




Matematik Öğretmenlerinin Teknoloji Entegrasyon Yaklaşımlarının Öğretmen Görüşlerine Dayalı Olarak Enstrümantal Orkestrasyon Çerçevesinde İncelenmesi

Investigation of Mathematics Teachers' Technology Integration Approaches from Instrumental Orchestration Perspective Based on Teachers' Views

Seyfettin ALAN , Arş. Gör., Muş Alparslan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, s.alan@alparslan.edu.tr

Hatice AKKOÇ , Prof. Dr., Marmara Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, hakkoc@marmara.edu.tr

Sibel YEŞİLDERE İMRE , Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, sibel.yesildere@deu.edu.tr

Tuğçe KOZAKLI ÜLGER , Arş. Gör., Bursa Uludağ Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, tkozakli@uludag.edu.tr

Alan, S., Akkoç, H., Yeşilere İmre, S. ve Kozaklı Ülger, T. (2021). Matematik öğretmenlerinin teknoloji entegrasyon yaklaşımlarının öğretmen görüşlerine dayalı olarak enstrümantal orkestrasyon çerçevesinde incelenmesi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 12(2), 406-431.

Geliş tarihi: 13.11. 2020

Kabul tarihi: 26.08. 2021

Yayımlanma tarihi: 28.12. 2021

Öz. Bu çalışmanın amacı, matematik öğretmenlerinin teknolojik araçları ders anlatımlarına entegre etmede benimsedikleri yaklaşımları incelemektir. Bu amaç doğrultusunda matematik öğretmenlerinin hangi teknolojik araçları kullandıkları, hangi kavramlar için teknoloji kullanımını tercih ettikleri, bu araçları nasıl kullandıkları ve teknolojik araçları kullanırken nelere dikkat ettikleri araştırılmıştır. Benimsedikleri yaklaşımlara ışık tutmak için matematik öğretiminde teknoloji kullanımı ile ilgili olumlu ve olumsuz görüşleri de alınmıştır. Katılımcıların teknoloji entegrasyon yaklaşımlarını incelemek için öğretmen ile teknolojik araç arasındaki ilişkiye odaklanan enstrümantal orkestrasyon teorik çerçevesi kullanılmıştır. Araştırmada betimsel tarama modeli benimsenmiş olup çalışmanın verilerini Türkiye'deki çeşitli okullarda görev yapmakta olan 114 ortaokul ve lise matematik öğretmenin açık uçlu bir ankete verdikleri yanıtlar oluşturmaktadır. Verilerin analizi sonucunda matematik öğretmenlerinin teknolojik araçları ekranı açıkla ve ekran ile tahta arasında bağlantı kur orkestrasyonları ile kullanmayı tercih ettikleri görülmüştür. Bunun yanında matematik öğretmenlerinin teknoloji destekli dersleri için konuya ve sınıf ortamına uygun teknolojik araç seçimine önem verdikleri görülmüştür. Aynı zamanda teknolojik araçların sınıf içi kullanımında ortaya çıkabilecek sorunlar hakkında çekincelerinin olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Teknoloji entegrasyonu, Matematik öğretmenleri, Enstrümantal orkestrasyon.

Abstract. This study aims to examine the approaches adopted by mathematics teachers in integrating technological tools into instruction. For this purpose, it has been investigated which technological tools mathematics teachers use, for which concepts they prefer to use technology, how they use these tools and what they pay attention to when using technological tools. Positive and negative opinions about the use of technology in teaching mathematics were also taken to shed light on the approaches they adopted. The instrumental orchestration theoretical framework which focuses on the relationship between the teacher and the technological tool was used to examine the technology integration approaches of the participants. A descriptive survey model has been adopted in the study. Data were obtained from the responses from 114 middle and high school mathematics teachers who were working in various schools in Turkey to an open-ended questionnaire. The data analysis indicated that mathematics teachers preferred to use technological tools with

the orchestrations to explain the screen and link screen-board. In addition, it has been observed that mathematics teachers give importance to the selection of technological tools suitable for the subject and classroom environment for their technology supported lessons. At the same time, it has been determined that he has reservations about the problems that may arise in the use of technological tools in the classroom.

Keywords: Technology integration, Mathematics teachers, Instrumental orchestration.

Extended Abstract

Introduction. The main purpose of this study is to examine secondary and high school mathematics teachers' approaches to integrating technology into their instruction within the context of instrumental orchestration. For this purpose, answers to the following research questions will be sought:

1. What are the approaches adopted by mathematics teachers when integrating technology into their lessons?
 - Which technological tools do they use?
 - Which concepts do they prefer technology for teaching?
 - Which orchestration types do they prefer?
 - Which orchestration components do they attach importance to?
2. What are the views of mathematics teachers on technology integration in mathematics teaching?

Method. This study was carried out with a descriptive survey model. The universe of the study consists of mathematics teachers working in Turkey. Criterion sampling was chosen from the purposeful sampling types. The criteria determined for this research are as follows: having a maximum of 15 years of professional experience, being a graduate of the faculty of education, working at a public school, and having taken the Computer-Assisted Mathematics Teaching course during teacher preparation. The sample consists of a total of 114 mathematics teachers, including 98 middle school mathematics teachers and 16 high school mathematics teachers. The data collection tool is a questionnaire consisting of open-ended questions aimed at determining how teachers use technology in their lessons. While analyzing the responses of the participants to the questionnaire, content analysis, and descriptive analysis were performed. Content analysis was used to determine teachers' views on technology integration. The responses of each teacher to the questionnaire were examined and the main themes were determined.

Results. When the data obtained were examined, it was determined that mathematics teachers used a wide variety of technological tools in their lessons or thought to use them if they had the opportunity. However, it is seen that the most used tools are smart boards and related applications. Projection, GeoGebra, and EBA follow the smartboard. Besides, it is noteworthy that some teachers use relatively fewer technological tools such as Cabri, Derive, and Inspiration. The most important point stated by the mathematics teachers who do not use technology is the lack of technological infrastructure.

Mathematics teachers mostly used technological tools for teaching geometry concepts such as solid objects. Mathematics teachers often preferred to use technological tools for visualization purposes. The answers given by the participants showed that almost all of them used technological tools or considered using them if they had the access to technological resources. It has been observed that mathematics teachers generally used technological tools to project questions and images related to the subject on the board. They also seemed to prefer discuss the screen and link screen board orchestration types frequently.

When the answers were examined, it was determined that many participants attached more importance to the usage of the technological tool than the selection of the technological tool. 94 out of 114 mathematics teachers stated that the approach embraced when using the technological tool is more important. The common opinion of teachers on this subject is that the technological tool will only be effective if used for the right purpose. Also, it was seen that the participants attached importance to didactic structuring by stating that they would consider "students' interests and

readiness”, “determining the appropriate tools for the subject” and “providing an environment where students can actively participate”.

Discussion and Conclusion. In line with the purpose of the study, technological tool selection of mathematics teachers was examined, and parallel to the study of Wachira and Keengwe (2011), it was seen that the most important factor affecting the teachers' choice of tools was the technological facilities in their schools. It has been determined that technological tools such as smart boards and projectors are frequently used by teachers in almost every classroom. As a result of the study, it was revealed that mathematics teachers use tools passively. Mathematics teachers generally use tools such as projecting questions and images or watching videos in a way that cannot be changed dynamically. In the study, it was also determined that mathematics teachers thought that using technological tools in their lessons with orchestration types to discuss the screen and link screen board was more appropriate for them.

In the study, it was determined that student readiness, proper tool selection, and appropriate classroom environment are seen as the most important factors by mathematics teachers for technology integration. This situation can be considered in the sense that teachers attach importance to the didactic structuring process among orchestration components. Besides, most troubles are the exploitation mode and didactic performance components.

In general terms, it has been observed that mathematics teachers attached great importance to the preparation phase (selection of tools, organization of the classroom environment) during technology integration, but still think that the most problematic parts are the application parts (distraction, unwanted results). In this sense, it is seen that the theoretical framework of instrumental orchestration helped in examining teachers' opinions about tool selection, tool usage, and technology integration. This theoretical framework is thought to be a guide in understanding the relationship between the teacher and the tool.

Giriş

Teknolojideki gelişmelerle birlikte dijital kaynakların özellikle matematik eğitimi için potansiyeli kabul görmeye başlamıştır (Drijvers, Tacoma, Besamusca, Doorman ve Boon, 2013). Bu alanda yapılan çalışmalar, teknolojik araçlar akıllıca kullanıldığı takdirde, teknoloji destekli matematik öğretiminin matematik kavramlarının oluşturulmasında ve anlaşılmasında etkili olduğunu göstermiştir (Akkoc, 2008). Bilimsel araştırmalar ile birlikte birçok ülke matematik öğretim programlarında teknoloji destekli eğitime yer vermektedir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] Ortaöğretim Matematik Programı, 2013; National Council of Teachers of Mathematics, 2000). MEB Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programı (2013) farklı teknolojik araçlar kullanılmasının öğrencilere matematiksel becerilerin kazandırılmasına katkı sağladığını belirtmektedir. Uluslararası Eğitimde Teknoloji Derneği (International Society for Technology in Education [ISTE], 2002) öğretmenlere yönelik teknoloji standartları belirlemiş ve öğretmenlerin teknolojiyi eğitim sürecinin tamamına entegre etmeleri gerektiğini vurgulamıştır.

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin matematik eğitime entegrasyonu konusundaki ilk bilimsel çalışmalarda iyimser söylemlerin (Abelson ve DiSessa, 1986; Heid, 1988; Papert, 1980) egemen olduğu belirtilmektedir (Penglase ve Arnold, 1996). Sonraki yıllarda ise araştırmacıların görüşleri daha temkinli bir hal almıştır (Artigue, 2002; Guin ve Trouche, 2002; Lagrange, 2005; Lagrange, Artigue, Laborde ve Trouche, 2003; Noss ve Hoyles, 1996; Rabardel ve Samurçay, 2001; Shvarts, Alberto, Bakker, Doorman, ve Drijvers, 2021). Lagrange vd., (2003) yaptıkları araştırmada, matematiksel kavramları öğrenmek için teknolojiyi kullanırken ortaya çıkan zorlukların dikkate değer olduğunu göstermiştir. Bu zorluklar bir yandan öğretme ve öğrenmenin karmaşıklığını tanımakta diğer yandan ise eğitim amaçlı araçlar kullanmanın inceliklerini ortaya koymaktadır. Yine de yirmi birinci yüzyılın başlarından itibaren birçok araştırmacı dijital teknolojilerin matematik eğitimi için potansiyelini vurgulamaktadır (Bokhove ve Drijvers, 2012; Burrill, Allison, Breau, Kastberg, Leatham ve Sanchez, 2002; Doerr ve Zangor, 2000; Egenfeldt-Nielsen, 2011; Haspekian, 2005; Hoyles, Kieran, Rojano, Sacristán ve Trigueros, 2020; Noss, Hoyles, Saunders, Clark-Wilson, Benton ve Kalas, 2020; Ruthven, 2018; Wijers, Jonker ve Drijvers, 2010).

Matematik öğretmenlerinin teknoloji entegrasyonlarını araştıran çalışmalar öğretmenlerin birçok farklı nedenden dolayı teknoloji kullanmadığını göstermektedir (Kersaint, 2007; McCulloch, Hollebrands, Lee, Harrison ve Mutlu, 2018). Bazı öğretmenler teknolojik araçların yararlı olmadıklarını düşünürken (Hazzan, 2000) bazıları teknolojik araçlara hâkim olmadıkları için teknolojiyi derslerinde kullanmadıklarını belirtmişlerdir (Manoucherhri, 1999). Wachira ve Keengwe (2011) çalışmalarında matematik öğretmenlerinin teknoloji entegrasyonunda karşılaştıkları engelleri araştırmışlardır. Araştırma sonucunda teknolojik araçlara erişimin yetersizliği, teknolojik araçlara olan güvensizlik, zayıf kullanma becerisi ve teknolojik pedagojik bilgi eksikliği öğretmenlerin teknoloji entegrasyonlarının önündeki en büyük engeller olarak öne çıkmıştır. Yapılan çalışmalar öğretmenlerin sınıf ortamına teknoloji entegrasyonunu hedefleyen mesleki gelişime ihtiyaçlarının olduğunu ortaya koymaktadır (Borko, Whitcomb ve Liston, 2009; Ertmer, 2005). Bu görüşe paralel olarak Koyunkaya ve Taşdan (2019) çalışmalarında öğretmen adaylarının kendilerine verilen eğitimle teknoloji entegrasyonu yapılmış ders planları geliştirebileceklerini ortaya koymuşlardır.

Teknolojinin matematiksel kavramların öğretilmesindeki büyük potansiyeline rağmen matematik eğitime entegrasyonu birçok araştırmacı ve eğitimcinin beklentilerinin gerisinde kalmıştır (Lagrange vd., 2003). Öğretmenler, öğrenciler ve eğitimciler; didaktik sözleşmeler, çalışma formatı, kalem-kağıt becerileri gibi var olan geleneksel bakış açısını değiştiren bilgi iletişim teknolojilerinin karmaşıklığının farkına varmışlardır (Drijvers, Doorman, Boon ve van Gisbergen, 2009). Yeni teknolojilerin sınıfa entegrasyonu ile ilgili yaşanan sorunlar alandaki bilimsel araştırmaları da şekillendirmiştir. Teorik ve deneysel olarak teknolojiyi sınıf içi uygulamalara entegre

etmeyi araştıran birçok çalışma yapılmıştır (Artigue, 2000, 2002; Lagrange, Artigue, Laborde ve Trouche, 2001; Noss vd., 2020; Ozdemir Erdoğan, Dur ve Özkale, 2018). Yapılan çalışmalar, öğretmenlerin uygulamalarının bütünlüğünü sağlamak için bir araştırma yaklaşımına ihtiyaç olduğunu da ortaya çıkarmıştır (Bray ve Tangney, 2017; Monaghan, 2004). Bu doğrultuda Lagrange vd. (2003) teknolojik araçlar ile diğer ders materyallerinin (kağıt, kalem, tahta vb.) arasındaki ilişkilere olan ilginin artmakta olduğunu belirtmiştir. Aynı çalışmada entegrasyon konularını incelerken sınıf içeriğinin iç içe geçmiş özelliklerinin göz önünde bulundurulması gerektiği vurgulanmaktadır.

Her ne kadar teknolojinin sınıf ortamına entegre edilmesi zor olsa da teknoloji artık matematik eğitimi için bir ek materyal değil bir gereklilik haline gelmiştir. Bilgisayarlar, teknik hesaplamaları yöneterek öğretim uygulamalarına daha fazla zaman ayrılmasını sağlar ve böylece daha kavramsal bir anlayışı teşvik eder. Ancak teknolojinin bu katkısı öğretmenin sınıf içindeki kaynakları uygun bir şekilde düzenlemesi ile mümkündür. Bu bağlamda, öğretmenin yeni rolü bilgisayar ortamı ile etkileşimi organize etmek ve öğrencileri teknoloji kullanımına teşvik etmektir (Guin ve Trouche, 1998). Bu noktada matematik eğitimi literatüründe öğretmenin belli etkinlik durumlarında öğrencilerin öğrenmelerini desteklemek için öğrenme ortamındaki araçları maksatlı ve sistematik bir şekilde nasıl organize ettiğini inceleyen bir çerçeve olması sebebiyle enstrümantal orkestrasyon çerçevesi öne çıkmaktadır (Drijvers, 2012; Drijvers, Doorman, Boon, Reed ve Gravemeijer, 2010; Tabach, 2013; Trouche, 2004). Trouche (2004) bu bağlamda öğrenme süreçleri boyunca öğretmenin öğrencilerin bireysel enstrümanlarını nasıl ayarlayabildiğini ve sınıf içinde nasıl tutarlı enstrüman kümeleri oluşturabildiğini açıklamak için enstrümantal orkestrasyon metaforunu tanıtmıştır. Buradan hareketle bu çalışmanın temel amacı, ortaöğretim ve lise matematik öğretmenlerinin teknolojiyi derslerine entegre etme yaklaşımlarını enstrümantal orkestrasyon bağlamında incelemektir. Bu amaç doğrultusunda bu çalışmada aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranacaktır:

1. Matematik öğretmenlerinin teknolojiyi derslerine entegre ederken benimsedikleri yaklaşımlar nelerdir?
 - a. Hangi teknolojik araçları kullanmaktadırlar?
 - b. Teknolojiyi hangi kavramların öğretimi için tercih etmektedirler?
 - c. Hangi orkestrasyon türlerini tercih etmektedirler?
 - d. Hangi orkestrasyon bileşenine önem vermektedirler?
2. Matematik öğretmenlerinin matematik öğretiminde teknoloji entegrasyonuna dair görüşleri nelerdir?

Kavramsal Çerçeve

Teknoloji destekli matematik eğitimini incelemek için alan yazında farklı çerçeveler mevcuttur (Koehler ve Mishra, 2009). Matematik eğitimi literatüründe öğretmenin belli etkinlik durumlarında öğrencilerin öğrenmelerini desteklemek için öğrenme ortamındaki araçları maksatlı ve sistematik bir şekilde nasıl organize ettiğini inceleyen bir çerçeve olması sebebiyle enstrümantal orkestrasyon çerçevesi öne çıkmaktadır (Drijvers, 2012; Drijvers vd., 2010; Ozdemir Erdogan, 2016; Tabach, 2013; Trouche, 2004). Bu nedenle çalışmanın kavramsal çerçevesi olarak öğretmen ile teknolojik araçlar arasındaki etkileşime odaklanan enstrümantal oluşum ve bu çerçeveden geliştirilen enstrümantal orkestrasyon teorik çerçevesi seçilmiştir.

Enstrümantal Yaklaşım

Enstrümantal yaklaşım ilk olarak Verillon ve Rabardel (1995) tarafından ortaya atılmıştır. Bu çalışmada artifakt (artefact) ve enstrüman kavramları birbirinden ayrılmış ve belirlenen bir görevi yerine getirmek için verilen artifaktın kişi tarafından enstrüman haline gelişine odaklanılmaktadır. Bu

çerçevede enstrüman belirli bir görev için artifaktın kullanım şemalarının oluşturulduğu enstrümantal oluşum adı verilen bir sürecin sonunda elde edilir. Enstrüman ve artifakt ayrımı Drijvers ve Trouche (2008) tarafından şöyle ifade edilmektedir:

$$\text{Enstrüman} = \text{Artifakt} + \text{Bir Görev İçin Oluşturulan Şemalar}$$

Enstrümantal yaklaşım genel olarak teknolojik araçların matematik eğitime entegrasyonunun karmaşık bir sorun olduğunu kabul etmektedir (Artigue, 2002). Bu yaklaşıma göre teknolojik bir aracın kullanımı sırasında aracı kullanmaya yönelik zihinsel şemaların ve tekniklerin ortaya çıktığı bir süreç gerçekleşir. Bu birlikte ortaya çıkma süreci enstrümantal oluşum süreci olarak isimlendirilir (Drijvers, 2015). Bununla birlikte, öğrencilerin enstrümantal oluşumlarının, öğretmenler tarafından yönlendirilmesi gerekmektedir (Mariotti, 2002).

Enstrümantal Orkestrasyon

Enstrümantal orkestrasyon çerçevesi müzikal anlamda orkestrasyon teriminden gelmektedir. Ancak sınıf içi "orkestrasyon" kavramının müzikal anlamından farklı bir anlamı vardır. Müzikte orkestrasyon, bir orkestranın çalacağı notaları düzenlemek anlamına gelir. Öğretim bağlamına uyarlandığında ise "orkestrasyon" ifadesinin doğru anlamı, sınıf etkinliklerinin sadece gerçek zamanlı yönetimine değil öğretim tasarımına karşılık gelir. Müzik düzenlemesi ile sınıf düzenlemeleri arasındaki temel fark, bir sınıfı düzenlerken notaların anında değişmesi gerektiğidir. İyi bir öğrenme ortamının, öğretmenlerin notaları gerektiği kadar değiştirmesine imkan vermesi gerekmektedir (Dillenbourg ve Jermann, 2010).

Genel anlamıyla enstrümantal orkestrasyon teknoloji destekli bir öğrenme ortamında bir görevin yerine getirilmesi için mevcut olan çeşitli araçların öğrencinin enstrümantal oluşumuna rehberlik etmek amacıyla organize edilip kullanılması olarak tanımlanabilir (Trouche, 2004). Enstrümantal orkestrasyon üç bileşenden oluşur: didaktik yapılandırma, kullanma modu ve didaktik performans (Drijvers, 2012). Bu bileşenler (Drijvers vd., 2010) tarafından şöyle tanımlanmaktadır: *Didaktik yapılandırma*, öğretim ortamının ve buna dahil olan araçların yapılandırılmasıdır. Orkestrasyonun müzik metaforu açısından değerlendirildiğinde orkestrada yer alacak müzik aletlerinin seçilmesi ve bunların düzenlenmesi olarak gösterilebilir. *Kullanma modu*, öğretmenin didaktik hedefleri doğrultusunda araçların nasıl kullanılacağına karar vermesidir. Bir görevin yerine getirilmesi sırasında kullanılacak eserlerin olası rollerinin belirlenmesi ve öğrenciler tarafından oluşturulacak şema ve teknikler hakkındaki kararları içerir. Orkestrasyonun müzik metaforunda kullanma modunu ayarlamak, ortaya çıkması beklenen uyumu akılda bulundurarak, söz konusu müzik aletlerinin her birinin rolünün belirlenmesiyle karşılaştırılabilir. *Didaktik performans* ise seçilen didaktik yapılandırma ve kullanma modu ile tasarlanan öğretim planının performansı sırasında verilen anlık kararları içerir. Orkestrasyonun müzik metaforunda didaktik performans, müzikal bir performans olarak görülebilir.

Enstrümantal orkestrasyonda öğrencilerin enstrümantal oluşumlarını gerçekleştirmek amacıyla birçok kullanım şeklinin göz önünde bulundurulması gerekir. Drijvers vd. (2013) sınıf içerisinde öğretmenin teknoloji destekli bir etkinliği sırasında öğrencileri ve teknolojik araçları nasıl yöneteceğine dair farklı yollar tanımlamış ve kullanılabilecek orkestrasyon türlerini özetlemiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Bireysel ve tüm sınıf orkestrasyon türleri (Drijvers vd. (2013)'ten Türkçe'ye aktarılmıştır)

Drijvers vd. (2013) tarafından düzenlenen orkestrasyon türlerinin kısaca tanımları şöyledir:

Teknik Demo: Öğretmen, teknolojik araçların teknik özelliklerini açıklar. Teknik demo orkestrasyonu araca dair tekniklerinin öğretmen tarafından gösterilmesiyle ilgilidir.

Ekranı Açıkla: Öğretmen, bilgisayar ekranındaki eylemleri tüm sınıfa anlatır. Öğrenciler pasif konumdadır.

Ekranı Tartış: Öğretmen, bilgisayar ekranındaki eylemleri tüm sınıfla tartışır. Öğrenciler aktiftir.

Rehberlik Et ve Açıkla: Ekranı açıkla ve Ekranı tartış orkestrasyon türleri arasındadır. Öğretmen aracın ekranını tüm sınıf görecek şekilde yansıtır ve tüm sınıfa rehberlik ederek açıklamalarda bulunur. Açıklamalar teknolojik özelliklerin ötesine geçer ve matematiksel bilgiler içerir.

Ekran ile Tahta Arasında Bağlantı Kur: Öğretmen, tahtada yazılı olan matematiksel açıklamalar ile teknolojik aracın ekranı arasında ilişki kurar.

Yakala ve Göster: Öğretmen, öğrencilerin kendi ekranlarındaki çalışmalarından dikkate değer bulduklarını tüm sınıfa gösterir.

Şerpa Çalışması: Öğretmen, bir öğrenciyi kendi çalışmasını tüm sınıfla paylaşması için tahtaya çağırır. Öğrenci yaptıklarını sunmak veya öğretmenin istediği işlemleri yapmak için teknolojik aracı tüm sınıfın görebileceği şekilde kullanır.

Tahtada Öğretim: Öğretmen, geleneksel anlamda tahtada öğretim gerçekleştirir. Teknolojik altyapı var olmasına rağmen öğretmen kendi inisiyatifiyle teknolojiyi kullanmaz.

Enstrümantal orkestrasyon teorisi öğretmenlerin sınıf içinde teknolojik araçları, sınıf ortamını ve öğrencileri nasıl yönettiğini araştırmak için geliştirilmiştir. Bu çalışma kapsamında ise öğretmen pratiklerinden ziyade öğretmen görüşleri incelendiğinden dolayı enstrümantal orkestrasyon teorisindeki didaktik performans daha farklı bir şekilde ele alınacaktır. *Didaktik performans* seçilen didaktik yapılandırma ve kullanma modu ile tasarlanan öğretim planının performansı sırasında verilen anlık kararları içerirken, bu çalışma kapsamında öğretmenin uygulama sırasında dikkat edeceği hususlara dair görüşleri bağlamında değerlendirilecektir. Bu çalışmanın amacı doğrultusunda

öncelikle öğretmenlerin kullanmayı tercih ettikleri teknolojik araçlar ve teknolojik araç kullanmayı tercih ettikleri matematiksel kavramlar belirlenmiştir. Daha sonra teknoloji entegrasyonu hakkındaki görüşleri enstrümantal orkestrasyon çerçevesi ile incelenmiştir.

Yöntem

Bu çalışma betimsel tarama araştırması ile gerçekleştirilmiştir. Betimsel tarama çalışmaları geniş gruplar üzerinde yürütülen, gruptaki bireylerin görüşleri ve tutumları alınarak olgu ve olayların betimlenmeye çalışıldığı araştırmalardır (Karakaya, 2012). Bu çalışmada matematik öğretmenlerinin teknolojiyi entegre etme şekilleri ve teknoloji kullanımını hakkındaki görüşlerini belirlemek amaçlandığından tarama araştırması yöntemi ile veri toplanmıştır.

Katılımcılar

Araştırmanın evrenini Türkiye’de görev yapan matematik öğretmenleri oluşturmaktadır. Örneklem seçiminde amaçlı örnekleme kullanılmıştır. Amaçlı örnekleme zengin bilgiye sahip olduğu düşünülen durumların derinlemesine çalışılmasına olanak tanınması, olgu ve olayların keşfedilip açıklanmasındaki yararı (Yıldırım ve Şimşek, 2006) nedeniyle tercih edilmiştir. Araştırmada amaçlı örnekleme türlerinden ölçüt örnekleme seçilmiştir. Bu örnekleme yöntemindeki temel anlayış önceden belirlenmiş araştırmacı tarafından oluşturulan veya önceden hazırlanmış bir dizi ölçütü karşılayan durumların çalışılmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Eğitimde teknoloji kullanımını öğretim süreçlerine en sık yansıtılabilen mesleki deneyim aralığının 10 yıl ve daha az olması (Uysal-Kara, 2019) nedeniyle, bu aralık biraz daha genişletilerek, ölçütlerden biri en fazla 15 yıl mesleki deneyime sahip olmak şeklinde belirlenmiştir. Öğretmenlerin teknolojiyi etkili şekilde entegre edebilmelerinde yeterli düzeyde teknolojik ve pedagojik bilgi, inanç ve tutuma sahip olmaları gerektiğinden (Akkoç ve Gülbağcı-Dede, 2019) katılımcıların eğitim fakültesi mezunu olmaları ve öğrenimleri sırasında ‘Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi’ dersini almaları diğer iki ölçüt olarak seçilmiştir. Özel okullarda sağlanan imkanların desteklediği olanaklar yerine devlet okullarının koşullarında öğretmenlerin teknoloji entegrasyon süreçlerini belirlemek amaçlandığından son ölçüt, öğretmenlerin devlet okullarında görev yapıyor olmaları şeklinde tespit edilmiştir. Özetle bu araştırma için belirlenen ölçütler; en fazla 15 yıl mesleki deneyime sahip olmak, eğitim fakültesi mezunu olmak, devlet okulunda görev yapıyor olmak ve üniversite eğitiminde Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi Dersi almış olmak şeklinde belirlenmiştir. Bu ölçütler doğrultusunda ulaşılan öğretmenlere gönüllülük ilkesine göre anket uygulanmıştır. Örneklem 98 ortaokul matematik öğretmeni ve 16 lise matematik öğretmeni olmak üzere toplam 114 matematik öğretmeninden oluşmaktadır. Öğretmenlerin demografik bilgilerine ilişkin frekans ve yüzde değerleri aşağıdaki tablodaki gibidir:

Tablo 1.
Öğretmenlerin Demografik Bilgilerine İlişkin Frekans ve Yüzde Değerleri

Demografik Bilgiler		f	%
Cinsiyet	Kadın	77	67,5
	Erkek	37	32,5
Yaş	20-25	53	46,5
	26-31	53	46,5
	32-37	7	6,1
	38-43	1	0,9
Lisans		96	84,2

Eğitim durumu	Yüksek Lisans	17	14,9
	Doktora	1	0,9
Deneyim Süresi	5 yıldan az	90	78,9
	5-10 yıl	18	15,8
	11-15 yıl	6	5,3
Toplam		114	100

Araştırmaya katılan matematik öğretmenlerinin (n=114) büyük bir kısmını 20-31 yaş aralığındaki öğretmenler oluşturmaktadır. Öğretmenlerin bir kısmının lisansüstü eğitim aldığı görülmektedir (%14,9). 10 yıla kadar mesleki deneyime sahip öğretmenler çoğunluktadır (%94,7).

Veri Toplama Aracı

Veri toplama aracı öğretmenlerin derslerinde teknolojiyi kullanma şekillerini belirlemeyi amaç edinmiş açık uçlu sorulardan oluşan ankettir. Açık uçlu sorular bir taraftan araştırmacıya araştırmak istediği konuyla ilgili esnek bir yaklaşım olanağı sağlarken bir taraftan da incelenen konuyla ilgili önemli değişkenlerin gözden kaçmasını önler (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Anketteki sorular üç bölüme ayrılmıştır. İlk bölümde görev süreleri, öğrenim durumları, öğretmenlik yaptıkları düzey ve aldıkları eğitimler gibi öğretmenlerin demografik özelliklerini belirlemeye yönelik 7 soru yer almaktadır. İkinci bölümde öğretmenlerin derslerinde hangi teknolojik araçları kullandıkları, hangi kavramların öğretilmesinde teknolojik araçları tercih ettikleri ve teknolojik araçları hangi amaçla kullandıklarını belirlemeye yönelik 3 soru yer almaktadır. Son bölümde ise öğretmenlerin matematik derslerinde teknolojiyi nasıl kullandıkları ve teknoloji kullanımına dair görüşlerini belirlemek amacıyla 5 soru yöneltilmiştir. İkinci ve üçüncü bölümlerdeki soruların hazırlanmasında Drijvers ve diğerlerinin (2013) sınıf içerisinde öğretmenin teknoloji destekli bir etkinliği, öğrencileri ve teknolojik araçları nasıl yöneteceğine dair tanımladığı orkestrasyon türleri kuramsal çerçevesinden yararlanılmıştır. Kuramsal çerçeve paralelinde sorular oluşturulurken ifadelerin kolay anlaşılmasına, farklı konuları çağrıştırabilecek genişlikte olmayan nitelikte ve araştırmanın odağına yönelik olmasına, açık uçlu ve yönlendirmeden uzak olmasına dikkat edilmiştir. Sorular bu şekilde hazırlandıktan sonra yazarlar tarafından belli bir zaman geçtikten sonra yeniden değerlendirilmiş, kuramsal çerçeve ve araştırmanın amacına uygunluğu yönünde tekrar değerlendirilerek son şekli verilmiştir. Hazırlanan anket 2016-2017 öğretim yılında araştırmaya katılmayı kabul eden öğretmenlerle online ortamda Google Formlar kullanılarak paylaşılmıştır. Etik ilkeler doğrultusunda, katılımcılara anketin giriş kısmında çalışmanın amacı ile ilgili bilgiler verilmiş, sonuçlar hakkında bilgi edinmek isteyenler için araştırmacılar telefon ve e-posta bilgileri paylaşılmış ve katılımcıların isim yerine rumuz kullanabilecekleri belirtilmiştir.

Veri Analizi

Katılımcıların ankete verdikleri yanıtların analizinde içerik analizi kullanılmıştır. Bu bağlamda öğretmenlerin kullanacakları teknolojik araçları nasıl belirlediklerine yönelik açıklamaları *didaktik yapılandırma*, teknolojik araçları nasıl kullanmayı planladıklarına yönelik açıklamaları *kullanma modu* ve öğretmenlerin sınıf içi uygulamalara yönelik açıklamaları *didaktik performans* olarak kodlanmıştır. Örnek bir veri kodlaması şöyledir;

Didaktik Yapılandırma

Öğretmenlere yöneltilen “eğer teknolojik donanımı olan bir okulda görev yapıyor olsaydınız, işleyişinize teknolojiyi dahil etmede neleri önemser ve dikkate alırdınız?” sorusuna öğretmenlerin

verdikleri “öncelikle kullanacağım teknolojik ürünü iyi kullanıyor olmam gerek” ve “dersimle ilişkilendirebileceğim bir teknoloji olmalı kullandığım, sırf adı için kullanmamalıyım” ifadeleri didaktik yapılandırma olarak kodlanmıştır.

Kullanma Modu

Öğretmenlere yöneltilen “eğer teknolojik donanımı olan bir okulda görev yapıyor olsaydınız, işleyişinize teknolojiyi dahil etmede neleri önemser ve dikkate alırdınız?” sorusuna öğretmenlerin verdikleri “öğrencilerin teknoloji kullanımlarını arttırmaya çalışırdım ve bu süreçte aktif olmalarını sağlardım” ifadesi kullanma modu olarak kodlanmıştır.

Didaktik Performans

Öğretmenlere yöneltilen “Matematik derslerinde teknoloji kullanımının öğrencilere sıkıntı yarattığını düşündüğünüz yönleri var mı? Lütfen açıklayınız” sorusuna cevap olarak verilen “beklenmedik bir teknolojik problem ile karşılaşılması” ve “kolay dikkat dağıtılması” ifadeleri didaktik performans olarak kodlanmıştır.

Çalışmanın geçerlik ve güvenilirliğini arttırmak amacıyla rastgele seçilen on anket iki farklı kodlayıcı tarafından kodlanmış görüş ayrılıkları bir uzmanla tartışılarak kodlamalarda ortak bir anlayış geliştirilmiştir.

Bulgular

Bu bölümde 114 matematik öğretmenin kendilerine yöneltilen ankete verdikleri yanıtlara ait bulgular dört alt başlıkta sunulmuştur. İlk bölümde öğretmenlerin teknolojiyi derslerine entegre ederken tercih ettikleri teknolojik araçlar ele alınmıştır. İkinci bölümde hangi kavramların öğretimi için teknolojiden faydalandıkları sunulmuştur. Daha sonra öğretmenlerin teknolojiyi kullanma şekilleri ve teknoloji destekli matematik öğretime dair düşünceleri ve çekinceleri incelenmiştir.

Matematik öğretmenlerinin teknoloji entegrasyonunda tercih ettiği teknolojik araçlar

Matematik öğretmenlerinin teknolojiyi derslerine entegre etmek için hangi araçları kullandıklarını belirlemek için katılımcılara şu soru yöneltilmiştir: Teknoloji destekli eğitimlerinizde kullanmayı tercih ettiğiniz veya imkânınız olsa tercih edeceğiniz teknolojik araçlar nelerdir? (Teknolojik araç kullanmıyorsanız nedenini lütfen belirtiniz). Elde edilen veriler incelendiğinde matematik öğretmenlerinin derslerinde çok çeşitli teknolojik araçları kullandıkları ya da imkanları olsa kullanmayı düşündükleri belirlenmiştir. Ancak en fazla kullandıkları araçların akıllı tahta ve uygulamaları olduğu görülmektedir. Bu araçların kullanım sıklığının diğerlerinden daha fazla olmasının nedenlerinden biri olarak okullarındaki teknolojik altyapının bu araçlara izin veriyor olması gösterilebilir. Bu görüşe paralel olarak teknoloji kullanmayan matematik öğretmenleri, bunun nedeni olarak yine okullardaki altyapı yetersizliğini göstermektedirler. Bu bağlamda bazı katılımcılar aşağıdaki ifadeleri kullanmışlardır:

MÖ12: “Akıllı tahta aracılığı ile eğitim sitelerindeki dokümanlar ve animasyonlar, okulumdaki mevcut matematik materyalleri, bilgisayar ortamında hazırladığım anlatacağım konuya yönelik çalışma kâğıtları kullanıyorum.” (Akıllı tahta ve uygulamaları)

MÖ2: “Kullanamıyoruz çünkü akıllı tahtamız bile yok. Okulumuzda internet yok sadece materyal kullanabiliyorum” (Okulda teknolojik altyapı ve donanımın olmaması)

Katılımcıların ankete verdikleri yanıtlar Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2.

Matematik Öğretmenlerinin Kullandıkları Teknolojik Araçlar ve Eğer Kullanılmıyorsa Kullanılmama Nedenleri

Kullanılan Teknolojik Araç/Yazılımlar	Frekans	Kullanılmama Nedenleri	Frekans
Akıllı tahta ve Uygulamaları (Antropi, Epic Pan)	77	Okulda teknolojik altyapı ve donanımın olmaması	15
Projeksiyon	21	Lise giriş sınavına hazırlık ve konuların yoğunluğu	1
GeoGebra	17	Teknolojinin eğitim sürecine yarar sağlamayacağı düşüncesi	1
EBA	16	Hizmet-içi eğitim eksikliği	1
Bilgisayar	11		
İnternet Eğitim Portalları (vitamin, morpakampüs)	10		
Geometer's Sketchpad	5		
Cabri	4		
Diğer yazılım ve araçlar (wolframalpha, derive, inspiration, hesap makinesi, cep telefonu vb.)	24		

Tablo 2’de görüldüğü gibi matematik öğretmenlerinin en fazla kullandıkları teknolojik araçlar akıllı tahta ve uygulamalarıdır. Akıllı tahtanın ardından projeksiyon, GeoGebra ve EBA gelmektedir. Bunun yanında bazı öğretmenlerin Cabri, Derive, Inspiration gibi görece az kullanılan teknolojik araçları kullanmaları dikkat çekicidir. Öğretmenlerin teknolojik araç tercihleri ile ilgili diğer bir önemli nokta ise GeoGebra dinamik geometri yazılımının öğretmenler tarafından sıklıkla kullanılmasıdır. Öğretmenlerin GeoGebra’yı ve diğer dinamik geometri yazılımlarını kullanabilmeleri onların yeterli teknolojik bilgiye sahip oldukları ve teknolojik gelişmeleri takip edebildikleri anlamında düşünülebilir. Teknoloji kullanmayan matematik öğretmenlerinin belirttikleri en önemli nokta olarak teknolojik altyapı eksikliği göze çarpmaktadır. Sıklıkla kullanılan teknolojik araçlar ve teknoloji kullanmayan öğretmenlerin yanıtları birlikte düşünüldüğünde öğretmenlerin teknolojik araç tercihlerini etkileyen en önemli noktanın görev yaptıkları okullardaki imkanlar olduğu söylenebilir.

Matematik öğretmenlerinin teknolojik araç kullanmayı tercih ettiği kavramlar

Matematik öğretmenlerinin hangi kavramların öğretiminde teknolojik araç kullanmayı tercih ettiklerini belirlemek için katılımcılara şu soru sorulmuştur: Teknoloji kullanmayı tercih ettiğiniz veya imkânınız olsa tercih edeceğiniz matematik kavramları nelerdir? (Tercihinizi neye göre yaptığınızı da

lütfen açıklayınız). Yanıtlar ışığında öğretmenlerin teknoloji kullanmayı tercih ettikleri matematiksel kavramların genelde geometri kavramları ya da görselleştirilebilen matematik kavramları olduğu görülmektedir. Bazı katılımcıların verdiği yanıtlar şöyledir:

MÖ20: “Önceliğim geometri konuları olurdu. İlk sebebim en çok havada kalan konuların başında geometri konuları geliyor. Öğrenciler somut düşünemiyor. Hayal edemiyorlar. Bu da onları soğutuyor. Anlamaları imkânsız hale geliyor. İkinci sebebim ise zamandan kazanç sağlamak. Şekilleri çizmelerini beklemek (genelde çoğu şekli hiç çizemiyor) dersimin neredeyse yarısını alıyor.” (Geometri konuları, somutlaştırma, zamandan tasarruf sağlama)

MÖ112: “Geometrinin tüm konuları (zaman kazandırması ve bol soru çözümü sağlama açısından). Türev, integral, fonksiyonlar gibi konularda da görsellik katması açısından kavramların daha iyi anlaşılmasını sağlıyor. Ayrıca dönüşümler, yansıma, öteleme konularında daha aktif teknoloji kullanımı planlıyorum.” (Geometri konuları, türev-integral-fonksiyonlar, dönüşümler, zamandan tasarruf sağlama, görselleştirme)

Katılımcıların ankete verdikleri yanıtlar Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tablo 3.

Matematik Öğretmenlerinin Teknolojik Araç Kullanmayı Tercih Ettikleri Matematiksel Kavramlar

Konular	Teknoloji Kullanma Sebepleri	Frekans
Geometri	Görselleştirme	27
	Somutlaştırarak etkili bir öğrenme sağlama	15
	Zamandan tasarruf sağlama	9
	Bol örnek çözebilme	5
	Diğer	4
	Cevapsız	32
Katı cisimler	Görselleştirme	13
	Zamandan tasarruf sağlama	4
	Diğer	5
	Cevapsız	10
Trigonometri	Somutlaştırarak etkili bir öğrenme sağlama	1
	Sebep belirtmeme	2
Limit-Türev-İntegral	Görselleştirme	4
	Etkili bir öğretim yapma	3
	Cevapsız	5
Diğer (Fraktallar, sayılar, kesirler, sayılar, olasılık vb.)	Görselleştirme	10
	Zamandan tasarruf sağlama	6
	Kavram yanılgısı ve öğrenme güçlüğü önleme	2

İlgi çekici hale getirme	2
Derse aktif katılım sağlama	1
Ezberden kurtararak kalıcı bir öğrenme sağlama	1
Cevapsız	8

Tablo 3'te görüldüğü gibi matematik öğretmenlerinin en sık teknolojik araç kullandığı konular geometri ve katı cisimlerdir. Matematik öğretmenleri teknolojik araçları sıklıkla görselleştirme amacıyla kullanmayı tercih etmektedirler. Geometri veya cebir kavramlarının teknoloji ile anlatılmasında görselleştirme ve somutlaştırma amacı ön plana çıkmaktadır. Diğer bir nokta ise zamandan tasarruf sağlama amacıyla teknoloji kullanımınıdır. Katılımcılar sıklıkla teknolojik araçları zamandan tasarruf sağladığı için kullanmayı tercih ettiklerini belirtmişlerdir.

Matematik öğretmenlerinin teknolojiyi kullanma şekilleri ve kullandıkları orkestrasyon türleri

Matematik öğretmenlerinin teknolojiyi derslerinde nasıl kullandıklarını belirlemek amacıyla katılımcılara iki soru yöneltilmiştir:

- Matematik dersinde teknoloji kullanıyorsanız, kullanma şeklinizi (mümkünse örnek vererek) kısaca anlatınız. Donanım eksikliğinden ötürü kullanamıyorsanız, imkânınız olsaydı nasıl kullanmayı seçeceğinizi açıklayınız. Teknoloji kullanımını gereksiz gördüğünüzden kullanmıyorsanız "kullanmıyorum" yazınız.
- Aşağıdaki teknoloji kullanma şekillerinden hangisi veya hangileri sizin kullanımınıza daha yakındır? (Şıklar orkestrasyon türlerini içeren örneklerden oluşmaktadır. Her orkestrasyon türü ile ilgili bir örnek olmak üzere toplam sekiz şık vardır).

Matematik öğretmenlerinin teknolojiyi derslerine entegre ederken kullandıkları yöntemleri belirlemek için katılımcılara "Matematik dersinde teknoloji kullanıyorsanız, kullanma şeklinizi (mümkünse örnek vererek) kısaca anlatınız. Donanım eksikliğinden ötürü kullanamıyorsanız, imkânınız olsaydı nasıl kullanmayı seçeceğinizi açıklayınız. Teknoloji kullanımını gereksiz gördüğünüzden kullanmıyorsanız "kullanmıyorum" yazınız." sorusu yöneltilmiştir. Katılımcıların verdikleri yanıtlar neredeyse tüm matematik öğretmenlerinin teknolojik araç kullandıklarını ya da imkanları olsa kullanmayı düşündüklerini göstermektedir. Matematik öğretmenlerinin genellikle konuyla ilgili soru ve görselleri yansıtmak için teknolojik araç kullandıkları görülmüştür. Bazı katılımcıların verdikleri yanıtlar şöyledir:

MÖ26: Akıllı tahtadan görsel olarak çok faydalanıyorum. Soruları tahtaya yazmak yerine akıllı tahtadan yansıtmak zaman tasarrufu sağlıyor. Yapılan değerlendirme testlerini uygulamalar sayesinde hemen okuyabiliyorum. Ders planlarımı uygulamalarla hep yanımda taşıyabiliyorum. (Soruları tahtaya yansıtmam)

MÖ109: Donanım eksikliğinden kullanamıyorum. Fakat kullansaydım üniversitede mikro öğretimde yaptığımız gibi grafik analiz, GeoGebra vb yazılımlar ile öğrenciyi hem derste aktif kılar hem onlara yazılım üzerinden çalışma sayfaları oluştururdum ki okul dışında da kullanmaya devam etsinler. Sınıf içinde basit ama konuyu özetleyen uygulamalar yaptırırdım mesela sürgü ile fonksiyonlarda tanım-değer kümesi kavramlarını açıklar örneklendirirdim. (Dinamik geometri yazılımları aracılığıyla çizimler yapma ve konu anlatımı)

Katılımcıların verdikleri yanıtlar Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4.
Matematik Öğretmenlerinin Teknolojiyi Kullanım Şekilleri

Teknoloji Kullanma Durumu	Teknolojiyi Kullanma Şekli	Frekans
Kullanıyorum	Konuya ilişkin soruları yansıtma	34
	Konuya ilişkin görseller yansıtma	18
	Konuya ilişkin video izletme	17
	Dinamik geometri yazılımları aracılığıyla çizimler yapma ve konu anlatımı	14
	Öğretmen tarafından hazırlanan sunumlar üzerinden anlatım	13
	Konuya ilişkin animasyonlar izletme	8
	Diğer (dinamik geometri yazılımları ile uygulama yapma, görseller yansıtıp tartışma, video izletme vb.)	15
	Kullanım şekli belirtilmemiş	1
İmkânım kullanırdım	Dinamik geometri yazılımlarını kullanma	7
	Konuya ilişkin soruları yansıtma	6
	Konuya ilişkin video izletme	6
	Öğrencilere dinamik geometri yazılımlarını öğretip, kullanma	5
	Diğer (Akıllı tahta ve kalemli koordineli kullanma, sunumlar üzerinden anlatım vb.)	3
	Kullanım şekli belirtilmemiş	4
Kullanmıyorum		11

Tablo 4'te görüldüğü gibi matematik öğretmenleri teknolojik araçları soruları, görselleri ve sunumları tahtaya yansıtma ya da video izletme şeklinde kullanmaktadırlar. Buradan hareketle matematik öğretmenlerinin genelinde pasif olarak teknolojik araç kullandıkları söylenebilir. Bunun yanında 14 katılımcı dinamik geometri yazılımı ile konu anlattığını belirtmişlerdir. Bu durum az da olsa bazı matematik öğretmenlerinin teknolojik araçları sınıflarında aktif bir şekilde kullandıkları anlamına gelebilir. Bu bağlamda bir katılımcı "*Herhangi bir konunun öğretimini kolaylaştırarak öğrenci öğrenmesine daha iyi hizmet edecek şekilde çizimler, uygulamalar yapıyorum. Bazı etkinlikleri öğrencilerimin adım adım yapmasını isteyerek onların söz konusu kazanıma ulaşmalarını sağlıyorum. Geogebra ve Sketchup'a daha hâkim olduğum için bu yazılımları kullanıyorum*" ifadelerini kullanmıştır. Bazı katılımcılar ise imkanları olmadığı için teknolojiyi kullanmadıklarını belirtmişlerdir. Burada dikkat çeken nokta bu kısımda yer alan birçok katılımcının teknolojiyi aktif bir şekilde kullanmayı düşünmeleridir. Sadece 11 katılımcı teknoloji kullanmayı düşünmediğini belirtirken 31 katılımcı imkânı olmadığı için kullanmadığını eğer yeterli imkân sunulursa teknolojiyi sınıflarında kullanacağını belirtmişlerdir. Fakat kullanan ve kullanmayı düşünenler birlikte incelenirse yine de

matematik öğretmenlerinin dinamik bir teknoloji kullanımı yerine soruları yansıtma ya da video izletme gibi pasif bir kullanım sergilemeyi düşündükleri söylenebilir.

Matematik öğretmenlerinin teknolojiyi derslerine dahil ederken kullandıkları orkestrasyon türlerini belirlemek için katılımcılara orkestrasyon türlerini içeren seçenekler sunulmuş ve “Aşağıdaki teknoloji kullanma şekillerinden hangisi veya hangileri sizin kullanımınıza daha yakındır?” sorusu yöneltilmiştir. Katılımcıların bu soruya verdikleri yanıtlar Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5.

Matematik Öğretmenlerinin Kendilerine Yakın Gördükleri Orkestrasyon Türleri

Orkestrasyon Türleri	Seçenekler	Frekans
Ekran ve Tahta Arasında Bağlantı Kur	Teknolojik araç kullanırken kitapta, öğrenci defterinde ya da tahtada ortaya çıkan matematiksel temsilleri ekran üzerdekilerle ilişkilendiririm.	88
Ekranı Tartış	Öğrencilere rehberlik ederek öğretmen ya da öğrencinin ekranı üzerindeki matematiksel durumlara ilişkin tartışma ortamı oluştururum.	80
Yakala ve Göster	Öğrencilere daha fazla tartışma ortamı yaratmak için öğrencilerin ekranındaki ilginç çalışmalardan/yanıtlarından kasıtlı ve bilinçli olarak yararlanırım.	64
Rehberlik Et ve Açıkla	Çalışan öğrenciler arasında yürür, öğrencilerin gelişmelerini izler ve ihtiyaç duyulduğunda rehberlik ederim.	62
Şerpa Çalışması	Bir öğrencinin kendi çalışmasını teknoloji kullanarak sınıfa sunmasına ve benim yapmasını istediğim eylemleri gerçekleştirmesine imkân tanırım.	54
Ekranı Açıkla	Teknolojik araçlara ilişkin yaptığım açıklamalar teknik detayların ötesine geçer ve matematiksel içeriği kapsar.	43
Teknik Demo	Teknolojik bir aracın kullanımında teknik detayları açıklarım.	24
Tahtada Öğretim	Teknoloji donanımlı sınıf ortamım olsa da kullanmayı tercih etmem.	1

Veriler incelendiğinde katılımcıların *ekran ile tahta arasında bağlantı kur* ve *ekranı tartış* orkestrasyon türlerini sıklıkla tercih ettikleri görülmektedir. Bu durum matematik öğretmenlerinin teknolojik aracı tek başına değil tahta ile etkileşimli bir şekilde kullanmayı düşündükleri şeklinde yorumlanabilir. Bunun yanında katılımcılar birçok orkestrasyon türüne benzer sıklıkla yer verirken *teknik demo* orkestrasyonunu kullanmayı kendilerine yakın görmemektedirler. Teknoloji var olmasına rağmen kullanmamayı tercih eden ise sadece bir katılımcı vardır.

Matematik öğretmenlerinin teknolojinin derslere entegre edilmesine yönelik görüşlerine dair bulgular

Matematik öğretmenlerinin teknolojinin matematik eğitiminde kullanılmasına dair görüşlerini belirlemek amacıyla katılımcılara üç soru yöneltilmiştir:

- Sizce kullanılan teknoloji mi yoksa teknolojinin kullanılma şekli mi matematiksel kavramların anlaşılmasına yardımcı olmaktadır? Neden?
- Matematik derslerinde teknoloji kullanımının öğrencilere sıkıntı yarattığını düşündüğünüz yönleri var mı? Lütfen açıklayınız.
- Eğer teknolojik donanımı olan bir okulda görev yapıyor olsaydınız, işleyişinize teknolojiyi dahil etmede neleri önemser ve dikkate alırdınız?

Matematik öğretmenlerinin teknolojinin matematiksel kavramların anlaşılmasına etkisine yönelik görüşlerini belirlemek amacıyla katılımcılara “Sizce kullanılan teknoloji mi yoksa teknolojinin kullanılma şekli mi matematiksel kavramların anlaşılmasına yardımcı olmaktadır? Neden?” sorusu yöneltilmiştir. Yanıtlar incelendiğinde birçok katılımcının teknolojik aracın kullanım şekline teknolojik aracın seçilmesinden daha fazla önem verdiği belirlenmiştir. Bazı katılımcıların verdikleri yanıtlar şöyledir:

MÖ1: Bence önemli olan teknolojinin kullanım şeklidir. Çünkü bir teknoloji ne kadar kusursuz tasarlanırsa tasarlanırsın, amacına uygun olarak kullanılmadıkça işlevini yerine getiremeyecektir. (Teknolojinin kullanılma şekli)

MÖ12: Ben teknolojiyi kullanma şeklinin matematiksel kavramların anlaşılmasına yardımcı olduğunu düşünüyorum. Örneğin okullardaki akıllı tahtalar son teknolojiyi kullanma imkânı veriyor öğretmenlere ama kimi öğretmen bu tahtayı sadece not defteri amacı ile kullanırken kimisi matematiksel programlar ve yazılımlarla çok daha etkili bir şekilde kullanıyor. Bu yüzden teknolojiyi kullanma şekli önemlidir. (Teknolojinin kullanılma şekli)

MÖ14: Aslında ikisinin de önemli olduğu söylenebilir. Dersin hedefleri doğrultusunda kullanılan teknolojinin seçimi oldukça önemlidir. Bunun yanı sıra bu teknoloji aracılığıyla öğrencinin öğrenmesinde ise teknolojinin kullanım şekli önem kazanmaktadır. Bu noktada öğretmenlere önemli görevler düşmektedir. Öğrenci öğrenmesi ve teknoloji arasındaki arabuluculuk rolü bunlardan biri olarak gösterilebilir. (Her ikisi de etkili)

Katılımcıların bu soruya verdikleri yanıtlar Tablo 6 ‘da gösterilmektedir.

Tablo 6.

Kullanılan Teknoloji ve/veya Teknolojinin Kullanım Şeklinin Matematiksel Kavramların Anlaşılmasına Etkisine Yönelik Görüşler

Görüş	Gerekçe	Frekans
	Uygun teknoloji, amaca yönelik kullanılırsa işlevini yerine getirebilir	31
	İhtiyaç olan durumlarda kullanılmazsa konuyu anlaşılmasız hale getirir	10
Teknolojinin kullanılma şekli	Öğretmenin sahip olduğu teknoloji kullanım bilgisi ile ilişkili	10
	Diğer (kullanım şekli anlaşılmayı arttırır, görselleştirme ile neden sonuç ilişkisi kurulabilir vb.)	15
	Cevapsız	28
Kullanılan teknoloji	Bazı kavramlar için görselleştirme ve somutlaştırmayı sağlayabilme	1

Her ikisi de etkili	Doğru teknolojiyi doğru zamanda ve amaca uygun kullanmak	11
	Kullanma şekli açısından anlaşılır, öğrencinin kullanabileceği düzeyde ve ilgi çekici olmalı	2
	Diğer (somut materyal ve interaktif uygulama olmalı, öğretmen arabulucu olmalı vb.)	3
	Cevapsız	5

Tablo 6 incelendiğinde katılımcıların, teknolojik aracın kullanılma şeklinin teknolojik aracın seçiminden daha önemli olduğunu düşündükleri belirlenmiştir. 114 matematik öğretmeninden 94'ü teknolojik aracın kullanım şeklinin daha önemli olduğunu belirtmişlerdir. Öğretmenlerin bu konu hakkındaki yaygın görüşü, teknolojik aracın ancak amaca yönelik olarak kullanılırsa etkili olacağı yönündedir. Bu anlamda bir katılımcı *“bıçağı sebze doğramak için de cinayet işlemek için de kullanabiliriz”* ifadesini kullanmaktadır. Teknolojinin kullanılma şekline verilen bu önem, öğretmenlerin kullanılan araçla birlikte oluşturulan orkestrasyonun da önemli olduğu görüşüne sahip oldukları şeklinde yorumlanabilir. Aynı zamanda sadece bir katılımcı yalnızca teknolojik aracın önemli olduğunu belirtmiştir.

Matematik öğretmenlerinin teknolojiyi derse entegre etmede dikkat ettikleri durumları araştırmak için katılımcılara *“Eğer teknolojik donanımı olan bir okulda görev yapıyor olsaydınız, işleyişinize teknolojiyi dahil etmede neleri önemser ve dikkate alırdınız?”* sorusu yöneltilmiştir. Katılımcıların yanıtları incelendiğinde öğrencilerin hazır bulunuşluklarının öğretmenlerin en çok dikkat ettikleri nokta olduğu görülmüştür. Katılımcıların verdikleri yanıtlar Tablo 7’de gösterilmektedir.

Tablo 7.

Matematik Öğretmenlerin Teknolojiyi Derslerine Entegre Etmede Dikkat Ettikleri Durumlar

Görüşler	Frekans
Öğrencilerin ilgi ve hazır bulunuşluk düzeyleri	27
Konunun teknoloji kullanımına uygunluğu ve işleme süreci	24
Konuya uygun araç belirleme	20
Öğrencilerin aktif olarak katılabilecekleri bir ortam sağlama	19
Öğrenmeyi kolaylaştıracak şekilde teknoloji kullanımına yer verme	14
Zamandan tasarruf sağlama	11
Kavramları somutlaştırabilme	10
Sınıf mevcudu	7
Diğer (keşfedici etkinliklere yer verme, araçların düzeni, dikkat dağılmasını en aza indirme vb.)	39

Tablo 7 incelendiğinde katılımcıların öğrencilerin hazır bulunuşları, kavramın uygunluğu, doğru aracın belirlenmesi ve sınıf ortamının önemli olduğunu belirttikleri görülmektedir. Buradan hareketle öğretmenlerin enstrümantal orkestrasyon bileşenlerinden didaktik yapılandırmaya özellikle dikkat ettikleri görülebilir. Literatür kısmında detaylı açıklandığı gibi didaktik yapılandırma öğretim ortamının ve buna dahil olan araçların bir yapılandırması olarak ifade edilmektedir. Veriler incelendiğinde katılımcıların *“öğrencilerin ilgi ve hazır bulunuşlukları”, “konuya uygun araç belirleme”*

ve “öğrencilerin aktif olarak katılabilecekleri bir ortam sağlamayı” dikkate alacaklarını belirterek didaktik yapılandırmaya önem verdikleri görülmektedir. Bu bağlamda bazı katılımcılar aşağıdaki ifadeleri kullanmışlardır:

MÖ1: “Öncelikle işlenecek kazanımı dikkate alır ve buna uygun bir araç belirlerdim. Ayrıca öğrencilerin ilgileri-düzeyleri gibi hazır bulunuşluk içerisinde değerlendirilebilecek diğer faktörleri de göz önünde bulundururdum. Buna ek olarak sınıf mevcudu/kazanımı işleme süresi gibi diğer faktörleri de göz önünde bulundurmaya çalışırdım.” (Didaktik yapılandırma)

MÖ54: “Konuya uygunluğunu önemsiyorum. Uygun olmayan bir konuda teknoloji kullanmaya çalıştığımda daha çok yanılgılar ortaya çıkacaktır. Öğrenci seviyesinde olmasına dikkat ederim. Yaş grubunun anlayamayacağı bir teknolojik donanımı tercih etmem” (Didaktik yapılandırma)

Aynı zamanda katılımcılar “teknolojiye, öğrenmeyi kolaylaştıracak şekilde yer verilmesi” ile kullanma modu ve “dikkat dağınıklığını en aza indirecek şekilde araç kullanma” ile de didaktik performansa dikkat edeceklerini belirttiler de frekansları görece düşüktür. Katılımcıların verdikleri yanıtların orkestrasyon süreci bağlamında incelenmesi Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8.

Matematik Öğretmenlerin Teknolojiyi Dahil Etmede Önemledikleri Orkestrasyon Bileşenleri

Orkestrasyon Bileşenleri	Frekans
Didaktik Yapılandırma	114
Kullanma Modu	29
Didaktik Performans	15
Orkestrasyon bileşenleri ile ilgili olmayan durumlar	13

Matematik öğretmenlerinin matematik eğitiminde teknoloji entegrasyonuna yönelik olumsuz düşüncelerini belirlemek amacıyla katılımcılara “Matematik derslerinde teknoloji kullanımının öğrencilere sıkıntı yarattığını düşündüğünüz yönleri var mı? Lütfen açıklayınız.” sorusu yöneltilmiştir. Veriler incelendiğinde katılımcıların birçoğunun teknoloji kullanımının bir sorun oluşturmayacağını düşündüğü görülmektedir. Matematik öğretmenlerinin teknoloji kullanımında en çok sıkıntı çıkaracağını düşündükleri konu ise öğrencilerde dikkat dağınıklığı yaratmasıdır. Bu bağlamda bazı katılımcılar aşağıdaki ifadeleri kullanmışlardır:

MÖ1: Matematiksel teknoloji eğer mümkünse ve anlamlı ise ders sürecine dahil edilmelidir. Öğrenciler için anlamlı olmayacak etkinlikler zorlama bir şekilde ders sürecine entegre edilmeye çalışılmamalıdır. Ayrıca bu materyaller uygulanırken sınıf yönetimi zorlaşabilir. Öğrencilerin derse ilişkin ilgileri farklı yönere kayabilir. Dolayısı ile bu materyaller öğretime dahil edilecekse iyi yapılandırılmış bir plan çerçevesinde ele alınmalıdır. (Sınıf yönetiminin zorlaşması, öğrencilerde ilgi ve dikkat dağınıklığına yol açması)

MÖ76: Öğrenciye her şey hazır sunulduğu için düşünme ve yazmada tembelliğe teşvik ediyor olabilir tabii bu durum konudan konuya değişir de. (Öğrencileri tembelliğe alıştıрма)

Katılımcıların verdikleri yanıtlar Tablo 9’da gösterilmektedir.

Tablo 9.

Matematik Öğretmenlerinin Teknolojiyi Derslerine Entegre Etmede Sıkıntı Oluşturacağına Düşündükleri Durumlar

Görüşler	Frekans
Bir sorun/sıkıntı oluşturmaz	31
Teknolojinin öğrencilerde ilgi ve dikkat dağınıklığına yol açması	26
Bazı teknolojik araçların kullanışsız ve karmaşık oluşu	9
Öğrencileri tembelliğe alıştırması	9
Teknoloji entegresinin sınıf yönetimini zorlaştırması	8
Öğrencinin aktif olmadığı bir öğretim tasarımının, etkili olmayan bir sürece yol açması	8
Teknolojinin bir araçtan çok amaca dönüşmesi	8
Diğer (öğrencilerin teknoloji konusunda yetersizliği, teknolojinin zorlaştırıcı olabilmesi, zaman alıcı olması, öğrenciler tarafından farklı amaçlarla kullanılabilmesi vb.)	32

Tablo 9 incelendiğinde katılımcıların çoğunluğunun teknolojinin herhangi bir sıkıntı yaratmayacağı yönünde görüş bildirdikleri görülmektedir. Ancak benzer çoğunluk teknolojinin öğrencilerde ilgi ve dikkat dağınıklığına yol açacağı düşüncesinde de vardır. Buradan hareketle matematik öğretmenlerinin gördükleri en büyük sorunlardan birinin öğrencilerinin dikkatlerinin dağılması olduğu söylenebilir. Teknolojik araçların kullanışsız oluşu, öğrencileri tembelliğe alıştırması ve sınıf yönetiminin zorlaşması ise diğer göze çarpan sorunlardır.

Orkestrasyon bağlamında incelendiğinde daha önceki çıkarımlarla paralel olacak şekilde katılımcıların en büyük sorununun didaktik performans sürecinde olduğu görülmektedir. Bu bağlamda bir katılımcı şu ifadeleri kullanmaktadır:

MÖ14: Teknolojinin dersin hedeflerine ulaştıracak şekilde bir arabulucu olarak kullanımı on planda olmalıdır. Aksi halde tamamen pragmatik bir yaklaşımla kullanılan teknoloji öğretmenin isini kolaylaştırmaktan çok öteye geçmez ve istenilen amaçlara da tamamen ulaşamaz. Örneğin sadece PowerPoint kullanımı öğretmen açısından dersin daha iyi organize edilmesini sağlayabilir ancak öğrencilerin aktif olmaması dersi sıkıcı hale getirilebilir. Ayrıca uygun yazılımlar kullanılsa bile her öğrenci de olmaması sebebiyle yine istenen amaçlara ulaşamayabilir. (Didaktik performans)

Katılımcılarının belirttikleri sorunların orkestrasyon bağlamında incelenmesi Tablo 10’da gösterilmektedir.

Tablo 10.

Matematik Öğretmenlerinin Teknolojiyi Derslerine Entegre Etmede Sıkıntı Oluşturacağını Düşündükleri Orkestrasyon Bileşenleri

Orkestrasyon Bileşenleri	Frekans
Didaktik Performans	53
Kullanma Modu	23
Didaktik Yapılandırma	12
Orkestrasyon süreçleriyle bağlantılı olmayan nedenler	12
Bir sorun/sıkıntı oluşturmaz	31

Veriler incelendiğinde katılımcıların birçoğunun “teknolojinin öğrencilerde ilgi ve dikkat dağınıklığına yol açması” ve “teknolojinin sınıf yönetimini zorlaştırması” gibi görüşler bildirerek orkestrasyon bileşenlerinden didaktik performansa odaklandığı görülür. Kullanma modu ise didaktik performans kadar olmasa da diğer bir sorun çıkması beklenen süreçtir. Katılımcılar “Öğrencinin aktif olmadığı bir öğretim tasarımının, etkili olmayan bir sürece yol açması” gibi yorumlar yaparak orkestrasyonun kullanma modu sürecine odaklandıkları görülür. En az sorun yaşanacağı düşünülen kısım ise didaktik yapılandırma sürecidir. Katılımcılar “öğrencilerin teknoloji bilgilerinin yetersiz oluşu” gibi ifadelerle didaktik yapılandırmaya odaklanmışlardır. Ancak bu sürece diğerlerine göre daha az dikkat edilmiştir. Buradan hareketle katılımcıların didaktik yapılandırma ve kullanma modları iyi belirlense bile didaktik performans aşamasında sorunların yaşanabileceğini düşündükleri söylenebilir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmanın amacı, matematik öğretmenlerinin teknolojik araçların matematik eğitimine dahil edilmesi ile ilgili görüşlerini, mevcut deneyimlerine dayanarak teknolojik araç tercihlerini nasıl yaptıklarını ve kullanım şekillerini enstrümantal orkestrasyon bağlamında ele almaktır. Dolayısıyla bu çalışma ile teknolojinin matematik eğitime entegrasyonu öğretmen-araç bağlamında ele alınarak literatüre katkı sağlaması düşünülmektedir.

Çalışmanın amacı doğrultusunda matematik öğretmenlerinin kullandıkları teknolojik araçlar ve bu araçları kullanım amaçları incelenmiştir. Çalışma sonunda elde edilen bulgular Wachira ve Keengwe'nin (2011) ve Ertmer, Paul, Molly, Eva ve Denise (1999) çalışmalarına paralel olarak öğretmenlerin araç seçimlerini etkileyen en önemli etmenin teknolojik imkân ve yetersizlikler olduğunu göstermiştir. Akıllı tahta ve projeksiyon cihazı gibi neredeyse her sınıfta bulunan teknolojik araçların öğretmenler tarafından sıklıkla kullanıldığı belirlenmiştir. Bu durum aynı zamanda Bauer ve Kenton (2005) tarafından belirtilen “yazılıma erişim kolaylığının teknolojiyi kullanma kararındaki belirleyici faktörlerden biri olduğu” düşüncesiyle de paralellik göstermektedir. Aynı zamanda Manoucherhri (1999) çalışmasında, öğretmenlerin teknolojiyi derslerine entegre etmek istememelerinin bir nedeni olarak teknolojiye yeterince hâkim olmadıkları ortaya konmuştur. Bu sonuca paralel olarak çok az tercih edildiği gözlemlenen bazı teknolojik araçlarının tercih edilmeme nedeninin öğretmenlerin bu araçlara hâkim olmadıkları olduğu düşünülebilir. Öğretmenlerin araç seçimini etkileyen bir diğer nokta ise öğretmenlerin, teknolojik olanakların yanında sınıf mevcudu ve öğrencilerin teknoloji bilgileri gibi birçok farklı etkenin belirleyici olduğudur.

Bu çalışmanın diğer bir sonucu matematik öğretmenlerinin bazı kavramların anlatımında teknolojik araçların kullanımının daha etkili olacağını düşünmeleridir. Matematik öğretmenleri

geometri, katı cisimler ya da türev gibi görselleştirilebilir kavramların anlatımında teknolojik araçların kullanımının daha etkili olacağını düşünmektedirler. Ancak bu çıkarımın daha önce belirlenen teknolojik araç seçimiyle birlikte ele alınması doğru olacaktır. Öğretmenlerin görselleştirilebilir kavramların anlatımında teknolojik araç kullanmanın etkili olacağını düşünmeleri onların görselleştirme yapan teknolojik araçlar seçmelerine neden oluyor olabilir. Başka bir deyişle didaktik yapılandırma teknolojik araçların görselleştirme özelliği önemli bir rol oynamıştır. Teknolojik araçların seçiminde belirleyici olan bir diğer nokta ise zamandan tasarruf sağlama düşüncesi ve bol örnek çözmek için teknolojik araç kullanma fikirleridir. Öğretmenler teknolojik araçları öğrencilerin öğrenmelerine katkı sağlamanın yanında kendi öğretmenlik deneyimlerine yardımcı olma amacıyla da kullanmaktadırlar.

Çalışma sonucunda matematik öğretmenlerinin, araçları genellikle pasif olarak kullandıkları ortaya çıkmıştır. Matematik öğretmenleri genellikle araçları soruları ve görselleri yansıtmaya ya da video izletme gibi üzerinde dinamik olarak değişikliğin yapılmayacağı şekilde kullanmaktadırlar. Ancak yine bu durumun seçilen araç ve seçilen kavram ile bağlantılı olabileceği unutulmamalıdır. Ellerinde sadece video izletebileceği bir teknolojik aracı kullanma imkânı varsa öğretmenden dinamik bir ders anlatımı beklenemez. Bu nedenle sonraki çalışmalarda öğretmenlerin araç seçimi (didaktik yapılandırma), kavram seçimi ve araç kullanımı (kullanma modu) arasındaki ilişki araştırılabilir. Öğretmenlerin teknolojik araçları kullanım şekilleri ayrıca onların teknolojiyi derslere entegre etme konusundaki düşünceleriyle de paralellik göstermektedir. Çalışma sonucunda matematik öğretmenlerinin teknoloji entegrasyonu ile kavramların somutlaştırılabildiğini ve öğrencilerin ezberden uzaklaştıklarını düşündükleri belirlenmiştir. Öğretmenler bu düşünceler ile paralel olacak şekilde teknolojik araçları görselleştirme ve somutlaştırma amacıyla kullanmaktadırlar.

Çalışmada matematik öğretmenlerinin, derslerinde teknolojik araçları *ekranı tartış ve ekran ile tahta arasında bağlantı kur* orkestrasyon türleriyle kullanmanın kendilerine daha uygun olduğunu düşündükleri belirlenmiştir. Buradan öğretmenlerin teknolojik aracı öğrencilerin de kullanacakları ya da öğrencilerin de ellerinde teknolojik araçların olduğu bir sınıf düzeni yerine sadece öğretmenin kendisinin teknoloji kullanacağı bir ortamın kendileri için daha iyi olacağını düşündükleri çıkarımı yapılabilir. Bu çıkarım çalışmanın bir diğer sonucu olan “öğretmenlerin teknolojik araçların öğrencilerin ilgi ve dikkatlerini dağıttığı” düşüncesi ile paralellik gösterir. Çalışma sonucunda matematik öğretmenleri teknolojinin dikkat dağıtabileceğini ve öğrenciler tarafından amaçları dışında kullanılabileceğini düşündükleri görülmüştür. Öğretmenlerin bu çekinceleri öğrencilerin teknolojik aracı kullandığı ve aktif oldukları bir ders yerine öğrencilerin geleneksel ders anlatımına benzer bir pozisyonda olmasını istedikleri düşünülebilir. İleriki çalışmalarda öğretmenin orkestrasyon seçimleri ile teknolojinin derslere nasıl entegre edileceğine dair çekincelerinin ilişkisi araştırılabilir. Ayrıca gerek öğretmenlerin teknoloji entegrasyonuna dair mesleki gelişimini hedefleyen hizmet içi eğitimlerde gerekse de öğretmen adaylarının hizmet öncesi eğitimlerinde tüm orkestrasyon türleri tanıtılıp öğrencilerin de etkin kullanıcı oldukları bir sınıf ortamı oluşturma noktasında öğretmen ve öğretmen adaylarına destek olunabilir.

Çalışmada öğrenci hazır bulunuşluğu, uygun araç seçimi ve uygun sınıf ortamının matematik öğretmenleri tarafından teknoloji entegrasyonu için en önemli unsurlar olarak görüldüğü belirlenmiştir. Bu durum orkestrasyon bileşenleri bağlamında ele alındığında, öğretmenlerin orkestrasyon bileşenlerinden özellikle didaktik yapılandırma sürecine önem verdikleri şeklinde yorumlanabilir. Aynı zamanda öğrencilerin dikkatlerinin dağılabileceği düşüncesi, matematik öğretmenlerinin teknoloji entegrasyonunda en çok sıkıntı yaratacağını düşündükleri durum olarak ortaya çıkmaktadır. Orkestrasyon bileşenleri bağlamda ele alındığında öğretmenlerin teknoloji entegrasyonunda en çok sıkıntı yaşayacaklarını düşündükleri kısımların didaktik performans bileşenine işaret eden kısımlar olduğu görülmektedir. Yani öğretmenlerin en önemli gördükleri yerler orkestrasyon sürecinin uygulama içermeyen kısımları iken en çok sorun çıkmasını bekledikleri yerler

uygulamaya yönelik süreçlerdir. Daha önceki çalışmalar öğretmenlerin teknoloji hakkındaki içsel engellerinin onların teknoloji destekli eğitime dair kararlarında etkin olduğunu göstermektedir (Ertmer vd., 1999; Ertmer, 2005; Norton, McRobbie ve Cooper, 2000). Bu bağlamda düşünülürse yukarıda belirtilen matematik öğretmenlerin önem verdikleri ve çekindikleri durumların onların teknoloji entegrasyonlarını etkileyeceği beklenebilir.

Genel bir ifadeyle matematik öğretmenlerinin teknolojinin derse entegre edilmesi sırasında hazırlık aşamasını (araçların seçimi, sınıf ortamının düzenlenmesi gibi) çok önemsedikleri ancak yine de en çok sorun çıkarabilecek kısımların uygulama kısımları (dikkat dağınıklığı, istenmeyen sonuçlar ortaya çıkarabilmesi) olduğunu düşündükleri görülmüştür. Bu anlamda enstrümantal orkestrasyon teorik çerçevesinin öğretmenlerin araç seçimleri, araç kullanımları ve teknoloji entegrasyonu hakkındaki görüşlerinin incelenmesinde yardımcı olduğu görülmektedir. Bu noktada araştırmacılara matematik öğretmenlerinin didaktik performans bağlamında endişe duydukları noktaları bu çalışmada kullanılan anket aracılığıyla belirlemeleri ve öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarını inceleyerek endişe duydukları noktalardaki gelişmelerini takip etmeleri önerilebilir. Clark-Wilson ve Noss (2015) bir öğretmenin matematik içerikli teknolojileri kullanarak anlattığı bir derste deneyimlediği ve öğretimi kesintiye uğratan olayları hizmet içi eğitimlerin tasarım ilkelerini belirlemek için kullanmıştır. Bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Kaynakça

- Abelson, H. ve DiSessa, A. A. (1986). *Turtle geometry: The computer as a medium for exploring mathematics*. London: MIT press.
- Akkoç, H. (2008). Kavramsal anlama için matematik eğitiminde teknoloji kullanımı. M. F. Özmantar, E. Bingölbali ve H. Akkoç (Ed), *Matematiksel kavram yanılgıları ve çözüm önerileri* içinde (s. 361-392). Ankara: PegemA.
- Akkoç, H. ve Dede, H. G. (2019, Nisan). Understanding preservice mathematics teachers' technology use: Some pedagogical issues. *RAIS Conference Proceedings-The 12th International RAIS Conference on Social Sciences & Humanities* içinde. New Jersey. Erişim adresi <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3388014> (13.09.2021).
- Artigue, M. (2000). Instrumentation issues and the integration of computer technologies into secondary mathematics teaching. *Proceedings of the Annual Meeting of the GDM* içinde. Potsdam. Erişim adresi SUB Göttingen - Proceedings of the Annual Meeting of the GDM - Selected Papers from the Annual Conference on Didactics of Mathematics, Potsdam, 2000 (gwdg.de) (13.09.2021).
- Artigue, M. (2002). Learning mathematics in a CAS environment: The genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7(3), 245-274.
- Bokhove, C. ve Drijvers, P. (2012). Effects of a digital intervention on the development of algebraic expertise. *Computers ve Education*, 58(1), 197-208.
- Borko, H., Whitcomb, J. ve Liston, D. (2009). Wicked problems and other thoughts on issues of technology and teacher learning. *Journal of Teacher Education*, 60(1), 3-7.
- Bray, A. ve Tangney, B. (2017). Technology usage in mathematics education research—A systematic review of recent trends. *Computers & Education*, 114, 255-273.
- Burrill, G., Allison, J., Breaux, G., Kastberg, S., Leatham, K. ve Sanchez, W. (2002). *Handheld graphing technology in secondary mathematics*. Lansing: MI: Michigan State University.
- Clark-Wilson, A. ve Noss, R. (2015). Hiccups within technology mediated lessons: A catalyst for mathematics teachers' epistemological development. *Research in Mathematics Education*, 17(2), 92-109.
- Dillenbourg, P. ve Jermann, P. (2010). Technology for classroom orchestration. M. S. Khine e I. M. Saleh (Ed.). *New science of learning: Cognition, computers and collaboration in education* içinde (s. 525-552). New York, London: Springer.
- Doerr, H. M. ve Zangor, R. (2000). Creating meaning for and with the graphing calculator. *Educational Studies in Mathematics*, 41(2), 143-163.
- Drijvers, P. (2012). Teachers transforming resources into orchestrations. G. Gueudet, B. Pepin ve L. Trouche (Ed.). *From text to "lived" resources: Mathematics curriculum materials and teacher development* içinde (s. 265-281). New York, NY: Springer.
- Drijvers, P. (2015). Digital technology in mathematics education: Why it works (or doesn't). S. J. Cho (Ed.). *Selected regular lectures from the 12th international congress on mathematical education* içinde (s. 135-151). Cham: Springer International Publishing.
- Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P. ve van Gisbergen, S. (2009, Ocak). Instrumental orchestration: Theory and practice. *Proceedings of the sixth congress of the European Society for Research in Mathematics Education* içinde (s. 1349-1358). *CERME6 (ens-lyon.fr)* (13.09.2021).
- Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Reed, H. ve Gravemeijer, K. (2010). The teacher and the tool: Instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. *Educational Studies in mathematics*, 75(2), 213-234.
- Drijvers, P., Tacoma, S., Besamusca, A., Doorman, M. ve Boon, P. (2013). Digital resources inviting changes in mid-adopting teachers' practices and orchestrations. *ZDM*, 45(7), 987-1001.
- Drijvers, P. ve Trouche, L. (2008). From artifacts to instruments: A theoretical framework behind the orchestra metaphor. *Research on technology and the teaching and learning of mathematics*, 2, 363-391.
- Egenfeldt-Nielsen, S. (2011). *Beyond edutainment: Exploring the educational potential of computer games*. (Doktora Tezi). IT: University of Copenhagen. Erişim adresi (PDF) Beyond Edutainment Exploring the Educational Potential of Computer Games (researchgate.net) (13.09.2021).
- Ertmer, P. A., Paul, A., Molly, L., Eva, R. ve Denise, W. (1999). Examining teachers' beliefs about the role of technology in the elementary classroom. *Journal of research on Computing in Education*, 32(1), 54-72.

- Ertmer, P. A. (2005). Teacher pedagogical beliefs: The final frontier in our quest for technology integration?. *Educational technology research and development*, 53(4), 25-39.
- Guin, D. ve Trouche, L. (1998). The complex process of converting tools into mathematical instruments: The case of calculators. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 3(3), 195–227.
- Guin, D. ve Trouche, L. (2002). Mastering by the teacher of the instrumental genesis in CAS environments: Necessity of instrumental orchestrations. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 34(5), 204–211.
- Haspekian, M. (2005). An “instrumental approach” to study the integration of a computer tool into mathematics teaching: The case of spreadsheets. *International journal of computers for mathematical learning*, 10(2), 109-141.
- Hazzan, O. (2000). Attitudes of prospective high school mathematics teachers towards integrating information technologies in their future teaching. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* içinde (s. 1582-1587). Waynesville, NC USA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). Erişim adresi <https://www.learntechlib.org/primary/p/15870/> (13.09.2021).
- Heid, M. K. (1988). Resequencing skills and concepts in applied calculus using the computer as a tool. *Journal for Research in Mathematics Education*, 19(1), 3-25.
- Hoyles, C., Kieran, C., Rojano, T., Sacristán, A. I. ve Trigueros, M. (2020, Ekim). Reflections on digital technologies in mathematics education across cultures. *Mathematics Education Across Cultures: Proceedings of the 42nd meeting of PME-NA* içinde (s. 69-92). Mexico. Erişim adresi Reflections on digital technologies in mathematics education across cultures (cinvestav.mx) (13.09.2021).
- International Society for Technology in Education. (2002). *National educational technology standards for teachers: Preparing teachers to use technology*. Eugene, Oregon. Erişim adresi: We are ISTE | ISTE (13.09.2021)
- Karakaya, İ. (2012). Bilimsel araştırma yöntemleri. A. Tanrıoğen (Ed.). *Bilimsel araştırma yöntemleri* içinde Ankara: Anı.
- Kersaint, G. (2007). Toward technology integration in mathematics education: A technology-integration course planning assignment. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 7(4), 256-278.
- Kersting, N. (2008). Using video clips of mathematics classroom instruction as item prompts to measure teachers' knowledge of teaching mathematics. *Educational and Psychological Measurement*, 68(5), 845–861.
- Kieran, C. ve Drijvers, P. (2006). The Co-Emergence of Machine Techniques, Paper-and-Pencil Techniques, and Theoretical Reflection: A Study of Cas use in Secondary School Algebra. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 11(2), 205–263.
- Koehler, M. ve Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary issues in technology and teacher education*, 9(1), 60–70.
- Koyunkaya, M. Y. ve Taşdan, B. T. (2019). Matematik öğretmen adaylarının ders planlarının teknoloji entegrasyonu açısından değerlendirilmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20, 1137-1166.
- Lagrange, J. B. (2005). Transposing computer tools from the mathematical sciences into teaching. Guin, D., Ruthven, K., Trouche, L. (Ed.), *The didactical challenge of symbolic calculators* içinde (s. 67-82). Boston, MA: Springer.
- Lagrange, J. B., Artigue, M., Laborde, C. ve Trouche, L. (2001, Temmuz). A meta study on IC technologies in education. Towards a multidimensional framework to tackle their integration. *PME Conference* içinde (s. 1-111). Utrecht. Erişim adresi A meta study on IC Technologies in Education (unige.it) (10.06.2020).
- Lagrange, J. B., Artigue, M., Laborde, C. ve Trouche, L. (2003). Technology and mathematics education: A multidimensional study of the evolution of research and innovation. Bishop, A., Clements, M.A.K., Keitel-Kreidt, C., Kilpatrick, J., Leung, F.K.-S. (Ed.), *Second international handbook of mathematics education* içinde (s. 237-269). Springer, Dordrecht.
- Manoucherhri, A. (1999). Computers and school mathematics reform: Implications for mathematics teacher education. *Journal of computers in mathematics and science teaching*, 18(1), 31-48.
- McCulloch, A. W., Hollebrands, K., Lee, H., Harrison, T. ve Mutlu, A. (2018). Factors that influence secondary mathematics teachers' integration of technology in mathematics lessons. *Computers & Education*, 123, 26-40.
- Mariotti, A. (2002). The influence of technological advances on students' mathematics learning. English, D, L. (Ed.), *Handbook of international research in mathematics education* içinde, 695–723. New york.

- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2013). *Ortaöğretim matematik (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) dersi öğretim programı*. Ankara: Yazar.
- Monaghan, J. (2004). Teachers' activities in technology-based mathematics lessons. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 9(3), 327–357.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Norton, S., McRobbie, C. J. ve Cooper, T. J. (2000). Exploring secondary mathematics teachers' reasons for not using computers in their teaching: Five case studies. *Journal of research on computing in education*, 33(1), 87-109.
- Noss, R. ve Hoyles, C. (1996). *Windows on mathematical meanings: Learning cultures and computers* (Vol. 17). Springer Science & Business Media.
- Noss, R., Hoyles, C., Saunders, P., Clark-Wilson, A., Benton, L. ve Kalas, I. (2020). Making constructionism can work: The story of ScratchMaths. Holbert, N., Berland, M., Kafai, Y.B. (Ed.), *Designing Constructionist Futures içinde* (s. 39-53). Lonfon: MIT Press.
- Ozdemir Erdoğan E. (2016). Enstrümental oluşum teorisi. E. Bingölbali, S. Arslan ve İ.Ö. Zembat (Ed.). *Matematik eğitiminde teoriler içinde* (s. 803-818). Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Ozdemir Erdoğan E., Dur Z. ve Özkale A. (2018, Mayıs) Teknoloji destekli matematik öğretim ortamlarının enstrümental orkestrasyon perspektifi ile incelenmesi. 5. *International Eurasian Educational Research içinde*, Erişim adresi: TEKNOLOJİ-DESTEKLI-MATEMATİK-OeGRETİM-ORTAMLARININ-ENSTRUEMANTAL-ORKESTRASYON-PERSPEKTIFI-ILE-INCELENMESI.pdf (researchgate.net) (13.09.2021)
- Papert, S. A. (2020). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic books.
- Penglase, M. ve Arnold, S. (1996). The graphics calculator in mathematics education: A critical review of recent research. *Mathematics Education Research Journal*, 8(1), 58–90.
- Rabardel, P. ve Samurçay, R. (2001, Mart). From artifact to instrument-mediated learning. *Symposium on New challenges to research on Learning içinde* (s. 21-23). Helsinki. Erişim adresi 2001-Rabardel-Samurçay-Challenges Research on Learning.pdf (13.09.2021)
- Ruthven, K. (2018). Instructional activity and student interaction with digital resources. Fan, L., Trouche, L., Qi, C., Rezat, S., Visnovska, J. (Ed.), *Research on mathematics textbooks and teachers' resources içinde* (s. 261-275). Springer, Cham.
- Shvarts, A., Alberto, R., Bakker, A., Doorman, M. ve Drijvers, P. (2021). Embodied instrumentation in learning mathematics as the genesis of a body-artifact functional system. *Educ Stud Math* 107 içinde (s. 447–469). Erişim adresi <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10053-0> (13.09.2021).
- Tabach, M. (2013). Developing a general framework for instrumental orchestration. B. Ubuz, C. Haser ve M. A. Mariotti (Ed.). *Proceedings of the eighth congress of the European society for research in mathematics education: CERME 8. içinde* (s. 2744–2753). Ankara, Turkey: Middle East Technical University, Publisher.
- Trouche, L. (2004). Managing the Complexity of human/machine interactions in computerized learning environments: Guiding students' command process through instrumental orchestrations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 9(3), 281–307.
- Uysal, M. (2019). *Mesleki ve teknik anadolu lisesinde çalışan öğretmenlerin eğitimde teknoloji kullanım tutumları ve bireysel yenilikçilik düzeylerinin incelenmesi: Küçükçekmece örneği*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Verillon, P. ve Rabardel, P. (1995). Cognition and artifacts: A contribution to the study of thought in relation to instrumented activity. *European Journal of Psychology of Education*, 10(1), 77–101.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2006). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Wachira, P. ve Keengwe, J. (2011). Technology integration barriers: Urban school mathematics teachers perspectives. *Journal of science education and technology*, 20(1), 17-25.
- Wijers, M., Jonker, V. ve Drijvers, P. (2010). MobileMath: Exploring mathematics outside the classroom. *ZDM*, 42(7), 789-799.