların geliştirilebilir, kaynak kitap sayısı artırılabilir. (Ö7)	1	
		Araç gereç konusunda okullara destek olunabilir (Ö7)	1	
		EBA vb. interaktif içeriklerin sayısı artırılabilir. (Ö7)	1	
Geleceğe dönük yanıtlar	Zamanla göreceğiz.	Daha yeni başlanan bir model henüz 5. sınıflardayız bizde ilerleyen kademelerde uygulamaya soktuğumuzda asıl sıkıntıları daha fark edebiliriz. (Ö2)	1	3
		Bunu zamanla göreceğiz. (Ö4, Ö6)	2	

Tablo 7 incelendiğinde öğretmenlerin yeni öğretim programının geliştirilebilir yönlerine yönelik üç farklı kategoride yanıtlar verdikleri görülmektedir. Öğretim programına yönelik olarak öğretmenler programın öğretmenler tarafından tam olarak anlaşılması gerektiğini vurgulayarak bu konuda tedbirler alınabileceğini dile getirmişlerdir. Ayrıca kazanım ifadelerinin daha anlaşılır bir dille yazılması gerektiği dile getirilmiştir. Diğer kategorilerde yer alan yanıtlarda ise öğretmenler ders kaynağının yetersiz olduğunu dile getirdikleri, bazı öğretmenlerin ise bu eksikliklerin zamanla ortaya çıkacağını belirttikleri görülmüştür. Farklı kategorilerde yer alan öğretmen ifadeleri aşağıda örneklendirilmiştir.

Ö3: *Bu değerli çalışma ve benzeri çalışmalardan edinilen öğretmen görüşleri dikkate alınırsa karşılaşılan zorluklar daha kolay tespit edilebilir ve daha çok geliştirilebilir. Öğrenme çıktısı olarak geçen kazanımların daha açıklayıcı yazılabileceğini, öğretim programının okunaklı olarak sadeleştirilebileceğini düşünüyorum.*

Ö5: *Yeni müfredatın en acil geliştirilmesi gereken yanlarından en önemlisi öğretmen profili, öğretmen zihniyeti ve okul ortamları. Yani okulun yenilenen programda sınıf ortamlarının etkin bir şekilde nasıl kullanılacağını, öğretmenin bu süreçteki konumunu tam olarak kavraması gerekiyor. Planlanan birkaç seminerle seçilen birkaç öğretmene anlatılmasının yeterli olmadığını düşünüyorum. Önce buna inanan bunu destekleyen bunun için caba sarf eden gerek akademisyenler gerek öğretmenler bunlara güçlü motivasyonlar sağlamanız gerekiyor. Bunun gereklilikleri ile ilgili bir seferberlik ilan etmeniz gerekiyor. Yani bakanlıktaki pek çok eğitimciyi rahat bırakmamak gerekiyor. Şehir şehir ilçe ilçe dolaşarak paylaşım yapmaları gerekiyor. Yoksa birkaç yıla öğretmenler buna da alışır, bazıları kullanır bazıları kullanmaz. Bu süre sonunda öğretemediğimiz bu programdan mezun olanlar maalesef heba olmuş öğrenciler olarak karşımıza çıkar. LGS ya da YKS mağdurları şeklinde yeni yeni kitleler oluşur. Bunun oluşmaması için önce inandırmak ve ortam sağlamak ve gerçekten insanları bu iş için harekete geçirmek gerekiyor.*

Ö6: *Elbette zaman ilerledikçe eksikler ortaya çıkacak ve bir sonraki sene buna göre planlanacak. Aslında yine konular yoğun ve her sınıf teknolojik olarak donanımlı değil ayrıca yani müfredat ile ölçme yöntemlerimiz henüz uyumlu değil.*

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde çalışmada yer alan öğretmenlerin genel olarak program değişikliğinin ve yeni öğretim programının olumlu ve olumsuz taraflarını birlikte ifade ettikleri görülmektedir. Yine bazı konularda öğretmenlerin aynı görüşlerde olmadıkları da dikkat çekmektedir. Araştırma sonuçları incelendiğinde öğretmenlerin büyük çoğunluğu programın öğrenci merkezli bir yaklaşıma sahip olduğunu ve aktif öğrenmeyi teşvik ettiğini ifade etmiştir. Ayrıca programda yer alan etkinliklerin sayıca fazla ve nitelik bakımından zengin olduğu, bu durumun öğrencinin kavramsal anlayışını geliştirmeye katkısı olduğu belirtilmiştir. Öğretmenler genel olarak yeni programda yer alan etkinlik temelli yaklaşımı sevdiklerini, bu etkinliklerle ders işlemenin öğrenci için de ilgi çekici ve motivasyonu artırıcı olduğunu ve eğlenceli bir ders ortamı oluşturmaya yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Derslerde sadece soru çözmeye odaklanmak yerine etkinlikleri uygulamanın hem öğrenci hem de öğretmenler için daha keyifli bir süreci oluşturduğu vurgulanmıştır. Ayrıca bu yönüyle yeni öğretim programının öğrencilerde sorgulama becerisini destekleyen, kendini geliştiren bireylerin yetişmesine katkı sağlayacağı ifade edilmiştir. Bununla birlikte öğretmenler, söz konusu etkinlikleri uygulama konusunda güçlük çektiklerini, ders saatlerinin her zaman bunun için yeterli olmadığını dile getirmişlerdir.

Öğretmenlerin büyük çoğunluğu özellikle 5. sınıf müfredatının oldukça yoğun olduğu ve bazı kavramların öğrenciler için soyut kaldığını ifade etmişlerdir. Bu durum, programın sadeleştirilmesi beklentisiyle çelişmektedir. Görüşme sürecinde bazı öğretmenlerin kullandığı “Yenilenen müfredatta bazı konular kaldırıldı. Müfredat hafifletildi denildi. Fakat 5. sınıflarda biz bu hafiflemeyi hissedemedik. (Ö7, Ö8)” ifadesi de bu durumu destekler niteliktedir. Yeni öğretim programı incelendiğinde, 2018 yılında yayınlanan ve şimdiye dek kullanımda olan öğretim programında yer alan kazanım sayılarında bir hayli artış olduğu görülmektedir. 2018 öğretim programında yer alan bazı kazanımlar yeni öğretim programında yer almamakla birlikte, yeni kazanımlara yer verildiği dikkat çekmektedir. Akbulut ve Yavuz Mumcu (2024), 2018 öğretim programında yer alan kazanım sayılarının 2024 öğretim programında yer alan kazanım sayılarının neredeyse yarısı kadar bir sayıda olduğunu, dolayısıyla 2024 yılı öğretim programında her sınıf seviyesi için kazanım sayılarında büyük bir artış olduğunu ifade etmişlerdir. Aynı çalışmada 5. sınıf seviyesinde 2018 programında bir kazanıma yaklaşık 3 ders saati ayrılırken, 2024 öğretim programında ancak 2 ders saati ayrılabilindiğini, 6. sınıf seviyesi için bu oranın 3’e 1, 7. sınıf seviyesi için 4’e 1, 8. sınıf seviyesi içinse 3’e 2 olduğunu, dolayısıyla her sınıf seviyesi için kazanımlara ayrılan sürelerin azaldığı ifade edilmiştir. Dolayısıyla öğretmenlerin ders süresini

yetiştirmekte sıkıntı yaşamalarının ve etkinliklere yeterince zaman ayıramamalarının nedeni bu durumla ilişkili olarak açıklanabilir.

Yeni öğretim programı matematik öğretimi süreçlerinde teknoloji destekli yöntemlerin kullanımını bir hayli teşvik etmektedir. Bu durumla ilişkili olarak öğretmenlerin büyük çoğunluğu olumlu görüşler bildirirken, teknolojik altyapı eksikliği yaşayan okullarda bu durumun öğrenciler açısından dezavantaja dönüştüğüne de dikkat çekmişlerdir. Dolayısıyla yeni öğretim programının hedeflediği çıktılara ulaşması adına bu durumun önemli olduğu düşünülmektedir. Kaynak yetersizliği de bu araştırmada öğretmenler tarafından sıklıkla dile getirilen bir durum olarak karşımıza çıkmıştır. Mevcut durumda yalnızca ders kitabı ve bazı dijital içeriklerin bulunduğu; ancak bu içeriklerin nicelik ve nitelik açısından yetersiz olduğu ifade edilmiştir. Öğretmenler, programın etkili bir şekilde uygulanabilmesi için farklı ders materyallerine, uygulamalı ders kitaplarına ve dijital içeriklere ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir. Bu bağlamda EBA'da yer alan içerikleri kullandıklarını belirten öğretmenler bu içeriklerin artırılması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Yeni öğretim programı ile ilgili öğretmen görüşlerinin farklılaştığı durumlar da söz konusudur. Bunlardan biri öğretim programından çıkarılan konu/kavramlar ve kazanımların verildiği sınıf düzeyleri ile ilgilidir. Bazı öğretmenler bu değişiklikleri olumlu ve yerinde bulurken bazı öğretmenlerin ise uygun görmediği tespit edilmiştir. Ö1 kodlu öğretmenin “Ortaokulda vermemiz gereken bazı kavramları veremediğimizi ve eksik kaldığını düşünüyorum.” şeklindeki ifadesi ile Ö2 kodlu öğretmenin “Bazı konuların başka sınıf düzeylerine aktarılmasını çok iyi buldum. Özellikle öğrencilerim zorlandığı konular üzerine durulmuş ve onlar bir üst öğrenime aktarılmıştır.” ifadeleri bu durumu destekler niteliktedir. Özellikle ders kitabının geometri teması ile başlaması durumu öğretmenlerin çoğunluğu tarafından olumlu bulunmuş bir değişiklik olarak öne çıkmaktadır. Öğretmenlerin çoğu bu durumu özel olarak belirtmiş ve ders kitaplarında hep sonlarda yer alan geometri konularının öğrenciler tarafından da geri plana atıldığı, fakat yeni süreçte bu durumun öğrencinin ilgisini bir hayli çektiği dile getirilmiştir. Sadece tek bir öğretmen bu durumla ilgili olarak emin olmadığını ifade etmiştir. Bu öğretmenin “Belki de böyle olması gerekiyordur onu da bilemiyorum şu an yani normalde değişiklik bu kadar şart mıydı geometriyle başlamak hangi amaç taşıyarak geometri ile başlandı, bunu bence öğretmenlere güzel açık bir şekilde ifade etmeleri ve buna inandırmaları gerekiyordu” (Ö5) şeklindeki ifadesi de programın hedeflerine tam olarak hâkim olmadığını göstermektedir. Bu durumla ilişkili olarak öğretmenlerin bazı değişiklikler için “neden yapıldı, emin değilim, sonuçlarını zaman gösterecek” gibi ifadeler kullanmalarının da bu durumu destekler bulgular olduğu düşünülmek-

tedir. Bu bağlamda öğretmenler yeni öğretim programının geliştirilmesi sürecinde çok fazla yer almamalarının, kendilerine fikirlerinin sorulmamasının ve bir pilot uygulama yapılmamasının onların motivasyonlarını olumsuz yönde etkilediğini ifade etmişlerdir. Programda yer alan değişikliklerin gerekçeleri açıklandığı ve öğretmenlerin görüşlerinin sürece daha fazla dâhil edildiği takdirde, programın benimsenme düzeyinin ve uygulama başarısının artacağına yönelik bir beklenti söz konusudur.

Bu araştırma farklı mesleki deneyime sahip matematik öğretmenleri ile yürütülmüş nitel bir çalışmadır ve kendilerinin yeni öğretim programı ile ilgili görüşleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Sadece sekiz öğretmenle çalışılmış olması bu araştırmanın bir sınırlılığı olarak kabul edilebilir. Konu ile ilgili olarak yürütülecek yeni çalışmalarda daha geniş örneklemeler üzerinden katılımcı görüşlerinin incelendiği çalışmalar yürütülebilir. Bunun yanında yeni öğretim programı farklı birçok açıdan ele alınabilir. Bu bağlamda yeni araştırmalarda öğretim programının uygulamaya dönük ele alınması ve öğretim süreçlerinin çıktılarının değerlendirilmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Akbulut, E., & Yavuz-Mumcu, H. (2024). 2018 ve 2024 ortaokul matematik dersi öğretim programlarının karşılaştırmalı olarak analizi. Ö. Çeziktürk (Ed.), *Matematik eğitimi alanında uluslararası araştırmalar –II* (s. 1-20) içinde. İstanbul: Eğitim yayınevi.
- Fullan, M. (2007). *The new meaning of educational change*. New York: Teachers College Press.
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (Eds.). (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.
- MEB. (2024). *Ortaokul matematik dersi öğretim programı (5, 6, 7 ve 8. Sınıflar), Türkiye yüzyılı maarif modeli*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Mills, A. J., Durepos, G., & Wiebe, E. (Eds.). (2009). *Encyclopedia of case study research*. Sage publications.
- OECD. (2019). *Trends Shaping Education 2019*. Paris: OECD Publishing.
- Patton, Q. M. (1987). *How to use qualitative methods in evaluation*. Sage Publications Inc, Newsbury Park, London, New Dehli.
- Sahlberg, P. (2011). *Finnish lessons: what can the world learn from educational change in Finland?* Teachers College Press.

Bölüm 3

İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ 3-BOYUTLU UZAYDA ÜÇ VEKTÖRDEN OLUŞAN KÜMELERİN TEMEL LİNEER CEBİR KAVRAMLARINI ÖĞRENME SÜREÇLERİNİN İNCELENMESİ¹

*Ferdağ KAHRAMAN AKSOYAK², Serdal BALTACI³,
Memduha EKİCİ⁴*

1 16.06.25 tarihinde savunulmuş, kabul edilmiş ama basımı gerçekleşmemiş ‘İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Temel Lineer Cebir Kavramlarını Öğrenme Süreçlerinin İncelenmesi’ adlı tezinden bir çalışmadır.

2 Prof. Dr., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, 0000-0003-4633-034X

3 Prof. Dr., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, 0000-0002-8652-4467

4 0009-0005-5686-0282

GİRİŞ

Kapsamında matris cebirini ve vektör uzayları teorisini barındıran ve matematiğin soyut bir dalı olarak belirtilen lineer cebir (Aydın, 2007); matris, determinant, lineer denklem sistemleri, vektör uzayı, alt vektör uzayı, lineer birleşim, lineer bağımsızlık ve lineer bağımlılık, taban, boyut gibi kavramları içermektedir (Açıkyıldız ve Kösa, 2021). Diğer bir ifade ile lineer cebir, matematiğin, matris, vektörler ve bunların vektörler üzerindeki lineer dönüşümlerini ifade eden bir alanıdır (Spence ve ark., 2000). Üniversitelerin Matematik, Matematik Mühendisliği, Matematik Bilgisayar, İstatistik, Matematik Öğretmenliği ve Mühendislik gibi bölümlerin müfredatlarında yer alan bu ders en az bir dönem boyunca öğrencilere anlatılmaktadır. Ayrıca fizik, kimya, biyoloji, psikoloji, sosyoloji, ekonomi ve mühendisliğin tüm alanlarında uygulama alanı olan bir derstir (Kolman ve Hill, 2002). Günümüzde mühendisler ve bilim adamları çözebileceklerini hayal bile edemedikleri karmaşıklıkta problemlerin çözümünde lineer cebirden faydalanmaktadır (Açıkyıldız, 2019). Aydın (2009a) bu dersin önemli olduğunu vurgulayarak öğretmen adaylarının soyut düşünebilmelerine katkı sağladığını ifade etmiştir. Lineer cebirin farklı öğrenci grupları için önemli bir ders olmasını ise en az iki farklı nedenle açıklayabiliriz. İlki, matematiğin diferansiyel denklemler, olasılık ve çok değişkenli analiz gibi birkaç dalında geniş uygulama alanına sahip olmasıdır. İkincisi ise soyut kavramların öğrenilmesi için üniversite ikinci sınıf öğrencilerine en iyi seviyede imkân veren ders olması olarak söyleyebiliriz. Yapılan araştırmalara bakıldığında lineer cebir dersinin içeriğinden dolayı soyut olduğu ve öğrenci başarılarının düşük olduğunun belirtildiği görülmektedir (Dorier, 2002; Wu, 2004; Aydın, 2007; Dikovic, 2007). Araştırmacılar da bu sürece odaklanarak daha iyi bir öğretimin gerçekleştirilmesi için neler yapılabileceğini araştırmaya çalışmışlardır. Aydın (2009a) lineer cebir ile ilgili yapılan araştırmaları; öğrencilerin öğrenme süreçlerindeki yaşamış oldukları zorlukların nedenlerini ortaya çıkarmak ve bunun üzerine programlar geliştirme üzerine yapılan tarihsel araştırmalar, çeşitli bilgisayar yazılımlarının lineer cebir öğretiminde kullanılmasına yönelik araştırmalar ve lineer cebirin formal yapısı ve geometri kullanımı üzerine yapılan araştırmalar olarak belirtmiştir. Diğer taraftan bazı araştırmalarda ise bu derste yaşanan zorluklar üzerine yoğunlaşıldığı da görülmektedir.

Haddad (1999) lineer cebir dersinde yaşanan zorlukları 3 kategoride analiz etmiştir. Birincisi lineer cebirin doğası gereğinden, ikincisi öğretimde kullanılan yöntemlerden ve üçüncüsü de öğrencilerin düşünme şekillerinden ve gereken alt yapıya sahip olmamalarındandır. Öğrencilerin dersin yapısı ve kavramlarından ötürü kendilerini başka bir dünyada hissetmeleri de yaşanan zorluklardandır (Aydın, 2009a). Lineer cebir ile ilgi-

li yapılan araştırmalara bakıldığında öğrencilerin çıkarsamalarının geometrik kavramlarla sınırlı olduğu, yüksek boyutlu uzaylar ve soyut vektör uzayı kavramlarının anlaşılmadığı sonuçlarının ortaya çıktığı görülmektedir (Dorier, 2002; Aydın, 2007). Lineer cebir kitaplarına bakıldığında ilk olarak lineer bağımlılık ve lineer bağımsızlık konuları anlatılırken sonrasında doğru üzerindeki iki vektörün lineer bağımlılığı ve buradan yola çıkılarak düzlem üzerindeki üç vektörün lineer bağımlı olduğu gibi örnekler verilebilmektedir (Kolman ve Hill, 2002). Daha sonra, soyut vektör uzaylarına ait örnekler ve n-boyutlu uzaya genelleştirme yapıldığını görebilmekteyiz. Dorier (1998) ve Harel (1998) öğrencilerin lineer cebir derslerinde hesaplamayı gerektiren işlemleri rahatlıkla yapabildiklerini fakat kavramları anlamada ve kavramlar arası ilişkileri kurmada güçlük yaşadıklarını belirtmişlerdir. Yapılan araştırmalara da bakıldığında öğrencilerin özellikle matris, determinant, lineer denklem sistemleri gibi işlem fazlalığı olan konularda güçlük yaşamazlarken, alt vektör uzayı, germe, lineer bağımlılık ve bağımsızlık gibi kavramların öğrenilmesinde çeşitli zorluklar yaşadıkları belirtilmektedir (Wang, 1989; Harel, 1989; Carlson, 1993). Yine bazı araştırmalarda öğretmen adaylarının bu derse ait çok fazla kavramı öğrenemediği veya yanlış öğrendiği sonucuna ulaşılmıştır (Dubinsky, 1997; Aydın, 2007; Erçerman, 2008). Dorier (2002) de bu dersi alan öğrencilerin matematiğin diğer konuları ile bağlantısını tam olarak kavrayamadıklarını, somut olarak algılayamadıkları için tam olarak öğrenemediklerini belirtmektedir. Belki de öğretmen adaylarının daha önce duymadıkları pek çok kavram ile karşılaşmaları ve soyut kavramlar ile içi içe olmaları dersin sıkıcı olmasına neden olabilir. Teknoloji sayesinde öğrenciler tek başına yapamayacakları görselleştirmeleri yaparak (NCTM, 2000) bu süreci yönetebilirler. Yapılan bazı araştırmalara bakıldığında ise; lineer cebir derslerinde teknolojinin kullanılmasının öğrencilerin başarılarının artmasında katkısının olduğunu görebilmekteyiz (Sierpinski, 1999; Herrero, 2000). Bu tür teknolojilerden en önemlisi ve matematik eğitiminde en çok kullanılanı ise dinamik yazılımlar olduğunu söyleyebiliriz.

Öğrencilerin bilgilerinin somuttan soyuta doğru kurulmasında dinamik ortamların önemli bir rolü vardır (Baki, 2002; Güven ve Karataş, 2009). Matematiksel ifadeler ve formüllerin çoğu zaman öğrenciler için anlaşılması güç ve tuhaf görünen kavramlar olduğunu ve bu kavramların görsel bir temsil ile ifade edilmesinin öğrencilerin anlamasını daha da kolaylaştırabileceğini söyleyebiliriz. CalGeo (2007) yaygınlaşan teknoloji ile görsel temsillerin daha net bir şekilde oluşturulabileceğini vurgulamıştır. Belki de bu şekilde soyut kavramların görselleştirilerek öğrencilere sunulması belki de öğrencilerin daha net anlamasına neden olabilir. Bunun için en güzel somutlaştırma da dinamik yazılımlar ile gerçekleştirilebilir.

şebilir. Baltacı (2014) bir öğretim materyali olarak dinamik yazılımların; diğer materyaller ile karşılaştırıldığında öğretim ortamında öğrenci etkileşiminin en yüksek olduğu araçlar olarak karşımıza çıktığını belirtmektedir. Bu tür yazılımlar ile birlikte öğrenciler ders içeriklerinin tekrar edebilir ve alıştırma imkânı bulabilir. Olive (2002) bu tür yazılımlar ile çalışan öğrencilerin; bir bilim adamı gibi kendisi araştıran, matematiği bir oyun gibi görerek yaptıklarından zevk duyan, öğrenme rolünün büyük bir kısmının kendinde olduğunun farkında olan bir öğrenme gerçekleştirileceklerini vurgulamıştır. Baltacı (2014) da bu şekildeki bütün yazılımların dinamikliği sayesinde öğrencilerin, yapılan her hareketi gözlemleyebildiklerini, tahminlerini ve varsayımlarını değerlendirebildiklerini belirtmektedir. Yapılan çalışmalara bakıldığında birçok araştırmacının lineer cebir dersinin öğretiminde teknoloji desteğinin oldukça önemli olduğunu vurguladığı görülmektedir (Dorier, 2002; Aydın, 2007; Dikovich, 2007; Aydın, 2009b). Örneğin Dikovich (2007) lineer denklem sistemlerinin analitik ve özel çözümü, determinant ve matris sistemleri için teknoloji destekleri bazı örnekler sunmuştur. Bu yazılımlardan biri de matematik eğitiminde çok sık kullanmış olduğumuz GeoGebra dinamik matematik yazılımıdır.

Hem dinamik geometri yazılımının (DGY) özelliklerini hem de bilgisayar cebir sistemlerinin (BCS) özelliklerini birlikte sunan GeoGebra (Hohenwarter & Jones, 2007), çok farklı dillerde kullanılması ve kullanım kolaylığı yönleriyle matematik öğretiminde önemli bir yer teşkil etmektedir (Kutluca ve Zengin, 2011; Baltacı, Yıldız ve Kösa, 2015). Dikovich (2009) GeoGebra yazılımı ile birlikte cebir, çizim tahtası, hesap çizelgesi, istatistiksel hesaplamalar penceresi ve iki ve üç boyutlu pencereleri ile matematiksel semboller, grafik ve bu değerlerin tabloya aktarımını dinamik bir süreçte gerçekleştirerek temsiller arasında hızlı geçişler sağlanabildiğini ifade etmiştir. Hohenwarter ve Fuchs (2004) bu yazılımın öğretim sürecinin hazırlanmasında da öğretmenleri teşvik edeceğini, okullarda matematik eğitimi için çok yönlü bir araç olduğunu ve öğrenciler tarafından rahatlıkla kullanılabileceğini ve bu yazılım ile birlikte öğrencilerin matematiği keşfedebileceklerini ve matematiksel akıl yürütmelerine yardımcı olacağını belirtmişlerdir. Bu tür yazılımlar ile birlikte öğrenciler birçok temsiller aracılığı ile matematiksel yapılarla ilgili olarak bazı keşifler yapabilirler (Dikovich, 2009). Hohenwarter, Preiner ve Yi (2007) bu yazılım sayesinde öğrencilerin kendi çizmek istediklerini çizebileceklerini, matematiksel modeller oluşturarak dinamik olarak araştırma yapabileceklerini ve daha iyi bir matematik okuryazarı olabileceklerini ifade etmiştir. Ayrıca Dikovich (2009) bu yazılım sayesinde düzlemdeki vektörlerin rahatlıkla görselleştirilebildiğini vurgulamıştır. Bu şekilde devamlı güncellenen GeoGebra yazılımı sayesinde özellikle üç boyutlu vektörlerin ve üç boyutlu

cisimlerin de rahatlıkla görselleştirildiğini görebilmekteyiz. GeoGebra yazılımının bu tür özelliklerini dikkate aldığımızda verilen vektörlerin lineer bağımlılık bağımsızlıklarının belirlenmesinde baz ve boyut kavramlarının öğretiminde rahatlıkla kullanılabileceğini söyleyebiliriz. Bu yüzden de bu çalışmada *“İlköğretim matematik öğretmen adaylarının üç boyutlu Öklid uzayında üç vektörden oluşan üç farklı kümenin lineer bağımlılığı-lineer bağımsızlığı, gerdiği uzayı, bazı ve boyutunu dinamik yazılımlar ile öğrenme süreçleri nasıldır?”* sorusunun cevabı aranmaktadır ve araştırmanın problemi bu şekilde belirlenmiştir.

YÖNTEM

Araştırmanın yöntemi, araştırmanın katılımcıları, verilerin toplanması ve verilerin analizi bu bölümde verilecektir.

Araştırmanın Yöntemi

Yapılan bu çalışmada özel durum çalışması modeli kullanılmıştır. Özel durum çalışması bir durumun kendi yaşamı çerçevesinde derinlemesine incelenmesidir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Yıldırım ve Şimşek (2008) bu yöntemle birlikte ortamın, bireylerin ve süreçlerin birlikte değerlendirildiğini ve ilişkilerin araştırıldığını vurgulamışlardır. Özel durum çalışması yöntemiyle yürütülen çalışmalarda, belli bir grubun derinlemesine irdelenmesi ve incelenmesi esas olduğundan bu çalışmada da takip edilecek yöntemin özel durum çalışması yöntemi olduğuna karar verilmiştir.

Araştırmanın Katılımcıları

Araştırmanın çalışma grubunu, 2024-2025 Eğitim-Öğretim yılında İç Anadolu'daki bir üniversitesinin ilköğretim matematik öğretmenliği bölümü 3. sınıfında okuyan 3 erkek ve 7 kız olmak üzere toplamda 10 tane öğretmen adayı oluşturmaktadır. Yapılan bu araştırma araştırmacının kendi sınıfında gerçekleştiği için sınıfında bulunan bütün öğrenciler ile gönüllülük esasıyla yürütülmüştür.

Veri Toplama Araçları

Özel durum çalışmalarında zengin ve birbirini destekleyecek veri çeşitlemesi sağlanmaya çalışıldığından dolayı birden fazla veri toplama yöntemine başvurulmuştur. Çalışmada öğrencilerin *“Üç boyutlu Öklid uzayında her biri üç vektörden oluşan üç farklı kümenin lineer bağımlılığı-lineer bağımsızlığı, gerdiği uzayı, bazı ve boyutu nasıldır?”* sorusuna yönelik olarak hazırlanmış olan çalışma yaprakları, GeoGebra yazılımı ekranındaki ekran görüntüleri, bu süreçte yapılan mülakatlar ve araştırmacının alan notları veri toplama aracı olarak kullanılmıştır.

Verilerin Toplanması

Yapılan çalışmaların kazanımlar açısından daha zengin içerik sunacağı düşünüldüğünden katılımcılar, Lineer Cebir 2 ve Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi derslerini alan öğrenciler arasından seçilmiştir. Yapılan araştırmada ilk olarak öğrencilere yöneltilmek üzere, her biri üç vektörden oluşan üç farklı kümenin lineer bağımlılık-bağımsızlık, germe, baz ve boyut gibi temel lineer cebir kavramlarını içeren çalışma yaprakları TGA (Tahmin et- Gözle- Açıkla) stratejisi göz önüne alınarak hazırlanmış ve alanında uzman olan iki araştırmacıya yöneltilmiştir. Bu strateji daha çok fen eğitiminde kullanılmış olup yapılan tahminlerin sonuçlarını göstermeyi, bu tahminlerin sebeplerini tartışmayı, gözlemleri ortaya koymayı ve sonunda gözlem ile tahmin arasındaki farklılıkları açıklamayı içerir (White ve Gunstone, 1992; Çepni ve Çil, 2009) Oluşturulan çalışma yapraklarından bazıları alan uzmanlarının dönütleri doğrultusunda değiştirilmiş ve son halini almıştır. Çalışma yaprakları öğrenme sürecini yansıtan öğrenenlerin ürünü olması yönüyle veri toplama sürecinde zengin veri toplama aracı olarak düşünülmüştür. Sonrasında oluşturulan çalışma yaprakları öğrencilere uygulatarak süreç içerisinde öğrenciler ile çeşitli mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Bu mülakatlarda bu kavramlara yönelik çalışma yapraklarından neler anladıkları veya ne gibi zorlukların olduğu bu zorlukların aşılmasında yarar sağlayıp sağlamadığı gibi sorular öğrencilere yöneltilmiştir. Ayrıca bu süreçte araştırmacı da alan notu tutarak verilerin analizi için zengin veri toplama aracı elde etmiştir. Sonrasında öğrencilerin çalışma yapraklarına yazmış oldukları ifadelerin analiz sürecinde kullanılması için bu çalışma yaprakları alınmış ve mülakatlar ile birlikte değerlendirilmiştir. Bu süreçte öğrencilerin GeoGebra yazılım ekranında oluşturmuş oldukları ekran görüntüleri de bulguları destekleyecek şekilde sunulmuştur.

Verilerin Analizi

Araştırmada elde edilen veriler nitel veri analiz yöntemleri ile analiz edilmiştir. Verilerin analizinde öncelikle araştırmada toplanan verilerin kayıt altına alınması ile başlanmış ardından öğretmen adaylarının bilgisayar ekranında çalışma yapraklarını doldururlarken yaşadıkları, video kayıtları ile kayıt edilmiştir. Bu kayıtlar tekrar tekrar izlenerek süreç analiz edilirken araştırmacı öğrenci arasında geçen diyaloglar göz önüne alınmıştır. Öğrencilere uygulanan çalışma yapraklarının tamamı taranarak analiz sürecinde kullanılmıştır. Araştırmacının alan notları da video kayıtları ile uygunluğunun kontrol edilmesi ile birlikte bu süreçte kullanılmıştır. Toplanan ve kayıt altına alınan bu veriler kendi başlarına ve birbirinden bağımsız olarak analiz edilmemiş, sürekli karşılaştırma yoluyla araştırma problemine cevap oluşturacak biçimde analiz edilmiş-

tir. Bu şekilde çalışma yaprakları, araştırmacı ile öğrencilerin aralarında geçen diyalog ve araştırmacının alan notları bu süreçte kullanılmış ve öğrencilerin yaşadıkları derinlemesine incelenmiştir.

BULGULAR

Matematik öğretmen adaylarının her biri üç vektörden oluşan üç farklı kümenin lineer bağımlılık-bağımsızlık, germe, baz ve boyut kavramlarına yönelik öğrenim süreçlerinin incelenmesinin amaçlandığı bu araştırmaya yönelik bulgular aşağıdaki gibi özetlenerek sunulmuştur. TGA stratejisine yönelik geliştirilen çalışma yaprakları, araştırmacı ile öğrencilerin aralarında geçen diyalog ve araştırmacının alan notları bu süreçte kullanılmış ve öğrencilerin yaşadıkları derinlemesine incelenmiştir. Bulgular yazılırken araştırmacı A ve öğretmen adayları da ÖA1, ÖA2, ...ÖA10 şeklinde kodlanmıştır. Örneğin “ $A = \{(1, 2, 0), (1, 0, 2), (0, 1, 2)\}$; kümesinin lineer bağımlı olup olmadığını, gerdiği uzayını, bazını, boyutunu ve bu kümenin gerdiği uzayın geometrik olarak ne belirttiğini açıklayınız” şeklinde verilen üç lineer bağımsız üç vektörden oluşan bir küme için hazırlanan araştırmanın birinci sorusu TGA stratejisi göz önünde bulundurularak “Bir tahminde bulununuz ve niçin bu şekilde bir tahminde bulunduğunuzu açıklayınız. Tahmininizi kalem kullanarak matematiksel olarak açıklayınız. GeoGebra programını çalıştırarak istenilen ifadeyi yazılımda oluşturunuz. Gözlemlerinizi yazınız. Gözlemlerinizi ile tahminleriniz arasında bir farklılık var mıdır? Varsa açıklayınız” çeşitli alt sorularla birlikte öğretmen adaylarına yöneltilmiş ve bu süreçte öğretmen adaylarının çalışma yapraklarına yazmış oldukları cevaplar incelenerek aşağıdaki gibi tablolar oluşturulmuştur.

Bu tabloda verilen T: Öğretmen adaylarının sorulara yönelik tahminlerini, M: Öğretmen adaylarının tahminlerine yönelik matematiksel açıklamalarını, G: Öğretmen adaylarının verilen soruları GeoGebra yazılım ekranındaki gözlemlerini, K: Öğretmen adaylarının tahminleri ile gözlemlerinin karşılaştırmasını içeren açıklamasını göstermektedir.

Tablo 1. Öğretmen adaylarının birinci probleme yönelik çalışma yapraklarına yazmış oldukları ifadelerin analiz tablosu

	LİNEER BAĞIMLILIK LİNEER BAĞIMSIZLIK	GERME	BAZ	BOYUT
ÖA1	T: Vektörlerin lineer bağımsız olduğunu tahmin etmiş.	T: Gerdiği uzayın düzlem belirteceği yönünde tahminde bulunmuş.	T: Tahmin yok.	T: Boyutu 3 olarak tahmin etmiş.
	M: Doğru.	M: Yanlış.	M: Açıklama yok.	M: Açıklama yok.
	G: Vektörlerin lineer bağımsız olduğunu gözlemlemiş.	G: Düzlemi gerdiğini gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Boyutunu 2 olarak gözlemlemiş.
	K: Karşılaştırma yok.	K: Karşılaştırma yok.	K: Karşılaştırma yok.	K: Boyut konusunda gözlemi ile tahmini arasında farklılık olduğunu beyan etmiş.
ÖA2	T: Vektörlerin lineer bağımsız olduğunu tahmin etmiş.	T: Üç boyutlu uzayı gerer şeklinde tahminde bulunmuş.	T: Bazını 3 olarak tahmin etmiş.	T: Boyutunun 3 olduğunu tahmin etmiş.
	M: Doğru.	M: Doğru.	M: Yanlış.	M: Doğru.
	G: Vektörlerin lineer bağımsız olduğunu gözlemlemiş.	G: Vektörlerin uzayı gerdiğini gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Gözlem yok.
	K: Tahmini ile gözlemlerinin arasında fark olmadığını düşünüyor.	K: Tahmini ile gözlemlerinin arasında fark olmadığını düşünüyor.	K: Karşılaştırma yok.	K: Karşılaştırma yok.
ÖA3	T: Vektörlerin lineer bağımsız olduğunu tahmin etmiş.	T: Tahmin yok.	T: Bazını 3 olarak tahmin etmiş.	T: Boyutunu 3 olarak tahmin etmiş.
	M: Açıklama yok.	M: Açıklama yok.	M: Açıklama yok.	M: Açıklama yok.
	G: Gözlem yok.	G: Vektörlerin uzayı gerdiğini gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Gözlem yok.
	K: Karşılaştırma yok.	K: Gerdiği uzayı tahmin edememişti ancak GeoGebra sayesinde uzayı gerdiğini farketmiş.	K: Karşılaştırma yok.	K: Karşılaştırma yok.

ÖA4	T: Vektörlerin lineer bağımsız olduğunu tahmin etmiş.	T: $\mathbb{R}^3$ uzayını gerdiği yönünde tahminde bulunmuş.	T: Tahmin yok.	T: Tahmin yok.
	M: Yanlış.	M: Doğru.	M: Yanlış.	M: Doğru.
	G: Gözlem yok.	G: Üç boyutlu uzayı gerdiğini gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Boyutunu 3 olarak gözlemlemiş.
	K: Karşılaştırma yok.	K: Tahmini ile gözlemi arasında fark olmadığını düşünüyor.	K: GeoGebrada bazını bulmakta zorlandığını, kafasının karıştığını söylemiş.	K: Karşılaştırma yok.
ÖA5	T: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu tahmin etmiş.	T: $\mathbb{R}^3$ uzayını gerdiği yönünde tahminde bulunmuş.	T: Tahmin yok.	T: Tahmin yok.
	M: Doğru.	M: Açıklama yok.	M: Doğru.	M: Doğru.
	G: Vektörlerin lineer bağımsız olduğunu gözlemlemiş.	G: Vektörlerin düzlemi gerdiğini gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Gözlem yok.
	K: Karşılaştırma yok.	K: Uzayı gerer diye tahminde bulunup düzlemi gerdiğini düşündüğü için tahmini ile gözlemi arasında farklılık olduğunu düşünüyor.	K: Karşılaştırma yok.	K: Karşılaştırma yok.
ÖA6	T: Vektörlerin lineer bağımsız olduğunu tahmin etmiş.	T: Üç boyutlu uzayı gerer diye tahminde bulunmuş.	T: Bazının (1,2,0), (1,0,2), (0,1,2) vektörleri olduğunu tahmin etmiş.	T: Boyutunun 3 olduğu yönünde tahminde bulunmuş.
	M: Doğru.	M: Açıklama yok.	M: Doğru.	M: Açıklama yok.
	G: Vektörlerin lineer bağımsız olduğunu gözlemlemiş.	G: Üç boyutlu uzayı gerdiğini gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Boyutu 3 olarak gözlemlemiş.
	K: Tahmini ile gözleminin benzer olduğunu düşünüyor.	K: Tahmini ile gözleminin benzer olduğunu düşünüyor.	K: Karşılaştırma yok.	K: Tahmini ile gözleminin benzer olduğunu düşünüyor.
ÖA7	T: Vektörlerin lineer bağımsız olduğunu tahmin etmiş.	T: Uzayı gerer şeklinde tahminde bulunmuş.	T: Bazını 3 olarak tahmin etmiş.	T: Boyutu 3 olarak tahmin etmiş.
	M: Yanlış.	M: Yanlış.	M: Yanlış.	M: Açıklama yok.
	G: Vektörleri lineer bağımsız olarak gözlemlemiş.	G: Uzayı gerdiğini gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Boyutu 3 olarak gözlemlemiş.
	K: Tahmini ile gözlemi arasında fark olmadığını düşünüyor.	K: Tahmini ile gözlemi arasında fark olmadığını düşünüyor.	K: Karşılaştırma yok.	K: Tahmini ile gözlemi arasında fark olmadığını düşünüyor.

ÖA8	T: Vektörlerin lineer bağımsız olduğunu tahmin etmiş.	T: Uzayı gerer diye tahminde bulunmuş.	T: Tahmin yok.	T: Tahmin yok.
	M: Yanlış.	M: Açıklama yok.	M: Açıklama yok.	M: Açıklama yok.
	G: Vektörlerin lineer bağımsız olduğunu gözlemlemiş.	G: Uzayı gerdiğini gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Gözlem yok.
ÖA9	K: Tahmini ile gözlemi arasında fark olmadığını düşünüyor.	K: Tahmini ile gözlemi arasında fark olmadığını düşünüyor.	K: Karşılaştırma yok.	K: Karşılaştırma yok.
	T: Vektörlerin lineer bağımsız olduğunu tahmin etmiş.	T: Gerdiği uzayın düzlem olduğu yönünde tahminde bulunmuş.	T: Tahmin yok.	T: Boyutu 3 olarak tahmin etmiş.
	M: Doğru.	M: Açıklama yok.	M: Açıklama yok.	M: Açıklama yok.
ÖA10	G: Vektörleri lineer bağımsız olarak gözlemlemiş.	G: Uzayı gerdiğini gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Gözlem yok.
	K: Tahmini ile gözlemi arasında fark olmadığını düşünüyor.	K: Tahmini ile gözlemi arasında fark olmadığını düşünüyor.	K: Karşılaştırma yok.	K: Karşılaştırma yok.
	T: Vektörlerin lineer bağımsız olduğunu tahmin etmiş.	T: Üç boyutlu uzayı gerer şeklinde tahminde bulunmuş.	T: Tahmin yok.	T: Boyutunu 3 olarak tahmin etmiş.
ÖA10	M: Doğru.	M: Doğru.	M: Yanlış.	M: Doğru.
	G: Gözlem yok.	G: 3 boyutlu uzayı gerdiğini gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Boyutu 3 olarak gözlemlemiş.
	K: Karşılaştırma yok.	K: Tahmini ile gözleminin benzer olduğunu düşünüyor.	K: Karşılaştırma yok.	K: Tahmini ile gözleminin benzer olduğunu düşünüyor.

Tablo 1'deki öğretmen adaylarının sorulara vermiş olduğu cevaplar doğru, yanlış ve boş bırakılma durumuna göre aşağıdaki gibi frekans tablosu oluşturulmuştur. Aşağıdaki verilen Tablo 2' de D: Doğru cevap sayısını, Y: Yanlış cevap sayısını ve B: Boş bırakılan soru sayısını göstermektedir.

Tablo 2. Öğretmen adaylarına verilen birinci probleme yönelik cevapların doğru, yanlış ve boş bırakılma durumuna göre frekans tablosu

	LİNEER BAĞIMLILIK BAĞIMSIZLIK			GERME			BAZ			BOYUT		
	D	Y	B	D	Y	B	D	Y	B	D	Y	B
T	9	1	0	7	2	1	1	3	6	7	0	3
M	6	3	1	3	2	5	2	4	4	4	0	6
G	7	0	3	8	2	0	0	0	10	4	1	5

Öğretmen adaylarının Tablo 1 ve Tablo 2’de yer alan lineer bağımlılık-bağımsızlık konusuna ilişkin yanıtları incelendiğinde, 9 adayın doğru tahminde bulunduğu, 1 adayın ise yanlış tahminde bulunduğu; herhangi bir adayın tahminde bulunmadığı bir durumun olmadığı belirlenmiştir. Matematiksel işlem sonuçlarına bakıldığında ise, 6 adayın doğru işlem yaptığı, 3 adayın yanlış işlem gerçekleştirdiği ve 1 adayın işlem yapamadığı tespit edilmiştir. GeoGebra ekranı üzerinden yapılan gözlemler incelendiğinde ise, 7 adayın doğru gözlem yaptığı, 3 adayın ise herhangi bir gözlemde bulunmadığı anlaşılmaktadır. Germe kavramına ilişkin değerlendirmelerde, 7 adayın doğru, 2 adayın yanlış tahminde bulunduğu; 1 adayın ise tahmin belirtmediği belirlenmiştir. Matematiksel işlem performansına bakıldığında 3 adayın doğru, 2 adayın yanlış işlem yaptığı ve 5 adayın işlem gerçekleştiremediği görülmektedir. GeoGebra ekranı üzerinden yapılan gözlemlerde ise 8 adayın doğru, 2 adayın yanlış gözlemde bulunduğu tespit edilmiştir. Baz kavramına ilişkin adayların yanıtları değerlendirildiğinde yalnızca 1 adayın doğru tahminde bulunduğu, 3 adayın yanlış tahminde bulunduğu, 6 adayın ise herhangi bir tahminde bulunmadığı belirlenmiştir. Matematiksel işlemler açısından değerlendirildiğinde, 2 adayın doğru, 4 adayın yanlış işlem yaptığı, 4 adayın ise işlem gerçekleştiremediği görülmektedir. GeoGebra ekranına ilişkin veriler incelendiğinde ise baz kavramına dair herhangi bir adayın doğru ya da yanlış gözlem yapamadığı anlaşılmaktadır. Boyut kavramına ilişkin yanıtlar incelendiğinde, 7 adayın doğru tahminde bulunduğu, 3 adayın ise herhangi bir tahminde bulunamadığı belirlenmiştir. Matematiksel işlem değerlendirmelerinde 4 adayın doğru işlem yaptığı, 6 adayın ise işlem gerçekleştiremediği görülmektedir. GeoGebra ekranına ilişkin gözlemlerde ise 4 adayın doğru gözlem yaptığı, 1 adayın yanlış gözlem yaptığı ve 5 adayın ise gözlem yapamadığı tespit edilmiştir.

Bununla birlikte, lineer bağımsız üç farklı vektörden oluşan bir kümeye ilişkin olarak ÖA2 numaralı öğretmen adayının çalışma kağıdında

yer alan açıklamaları ve GeoGebra ekranında gerçekleştirdiği gözleme ait şekil aşağıda sunulmuştur. İlgili çalışma incelendiğinde, ÖA2 öğretmen adayının, verilen vektörlerin birbirinin skaler katı olmaması nedeniyle lineer bağımsız olduğunu, uzayı gerdiğini ve bazın 3 olduğunu tahmin ettiği; ancak boyut hakkında herhangi bir tahminde bulunmadığı görülmektedir. Matematiksel açıklamalar açısından değerlendirildiğinde, adayın lineer bağımlılık-bağımsızlık, germe ve boyut kavramlarını ifade edebildiği; ancak baz kavramı konusunda yetersiz açıklamalar sunduğu ve bazı yalnızca sayısal bir değerle ifade ettiği belirlenmiştir. Ayrıca, GeoGebra ekranı üzerinden yapılan gözlemlerde, adayın vektörlerin lineer bağımsız olduğunu ve uzayı gerdiğini gözlemleyebildiği; fakat baz ve boyut kavramlarına ilişkin herhangi bir gözlemlerde bulunamadığı sonucuna ulaşılmıştır.

$$a) A = \{ (1, 2, 0), (1, 0, 2), (0, 1, 2) \}$$

Kümesinin lineer bağımlı olup olmadığını, gerdiği uzayını, bazını, boyutunu ve bu kümelerin gerdiği uzayların geometrik olarak ne belirttiğini açıklayınız.

Yukarıdaki problemi dikkate alarak bir tahminde bulununuz ve niçin bu şekilde bir tahminde bulunduğunuzu açıklayınız?

Lineer bağımsız olduğunu düşünüyorum. Vektörlerin boyutlu uzayı gerer. Bazının 3 olduğunu tahmin ediyordum. Verilen kümedeki elemanlar birbirlerinin herhangi katıları değil. Şeklinde yazılamadığı için lineer bağımsız olduğunu tahmin ediyordum.

Yukarıdaki tahmininiz kalem kullanarak matematiksel olarak açıklayınız.

$a_1v_1 + a_2v_2 + a_3v_3 = 0$ şeklinde eşitleme yaparsak lineer bağımlılığı kontrol etmiş oluruz. $a_1(1,2,0) + a_2(1,0,2) + a_3(0,1,2) = 0$
 $(a_1 + a_2, 2a_1 + a_3, 2a_2 + 2a_3) = (0,0,0)$ olduğunu elde ederiz.
 $a_1 + a_2 = 0, 2a_1 + a_3 = 0, 2a_2 + 2a_3 = 0$ $a_1 = a_2 = a_3 = 0$ olmadan sağlanamaz. Yani lineer bağımsızdır.
 $(a_1, b, c) = a_1v_1 + a_2v_2 + a_3v_3$
 $(a_1, b, c) = a_1(1,2,0) + a_2(1,0,2) + a_3(0,1,2)$
 $a_1 + a_2 = a, 2a_1 + a_3 = b, 2a_2 + 2a_3 = c$ şeklinde ifade edersek 3 boyutlu uzayı gerdiğini görürüz.
 Bazı 3, boyutu da 3'tür.

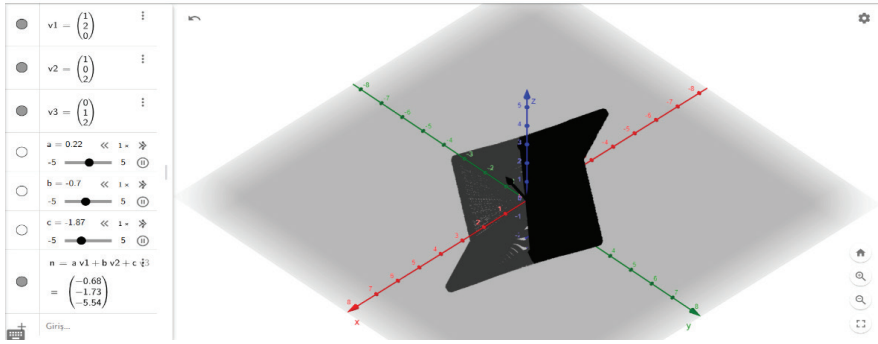
GeoGebra programını çalıştırarak istenilen ifadeyi yazılımda oluşturunuz. Gözlemlerinizi aşağıya yazınız.

GeoGebra'da istenilen ifadeyi oluşturdum. Verilen üç vektörün lineer bağımsız olduğunu gözlemledim. Programı çalıştırarak uzayı gerdiğini de gözlemledim.

Gözleminiz ile tahmininiz arasında bir farklılık var mıdır? Var ise nedenini aşağıya açıklayınız?

Gözlemlerim ile tahminim arasında bir farklılık yoktu.

Şekil 1. ÖA2 öğretmen adayın verilen birinci probleme yönelik çalışma yaprağından bir kesit



Şekil 2. ÖA2 öğretmen adayının birinci problem yönelik GeoGebra ekranında gözlemleri

Diğer taraftan ikinci problem olan “ $B = \{(4, 3, 7), (-1, 2, 5), (7, 8, 19)\}$; kümesinin lineer bağımlı olup olmadığını, gerdiği uzayını, bazını, boyutunu ve bu kümelerin gerdiği uzayların geometrik olarak ne belirttiğini açıklayınız.” şeklinde ikisi lineer bağımsız üç vektörden oluşan bir kümeye ait soru TGA stratejisine yönelik olarak “Bir tahminde bulununuz ve niçin bu şekilde bir tahminde bulunduğunuzu açıklayınız. Tahmininizi kalem kullanarak matematiksel olarak açıklayınız. GeoGebra programını çalıştırarak istenilen ifadeyi yazılımda oluşturunuz. Gözlemlerinizi yazınız. Gözlemlerinizi ile tahminleriniz arasında bir farklılık var mıdır? Varsa açıklayınız” şeklinde öğretmen adaylarına yöneltilmiş ve bu süreçte öğretmen adaylarının çalışma yapraklarına yazmış oldukları cevaplar incelenerek aşağıdaki gibi tablolar oluşturulmuştur.

Tablo 3. Öğretmen adaylarının ikinci probleme yönelik çalışma yapraklarına yazmış oldukları ifadelerin analiz tablosu

	LİNEER BAĞIMLILIK LİNEER BAĞIMSIZLIK	GERME	BAZ	BOYUT
ÖA1	T: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu tahmin etmiş.	T: Gerdiği uzayın düzlem olduğu yönünde tahminde bulunmuş.	T: Tahmin yok.	T: Boyutun 2 olduğunu tahmin etmiş.
	M: Doğru.	M: Doğru.	M: Açıklama yok.	M: Doğru.
	G: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu gözlemlemiş.	G: Düzlemi gerdiğini gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Boyutunun 2 olduğunu gözlemlemiş.
	K: Tahmini ile gözlemi arasında fark olmadığını düşünüyor.	K: Tahmini ile gözlemi arasında fark olmadığını düşünüyor.	K: Karşılaştırma yok.	K: Tahmini ile gözlemi arasında fark olmadığını düşünüyor.
ÖA2	T: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu tahmin etmiş.	T: Üç boyutlu uzayı gerer şeklinde tahminde bulunmuş.	T: Tahmin yok.	T: Boyutunu 3 olarak tahmin etmiş.
	M: Doğru.	M: Açıklama yok.	M: Doğru.	M: Doğru.
	G: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu gözlemlemiş.	G: R^3 uzayını gerdiğini gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Gözlem yok.
	K: Karşılaştırma yok.	K: Karşılaştırma yok.	K: Karşılaştırma yok.	K: Boyutu 3 olarak tahmin etmişti ama boyutu 2 olarak gözlemlemiş.
ÖA3	T: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu tahmin etmiş.	T: Tahmin yok.	T: Tahmin yok.	T: Tahmin yok.
	M: Doğru.	M: Açıklama yok.	M: Açıklama yok.	M: Açıklama yok.
	G: Gözlem yok.	G: Gerdiği uzayın düzlem olduğunu gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Boyutunu 2 olarak gözlemlemiş.
	K: Karşılaştırma yok.	K: Tahmini yoktu ama GeoGebra sayesinde düzlemi gerdiğini gözlemlemiş.	K: Karşılaştırma yok.	K: Tahmini yoktu ama GeoGebra sayesinde boyutunu 2 olarak gözlemlemiş.
ÖA4	T: Vektörlerin lineer bağımsız olduğunu tahmin etmiş.	T: Üç boyutlu uzayı gerer diye tahmin etmiş.	T: Tahmin yok.	T: Tahmin yok.
	M: Yanlış.	M: Yanlış.	M: Yanlış.	M: Açıklama yok.
	G: Gözlem yok.	G: Bağımsız doğrular oluştuğunu gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Gözlem yok.
	K: Karşılaştırma yok.	K: tahmini ile gözleminin benzer olduğunu düşünüyor.	K: Karşılaştırma yok.	K: Karşılaştırma yok.

ÖA5	T: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu tahmin etmiş.	T: R^3 uzayını gerdiğini tahmin etmiş.	T: Tahmin yok.	T: Tahmin yok.
	M: Doğru.	M: Açıklama yok.	M: Doğru.	M: Doğru.
	G: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu gözlemlemiş.	G: Vektörlerin R^2 uzayını gerdiğini gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Gözlem yok.
	K: Karşılaştırma yok.	K: Tahminiyle gözlemi arasında gerdiği uzay konusunda farklılık olduğunu düşünüyor.	K: Karşılaştırma yok.	K: Karşılaştırma yok.
ÖA6	T: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu tahmin etmiş.	T: Uzayı germez şeklinde tahminde bulunmuş.	T: Tahmin yok.	T: Tahmin yok.
	M: Doğru.	M: Açıklama yok.	M: Açıklama yok.	M: Açıklama yok.
	G: Vektörleri lineer bağımlı olarak gözlemlemiş.	G: 2 boyutlu uzayı gerdiğini gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Boyutunu 2 olarak gözlemlemiş.
	K: Gözlemi ile tahminin benzer olduğunu düşünüyor.	K: Karşılaştırma yok.	K: Karşılaştırma yok.	K: Karşılaştırma yok.
ÖA7	T: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu tahmin etmiş.	T: Uzayı gerer şeklinde tahminde bulunmuş.	T: Tahmin yok.	T: Boyutunu 3 olarak tahmin etmiş.
	M: Doğru.	M: Doğru.	M: Yanlış.	M: Yanlış.
	G: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu gözlemlemiş.	G: Uzayı gerdiğini gözlemlemiş.	G: Bazının 2 olduğunu gözlemlemiş.	G: Boyutunu 3 olarak gözlemlemiş.
	K: Gözlemleri ile tahminlerinin benzer olduğunu düşünüyor.	K: Gözlemleri ile tahminlerinin benzer olduğunu düşünüyor.	K: Gözlemleri ile tahminlerinin benzer olduğunu düşünüyor.	K: Gözlemleri ile tahminlerinin benzer olduğunu düşünüyor.
ÖA8	T: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu tahmin etmiş.	T: Uzayı gerer şeklinde tahminde bulunmuş.	T: Tahmin yok.	T: Boyutunu 6 olarak tahmin etmiş.
	M: Doğru.	M: Açıklama yok.	M: Açıklama yok.	M: Açıklama yok.
	G: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu gözlemlemiş.	G: Vektörlerin uzayı gerdiğini gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Gözlem yok.
	K: Tahmini ile gözlemleri arasında farklılık olmadığını düşünüyor.	K: Tahmini ile gözlemleri arasında farklılık olmadığını düşünüyor.	K: Karşılaştırma yok.	K: Karşılaştırma yok.

ÖA9	T: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu düşünüyor.	T: Vektörlerin düzlemi gerdiği yönünde tahminde bulunmuş.	T: Bazdaki vektörlerin (4,3,7) ve (-1,2,5) olduklarını tahmin etmiş.	T: Boyutunu 2 olarak tahmin etmiş.
	M: Doğru.	M: Açıklama yok.	M: Doğru.	M: Açıklama yok.
	G: Gözlem yok.	G: Vektörlerin düzlem belirttiğini gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Boyutunu 2 olarak gözlemlemiş.
	K: Karşılaştırma yok.	K: Tahmini ve gözlemi arasında benzerlik olduğunu düşünüyor.	K: Karşılaştırma yok.	K: Tahmini ve gözlemi arasında benzerlik olduğunu düşünüyor.
ÖA10	T: Vektörlerin lineer bağımsız olduğunu tahmin etmiş.	T: Vektörlerin üç boyutlu uzayı gerdiği yönünde tahminde bulunmuş.	T: Tahmin yok.	T: Boyutunu 3 olarak tahmin etmiş.
	M: Yanlış.	M: Yanlış.	M: Açıklama yok.	M: Açıklama yok.
	G: Gözlem yok.	G: İki boyutlu düzlemi gerdiğini gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Boyutunu 2 olarak gözlemlemiş.
	K: Karşılaştırma yok.	K: Gerdiği uzayı üç boyutlu uzay olduğu yönünde tahminde bulurken, iki boyutlu bir düzlemi gerdiğini farketmiş.	K: Karşılaştırma yok.	K: Boyutunu 3 olarak tahmin ederken GeoGebra sayesinde 2 olduğunu farketmiş.

Tablo 4. Öğretmen adaylarına verilen ikinci probleme yönelik cevapların doğru, yanlış ve boş bırakılma durumuna göre frekans tablosu

	LİNEER BAĞIMLILIK BAĞIMSIZLIK			GERME			BAZ			BOYUT		
	D	Y	B	D	Y	B	D	Y	B	D	Y	B
T	8	2	0	2	7	1	1	0	9	2	4	4
M	8	2	0	2	2	6	3	2	5	3	1	6
G	6	0	4	6	4	0	0	1	9	5	1	4

Öğretmen adaylarının yukarıda sunulan tablolarda yer alan lineer bağımlılık-bağımsızlık kavramına ilişkin yanıtları incelendiğinde, 8 adayın doğru, 2 adayın ise yanlış tahminde bulunduğu; herhangi bir adayın tahminde bulunmaktan kaçınmadığı görülmüştür. Matematiksel işlemler açısından değerlendirildiğinde, 8 adayın doğru, 2 adayın ise yanlış işlem yaptığı belirlenmiştir. GeoGebra ekranı üzerinden yapılan gözlemlerde ise, 6 adayın doğru gözlemde bulunduğu, 4 adayın ise herhangi bir gözlem gerçekleştiremediği tespit edilmiştir. Germe kavramına ilişkin yanıtlar değerlendirildiğinde, yalnızca 2 adayın doğru tahminde bulunduğu, 7 adayın yanlış tahminde bulunduğu ve 1 adayın ise herhangi bir tahminde bulunmadığı görülmektedir. Matematiksel işlem değerlendirmelerinde ise, 2 adayın doğru, 2 adayın yanlış işlem yaptığı; buna karşın 6 adayın herhangi bir işlem gerçekleştiremediği belirlenmiştir. GeoGebra gözlemleri incelendiğinde, 6 adayın doğru, 4 adayın ise yanlış gözlemde bulunduğu saptanmıştır. Baz kavramına yönelik bulgular incelendiğinde, yalnızca 1 adayın doğru tahminde bulunduğu; geri kalan 9 adayın ise herhangi bir tahmin belirtmediği görülmektedir. Matematiksel işlemler bakımından değerlendirildiğinde, 3 adayın doğru, 2 adayın yanlış işlem yaptığı ve 5 adayın işlem gerçekleştiremediği anlaşılmaktadır. GeoGebra ekranına ilişkin gözlemlerde ise sadece 1 adayın yanlış gözlemde bulunduğu, 9 adayın ise herhangi bir gözlem yapmadığı tespit edilmiştir. Boyut kavramına ilişkin değerlendirmelerde, 2 adayın doğru, 4 adayın yanlış tahminde bulunduğu, 4 adayın ise tahminde bulunmadığı görülmektedir. Matematiksel işlem analizine göre 3 aday doğru, 1 aday yanlış işlem yapmış; 6 aday ise işlem gerçekleştirememiştir. GeoGebra gözlemlerine ilişkin veriler incelendiğinde, 5 adayın doğru, 1 adayın yanlış gözlem yaptığı; 4 adayın ise gözlem yapamadığı belirlenmiştir. Bu sürece ilişkin olarak, ÖA5 kodlu öğretmen adayının çalışma kağıdında yer alan ifadeleri ile GeoGebra ekranında gerçekleştirdiği gözleme ait görsel aşağıda sunulmuştur.

b) $B = \{(4, 3, 7), (-1, 2, 5), (7, 8, 19)\}$ kümesinin lineer bağımlı olup olmadığını, gerdiği uzayını, bazını, boyutunu ve bu kümenin gerdiği uzayın geometrik olarak ne belirttiğini bulunuz.

Yukardaki problemi dikkate alarak bir tahminde bulununuz ve niçin bu şekilde bir tahminde bulunduğunuzu açıklayınız?

Lineer bağımlı olduğunu düşünüyorum.
A³ uzayını gerdiğini düşünüyorum çünkü vektörlerin A³ ü olduğunu düşünüyorum.

Yukarıdaki tahmininiz kalem kullanarak matematiksel olarak açıklayınız.

$\hookrightarrow a_1 v_1 + a_2 v_2 + a_3 v_3 = (2, 2, 2)$ olarak sekilde
 a_1, a_2, a_3 var mı?

$\hookrightarrow$ Ya da lineer bağımlılık için vektörler birbirinin
bir katı mı? buna bakabiliriz.

$a_1 v_1 + a_2 v_2 = v_3$ olarak sekilde $a_1 = 2, a_2 = 1$
reel sayıları vardır.

$2(4, 3, 7) + (-1, 2, 5) = (7, 8, 19)$
 $(8, 6, 14) + (-1, 2, 5) = (7, 8, 19)$
 $(7, 8, 19) = (7, 8, 19)$

Boyutları, $\text{Boy } B = \{v_1, v_2, v_3\}$
 $= \{v_1, v_2\}$
 $= 2$

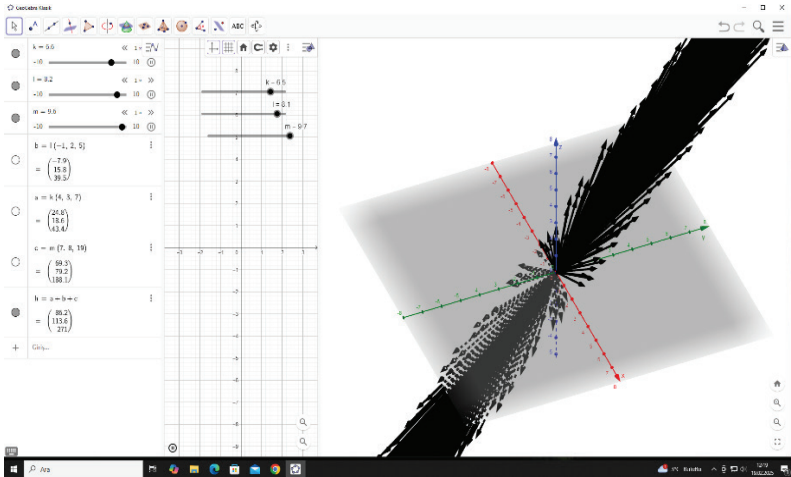
GeoGebra programını çalıştırarak istenilen ifadeyi yazılımda oluşturunuz. Gözlemlerinizi aşağıya yazınız.

Programda çalıştırdığım zaman vektörlerin lineer
bağımlı olduğunu ve A³ uzayını gerdiğini gördüm.

Gözleminiz ile tahmininiz arasında bir farklılık var mıdır? Var ise nedenini aşağıya açıklayınız?

Gözleminimle tahminim arasında bir fark olmuştur.
Gerdiği uzayda tahminimle yanlışım.

Şekil 3. ÖA5 öğretmen adayın verilen ikinci probleme yönelik çalışma yapışından bir kesit



Şekil 4. ÖA5 öğretmen adayının ikinci problem yönelik GeoGebra ekranında gözlemleri

Çalışma yaprağı ve GeoGebra ekran görüntüsünde görüldüğü gibi ÖA5 öğretmen adayı vektörlerin lineer bağımlı olduğunu ve R^3 uzayını gerdiğini tahmin etmiştir. Matematiksel işlemleri ile lineer bağımlılığı göstermiş, tahmin edemediği baz ve boyut kavramlarını matematiksel işlemlerle bulmuş fakat gerdiği uzayı matematiksel işlemlerle göstere-memiştir. Diğer taraftan GeoGebra ekranında vektörlerin lineer bağımlı olduğunu ve GeoGebra yazılımı ile gerdiği uzayın düzlem olduğunu fark etmiştir. Son olarak üçüncü problem olan “ $C = \{(2, 4, 3), (-2, -4, -3), (10, 20, 15)\}$; kümesinin lineer bağımlı olup olmadığını, gerdiği uzayını, bazını, boyutunu ve bu kümelerin gerdiği uzayların geometrik olarak ne belirttiğini açıklayınız.” Şeklindeki bir lineer bağımsız üç vektörden oluşan bir kümeye ait soru TGA stratejisine yönelik olarak “Bir tahminde bulununuz ve niçin bu şekilde bir tahminde bulunduğunuzu açıklayınız. Tahmininizi kalem kullanarak matematiksel olarak açıklayınız. GeoGebra programını çalıştırarak istenilen ifadeyi yazılımda oluşturunuz. Gözlemlerinizi yazınız. Gözlemlerinizi ile tahminleriniz arasında bir farklılık var mıdır? Varsa açıklayınız” şeklinde öğretmen adaylarına yöneltilmiş ve bu süreçte öğretmen adaylarının çalışma yapraklarına yazmış oldukları cevaplar incelenerek aşağıdaki gibi tablolar oluşturulmuştur.

Tablo 5. Öğretmen adaylarının üçüncü probleme yönelik çalışma yapraklarına yazmış oldukları ifadelerin analiz tablosu

	LİNEER BAĞIMLILIK LİNEER BAĞIMSIZLIK	GERME	BAZ	BOYUT
ÖA1	T: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu tahmin etmiş.	T: Verilen vektörlerin uzayı gerdiği yönünde tahminde bulunmuş.	T: Tahmin yok.	T: Boyutunun 2 olduğunu tahmin etmiş.
	M: Doğru.	M: Doğru.	M: Doğru.	M: Doğru.
	G: Gözlem yok.	G: Uzayı gerdiğini gözlemlemiş.	G: Bazının olmadığını gözlemlemiş.	G: Boyutunu 3 olduğunu gözlemlemiş.
	K: Karşılaştırma yok.	K: Tahmini ile gözlemi arasında fark olmadığını düşünüyor.	K: Karşılaştırma yok.	K: Boyutu 2 olarak tahmin etmiş, matematiksel olarak 1 olduğunu göstermiş fakat GeoGebra’da 3 olarak gözlemlediğini söylemiş.

ÖA2	T: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu tahmin etmiş.	T: Gerdiği uzayın doğru olduğunu tahmin etmiş.	T: Tahmin yok.	T: Tahmin yok.
	M: Doğru.	M: Yanlış.	M: Açıklama yok.	M: Açıklama yok.
	G: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu gözlemlemiş.	G: Vektörlerin doğru oluşturduğunu gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Gözlem yok.
	K: Tahmini ile gözlemi arasında fark olmadığını düşünüyor.	K: Tahmini ile gözlemi arasında fark olmadığını düşünüyor.	K: Karşılaştırma yok.	K: Karşılaştırma yok.
ÖA3	T: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu tahmin etmiş.	T: Gerdiği uzayın doğru olacağını tahmin etmiş.	T: Bazı 1 olarak tahmin etmiş.	T: Boyutu 1 olarak tahmin etmiş.
	M: Doğru.	M: Açıklama yok.	M: Doğru.	M: Açıklama yok.
	G: Gözlem yok.	G: Vektörlerin doğruyu gerdiğini gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Gözlem yok.
	K: Karşılaştırma yok.	K: Tahmini ile gözlemi arasında fark olmadığını düşünüyor.	K: Karşılaştırma yok.	K: Karşılaştırma yok.
ÖA4	T: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu tahmin etmiş.	T: Tahmin yok.	T: Tahmin yok.	T: Tahmin yok.
	M: Doğru.	M: Yanlış.	M: Doğru.	M: Doğru.
	G: Gözlem yok.	G: Tek boyutlu bir doğru oluştuğunu gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Boyutun 1 olduğunu gözlemlemiş.
	K: Karşılaştırma yok.	K: Tahmini ile gözleminin benzer olduğunu düşünüyor.	K: Karşılaştırma yok.	K: Karşılaştırma yok.
ÖA5	T: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu tahmin etmiş.	T: Verilen vektörlerin R^3 uzayını gerdiği yönünde tahminde bulunmuş.	T: Tahmini yok.	T: Tahmini yok.
	M: Doğru.	M: Açıklama yok.	M: Doğru.	M: Doğru.
	G: Gözlem yok.	G: Doğruyu gerdiğini gözlemlemiş.	G: Bazının 1 olduğunu gözlemlemiş.	G: Boyutunun 1 olduğunu gözlemlemiş.
	K: Karşılaştırma yok.	K: R^3 uzayını gerer diye tahmin edip GeoGebra sayesinde doğruyu gerdiğini gözlemlemiş.	K: Karşılaştırma yok.	K: Karşılaştırma yok.

ÖA6	T: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu tahmin etmiş.	T: Uzayı germez şeklinde tahminde bulunmuş.	T: Bazının	T: Tahmin yok.
	M: Doğru.	M: Açıklama yok.	M: Açıklama yok.	M: Açıklama yok.
	G: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu gözlemlemiş.	G: Üç vektörün çakışık şekilde doğru oluşturduğunu gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Gözlem yok.
	K: Tahmini ile gözleminin benzer olduğunu düşünüyor.	K: Uzayı germeyeceğini tahmin etmiş ve GeoGebra’da doğru oluştuğunu fark etmiş.	K: Karşılaştırma yok.	K: Karşılaştırma yok.
ÖA7	T: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu tahmin etmiş.	T: Tahmin yok.	T: Bazını 1 olarak tahmin etmiş.	T: Boyutunu 3 olarak tahmin etmiş.
	M: Doğru.	M: Doğru.	M: Yanlış.	M: Yanlış.
	G: Lineer bağımlı olduğunu gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Gözlem yok.	G: Boyutunu 3 olarak gözlemlemiş.
	K: Tahmini ile gözleminin benzer olduğunu düşünüyor.	K: Karşılaştırma yok.	K: Karşılaştırma yok.	K: Tahmini ile gözleminin benzer olduğunu düşünüyor.
ÖA8	T: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu tahmin etmiş.	T: Verilen vektörlerin düzlemi gerdiği yönünde tahminde bulunmuş.	T: Tahmin yok.	T: Boyutu 3 olarak tahmin etmiş.
	M: Doğru.	M: Açıklama yok.	M: Açıklama yok.	M: Açıklama yok.
	G: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu gözlemlemiş.	G: Düzlemi gerdiğini gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Gözlem yok.
	K: Tahmini ile gözlemi arasında farklılık olmadığını düşünüyor.	K: Tahmini ile gözlemi arasında farklılık olmadığını düşünüyor.	K: Karşılaştırma yok.	K: Karşılaştırma yok.
ÖA9	T: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu tahmin etmiş.	T: Verilen vektörlerin gerdiği uzayın doğru olduğu yönünde tahminde bulunmuş.	T: Tahmin yok.	T: Boyutu 3 olarak tahmin etmiş.
	M: Doğru.	M: Açıklama yok.	M: Doğru.	M: Açıklama yok.
	G: Gözlem yok.	G: Çakışık bir doğru oluştuğunu gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Gözlem yok.
	K: Karşılaştırma yok.	K: Tahmini ile gözlemi arasında fark olmadığını düşünüyor.	K: Karşılaştırma yok.	K: Karşılaştırma yok.

ÖA10	T: Vektörlerin lineer bağımlı olduğunu tahmin etmiş.	T: Gerdiği uzayın doğru olduğu yönünde tahminde bulunmuş.	T: Bazını (10,20,15) olarak tahmin etmiş.	T: Boyutu 1 olarak tahmin etmiş.
	M: Doğru.	M: Açıklama yok.	M: Doğru.	M: Doğru.
	G: Gözlem yok.	G: Doğru oluştuğunu gözlemlemiş.	G: Gözlem yok.	G: Boyutu 1 olarak gözlemlemiş.
	K: Karşılaştırma yok.	K: Tahmini ile gözleminin benzer olduğunu düşünüyor.	K: Karşılaştırma yok.	K: Tahmini ile gözleminin benzer olduğunu düşünüyor.

Tablo 6. Öğretmen adaylarına verilen ikinci probleme yönelik cevapların doğru, yanlış ve boş bırakılma durumuna göre frekans tablosu

	LINEER BAĞIMLILIK BAĞIMSIZLIK			GERME			BAZ			BOYUT		
	D	Y	B	D	Y	B	D	Y	B	D	Y	B
T	10	0	0	4	4	2	1	3	6	2	4	4
M	10	0	0	2	2	6	6	1	3	4	1	5
G	4	0	6	7	2	1	0	2	8	3	2	5

Öğretmen adaylarının lineer bağımlılık-bağımsızlık kavramına ilişkin yanıtları incelendiğinde, tüm adayların (n=10) doğru tahminde bulunduğu ve bu doğrultuda doğru matematiksel işlemler gerçekleştirdiği belirlenmiştir. Ancak GeoGebra ekranı üzerinden yapılan gözlemler değerlendirildiğinde, yalnızca 4 adayın doğru gözlem yaptığı; buna karşın 6 adayın herhangi bir gözlemde bulunamadığı tespit edilmiştir. Germe kavramına yönelik değerlendirmelerde, 4 adayın doğru, 4 adayın yanlış tahminde bulunduğu; 2 adayın ise herhangi bir tahminde bulunmadığı görülmüştür. Matematiksel işlem sonuçlarına göre, 2 adayın doğru, 2 adayın ise yanlış işlem yaptığı; 6 adayın ise herhangi bir işlem gerçekleştiremediği saptanmıştır. GeoGebra gözlemleri incelendiğinde, 7 adayın doğru gözlem yaptığı; 2 adayın yanlış gözlemde bulunduğu ve 1 adayın gözlem yapmadığı belirlenmiştir. Baz kavramına ilişkin bulgulara bakıldığında, yalnızca 1 adayın doğru, 3 adayın yanlış tahminde bulunduğu; 6 adayın ise tahminde bulunmadığı görülmektedir. Matematiksel işlem açısından değerlendirildiğinde, 6 adayın doğru, 1 adayın yanlış işlem yaptığı ve 3 adayın herhangi bir işlem gerçekleştiremediği belirlenmiştir. GeoGebra gözlemlerinde ise, 2 adayın yanlış gözlem yaptığı, 8 adayın ise gözlemde bulunmadığı tespit edilmiştir. Boyut kavramına ilişkin değerlendirmelerde, 2 adayın doğru, 4 adayın yanlış tahminde bulunduğu; 4 adayın ise herhangi bir tahminde bulunmadığı anlaşılmaktadır. Mate-

matiksel işlem sonuçlarına göre 4 adayın doğru, 1 adayın yanlış işlem yaptığı; 5 adayın ise işlem gerçekleştiremediği belirlenmiştir. GeoGebra ekranındaki gözlemler incelendiğinde, 3 adayın doğru, 2 adayın yanlış gözlem yaptığı; 5 adayın ise gözlemde bulunamadığı saptanmıştır.

$$c) C = \{ (2, 4, 3), (-2, -4, -3), (10, 20, 15) \}$$

Kümesinin lineer bağımlı olup olmadığını, gerdiği uzayını, bazını, boyutunu ve bu kümelerin gerdiği uzayların geometrik olarak ne belirttiğini açıklayınız.

Yukarıdaki problemi dikkate alarak bir tahminde bulununuz ve niçin bu şekilde bir tahminde bulunduğunuzu açıklayınız?

C kümesine baktım oradan $(2, 4, 3)$ vektör ile $(-2, -4, -3)$ vektörün birbirinin (-1) katı olduğunu gördüm. Sonuç olarak bu C kümesinin elemanları lineer bağımlı ile dolayısıyla doğruysa $(2, 4, 3)$ vektörünün (5) katı yaptığını sonra $(10, 20, 15)$ vektörünü bulabildim. Bunu bulamazsam...

Yukarıdaki tahmininiz kalem kullanarak matematiksel olarak açıklayınız.

$$\begin{aligned} a_1 v_1 + a_2 v_2 + a_3 v_3 &= \vec{0} \\ a_1 (2, 4, 3) + a_2 (-2, -4, -3) + a_3 (10, 20, 15) &= (0, 0, 0) \\ a_1 + (-2a_2) + 10a_3 &= 0 \\ 4a_1 + (-4a_2) + 20a_3 &= 0 \\ 3a_1 + (-3a_2) + 15a_3 &= 0 \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \text{lineer bağımlı}$$

$$\left| \begin{array}{ccc|c} 2 & -2 & 10 & 0 \\ 4 & -4 & 20 & 0 \\ 3 & -3 & 15 & 0 \end{array} \right| = \left| \begin{array}{ccc|c} 2 & -2 & 10 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & -3 & 15 & 0 \end{array} \right| \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \text{lineer bağımlı}$$

$a_2 = -2a_1 + 10a_3$

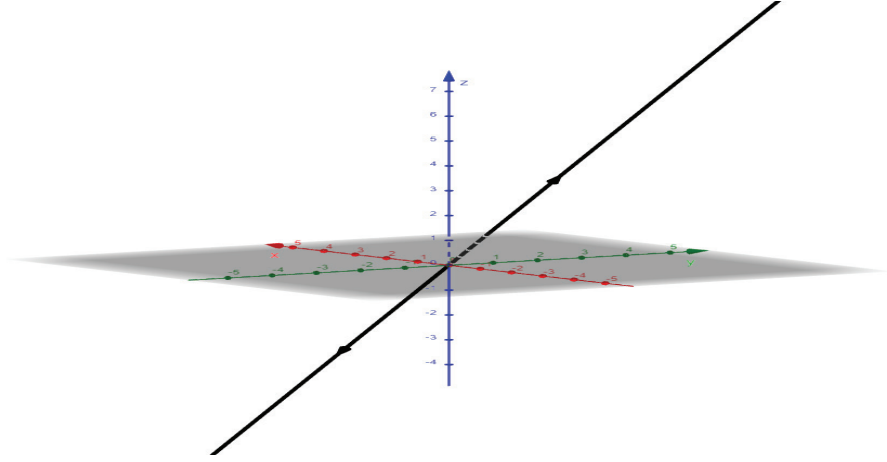
GeoGebra programını çalıştırarak istenilen ifadeyi yazılımda oluşturunuz. Gözlemlerinizi aşağıya yazınız.

GeoGebra programını çalıştırarak bu üç vektörün bağımlı olduğunu gördüm. Dolayısıyla bu üç vektör lineer bağımlı olduğunu gördüm. Bu üç vektör bir doğru oluşturdu. Uzayı germedi. Bunu göremedim.

Gözleminiz ile tahmininiz arasında bir farklılık var mıdır? Var ise nedenini aşağıya açıklayınız?

Gözlemimle tahminim aynı şekilde birbirine benzerdi. lineer bağımlı olduğunu gördüm ve matematiksel olarak belirledim. GeoGebra uygulaması sayesinde bir doğru oluşturduğunu ve lineer bağımlı olduğunu gördüm.

Şekil 5. ÖA6 öğretmen adayının verilen üçüncü probleme yönelik çalışma yaprağından bir kesit



Şekil 6. ÖA6 öğretmen adayının ikinci problem yönelik GeoGebra ekranında gözlemleri

Yukarıda verilen çalışma yaprağı ve GeoGebra ekran görüntüsünde de görüldüğü gibi ÖA6 öğretmen adayı bir lineer bağımsız üç vektörden oluşan kümenin lineer bağımlı olduğunu, bu kümenin uzayı geremeyeceğini ve bazının olmayacağı yönünde bir tahminde bulunmuştur. ÖA6 öğretmen adayı sadece lineer bağımlılık-bağımsızlık konusunda matematiksel işlem yapabilmiş, vektörlerin gerdiği uzayı, bazı ve boyutu hakkında herhangi bir işlem yapamamıştır. GeoGebra yazılımında vektörlerin gerdiği uzayın bir doğru belirttiğini görmüş, çakışık doğrular olmasından ötürü lineer bağımlı olduklarını söylemiştir. Aynı zamanda uzayı germediğini ve GeoGebra uygulaması ile bazı hakkında bir gözlemde bulunamadığı ifade etmiştir.

TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Literatür incelendiğinde araştırmacıların lineer cebir dersinin içeriğinden dolayı soyut ve bu yüzden öğrencilerin başarılarının düşük olduğunu vurguladıkları görülmektedir (Dorier, 2002; Wu, 2004; Aydın, 2007; Dikovic, 2007). Bunun için ilköğretim matematik öğretmen adaylarının üç boyutlu Öklid uzayında üç vektörden oluşan üç farklı kümenin lineer bağımlılığı-lineer bağımsızlığı, gerdiği uzayı, bazı ve boyutunu dinamik yazılımlar ile öğrenme süreçlerinin araştırıldığı bu çalışmada bulgulara yönelik elde edilen sonuçlar tartışılarak çeşitli öneriler verilmiştir. Araştırmada bağımsızlık, germe, baz ve boyut sorularına verdikleri cevaplar incelendiğinde, öğretmen adaylarının lineer bağımlılık-bağımsızlık konusunda hemen hemen hepsinin doğru tahminde bulunduğu, yarıdan fazlasının matematiksel olarak doğru cevapladığı ve yine büyük

bir çoğunluğunun GeoGebra ekranında doğru gözlem yaptığı görülmektedir. Örneğin vektörlerin lineer bağımsız olduğunu tahmin eden bir öğrenci *“Bu üç vektörün lineer bağımsız olduğunu GeoGebra ekranında da gözlemledim”* şeklinde açıklamada da bulunmuştur. Germe konusunda da benzer bir durum söz konusudur. Öğrencilerin büyük çoğunluğu doğru tahminde bulunmuş ve gerdiği uzayı hemen hemen hepsi GeoGebra ekranında doğru olarak gözlemleyebilmiştir. Hatta yanlış tahminde bulunan veya hiçbir tahminde bulunamayan öğretmen adaylarının GeoGebrada doğru gözlem yaptığı görülmektedir. Bunlardan biri *“Gerdiği uzayı geometrik olarak tahmin edememiştim ancak GeoGebra sayesinde uzayı gerdiğini farkettim.”* şeklinde açıklamada da bulunmuştur. Bununla birlikte öğretmen adaylarından sadece 1 tanesi bazını doğru tahmin etmiş ve hiçbir verilen kümenin bazını GeoGebra ekranından gözlemleyememiştir. Örneğin bir öğretmen adayı *“Gözlemlerim ile tahminlerim arasında bir fark yok ama GeoGebrada bazını bulmakta çok zorlandım”* şeklinde bir açıklamada bulunmuştur. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu boyutu doğru tahmin etmesine rağmen yarısından azı sadece GeoGebra yazılım ekranından doğru gözlemde bulunmuştur. Boyutunu 3 olarak tahmin eden bir öğretmen adayı *“GeoGebra ekranında boyutunun 3 olup olmadığını doğrulayamadım”* şeklinde ifade etmiştir. Lineer cebir ile ilgili literatür incelendiğinde öğrencilerin çıkarsamalarının geometrik kavramlarla sınırlı olduğu, yüksek boyutlu uzaylar ve soyut vektör uzayı kavramlarının anlaşılmadığı sonuçlarının ortaya çıktığı görülmektedir (Dorier, 2002; Aydın, 2007). Diğer taraftan yapılan araştırmalar, dinamik yazılımların, öğrencilerin deneyimler yaşayarak öğrenmelerine katkı sağladığını ve bu deneyimler ile öğrencilerin sadece gözlem yapmakla kalmayıp, aynı zamanda ölçüm yapabilme, karşılaştırma ve şekilleri değiştirebilme gibi etkinliklerde bulunabildiğini göstermektedir (Arcavi ve Hadas, 2000; Sheffield ve Cruikshank, 2005). Hohenwarter ve Jones (2007) de bu şekilde cebirsel ve geometrik gösterimler arasındaki ilişkilerin bulunarak karşılaştırılabileceğini vurgulamaktadır. Bu tür dinamik yazılımlar sayesinde öğrenciler matematiksel ilişkileri keşfedebilir (Güven, 2008). Yapılan bu araştırmada da öğretmen adaylarının soyut bir şekilde ifade etmeye açıklamaya çalıştıkları üç boyutlu Öklid uzayında üç vektörden oluşan üç farklı kümenin lineer bağımlılığı-lineer bağımsızlığı, gerdiği uzayı, bazı ve boyutunu somut olarak ekranda karşılına çıkması ile birlikte karşılaştırma yapabilme imkânı bulabilmişlerdir. Bu araştırma ile birlikte matematik öğretmen adaylarının soyut bir şekilde ifade etmeye çalıştıkları üç boyutlu Öklid uzayında üç vektörden oluşan üç farklı kümenin lineer bağımlılığı-lineer bağımsızlığı, gerdiği uzay, baz ve boyut kavramlarını anlamlandıramadıkları ve dolayısıyla kafalarında canlandıramadıkları bir yapı halinden kurtulmuştur. Böylece öğretmen adayları bu kavramlar ile ilgili tahminleri ile gözlemleri arasındaki çe-

lişkili durumu ortadan kaldıracabilecek açıklamalar yapabilmişlerdir. Yapılan araştırmalar da öğrencilerin matematiğe karşı olumsuz tutumlarının, istenilenlerin sadece kâğıt kalem ortamında yapılmasına bağlamıştır (Dutton ve Dutton, 1991; Scher, 1999).

Diğer taraftan öğretmen adaylarının ikisi lineer bağımsız üç vektörden oluşan bir kümenin lineer bağımlılık-bağımsızlık, germe, baz ve boyut sorularına verdikleri cevaplar incelendiğinde, öğretmen adaylarının lineer bağımlılık-bağımsızlık konusunda hemen hemen hepsinin doğru tahminde bulunduğu, matematiksel olarak doğru cevapladığı ve yarıdan fazlasının GeoGebra ekranında doğru gözlem yaptığı görülmektedir. Germe ve boyut konusunda öğretmen adaylarının çok azı doğru tahminde bulunup, matematiksel olarak doğru cevaplamaına rağmen yarıdan fazlasının doğru gözlem yaptığı görülmektedir. Baz konusunda yine sadece 1 öğretmen adayı doğru tahminde bulunup hiçbir GeoGebra'da gözlem yapamamıştır. Örneğin bir öğretmen adayı “*Tahmin edemediklerimi GeoGebra sayesinde görselleştirerek buldum fakat bazı konusunda bir fikrim yok*” şeklinde bir açıklamada bulunmuştur.

Öğretmen adaylarının bir lineer bağımsız üç vektörden oluşan bir kümenin lineer bağımlılık-bağımsızlık, germe, baz ve boyut sorularına verdikleri cevaplar incelendiğinde ise, öğretmen adaylarının lineer bağımlılık-bağımsızlık konusunda hepsinin doğru tahminde bulunup, matematiksel olarak doğru cevaplamaına rağmen yarıdan azının GeoGebra ekranında doğru gözlem yaptığı görülmektedir. Örneğin bir öğretmen adayı “*Verilen üç vektörün çakıştığını dolayısıyla bu üç vektörün lineer bağımlı olduğunu gözlemledim*” şeklinde açıklama yaparken bir diğeri “*Lineer bağımlı mı bağımsız mı anlayamadım*” şeklinde ifadede bulunmuştur. Germe konusunda doğru tahminde bulunup matematiksel olarak doğru cevaplayanların oranı yarıdan az olmasına rağmen GeoGebra'da doğru gözlem yapanların oranı yarıdan fazladır. Hatta bir öğretmen adayı “*Gerdiği uzayı R^3 olduğunu tahmin ediyordum fakat GeoGebra sayesinde doğruyu gerdiğini gördüm*” şeklinde açıklamada bulunmuştur. Baz konusunda ise doğru tahminde bulunan sadece 1 öğretmen bulunmaktadır. Öğretmen adaylarının yarıdan fazlasının matematiksel olarak doğru açıklamada bulunmasına rağmen hiçbir verilen kümenin bazını GeoGebra ekranında gözlemleyememiştir. Örneğin bir öğretmen adayı “*Bu üç vektörün doğruyu gerdiğini, lineer bağımlı olduğunu gözlemledim ama bazını göremedim*” şeklinde açıklama yapmıştır. Boyut konusunda da doğru tahmin edip, matematiksel olarak doğru açıklama yapıp, doğru gözlem yapanların oranı oldukça düşüktür. Yapılan araştırmalara bakıldığında öğretmen adaylarının tahmin süreçlerinde yanlış tahminlerde bulunduğu ve yanlış tahminlerini açıklama yoluna gittikleri hatta kâğıt kalem ortamında tam olarak açıklayamadıkları sonuçlarına ulaşılmıştır

(Güven ve Karataş, 2009; Baltacı, 2014; Baltacı ve Baki, 2018; Baltacı ve Yıldız, 2018). Bu tür soyut kavramların öğrenilmesinde geleneksel yolların haricinde dinamik yazılımların kullanıldığı bir ortamın gerekliliği de yapılan araştırmalarda araştırmacılar tarafından vurgulanmaktadır (Botana ve Valcarce, 2003; Pekdemir, 2004; Real ve Leung, 2006; Baltacı ve Baki, 2018; Baltacı ve Yıldız, 2018). Diğer taraftan bazı araştırmalarda bu araştırmada olduğu gibi öğretmen adaylarının kâğıt kalem ortamında yaptıklarını dinamik yazılımlar ile karşılaştırdığını görebilmekteyiz (Pekdemir, 2004; Açıkgül, 2012; Baltacı, 2014; Baltacı ve Baki, 2018; Baltacı ve Yıldız, 2018). Tüm bu verilere bakıldığında Lineer Cebir dersinin soyut olan lineer lineer bağımlılık-bağımsızlık, germe, baz ve boyut kavramlarından en çok germe kavramlarının GeoGebra ekranında daha çok somutlaştırılabildiği, lineer bağımlılık- bağımsızlık, baz ve boyut konusunda öğretmen adaylarının çoğunlukla gözlem yapamadığı söylenebilir.

Sonuç olarak öğretmen adaylarının lineer cebir konularına ilişkin kavramsal bilgi düzeylerinin özellikle soyut kavramlar olan “baz” ve “boyut” alanlarında yetersiz olduğu, buna karşın “lineer bağımlılık-bağımsızlık” ve kısmen de “germe” kavramlarında daha yüksek başarı gösterdikleri tespit edilmiştir. Dinamik matematik yazılımlarının (örneğin GeoGebra) kullanımı, öğretmen adaylarının görsel düzeyde bazı kavramları daha doğru biçimde gözlemleyebilmelerine olanak sağlamış; özellikle “germe” kavramında doğru gözlem oranlarının arttığı gözlemlenmiştir. Ancak, bu teknolojik araçların, kavramların matematiksel temellendirilmesi ve soyut düzeyde anlaşılması açısından tek başına yeterli olmadığı, adayların çoğunlukla yüzeysel gözlemlerle yetindikleri ve kavramlar arası ilişki kurmakta zorlandıkları belirlenmiştir. Bu bağlamda, lineer cebir öğretiminde yalnızca görselleştirmeye dayalı yaklaşımların değil, aynı zamanda kavramsal açıklamaları ve matematiksel akıl yürütmeyi geliştiren öğretim stratejilerinin de bütüncül şekilde ele alınması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Yapısından ötürü soyut kalan lineer cebir dersinin öğretimi yapılırken farklı vektör kümeleri vererek öğrencilerin kavram yanılışı varsa tespit etmek gerekmektedir. GeoGebra gibi dinamik yazılımlar kullanarak kavramların somutlaştırılması konunun daha iyi anlaşılmasına yardımcı olacaktır.

KAYNAKÇA

- Açıkgül, K. (2012). *Öğretmen adaylarının dinamik geometri yazılımı kullanarak geometrik yer problemlerini çözüm süreçlerinin ve bu süreçlere ilişkin görüşlerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Açıkyıldız, G. (2019). Lineer cebir ve vektör uzayları öğretimine yönelik zenginleştirilmiş öğrenme ortamı (Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi).
- Açıkyıldız, 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.
- Arcavi, A., & Hadas, N. (2000). Computer mediated learning: An example of an approach. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 5, 25-45.
- Aydın, S. (2007). Bazı özel öğretim yöntemlerinin lineer cebir öğretimine etkileri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(19), 214-223.
- Aydın, S. (2009a). Lineer cebir eğitimi üzerine. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(1), 93-105.
- Aydın, S. (2009b). The factors affecting teaching linear algebra. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 1, 1549-1553.
- Baki, A. (2002). *Öğrenen ve öğretenler için bilgisayar destekli matematik*. Ceren Yayın Dağıtım.
- Baltacı, S. (2014). *Dinamik matematik yazılımının geometrik yer kavramının öğretiminde kullanılmasının bağlamsal öğrenme boyutundan incelenmesi* [Yüksek lisans tezi]. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.
- Baltacı, S., & Baki, A. (2018). Parabol kavramının öğretiminde dinamik matematik yazılımının bağlamsal öğrenme ortamının oluşmasında rolü. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(1), 1-28.
- Baltacı, S., Yıldız, A., & Kösa, T. (2015). Analitik geometri öğretiminde GeoGebra yazılımının potansiyeli: Öğretmen adaylarının görüşleri. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 6(3), 483-505.
- Baltacı, S., & Yıldız, A. (2018). Geometrik yer problemlerinin yazılım destekli çözümleri esnasında tahmin et-gözle açıkla (TGA) stratejisinin kullanımı, *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(3), 1873-1890.
- Botana, F., & Valcarce, J. L. (2003). A software tool for the investigation of plane loci. *Mathematics and Computers in Simulation*, 61, 139-152.
- CalGeo. (2007). Teaching calculus using dynamic geometric tools. <http://www.math.uoa.gr/calgeo/> (10 Ekim 2012'de edinilmiştir).
- Carlson, D. (1993). Teaching linear algebra: Must the fog always roll in?. *The College Mathematics Journal*, 24(1), 29-40.
- Çepni, S., & Çil, E. (2009). Fen ve teknoloji programı (tanıma, planlama, uygulama ve SBS ile ilişkilendirme) İlköğretim 1.ve 2. kademe öğretmen

el kitabı. Pegem Akademi Yayıncılık. Ankara.

- Diković, L. (2007). Interactive learning and teaching of linear algebra by web technologies: Some examples. *The Teaching of Mathematics*, 19, 109-116.
- Diković, L. (2009). Applications GeoGebra into teaching some topics of mathematics at the college level. <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/1820-0214/2009/1820-02140902191D.pdf> (15 Nisan 2013'te edinilmiştir).
- Dorier, J. L. (1998). The role of formalism in the teaching of the theory of vector spaces. *Linear Algebra and Its Applications*, 275, 141-160.
- Dorier, J. L. (2002). Teaching linear algebra at university. *Proceedings of the International Congress of Mathematicians*, 3, 875-884.
- Dubinsky, E. (1997). Some thoughts on a first course in linear algebra at the college level. *Resources for Teaching Linear Algebra*, 42, 107-126.
- Dutton, W. H., ve Dutton, A. (1991). Mathematics children use and understand. Mountain View, Mayfield, CA.
- Erçerman, B. (2008). *Kavramsal ve işlemsel bilgi bağlamında lise öğrencilerinin lineer cebir bilgilerinin değerlendirilmesi* [Yüksek lisans tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi].
- Güven, B. (2008). Using dynamic geometry software to gain insight into a proof. *International Journal Computer Mathematics Learning*, 13, 251-262.
- Güven, B., & Karataş, İ. (2009). Dinamik geometri yazılımı Cabri'nin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının geometrik yer problemlerindeki başarılarına etkisi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 42(1), 1-31.
- Haddad, M. (1999). *Difficulties in the learning and teaching of linear algebra: A personal experience* [Doktora tezi, Concordia Üniversitesi].
- Harel, G. (1989). 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. (1998). Two dual assertions: The first on learning and the second on teaching (or vice versa). *The American Mathematical Monthly*, 105(6), 497-507.
- Herrero, M. P. (2000). Strategies and computer projects for teaching linear algebra. *International Journal of Mathematics Education and Science Technology*, 31(2), 181-186. <https://doi.org/10.1080/002073900287237>
- Hohenwarter, M., & Fuchs, K. (2004). Combination of dynamic geometry, algebra and calculus in the software system GeoGebra. <http://www.GeoGebra.org/publications/pecs> (22 Temmuz 2012'de edinilmiştir).
- Hohenwarter, M., & Jones, K. (2007). Ways of linking geometry and algebra: The case of GeoGebra. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 27(3), 126-131.
- Hohenwarter, M., Preiner, J., & Yi, T. (2007). *Incorporating GeoGebra into teaching mathematics at the college level*. Paper presented at Proceedings of the International Conference for Technology in Collegiate Mathematics.

Boston, USA: ICTCM

- Kolman, B., Hill, D. R., & Akın, Ö. (2002). *Uygulamalı lineer cebir*. Palme Yayıncılık.
- Kutluca, T., & Zengin, Y. (2011). Matematik öğretiminde GeoGebra kullanımı hakkında öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17, 160-172.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics*.
- Olive, J. (2002). Implications of using dynamic geometry technology for teaching and learning. In M. Saraiva, J. Matos & I. Coelho (Eds.), *Ensino e Aprendizagem de Geometria* (ss. 300-321). SPCE.
- Pekdemir, Ü. (2004). *Dinamik geometri yazılımı Cabri'nin geometrik yer konusunda öğrenci başarısı üzerindeki etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Real, F.L., & Leung, A. (2006). Dragging as a conceptual tool in dynamic geometry environments. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 37(6), 665-679.
- Scher, D. (1999). Problem solving and proof in the age of dynamic geometry. *Micromath*, 15(1), 24-30.
- Sheffield, L. J., & Cruikshank, D. E. (2005). *Teaching and learning mathematics: Pre kindergarten through middle school* (5th ed.). New York: J. Wiley.
- Sierpińska, A. (1999). On some aspects of students' thinking in linear algebra. In *Proceedings of the 23rd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 4, pp. 105-112). Haifa, Israel.
- Spence, E. L., Insel, A. J., & Friedberg, S. H. (2000). *Elementary linear algebra*. Prentice Hall.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (6. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık
- Wang, T. W. (1989). Applied Linear Algebra. *Chemical Engineering Education*, 23(4), 236-241.
- White, R.T., & Gunstone, R. F. (1992). *Probing understanding*. The Falmer Press, London.
- Wu, H. (2004). Basic skills versus conceptual understanding: A bogus dichotomy in mathematics education. *American Educator*, 28(2), 14-19.