

Farklı Öğretim Yöntemleri ve Sınıf Seviyesine Göre Öğretmen Adaylarının TPAB Analizi¹

Didem Akyüz²

Öz: Matematik eğitiminde teknoloji kullanımının önemi birçok çalışma tarafından ortaya konmaktadır. Etkili bir teknoloji kullanımının öğrencilerin matematiği kavramsal olarak anlamasında yardımcı olduğu tespit edilmiştir. Ancak teknolojiyi etkili bir şekilde kullanmak için teknolojik bilginin tek başına yeterli olmadığı, teknolojik bilginin pedagojik ve alan bilgisi ile birleştirildiği taktirde gerçek bir fayda sağlayacağı öne sürülmüştür. Bu üç bilgi türünü etkin bir şekilde birleştiren bir öğretmenin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisine (TPAB) sahip olduğu söylenebilir. Öğretmenlerin güçlü bir TPAB'a sahip olabilmeleri için öğrencilikleri döneminde bu bilgi türünü destekleyen dersler almaları önemlidir. Ancak teknoloji ile matematik eğitimi birleştiren bir ders alan her öğrencinin (öğretmen adayının) TPAB'a sahip olduğunu söylemek mümkün müdür? Bu çalışmada "Geometriyi Dinamik Geometri Uygulamaları ile Keşfetme" adındaki ders kapsamında 5 farklı dönemde ve farklı öğretim yöntemleri ile alan toplam 80 öğretmen adayının TPAB düzeyine ulaşip ulaşmadığı incelenmektedir. Öğrencilerin sınıf seviyesinin ve takip edilen öğretim yönteminin TPAB'e olan etkisi araştırılmaktadır. Bu amaçla Bowers ve Stephens (2011) tarafından önerilen öğretmen adayları için matematik derslerini şekillendirme teorik çerçevesi uyarlanarak kullanılmıştır. Buna göre birçok öğrencinin TPAB seviyesine ulaşmadığı daha çok Teknolojik Alan Bilgisi (TAB) düzeyinde kaldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca izlenen öğretim yönteminin ve öğrencilerin sınıf düzeyinin de TPAB üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlar teknolojik pedagojik alan bilgisini geliştirmeye yönelik bir ders içeriğinin nasıl olması gerektiğine dair çıkarımlar yapmaya olanak tanımıştır.

Anahtar Kelimeler: Matematik eğitimi, TPAB, öğretmen adayları, Geogebra

DOI: 10.16949/turcomat.75768

Abstract: The importance of the use of technology in mathematics education has been demonstrated by many studies. Effective use of technology has been found to support the conceptual understanding of students. However, it is also found that, having only technological knowledge is not sufficient for using technology effectively in teaching mathematics; technological knowledge must be supported by pedagogical and content knowledge as well. It is stated that a teacher who effectively integrates these three types of knowledge has technological pedagogical content knowledge (TPACK). In order for teachers to acquire this knowledge, it is important for them to take courses that support TPACK during their pre-service training. However, the type of instruction that they receive during such a course may have an impact on whether they actually acquire TPACK or not. In this study, we investigate a total of 80 pre-service teachers who took a class called "Exploring Geometry with Dynamic Geometry Applications" with different types of instruction over the course of 5 semesters. The participants involved a mixed group of junior, senior, and graduate students which allowed us to analyze the effect of class level and the type of instruction in the student's ability to acquire TPACK. To analyze the students' TPACK level, we performed document analysis using the theoretical framework developed by Bowers and Stephens after reinterpreting it based on the literature and the data collected during this study. It was found that the majority of the graduate students achieved Technological Content Knowledge (TCK). Additionally, it was observed that the type of instruction as well as students' class level is important in developing TPACK. The obtained results allow us to make conclusions about how the contents and the instruction method of a course should be designed such that it better promotes TPACK achievement.

Keywords: Mathematics education, TPACK, teacher candidates, Geogebra

[See Extended Abstract](#)

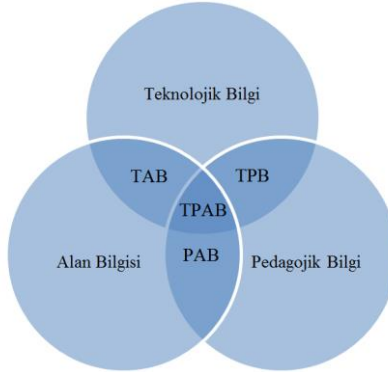
¹Bu çalışma 2. Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Sempozyumu'nda sunulan bildirinin genişletilmiş halidir.

²Doç. Dr., Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Matematik Eğitimi, dakyuz@metu.edu.tr

1. Giriş

Yapılan çalışmalar akıllı tahtalar, simülasyonlar, sanal manipülatifler ve dinamik yazılım programları gibi eğitimde kullanılan teknolojik materyallerin öğrenim ve öğretimi desteklediğini göstermektedir (Kim & Baylor, 2008). Teknoloji uygun bir şekilde kullanıldığında öğrencilerin matematiği kavramsal olarak anlamasına yardımcı olduğu birçok çalışmada ortaya konmuştur (Hollebrands, 2007; Kaput & Thompson, 1994; Peressini & Knuth, 2005). Özellikle bilgisayar-destekli öğretimin geleneksel yöntemle göre öğrencilerin konuları daha kolay anlamalarını sağladığı ve daha etkili olduğu gösterilmiştir (Aktümen ve Kaçar, 2003; Baki, 2001; Güven ve Karataş, 2003). Bilgisayar ortamında kullanılan yazılımlar arasında geometri öğretiminde en yaygın olarak kullanılan ve bu çalışmanın da konusunu oluşturan araçlardan birisi dinamik geometri yazılımlarıdır (Whiteley, 2000). Bu yazılımların temel özelliği oluşturulan şekillerin kenar ya da köşe noktalarından çekilerek üzerlerinde değişiklikler yapılabilmesine olanak tanınması ve böylece öğrencilerin oluşturdukları şekillerin özelliklerini daha iyi kavrayabilmelerine yardımcı olmasıdır (Zbiek, Heid, Blume, & Dick, 2007).

Günümüzde teknolojinin artan bir şekilde sınıfta yer almasıyla öğretmenlerin pedagojik ve alan bilgisinin yanında teknoloji bilgisinin de olması beklenmektedir. Mishra ve Koehler (2006) bu bilgiyi Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) olarak tanımlamaktadır (Şekil 1). Bir matematik öğretmenin TPAB'ı yüksek ise o öğretmenin teknolojiyi matematik öğretiminde kullanma amacını bildiği; öğrencilerin teknoloji ile matematiği nasıl anlayacağını, düşüneceğini ve öğreneceğini öngörebileceği belirtilmiştir (Preiner, 2008). Buna ek olarak, TPAB düzeyi yüksek olan bir öğretmenin teknolojiyi matematik eğitim ve öğretimine uyarlamak için kullanılabilecek öğretim programı materyallerinin, teknoloji ile matematik eğitim ve öğretiminde kullanılabilecek öğretim tekniklerinin ve çoklu gösterimlerin farkında olduğu gözlemlenmiştir (Niess, 2011).



Şekil 1. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisinin Öğeleri (Mishra & Koehler, 2006)

Yapılan araştırmalar ve bu doğrultuda yayınlanan standartlar, öğretmen yetiştirme programlarının pedagojik alan bilgisi vermesinin yanı sıra öğretmen adaylarına teknolojiyi de etkin bir şekilde öğretime dahil etmeyi öğretmesi gerektiğini belirtmektedir (NCATE, 2008). Bunu sağlamanın en önemli yollarından birinin, eğitim fakültelerinde çalışan öğretim üyelerinin teknolojiyi derslerine entegre etmeleri olduğunu vurgulanmaktadır (Koehler & Mishra, 2005; Thompson & Kersaint, 2002). Ayrıca, matematik öğretmen adaylarının alan bilgilerini ve pedagojik bilgilerini teknoloji ile destekleyecek dersler açılması öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgilerini geliştirmelerine önemli katkıda bulunacaktır (Ozgun-Koca, Meagher, & Edwards, 2010). Bu derslerde öğretmen adaylarına yazılım programlarını matematik derslerine nasıl uyarlayacakları ile ilgili örnekler verilmesinin önemli olduğu belirtilmiştir.

Öğretmen adaylarının TPAB'ının gelişmesinde önceki teknoloji deneyimleri, matematik bilgileri ve matematik eğitiminde teknoloji kullanma konusundaki inançları gibi birçok faktörün etkili olduğu ve bu nedenle TPAB'ın hemen gelişmesini beklemenin gerçekçi olmadığı gözlemlenmiştir (Mudzimiri, 2012). Fakat matematik öğretim içeriği teknoloji odaklı hazırlanan bir dersin öğretmen adaylarının teknolojinin matematik eğitimi ve öğretimindeki etkisini anlamada önemli olduğunu göstermiştir (Zbiek, 2005). Bunun yanı sıra teknoloji tabanlı tasarlanan matematik derslerinin öğretmen adaylarının çoklu gösterimi etkili olarak kullanmalarını desteklediği ve teknoloji tabanlı matematik eğitiminin nasıl yapılacağını anlamaya katkısının olduğu tespit edilmiştir (Kinuthia, Brantley-Dias, & Junor Clarke, 2010; Özmantar, Akkoç, Bingolbali, Demir, ve Ergene, 2010). Ayrıca Dinamik Geometri Yazılımları (DGY) kullanan matematik öğretmen adaylarının problem çözmeye deneysel doğrulama yapabildikleri ve genellemeye gidebildikleri gösterilmiştir (Baki, 2004). Bu nedenlerle yukarıda bahsedildiği gibi bilgisayarın matematik eğitiminde kullanılmasını destekleyen ders içeriklerinin oluşturulması ve eğitim fakültelerinde uygulanması çok önemlidir.

Öğretmen adaylarının kendilerinin TPAB'ı hakkındaki bilgilerini ölçen anketler ve gerçek TPAB düzeyleri teknoloji kullanılarak yaptıkları matematik ders anlatımı ve ders planları vasıtasıyla incelendiğinde aralarında uyumsuzluk olduğu görülmüştür. Birçok öğretmen adayının anketlerde TPAB'larının yüksek çıkmasına rağmen aslında etkili bir şekilde teknolojiyi ders planlarına entegre edemedikleri gözlemlenmiştir (Mudzimiri, 2012). Öğretmen adaylarının gerçek TBAP düzeylerini belirleyebilmek için ders planlarını ve hazırladıkları aktiviteleri inceleyip bunlara göre bir sonuca varmak daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Bu amaçla Bowers ve Stephens (2011), öğretmen adaylarının TPAB düzeyini yorumlayabilmek için bir teorik çerçeve ortaya koymuştur. Ancak bu teorik çerçeve doğrudan öğretmen adaylarının çözümlerini inceleyerek değil, onların teknoloji ile matematik eğitimini tartıştıkları bir tartışma platformundaki yorumlarına göre hazırlanmıştır. Daha sonra bu çalışmaya katılan öğrencilerin dönem sonu projeleri bu çerçeveye göre sınıflandırılmıştır.

Bu makaledeki çalışma Bowers ve Stephens'i (2011) temel almakla birlikte literatürde bu konuda yer alan iki önemli boşluğu doldurmayı hedeflemektedir. Birincisi öğretmen adaylarının TBAP seviyelerini tespit edebilmek için doğrudan hazırlamış oldukları

aktiviteleri analiz ederek yeni bir enstrüman oluşturulması amaçlanmıştır. Bu enstrüman Bowers ve Stephens'in (2011) ortaya koymuş olduğu kriterlerin farklı bir şekilde yorumlanması olarak nitelendirilebilir. İkinci olarak öğretmen adaylarının TPAB düzeyine ulaşmalarının çok önemli olduğu belirtildiği halde öğretmen adaylarına uygulanan farklı öğretim yöntemlerinin TPAB düzeyi üzerindeki etkisini araştıran bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada öğretmen adaylarının matematik eğitiminde teknoloji kullanımını konu alan "Geometriyi Dinamik Geometri Uygulamaları ile Keşfetme" adındaki bir ders kapsamında toplamda 80 öğretmen adayından 5 dönem boyunca toplanan veriler analiz edilerek öğretmen adaylarının TPAB düzeyine ulaşip ulaşmadığı araştırılacaktır. Bu kapsamda öğretmen adaylarının sınıf seviyesinin ve takip edilen eğitim yönteminin TPAB'a olan etkisi incelenecektir. Bu sayede öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisini geliştirmeye yönelik bir ders içeriğinin nasıl şekillenmesinin uygun olabileceği ile ilgili çıkarımlarda bulunulacaktır.

2. Yöntem

2.1. Araştırmanın Tasarımı

Bu araştırma nitel bir durum çalışmasıdır. Araştırmada nitel veri toplama yöntemlerinden doküman analizi kullanılmıştır. Doküman analizinde araştırılması istenen olgu ve olaylar hakkında bilgi içeren yazılı dokümanlar kullanılır (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Buna göre çalışmada her bir öğretmen adayı için final projeleri kapsamında toplanan 4 dinamik geometri etkinliği, 4 çalışma yaprağı ve 4 ders planı öğretmen adaylarının TPAB'ını belirlemek amacıyla incelenmiş, Bowers ve Stephens'i (2011) temel alarak oluşturulan bir tabloya göre öğretmen adaylarının bilgi düzeyi sınıflandırılmıştır. Çalışmanın güvenilirliğini arttırmak için her bir öğretmen adayı için belirlenen sınıflar başka bir öğretim üyesi tarafından da incelenmiş ve çıkan anlaşmazlıklarda tartışılarak ortak bir karara varılmıştır. Belirlenen sınıflardan bazıları için örnekler detaylı olarak verilmiş ve çalışmanın genelini özetleyen istatistiksel bulgular paylaşılmıştır.

2.2. Katılımcılar

Bu çalışmada veriler "Geometriyi Dinamik Geometri Programları Kullanarak Keşfetme" isimli seçmeli ders kapsamında toplanmıştır. Bu ders büyük bir devlet üniversitesinde haftada 4 saat süreyle verilmektedir. Derslerin tamamı bilgisayar laboratuvarında gerçekleştirilmektedir. Bu ders araştırmacı tarafından 2010-2011 bahar döneminden itibaren verilmektedir. Dersi alan öğrenciler üçüncü sınıf (58 kişi), dördüncü sınıf (18 kişi) ve yüksek lisans (4 kişi) öğrencileri olmuştur. Öğrencilerin almış oldukları derslerin pedagojik, alan ve teknoloji bilgilerini etkileyeceği tahmin edilmekle birlikte farklı sınıf seviyelerinin TPAB'a ulaşma konusundaki başarılarını gözlemlemenin faydalı olabileceği düşünülmüştür. Bu çalışmada toplam 80 öğrencinin verisi incelenmiştir. Çalışmada amaçlı örnekleme çeşitlerinden kolay ulaşılabilir durum örnekleme kullanılmıştır. Çünkü bu örnekleme ile araştırmacı, yakın ve erişilmesi mümkün olan bir durumu seçmiştir.

2.3. Dersin İçeriği

Dersin verildiği 2012-2013 ilkbahar döneminde ders içeriği tasarım tabanlı bir araştırma ile oluşturulmuştur. Bu derste kullanılacak tüm etkinlikler araştırmacı tarafından ders başlamadan önce oluşturulmuş, ders başladıktan sonra da her ders sonrasında araştırmacı ve üç asistan tarafından oluşturulan çalışma grubunda bu etkinliklerin sınıfta nasıl uygulandığı değerlendirilmiş ve buna göre yeni etkinlik eklenmiş ya da bazı etkinliklerin yerleri değiştirilmiştir. Burada belirtilmesi gereken önemli nokta, etkinliklerin sadece çember konusunu kapsamaması ve birbirini izleyen etkinlikler olmasıdır. Hazırlanan etkinliklerin tamamı problem çözmeye ile ilgili olup özellikle öğretmen adaylarının üzerine düşünebileceği ya da varsayımda bulunup ispat yapmaları gereken problemler seçilmiştir. Etkinliklerin bir kısmı DGY üzerinde oluşturulmuş, dersten hemen önce öğretmen adaylarına verilerek çözümlerini o dosyalar üzerinde yapmaları istenmiştir. Etkinliklerin içeriği ile ilgili daha detaylı bilgiye Akyüz (2014)'den ulaşılabilir.

2012-2013 sonbahar döneminde ise problem çözmeye yönelik bir içerik izlenmiştir. Burada belirtilmesi gereken önemli bir nokta, öğretim üyesi her dönem problem çözmeye ile ilgili sorular sormuştur. Fakat diğer dönemlerde problem çözmeye ile ilgili sorular bir konu dahilinde birbirini takip eden sorular olarak belirlenmiştir. Bu dönemde ise araştırmacı çeşitli kaynaklardan geometri ile ilgili farklı konularda problem çözmeye ile ilgili soruları sınıfa getirmiştir (Driscoll, DiMatteo, Nikula, & Egan, 2007; Johnston-Wilder & Mason, 2005). Bu problem çözmeye sorularının içeriği öğretim programı konularından seçilmiştir (Dönüşüm geometrisi, üçgenler, dörtgenler, çember gibi). Bu sorular genellikle Johnston-Wilder'dan (2005) seçilen içeriği üç boyutlu cisimler, çember, üçgen ve dörtgen olan sorularla (örneğin s. 7, 8, 14, 59, 61, 63 deki sorular) Driscoll ve arkadaşlarından (2007) seçilen dörtgenler, üçgenler, dönüşüm geometrisi ve prizmalarla ilgili soruları kapsamıştır (örneğin s. 16, 43, 44, 61 daki sorular). Fakat seçilen problemler birbirinden bağımsız olarak belirlenmiştir. Her ders öğretmen adaylarının üzerine düşünebileceği farklı problemler derse getirilmiştir. Bu içeriğin tasarım tabanlı içerikten en önemli farkı, problemlerin özellikle DGY kullanılarak çözülebilen problemler olmamasıdır. Bu nedenle öğretmen adaylarından problemleri hem kağıtta hem de DGY ile çözmesi istenmiştir. Bu içerik ile öğretim üyesi öğretmen adaylarının kağıt ve DGY üstündeki çözümlerinin benzerlik ve farklılıklarını gözlemlemek istemiştir.

Diğer üç dönemde (2009-2010 ilkbahar, 2011-2012 sonbahar, 2014-2015 sonbahar) ise etkinlik temelli bir yaklaşım ile ders anlatılmıştır. Bu kapsamda ortaokul matematik dersi öğretim programında bulunan konuların dinamik geometri programı kullanarak nasıl öğretilebileceği hakkında fikirler verilmiştir. Bu amaçla her hafta farklı bir konu seçilmiş ve öğretmen adaylarından DGY kullanarak konu ile ilgili varsayımlarda bulunmaları, bu varsayımları matematiksel açıklamalarla ve çoklu gösterimler ile örneğin grafik, numerik gösterimlerle DGY ortamında test etmeleri istenmiştir. Dersin amacı genellikle oluşturulan DGY etkinliğindeki matematiksel kavramları tartışmak üzerine oluşmuştur. Bunun yanı sıra öğrencilerden bazı geometri teoremlerini DGY kullanarak ispatlamaları da istenmiştir. Yine bu içerikte de öğretim üyesi problem çözmeye ile ilgili öğretmen adaylarının üzerine düşünebilecekleri ve DGY ortamında çözebilecekleri farklı problemler

getirmiştir. Öğretim üyesi tarafından sınıfa getirilen etkinlikler için, ders sırasında mutlaka öğretmen adaylarına etkinliği kendilerinin oluşturması için süre verilmiş ve daha sonra etkinliğin farklı yollarla nasıl yapılabileceği sınıfta tartışılmıştır. Ayrıca sunumlar sırasında gerçek sınıf ortamında etkinliğin nasıl uygulanabileceği, öğrencilere ne gibi sorular sorulabileceği de tartışılmıştır.

2.3. Veri toplama araçları ve kullanılan materyaller

Çalışmadaki veri kaynakları öğrencilerin dönem boyunca yapmış oldukları proje ödevleri ve sunumlarından oluşmaktadır. Proje ödevleri çoğunlukla ortaokul matematik dersi konularını kapsamaktadır fakat eğer öğretmen adayları lise konularını kapsayan ödevler hazırlamışsa onlar da kabul edilmiştir. 2013 yılından önceki dönemlerdeki dönemlerde öğrenciler eski müfredata, daha sonra ise güncellenen müfredata göre kazanımlarını belirlemişlerdir. Öğrencilerden dört kazanım belirlemeleri ve bu kazanımları öğretmeyi hedefleyen dinamik geometri programında yapılmış etkinlik, kazanıma yönelik ders planı ve dinamik geometri ile yapılmış etkinlik ile kullanabilecekleri çalışma yaprakları hazırlamaları istenmiştir. Böylece öğrenciler her bir kazanım için 3 parçadan oluşan bir ödev hazırlamışlar ve daha sonra sunumlarında bunları bir bütün olarak kullanmışlardır.

Öğrencilerden ders planlarını hazırlarken ders sırasında sormayı planladıkları konu ile ilgili soruları ve öğrencilerin vermelerini bekledikleri cevapları da yazmaları istenmiştir. Bu ödevlerin büyük bir çoğunluğu ücretsiz olarak temin edilebilen Geogebra dinamik geometri yazılımı ile hazırlanmıştır. Ancak bazı dönemlerde öğretim üyesi Geogebra dışında Cabri 3D yazılım programını da içeren etkinlikler hazırlamıştır. Bu nedenle ödevlerin bir kısmında öğrenciler Geogebra yanında Cabri 3D programını da kullanmıştır. Bunun yanı sıra öğretmen adaylarına bir ders saati kadar süre verilmiş ve bu sürede kazanımlarından bu süre içinde öğretebileceklerini seçip hazırladıkları etkinlikleri gerçek hayatta derste uygulamış gibi uygulamaları istenmiştir. Öğretmen adayı uygulayacağı etkinlik için gerekli olan çalışma yapraklarının bir kopyasını sıfıftaki öğretmen adaylarına dağıtmıştır. Bu sırada onları dinleyen öğretmen adaylarından da bir öğrencinin sorabileceği sorular sormaları ve kavram yanılgıları oluşturmaları istenmiştir. Öğretmen adayı sunumunu bitirdiğinde öncelikle sunmuş olduğu etkinlikle daha sonra da diğer hazırladığı etkinliklerle ilgili geri dönütler verilmiştir. Bu sırada öğretmen adayından planlamış olduğu diğer etkinlikleri (sunumda kullanmadıklarını) sınıfta nasıl kullanacağını kısaca anlatması istenmiştir. Ayrıca eğer sunmuş olduğu Geogebra etkinliğinin diğer öğrenciler tarafından nasıl yapıldığı anlaşılmamış ise yapmış olduğu Geogebra etkinliğini nasıl oluşturduğunu kısaca anlatması ve yazılı olarak da bunu dokümanlarının arasına koyması istenmiştir.

2.4. Veri Analizi

Toplanan veriler, Bowers ve Stephens (2011) tarafından kullanılan TBAP seviye belirleme teorik çerçevesine göre analiz edilmiştir. Bu teorik çerçevenin seçilmesinin

sebebi buradaki kategorilerin öğretmen adayları üzerinde yapılan bir çalışma sonucunda belirlenmiş olması ve çalışmamız ile uyumlu olmasıdır. Ancak bu teorik çerçeve olduğu gibi kullanılmamıştır. Çünkü bu çerçeve öğretmen adaylarının TPAB hakkında 6 haftalık bir süre boyunca sanal tartışma ortamında yapmış oldukları fikrîsel paylaşımlara göre hazırlanmıştır. Çalışmamızda ise öğretmen adaylarının doğrudan ödevleri (dokümanları) kullanıldığından bu ödevlerin içeriğine göre bir sınıflandırma yapılması gerekmiştir. Bu bağlamda Bowers ve Stephens'i (2011) ana fikirlerine sadık kalarak, hazırlanan ödev içeriklerini inceleyerek ve TPAB konusundaki literatürden yararlanarak bir ödevin hangi öğeleri içerdiği durumda hangi kategoriye girmesinin uygun olacağı konusunda özgün yorumlar yapılmış ve bunun sonucunda Tablo 1'de verilen uyarlanmış teorik çerçeve ortaya çıkmıştır. Bu tabloda sadece pedagojik bilgiye yer verilmemiş olmasının sebebi değerlendirilen bütün ödevlerin matematiksel ve/veya teknolojik öğeler içermesi bu yüzden sadece pedagojik bilgi kategorisini kullanmaya ihtiyaç duyulmamış olmasıdır.

Tablo 1. Verilerin analizinde kullanılan teorik çerçeve

<i>Alan Bilgisi (AB)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • DGY'nin dinamik özellikler olmadan sadece şekil çizmek için kullanılması (aynı etkinliğin hiçbir dinamik özelliği olmayan programlar ile kolaylıkla yapılabilecek olması)
<i>Teknolojik Bilgi (TB)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • DGY ile etkinlikler oluşturulması ve bu etkinliklerin DGY'nin dinamik özelliklerini etkin bir şekilde kullanıyor olması (aynı etkinliğin Powerpoint, Word gibi programlar ile yapılamıyor olması)
<i>Teknolojik Alan Bilgisi (TAB)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Etkinliklerin dinamik özellikler kullanılarak matematiksel kuralları gözlemlemeyi ve doğrulamayı sağlayacak sorular içermesi • Şekillerin sadece araçlar yardımıyla değil matematiksel özelliklerin kullanılarak oluşturulması
<i>Teknolojik Pedagojik Bilgi (TPB)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Zayıf bir matematiksel içeriğin teknoloji yardımıyla anlatılması ve bu anlatımın pedagojik öğeler içermesi (öğrencilerden sorunun ötesine gitmesi istenmesi, farklı çözümler, açıklamalar istenmesi gibi) • Etkinliklerin günlük hayatla bağlanması
<i>Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Teknolojiyi zengin bir matematik içeriği ve pedagojik bir yaklaşımla birleştirerek genellemelere varmayı sağlayan sorular sorulması, öğrencilerin matematiksel kuralları keşfetmesini sağlayıcı içerikler geliştirilmesi • Bir kuralı dinamik olarak doğrulamakla yetinmeyip bunun neden geçerli olduğunu ve her durumda geçerli olup olmadığının sorgulanması

Veri analizi aşamasında öğrencilerin 4 kazanım için hazırlamış oldukları ders planları, DGY etkinlikleri ve bu etkinlikleri uygularken kullanılacak çalışma yaprakları detaylı olarak incelenmiştir. Bu değerlendirme sonucunda her bir öğrencinin geliştirdiği içeriklerin AB, TB, TAB, TPB ve TPAB kategorilerinden hangisine daha yakın olduğu tespit edilmiştir. Bu süreçte Tablo 1’te tanımlanan kriterler esas alınmıştır.

3. Bulgular

Çalışmanın bulguları bireysel analiz ve bütünsel analiz olmak üzere iki ana başlık altında toplanmıştır. Bireysel bulgularda seçilen öğrencilerin hazırlamış oldukları etkinlikler gösterilerek bu öğrencilerin neden belirtilen bilgi düzeyi sınıflarına yerleştirildiği açıklanmaktadır. Burada amaç her bir sınıf seviyesi ve öğretim yöntemine göre bir örnek vermek değil, verilen teorik çerçeveye göre sınıflandırmanın nasıl yapıldığını belirgin örnekler vasıtasıyla göstermektir.

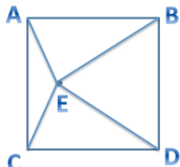
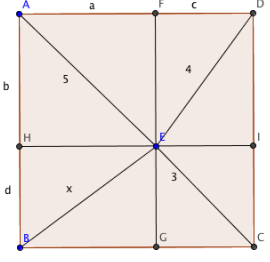
Bütünsel bulgularda dersi 5 dönem boyunca alan 80 öğrencinin sınıflandırma sonuçları paylaşılmaktadır. Burada ders verme şeklinin ve öğrenci eğitim seviyesinin TPAB üzerindeki etkileri tartışılmaktadır.

Bireysel Analiz

Bu bölümde örnek olarak alan bilgisi (AB), teknolojik alan bilgisi (TAB) ve teknolojik pedagojik alan bilgisini (TPAB) belirgin bir şekilde örnekleyen 3 öğrencinin etkinlik verileri kullanılarak neden belirtilen bilgi düzeylerine sınıflandırıldıkları paylaşılmaktadır.

Alan Bilgisi (AB)

Tablo 1’de gösterildiği üzere sadece alan bilgisine sahip öğrenciler etkinlik ve sunumlarında dinamik geometri yazılımlarını sadece görselleştirme amacıyla kullanmakta ve pedagojik öğelere yeterli düzeyde yer vermemektedirler. Bu öğrencilerden Ö1 olarak kodlanan öğrencinin bir konu için hazırladığı etkinlik, çalışma yaprağı ve ders planı sırasıyla Şekil 2(a), (b) ve Şekil 3’de gösterilmektedir.

 <p>1) Let ABCD be a square and E is a point inside the square. If we know the lengths of AE, EB and ED segments, which are 5, 4, 3 respectively, can we find the length of EC segment? Why or why not?</p> <p>2) If E is outside of the square, can we find the length of EC segment? Why or why not?</p> <p>(a)</p>	 <p>$a^2 + b^2 = 25$ $c^2 + b^2 = 16$ $c^2 + d^2 = 9$ $a^2 + d^2 = x^2$</p> <p>$a^2 - c^2 = 9$ $c^2 + d^2 = 9$ $a^2 + d^2 = 18$ $x^2 = 18$</p> <p>(b)</p>
--	--

Şekil 2. Ö1’in çalışma yaprağı ve Geogebra etkinliği

Ö1'in paylaşılan etkinliğinde bir dikdörtgen içinde verilen **E** noktasına köşelerden çizilen doğru parçalarından üçünün uzunluğu bilirse dördüncüsünün uzunluğunun bulunup bulunamayacağı ve **E** noktasının dışarıda olması durumunda sonucun ne olacağı sorulmaktadır (Şekil 2 (a)). Bunun hangi işlemler sonucu bulunabileceği DGY ile gösterilmektedir (Şekil 2 (b)). Ayrıca Şekil 3'deki ders planında ise bu soruların öğrencilere sorulup çözümün bulunması yönünde rutin bir plan geliştirilmiştir. Ö1 bu etkinliğinde kullandığı Geogebra yazılımının hiçbir dinamik özelliğinden faydalanmamaktadır. Önermiş olduğu çözüm herhangi bir sunum programı ya da kağıt üstünde de aynı şekilde gösterilebilirdi. Bu yüzden Ö1'in teknolojiyi dinamik özellikleri ile etkin bir şekilde kullandığını söylemek mümkün değildir.

- Starting
 1. Begin the lesson with a question: What are features of a square?
 2. Distribute activity sheets to students.
 3. Ask students to look at the first problem.
 4. Be sure that the problem is understood.
- Middle
 1. Give time to students to solve it.
 2. Ask their ideas about the problem.
 3. Ask to students who say that we can find the length to show their work.
 4. Discuss solutions.
 5. Show your solution in **geogebra**.
 6. Then, ask to students to look at the second problem.
 7. Repeat the same process in the first problem.
 8. Ask them this question: Can we find any formula to calculate the length of the segment in the problem?
 9. Discuss their answers.
- End
 1. Find the formula.
 2. Close the lesson by a short summary.

Şekil 3. Ö1'in ders planı

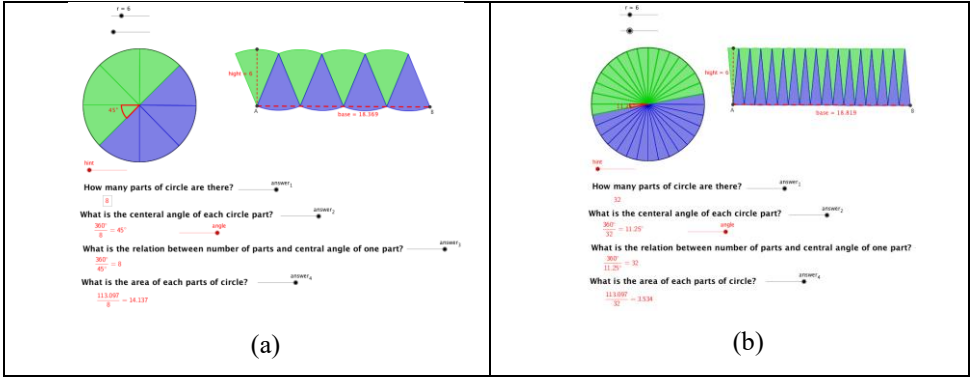
Ö1'in diğer etkinlikleri incelendiğinde benzer bir yaklaşım izlediği gözlenmiştir. DGY sadece zorunlu olduğu için kullanılmış, dinamik öğelerden faydalanılmamıştır. Pedagojik açıdan öğrencilerin ilgi ve motivasyonunu arttırabilecek bir yaklaşım izlenmemiştir. Ancak Ö1'in hazırladığı etkinlikler konusunda matematiksel alan bilgisinin olduğunu söylemek mümkündür. Bütün bu veriler ışığında Ö1'in bilgi düzeyinin alan bilgisi (AB) düzeyinin ötesine geçmediği söylenebilir.

Ö1'in pedagojik yaklaşımı incelendiğinde ders planında sadece öğrencilere çözüm için zaman vermesi (give time students to solve it), problem hakkındaki fikirlerini sorması (ask their ideas about the problem) ve önerilen çözümleri tartışılmasını istemesi (discuss solutions) pedagojik öğeler olarak tespit edilmiştir. Ancak bu öğeler Ö1'in güçlü bir pedagojik bilgiye sahip olduğunu söylemek için yeterli değildir. Zira Ö1 öğrencilerden sorunun ötesine gitmelerini, farklı çözümler ve açıklamalar getirmelerini istememektedir. Buna ek olarak Ö1'in öğrencilerden gelebilecek farklı çözümlerin ne olabileceğine dair bir çalışma yapmadığı da görülmektedir.

Teknolojik Alan Bilgisi (TAB)

Teknolojik alan bilgisine sahip öğrenciler teknolojiyi etkili bir biçimde kullanabilmekte ve bunu zengin bir matematiksel içerikle bağlayabilmektedirler. Ancak bu öğrencilerin en

büyük eksikliği hazırlamış oldukları etkinlik ve sunumların pedagojik açıdan yeterince güçlü olmamasıdır. Bu öğrencilere bir örnek olarak Ö2'nin hazırlamış olduğu etkinlik Şekil 4'te paylaşılmaktadır.



Şekil 4. Ö2'nin hazırladığı DGY etkinliği

Bu etkinlikte bir dairenin alan formülü daire dilimlerinden bir paralelkenar oluşturarak gösterilmeye çalışılmıştır. Şekil 4 (a)'da daire dilimlerinin 45 derecelik açılar kullanılarak seçilmesi durumunda ne olduğu, Şekil 4 (b)'de ise bu açılarının bir sürgü yardımı ile çok daha küçültülmesi durumunda ne olduğu gösterilmektedir. Paralelkenarın yüksekliği yarıçapa eşit olduğu için değişmemektedir. Paralelkenarın tabanı olarak da daire dilimlerine karşılık gelen yayların girişlerinin uzunlukları toplanmıştır. Bu etkinlikte dinamik olarak bu giriş uzunlukları ile yay uzunlukları birbirine yaklaştıkça (daire dilimlerinin açıları küçülüp sayıları arttıkça), dairenin yüksekliği r taban uzunluğu ise πr olan bir paralelkenara karşılık geldiğini bu yüzden alanının paralelkenarın alanı olan πr^2 ye eşit olması gerektiğini göstermektedir. Bu gösterim kullanılan yazılımın dinamik özelliklerinden etkin bir şekilde yararlandığı için teknolojik bir bilginin var olduğuna işaret etmektedir.

Ö2'nin etkinlik tablosu Tablo 2'te verilmiştir. Öğrencilerden bu tabloyu doldurmaları istenmektedir. Öğrencilerin bu tabloyu doldurarak iki şeklin alanları arasındaki ilişkiyi farklı değerler için görmeleri beklenmektedir.

Tablo 2. Ö2'nin etkinlik tablosu (sıralar kısaltılarak konulmuştur)

Number of circle parts (Daire dilimlerinin sayısı)	Angle of each circle parts (Her bir daire diliminin açısı)	Area of Shape created by circle parts (Daire dilimleri ile oluşturulan şeklin alanı)	Area of each circle parts (Her bir daire diliminin alanı)

Ö2'nin ders planı ise Şekil 5'te paylaşılmıştır. Buna göre dersin başında öğretmenin öğrencilere daire ve paralelkenarın alan formüllerinin ne olduğunu hatırlatması söylenmiştir. Dersin devamında öğretmenin sürgü değerini değiştirerek oluşan şeklin paralelkenara benzemeye başladığını öğrencilere göstermesi istenmektedir. Dersin sonunda ise öğrencilerin bu şekilde oluşan bir paralelkenar ile dairenin alanının birbirine eşit olduğunu görmelerinin beklendiği söylenmiştir. Eğer görmezlerse öğretmenin sürgünün değerini en sona getirerek daire dilimlerinden oluşan şeklin paralelkenara iyice yakınsadığını gösterebileceğini söylemiştir.

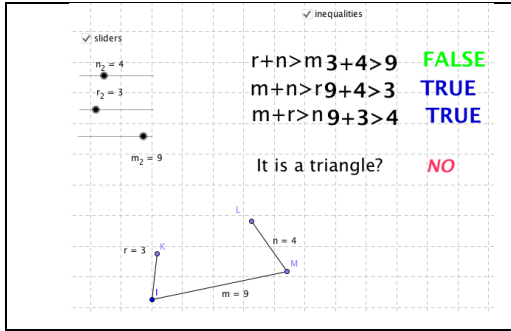
<u>Activities (Description of Procedures)</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Starting Teacher will remind the information about circle and parallelogram to students by asking how the area of a parallelogram and circular region are compute and what their formulas are. Activity sheet will be distributed and students will be asked to fill the blanks while <i>geogebra</i> activity is shown.
<ul style="list-style-type: none"> • Middle In the lights of students' answers, parallelogram will be constructed by using given various circle pieces with <i>geogebra</i> by changing slider's value if students couldn't realize that increasing pieces of circle that form a parallelogram then teacher can help students to show first hint by changing hint slider one time After student realize the parallelogram, teacher will fix the number of circle pieces such as 10. Questions on the <i>geogebra</i> will be asked and time will be given students to answer and discuss. The answer of question will be shown with answer slider near the question. After all questions are asked, piece of circles will be increased so that the area of circle and parallelogram will be almost same shown and teacher will ask student the reason.
<ul style="list-style-type: none"> • End Students are expected to realize the relationship between the area of circle and the parallelogram by taking height of parallelogram as radius of circular region (r) and by taking base of the parallelogram as half of the circumference of circular region (πr) (Area of a parallelogram = $\pi r \times r = \pi r^2$ which is the area of the circle). Moreover, they are expected to be aware of that the circle pieces which are constructed with smaller angles more resemble to a parallelogram. Lastly, if they are not realize, this can be showed by hint slider value will be increased to one more time.

Şekil 5. Ö2'nin hazırladığı ders planı

Bu örneklerden görülebileceği üzere Ö2'nin etkinliğinde etkili bir teknoloji kullanımı mevcuttur. Daire dilimlerinden oluşan şeklin bu dilimler küçüldükçe bir paralelkenara benzediği Geogebra'nın dinamik özellikleri kullanılarak inandırıcı bir biçimde gösterilmiştir. Aynı zamanda etkinlik çeşitli matematiksel bilgi ve hesaplamaları içerdiği için (alan hesapları, açılar, kirişler gibi) alan bilgisi açısından da zengin olduğu söylenebilir. Ancak bu etkinlikte pedagojik açıdan zengin bir içeriğin var olduğunu söylemek zordur. Bunun sebepleri olarak öğrencilerin üretebileceği farklı çözümlerden ya da düşülebileceği yanlışlardan bahsedilmemiş olması, daire dilimleri küçüldükçe şeklin neden paralelkenara benzediğinin yeterince sorgulanmaması ve sorulan problem ile günlük hayat arasında hiçbir ilişki kurulmamış olması gösterilebilir.

Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB)

Son olarak teknolojik pedagojik alan bilgisine sahip olan bir öğrencinin (Ö3) neden bu şekilde sınıflandırıldığı öğrencinin hazırlamış olduğu içerikler yardımıyla gösterilecektir. Ö3 etkinliğinde üçgen eşitsizliği kuralını konu almıştır. Etkinliğinin amacı üç doğru parçasından bir üçgen oluşturulabilmesi için herhangi iki doğru parçasının uzunlukları toplamının üçüncü doğru parçasından uzun olması gerektiği kuralının mantığını öğretebilmektir. Ö3'ün etkinliği Şekil 6'da gösterilmektedir.



Şekil 6. Ö3'ün hazırladığı DGY etkinliği

Bu etkinlik teknolojik açıdan istenilen özellikleri taşımaktadır. Sürgüler oynatılarak doğru parçalarının uzunlukları dinamik olarak değiştirilebilmektedir. Doğru parçalarını oluşturan noktalar uzunluklar değiştirilmeden oynatılabilmektedir (örneğin L noktası M etrafında döndürülebilmektedir). Aynı zamanda üçgen eşitsizliğinin sağlanıp sağlanmadığı denklemler yardımıyla dinamik olarak gösterilmektedir.

Ö3'ün çalışma yaprağı incelendiğinde (Şekil 7'deki sorular) hem matematiksel hem de pedagojik açıdan zengin öğeler olduğu görülebilir. Burada öncelikle verilen çeşitli uzunlukların üçgen oluşturup oluşturmadığı sorulmaktadır. Bunlar konuya ısındırıcı örnekler olarak düşünülebilir. Bilindiği gibi üçgen eşitsizliği 3 eşitsizlikten oluşmaktadır. Seçilen herhangi iki doğru parçasının uzunluğu diğer doğru parçasından uzun

✓ Middle

- Will the segments with lengths 2, 5, and 8 units form a triangle? Say the students to click on "sliders" then move sliders to 2, 5 and to 8. And they use a segment as base. And tell them to drag K and L to make a segment. Ask can they do it? **They will say no because 5 and 2 cannot make 8.**

- What about 4, 5, and 9? They will do same thing like previous question. They will notice 4+5 makes 9 but they notice **they cannot construct a triangle**. They notice that if the total length of two segments is equal or smaller than third segment they cannot construct a triangle.
- What conditions with respect to segment lengths must be satisfied, so that three segments form a triangle? **Students say sum of two length of segment must bigger than third length of segment.**
- Is this generalization enough for one length of segment? What about 5, 1, 4? For 6 is base students think similarly and say 5+1=6 and bigger than 4 so we can construct a triangle. But when they look at the geogebra file, they see the answer no. So students realize **only base for one segment is not enough.**

- 5+1=6 is bigger than 4 so we can construct a triangle. But we can see in geogebra file we cannot. How can you explain this?

So $a+b=c$ this is wrong because $a+b$ must bigger than c . Now can you say $b+c$ is bigger than a that is enough for drawing triangle? What do you think about?

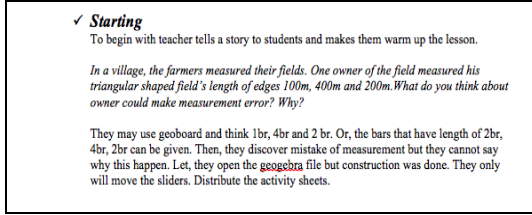
- Try 4, 2, and 3 can it be a triangle? Is it enough to being triangle ensuring only two inequalities? Students move the sliders and find the answer "yes". When they observing inequalities they change the length of the segments and they discover ensuring **only two inequalities is not enough**. Ex: 4, 3, and 7 can be other example for this question.
- What about 4, 3, 1? Teacher shows this by using overhead projector so students must follow their teacher while doing this. Teacher does like this: a as base then b over it. $4-3=1$ and c is 1 but in this example triangle cannot be constructed and after this ask what about 4, 3, 2. Students see the answer "yes". In same way $4-3=1$ and 2 is bigger than 1. Ask at that time can you write any inequalities? **They will say a-b must bigger than c. And this is same for other segments.** Remind that subtraction is done from large to small.

Şekil 7. Ö3'ün ders planı ve çalışma yaprağından örnekler

olmalıdır. Şekil 7'de Ö3'ün bunu öğretirken adım adım gitmek istediği görülmektedir. Çalışma yaprağı aynı zamanda sorulan soruların Geogebra ile doğrulanmasını da istemektedir. Öğrencilerin önce bir soru hakkında düşünmeleri daha sonra bunu Geogebra ile doğrulamaları da pedagojik açıdan doğru bir yaklaşım olarak nitelendirilebilir. Ö3 son

olarak öğrencilerden bir sonuca varmalarını istemekte ve farklı bir örnekle konuyu sonlandırmaktadır. Bu örnekte verilen uzunlukların bir üçgen oluşturup oluşturmadığını sormak yerine iki uzunluğu verip üçgen olması için üçüncü uzunluğun hangi değerleri alabileceğini sorgulamaktadır. Soruların bu şekilde kolaydan zora gidip genellemelere varılması istenmesi de pedagojik açıdan uygun bir yaklaşımdır.

Son olarak Ö3'ün Şekil 8'de başlangıç kısmı paylaşılan ders planı incelendiğinde bunun da hem teknolojik hem de matematiksel ve pedagojik açılardan zengin olduğu görülebilir.



Şekil 8. Ö3'ün ders planından bir alıntı

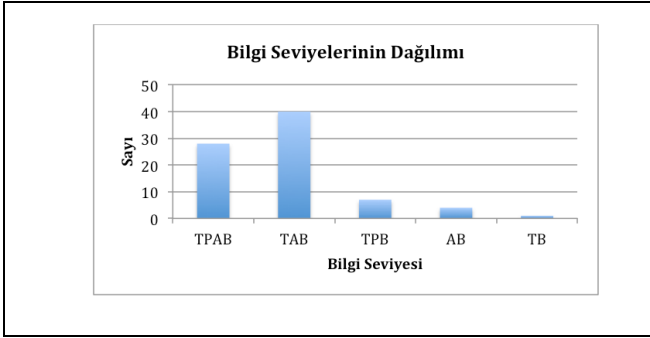
Burada Ö3 öğrencileri ısındırmak için öncelikle küçük bir hikaye oluşturmuştur. Bu hikayede çiftçilerin tarlalarını ölçtükleri fakat ölçüm esnasında bir yanlış yapmış olup olmadıkları sorulmaktadır. Öğrencilerin verilen uzunluklardaki üçgeni önce geometri tahtaları ile oluşturması istenmiştir. Daha sonra Geogebra etkinliğini açarak öğrencilerin aynı durumu bilgisayar ortamında gözlemlemesi istenmiştir. Ö3'ün böyle bir hikaye ile giriş yapıp daha sonra önce fiziksel manipülatif daha sonra da dinamik geometri yazılımı ile bağlaması pedagojik açıdan oldukça doğru bir yaklaşımdır. Ö3'ün ders planının geri kalan kısmı çalışma yaprağındaki sorulardan oluşmaktadır. Ancak bu sorulara ek olarak öğrencilerin verebileceği bazı cevaplar da tahmin edilmiştir. Bunlar Şekil 7'da kırmızı ile gösterilmektedir.

Özetle, Ö3 etkinliğinde teknolojiyi matematiksel bir içerikle etkin bir şekilde birleştirmekle yetinmeyip, bunu pedagojik açıdan öğrenmeyi kolaylaştırıcı bir yaklaşımla birleştirmeyi başarmıştır. Bu yüzden Ö3'ün teknolojik pedagojik alan bilgisine (TPAB) sahip olduğunu söylemek doğru olacaktır.

Bütünsel Analiz

Bilgi Seviyelerinin Genel Dağılımı

Yukarıda örnekleri verilen analizler dersi 5 dönem boyunca alan 80 öğrencinin etkinlikleri kullanılarak tekrar edilmiştir. Bunun sonucunda her öğrencinin bilgi seviyesi bulunarak Şekil 9'daki grafik oluşturulmuştur.



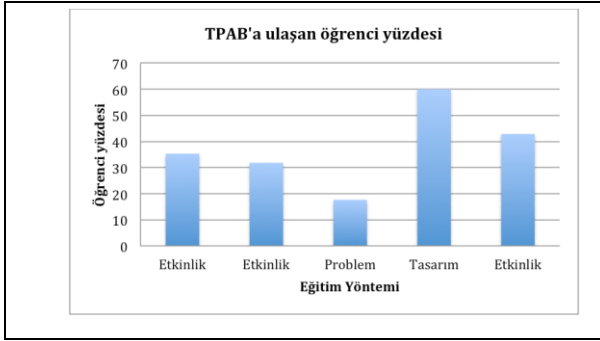
Şekil 9. Öğrencilerin bilgi seviyelerine göre dağılımı

Buradan görülebileceği üzere birçok öğrenci (40 öğrenci) matematiksel bir içeriği teknoloji ile birleştirebilmekte ancak bunu pedagojik öğelerle desteklemekte yetersiz kalmaktadır (TAB kategorisi). Öğrencilerden 7'si pedagojiyi etkili olarak kullanmakta ancak bunu güçlü bir matematiksel içerikle destekleyememektedir (TPB). 4 öğrenci teknolojiyi sadece sunum aracı olarak görmekte, dinamik özelliklerden yeterince faydalanamamaktadır (AB). Bir öğrenci ise teknolojik açıdan güçlü de olsa matematiksel ya da pedagojik açıdan çok zayıf seviyede etkinlikler hazırlamıştır. Geriye kalan 28 öğrencinin üç bilgi türünün kesiştiği TPAB düzeyine ulaştığı gözlemlenmiştir.

Öğretim Yönteminin Etkisi

Metot bölümünde açıklandığı üzere ders 1., 2. ve 5. dönemlerde etkinlik tabanlı yöntemle anlatılmıştır. 3. dönemde problem çözmeye dayalı bir yöntem izlenmiştir. 4. dönemde ise ders içeriği tasarım tabanlı bir araştırma ile oluşturulmuştur. Bu farklı öğretim yöntemlerinin TPAB üzerine olan etkisi Şekil 10'da gösterilmektedir.

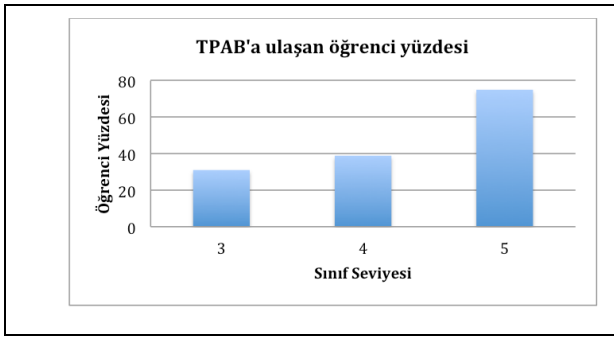
Buna göre problem çözme yönteminin uygulandığı dönem TBAP oranı en düşük (%18), tasarım tabanlı öğretimin uygulandığı dönem ise en yüksek (%60) olarak tespit edilmiştir. Etkinlik tabanlı öğretimin uygulandığı dönemlerde TPAB seviyesindeki öğrenci oranları %35, %32 ve %43 olarak bulunmuştur. Buradan görülebileceği üzere, etkinlik tabanlı öğretimin uygulandığı farklı dönemlerde öğretmen adaylarının TPAB'a ulaşma yüzdeleri arasında bir farklılık görülmemektedir. Bu derisi alan öğrencilerin düzeyleri arasında bir farklılık olması ile açıklanabilir. Ancak farklılığın rasgele olmaması, yani etkinlik tabanlı öğretim uygulandığı zaman öğrencilerin TPAB seviyesi ortalarında yer alırken diğer öğretim yöntemleri uygulandığı zaman TBAP seviyesinin etkinlik tabanlı dönemlerin tümünden daha düşük ya da daha yüksek olması, öğretim yönteminin etkisinin öğrenci grupları arasındaki farka göre daha önemli olduğu sonucuna varmamıza olanak tanımaktadır. Bu konu bir sonraki bölümde daha ayrıntılı olarak ele alınmıştır.



Şekil 10. Öğretim yöntemine göre TPAB'a ulaşan öğrenci yüzdesi

Sınıf Seviyelerinin Etkisi

Son olarak öğrencilerin sınıf düzeylerinin TPAB seviyesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmaya konu olan ders 3. ve 4. sınıf öğrencileri ile yüksek lisans öğrencileri tarafından alınabilmektedir. 5 dönem boyunca dersi alan öğrencilerden 58'i 3. sınıf, 18'i 4. sınıf, 4'ü ise yüksek lisans öğrencisi olmuştur. Öğrenci sayılarındaki farklılık çok fazla olduğu için doğrudan karşılaştırma yanlıtıcı olabilir. Ancak fikir vermesi açısından her sınıf seviyesindeki öğrencilerin yüzde kaçının TPAB düzeyine geldiği hesaplanmıştır. Sonuçlar Şekil 11'da gösterilmektedir.



Şekil 11. Sınıf Seviyesine göre TPAB'a Ulaşan Öğrenci Yüzdesi

Buna göre 3. sınıf öğrencilerinin %31'inin, 4. sınıf öğrencilerinin %39'unun, yüksek lisans öğrencilerinin (grafikte 5 ile gösterilmektedir) %75'inin TPAB düzeyine ulaştığı görülmüştür. Buna göre öğrencilerin eğitim düzeyi ile TPAB'a ulaşma oranları arasında pozitif bir korelasyon olduğu söylenebilir.

4. Tartışma

Teknoloji kullanımının matematik eğitiminde gittikçe yaygınlaşması teknolojinin matematiği öğretmek ve öğrenmek için en etkin bir şekilde nasıl kullanılabileceği sorusunu gündeme getirmiştir. Bu çalışmadan görülebileceği üzere öğretmen adayları

teknoloji içerikli eğitim etkinlikleri hazırlarken teknolojiyi çok farklı seviyelerde kullanmaktadırlar. Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu teknoloji ile alan bilgisini birleştirebilmekte ancak bunu pedagojik öğelerle destekleyememektedir. Bu gruptaki öğretmen adayları teknolojinin sağladığı dinamik özellikleri aktif bir şekilde kullanmaktadır. Ancak etkinlikleri hazırlarken öğrencilerin ne gibi cevaplar verebileceği, nasıl yanılgılara düşebileceği, ya da konuyu anlamaları için ne gibi sorular, açıklamalar ve örneklerle desteklenmeleri gerektiği gibi konularda yetersiz kalmaktadırlar.

Pedagojik alan bilgisinin gelişmesi kolay değildir. TPAB'a sahip bir öğretmen teknoloji ve alan bilgisine hakim olup, öğrencilerin matematiksel bilgileri keşfetmelerini sağlayacak ortam yaratabilmelidir. Bu da bir çok öğretmen adayı için yeni karşılaştıkları bir durumdur ve zamanla gelişmektedir. Özellikle TPAB'ın sınıf dağılımlarına bakıldığında bu durum daha net görülmektedir. Örneğin, 3. sınıfta birçok öğretmen adayı henüz matematik eğitimi ile ilgili metot dersini tamamlamamıştır. Bu nedenle derse geldiklerinde pedagojik bilgileri nerdeyse sadece kendi deneyimleri ile sınırlı olmaktadır. Ancak 4. sınıfta bu dersi almış oldukları için daha farklı bir bakış açısıyla etkinliklerini tasarlayabilmektedirler. Yüksek lisans öğrencilerinin ise birçoğu zaten öğretmenlik de yapmaları nedeniyle diğer öğretmen adaylarına göre çok daha tecrübeli olmaktadır. Bu nedenle, teknoloji içerikli dersler veren eğitimcilerin ders verdikleri öğrencilerin sınıf düzeyini de dikkate alarak eğitim içeriklerini düzenlemeleri faydalı olabilir.

Çalışmalar öğretmen adayının gerçek ortamda öğretme deneyimi kazandıkça etkinliklerin amacının değiştiğini göstermiştir. Örneğin bu dersi alan üç öğretmen adayının çoğunluğu bu ders kapsamında hazırlanmış etkinlikleri gerçek sınıf ortamında öğretirken incelediğinde (staj dersinde), öğretmen adaylarının başta öğrencilere teknolojiyi kullanarak matematiksel fikirleri keşfetmeleri için pek fırsat vermediği fakat ikinci derste ilk deneyimlerinden çıkardığı sonuçlarla öğretimi daha öğrenci merkezli yaptığı ve son derste daha da ilerleme kaydettikleri görülmüştür (Balgamis, 2013). Bunun en önemli nedeni her ne kadar ders kapsamında öğretmen adaylarına teknolojiyi nasıl kullanmaları gerektiği farklı örneklerle öğretilse de öğretmenlerin TPAB'ının kendi deneyimleri ile daha çok gelişmesidir (Hixon & So, 2009; Mouza & Wong, 2009; Mudzimiri, 2012; Valanides & Angeli, 2008).

Teknoloji tabanlı bir derste matematiksel fikirleri sorgulayabilecek tartışmalar için ortam yaratmak çok önemlidir (Zbiek, 2005). Örneğin, bu ders kapsamında TPAB'ı iyi olduğu düşünülen bir öğretmen adayının ilk defa karşılaştığı bir sınıf ortamında teknoloji kullanarak ders anlatımında zorlanması oldukça normaldir. Çünkü burada birçok dış etken vardır. Fakat aynı öğretmenin hemen diğer bir derste çok daha etkili bir şekilde dersi işlemiş olması aslında almış olduğu teknoloji içerikli derste öğretmen adaylarının TPAB'ını destekleyecek sorular sorulması, her etkinlik sonunda matematiksel fikirlerin tartışılması ve en önemlisi öğretmen adaylarının kendi etkinliklerini, ders planlarını ve çalışma yapraklarını ders kapsamında hazırlamaları ve bunlarla ilgili geri dönüt almaları ile de ilgili olduğu düşünülmektedir (Balgamis, 2013). Bu nedenle bu ders içeriklerinin

matematik eğitimi programlarında olması öğretmen adayları için çok önemlidir. Fakat, bir dönem içerisinde öğretmen adaylarının hepsinin birden TPAB'ının gelişmesi beklenmemelidir. Her öğrenci farklı bir düzeyde bu dersi almaktadır. Bir dönemde bütün öğrencilerin hem teknoloji, hem alan bilgisini hem de pedagojik bilgilerinin üst düzeye geleceğini söylemek çok gerçekçi değildir. Bu nedenle TPAB'ı destekleyen farklı içerikli teknoloji tabanlı derslerin açılması (geometri, cebir, istatistik) ve öğretmen adaylarının bu farklı derslerde TPAB'larını geliştirmelerini hedeflemek faydalı olabilir. Bu derslerin içeriğinde öğretmen adaylarından yine dinamik bir etkinlik, çalışma yaprağı ve ders planı hazırlamaları ve bu etkinliklerini yıl sonunda sunmaları istenmesi onların TPAB'larının gelişmesine destek olabilir. Böylece öğretmenler teknoloji-tabanlı ders hazırlama ile ilgili birden fazla deneyim kazanabilirler. Öğretmen adaylarının gerçek sınıf ortamında teknoloji ile deneyimlerinin olmaması onların TPAB'ının yeterince gelişmesini olumsuz yönde etkilemektedir (Mouza & Karchmer-Klein, 2013). Aynı öğretmen adaylarının yapmış oldukları bu proje ödevlerini staj kapsamında ders anlatırken uygulamaları da onlara ayrı bir deneyim sağlayabilir.

Buna ek olarak teknoloji ile matematik eğitimini birleştiren derslerde eğitimcilerin öğretmen adaylarına pedagojik yaklaşımın önemini vurgulamasının çok faydalı olacağı söylenebilir. Bu amaçla bu çalışmada verilen AB, TAB ve TPAB örnekleri öğretmen adaylarına gösterilerek öğretmen adaylarının bu örneklerdeki farkları görmesi hedeflenebilir. Böylece öğretmen adaylarının teknoloji içerikli derslerde pedagojinin arka plana atılmasının doğru olmadığını fark etmeleri sağlanabilir.

Bu çalışmanın dikkat çeken diğer bir sonucunun eğitimcinin kullandığı öğretim yöntemi ile öğrencilerin TPAB'a ulaşma düzeyleri arasındaki ilişki olduğu söylenebilir. 5 dönem boyunca yapılan analizlere göre tasarım tabanlı bir öğretim yöntemi kullanıldığında TPAB düzeyi %60'lara kadar çıkmışken, problem çözmeye dayalı bir yöntem izlendiğinde TPAB düzeyi %18'e düşmüştür. Etkinlik tabanlı bir yaklaşımda ise TPAB düzeyinin %35-40 civarında olduğu görülmüştür. Elbette farklı öğrenci gruplarından elde edilen bu sonuçlarda bireysel farklılıkların da etkisi olmuş olabilir. Ancak aradaki farkların çok büyük olması öğretim yönteminin de önemli bir rolü olduğuna işaret etmektedir.

Tasarım tabanlı bir yöntem ile problem çözmeye dayalı bir yöntem arasındaki bu farkın sebebi ne olabilir? Aslında tasarım tabanlı içerikte çoğu zaman çözüm yolları rutin olmayan yani problem çözme ile ilgili sorular sorulmuştur. Fakat bu sorular özellikle DGY ile çözülebilecek sorulardan seçilmiştir. Ya da öğretmen adaylarına DGY'de hazırlanan problemler verilmiş onların üzerinde çözüm yapmaları istenmiştir. Tasarım tabanlı yöntemde eğitimci dönem boyunca işleyeceği etkinlikleri dönem başında planlamış, dönem boyunca bir araştırma ekibi ile toplanarak öğrencilerin karşılaştıkları problemlere göre bu etkinliklerde değişiklikler yapmıştır. Diğer bir deyişle ders başından sonuna bir bütün olarak ele alınmış, konuların sırası, birbirlerine yapabilecekleri olumlu ya da olumsuz etkiler hassasiyetle düşünülmüştür. Aslında, böyle bir ortamın ideal bir ortam olduğu zaten düşünülebilir. Böyle bir ortamda öğretmen adayları tam kendi seviyelerine göre olan etkinlikler üzerine çalışma imkanı bulmuşlardır. Ayrıca konular

birbirini izlediği için de bir önceki derste öğrendiklerini uygulamaları diğer yöntemlere göre daha kolay olmuş olabilir. Fakat tasarım tabanlı dersi her dönem oluşturmak ve uygulamak çok da kolay değildir. Özellikle dersten sonra bir çalışma grubu ile buluşup etkinlikleri tekrar gözden geçirmek vakit alan bir durumdur. Bu durumda belki araştırma projeleri vasıtası ile bir çalışma grubu kurulabilir ve bu projeler kapsamında öğretmen adaylarına bu şekilde ders içerikleri hazırlanabilir.

Etkinlik tabanlı içerikte ise öğrencilerden DGY kullanarak matematiksel kavramları tartışmaları, ispat yapmaları, DGY odaklı problem çözmeleri ya da öğretim üyesi tarafından verilen etkinliği kendilerinin oluşturması istendiği için öğretmen adayları bireysel olarak DGY ile daha fazla vakit geçirmişlerdir. Buna ek olarak etkinliğin sınıf ortamında nasıl kullanılabileceğinin, öğrenciler ne gibi sorular sorulabileceğinin tartışılması pedagojik olarak da öğretmen adaylarını desteklemiştir. Bu nedenle tasarım tabanlı bir ders içeriğine göre düşük de olsa problem içerikli ders içeriğine göre TPAB daha yüksek çıkmış olabilir.

Aslında daha önce de belirtildiği gibi öğretim üyesi bütün ders içeriklerine problem çözme ile ilgili sorular dahil etmiştir. Bunun nedeni öğrencilere ve öğretmen adaylarına dinamik geometri ile problem çözme deneyimlerinin verilmesinin onların matematiksel bilgilerini etkili olarak kullanıldığının gösterilmesidir (Baki, 2004; Healey & Hoyles, 2001). Fakat problem çözme olarak adlandırılan bu içerikte öğretim üyesi sadece DGY ile değil kağıt üzerinde de çözülebilecek problemler getirmiştir. Bunun nedeni de öğretmen adaylarının farklı araçları kullanarak değişen çözüm stratejilerini gözlemlemek olmuştur. Öğretmen adaylarına problem çözme soruları dağıtıldığında daha çok soruları kağıt üstünde çözmeye çalıştıkları ve teknolojiyi soru çözme aşamasında çok fazla kullanmadıkları gözlemlenmiştir. Bir çok öğretmen adayı öğretim üyesinin soruyu teknoloji kullanarak çözmelerini istemesine rağmen, öncelikle soruyu çözmeye odaklanmış ve çoğu zaman kağıt-kalem kullanarak soruyu çözmeye eğiliminde bulunmuşlardır. Daha sonra ise dinamik yazılım programında çözmeye çalışmışlardır. Fakat sorunun cevabının bilinmesi motivasyonu düşürmüş olabilir. Yani seçilen problemlerin her ne kadar kağıt üzerinden farklı olarak DGY ile değişik yollardan çözülebilecek çözüm yolları olsa da doğrudan DGY ile çözülebilecek şekilde problemlerin oluşturulmamış olması öğretmen adaylarının çözüm sırasında DGY kullanma isteğini azaltmış olabilir. Fakat tasarım tabanlı ve etkinlik tabanlı içeriklerde problem çözme ile ilgili sorular özellikle DGY ortamında farklı yollarla çözülebilecek şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca tasarım tabanlı ve etkinlik tabanlı içeriklerde problemler birbirleriyle bağlantılı olarak seçilmiştir. Yine problem çözme içeriğinde problemlerin birbirinden bağımsız olarak seçilmesi DGY'nin etkili kullanımını azaltmış olabilir.

Son olarak öğrencilerin sınıf düzeyi ile TPAB'a sahip olup olmadıkları arasındaki ilişki de dikkat çekicidir. Bu çalışmada görülmektedir ki, sınıf düzeyi yükseldikçe TPAB'a sahip olan öğrencilerin oranı artmaktadır. Daha düşük sınıflarda teknolojiyi sadece görsellik için ya da arkadaşlarını etkilemek için kullanma gayreti varken, yüksek

sınıflarda teknolojiyi pedagoji ile birleştirme çabasının arttığı görülmektedir. Bu da sınıf düzeyi yükseldikçe öğrencilerin teknolojinin amacını daha iyi kavıyor olmaları şeklinde yorumlanabilir. Ancak bu çalışmada sınıf seviyelerine göre öğrenci dağılımlarının eşit olmaması çalışmanın sınırlayıcı bir unsuru olarak düşünülmekte ve bu konuda yapılan yorumların geçerliliğinin başka çalışmalarla da desteklenmesi gereğini ortaya koymaktadır.

5. Sonuç ve Öneriler

Bu makalede 5 dönem boyunca teknoloji içerikli bir matematik eğitim dersi alan öğretmen adaylarının teknolojiyi matematik eğitimi ile hangi düzeyde birleştirebildiklerine yönelik bir çalışmanın sonuçları paylaşılmıştır. Bu amaçla Bowers ve Stephens'in (2011) geliştirmiş oldukları teorik çerçeve yorumlanıp uyarlanarak ülkemizdeki üniversite düzeyi bir dersi alan öğrencilerin bilgi düzeyini analiz etmek için kullanılmıştır. Tanımlanan 5 bilgi düzeyi arasından öğrencilerin en çok teknolojik alan bilgisine (TAB) sahip olduğu gözlenmiştir. Hedeflenen bilgi düzeyi olan teknolojik pedagojik alan bilgisinin (TPAB) ikinci sırada geldiği tespit edilmiştir. Öğrencilerin bilgi düzeyinde hem uygulanan öğretim yönteminin hem de öğrencilerin sınıf seviyesinin etkili olduğu gözlenmiştir. Buradan yola çıkarak teknolojik içerikli matematik eğitimi derslerinde dikkate alınması faydalı olabilecek öneriler yapılmıştır.

Bu çalışmada esas olarak Geogebra adındaki bir dinamik geometri yazılımı kullanılmıştır. Fakat günümüzde teknolojinin çok farklı araç ve programlar vasıtasıyla matematik eğitime girdiği düşünüldüğünde benzer çalışmaların farklı araç ve programlar için tekrarlanmasının faydalı olacağı söylenebilir. Sınıf düzeyinin teknoloji kullanımına olan etkisi eşit sayıda öğrenci içeren ve aynı öğretim yönteminin uygulandığı gruplarda daha sistematik bir biçimde çalışılabilir. Farklı öğretim yöntemlerinin TPAB üzerine olan etkisi kapsamlı bir şekilde çalışılarak her bir öğretim yöntemi için izlenmesi uygun olacak kurallar tespit edilebilir. Son olarak aktif olarak öğretmenlik yapan matematik öğretmenlerinin sahip oldukları bilgi düzeyini tespit eden çalışmalar yaparak onların TPAB düzeyine ulaşmalarını sağlamak için verilmesi gereken hizmet içi eğitimler planlanabilir.

TPACK Analysis of Preservice Teachers Under Different Instruction Methods and Class Levels

Extended Abstract

The importance of the use of technology in mathematics education has been demonstrated by many studies. Effective use of technology has been found to support the conceptual understanding of students. However, it is also found that, having only technological knowledge is not sufficient for using technology effectively in teaching mathematics; technological knowledge must be supported by pedagogical and content knowledge as well. It is stated that a teacher who effectively integrates these three types of knowledge has technological pedagogical content knowledge (TPACK). In order for teachers to acquire this knowledge, it is important for them to take courses that support TPACK during their pre-service training. However, the type of instruction that they receive during such a course may have an impact on whether they actually acquire TPACK or not.

In this study, we investigate a total of 80 pre-service teachers who took a class called “Exploring Geometry with Dynamic Geometry Applications” with different types of instruction over the course of 5 semesters. Three different types of instruction methods have been used during this period namely, design-based (one semester), problem-solving based (one semester), and activity-based (three semesters) instruction. Geogebra was the primary dynamic geometry tool that was used in this study. The participants involved a mixed group of junior, senior, and graduate students which allowed us to analyze the effect of class level and the type of instruction in the student’s ability to acquire TPACK. To analyze the students’ TPACK level, we performed document analysis using the theoretical framework developed by Bowers and Stephens (2011) after reinterpreting it based on the literature and the data collected during this study. The primary data source was students’ individual activities, each of which was composed of a Geogebra file, a lesson plan, and an activity sheet. During the analysis, we considered a student to have only content knowledge if she used technology as a static presentation medium without sufficiently exploiting its dynamic features. A student was considered to have only technological knowledge if she used technology effectively but without a sufficiently rich mathematical content. Students who combined these two types of knowledge demonstrating the use of a rich mathematical content with appropriate technology usage were considered to have technological content knowledge. Alternatively, if a student demonstrated only a meager usage of mathematics content but with strongly supported technological and pedagogical features, such as by attempting to support the activity with real-life examples or by asking stimulating questions, she was considered to have technological pedagogical knowledge. Student who combined this knowledge with a rich mathematical content were assumed to have TPACK.

The results show that the majority of the students could not reach the desired TPACK level with most students demonstrating only technological content knowledge. It is further

observed that the instruction method had a significant effect on students' ability to reach TPACK. The TPACK achievement level was found the highest for the semester in which design-based instruction was conducted. This was followed by the activity-based and problem-solving based approaches. Students' class level was also found to influence the TPACK achievement results. It was found that the majority of the graduate students achieved TPACK. The achievement of senior level students was better than the junior level students. The obtained results allow us to make conclusions about how the contents and the instruction method of a course should be designed such that it better promotes TPACK achievement. Firstly, it appears that implementing a course using design-based research is a better approach than problem- and activity-based approaches. In this setting, the level of instruction is continuously adjusted to the level of students through the feedback received from them. This feedback is analyzed by the research team and necessary changes are made in the subsequent activities. Furthermore, the stronger connection and the more coherent flow between the topics covered in subsequent weeks give students more opportunities to apply the knowledge that they learned in previous weeks in their future activities. However, implementing a design-based research and teaching experiment is a challenging task and requires a long and detailed planning stage. Secondly, as the class level was found to affect students' TPACK achievement, students in different levels may benefit from different types of instruction in these courses. As students at lower grades are found to be more lenient toward using technology per se, rather than to support mathematical understanding, more emphasis can be given in these grades for the true purpose of using technology in math education.

In future, similar studies can be conducted using different technological tools and instruction methodologies. Furthermore, improving the TPACK level of in-service teachers through effective training programs remains to be an important future research direction.

Kaynaklar/References

- Aktümen, M., ve Kaçar, A. (2003). İlköğretim 8. sınıflarda harfli ifadelerle işlemlerin öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin rolü ve bilgisayar destekli öğretim üzerine öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 11(2), 339-358.
- Akyüz, D. (2014). An Investigation into Sociomathematical Norms in a Technology and Inquiry Based Classroom for Teaching Circle Properties. *Eğitim ve Bilim*, 39(175), 58-72.
- Balgalmis, E. (2013). *An Investigation of preservice elementary mathematics teachers' techno-pedagogical content knowledge within the context of their teaching practices* (Doctoral dissertation), Middle East Technical University, Turkey.
- Baki, A. (2001). Bilişim teknolojisi ışığı altında matematik eğitiminin değerlendirilmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 149, 26-31.
- Baki, A. (2004). Problem solving experiences of student mathematics teachers through Cabri: a case study. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 23(4), 172-180.

- Bowers, J. S. (2011). Using technology to explore mathematical relationships: A framework for orienting mathematics courses for prospective teachers. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 14(4), 285-304.
- Driscoll, M. J., DiMatteo, R. W., Nikula, J., & Egan, M. (2007). *Fostering geometric thinking: A guide for teachers, grades 5-10*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Güven, B., ve Karataş, İ. (2003). Dinamik geometri yazılımı cabri ile geometri öğrenme: Öğrenci görüşleri. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(2), 67-78.
- Healy, L., & Hoyles, C. (2002). Software tools for geometrical problem solving: Potentials and pitfalls. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 6(3), 235-256.
- Hixon, E., & So, H. J. (2009). Technology's role in field experiences for preservice teacher training. *Journal of Educational Technology & Society*, 12(4), 294-304.
- Hollebrands, K. F. (2007). The role of a dynamic software program for geometry in the strategies high school mathematics students employ. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(2), 164-192.
- Johnston-Wilder, S., & Mason, J. (Eds.). (2005). *Developing thinking in geometry*. Sage.
- Kaput, J. J., & Thompson, P. W. (1994). Technology in mathematics education research: The first 25 years in the JRME. *Journal for research in mathematics education*, 25(6), 676-684.
- Kim, C., & Baylor, A. L. (2008). A virtual change agent: Motivating pre-service teachers to integrate technology in their future classrooms. *Journal of Educational Technology & Society*, 11(2), 309-321.
- Kinuthia, W., Brantley-Dias, L., & Junor Clarke, P. A. (2010). Development of pedagogical technology integration content knowledge in preparing mathematics preservice teachers: The role of instructional case analyses and reflection. *Journal of Technology and Teacher Education*, 18(4), 645-669.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2005). What happens when teachers design educational technology? The development of technological pedagogical content knowledge. *Journal of educational computing research*, 32(2), 131-152.
- Mishra, P., & Koehler, M. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *The Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Mouza, C., & Karchmer-Klein, R. (2013). Promoting and assessing pre-service teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK) in the context of case development. *Journal of Educational Computing Research*, 48(2), 127-152.
- Mouza, C., & Wong, W. (2009). Studying classroom practice: Case development for professional learning in technology integration. *Journal of Technology and Teacher Education*, 17(2), 175-202.
- Mudzimiri, R. (2012). *A study of the development of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) in pre-service secondary mathematics teachers*. (Doctoral dissertation). Retrieved from ProQuest Dissertations and Theses. (Publication No. 3523442).
-

- National Council for Accreditation of Teacher Education (2008). *Professional Standards for the Accreditation of Teacher Preparation Institutions*. National Council for Accreditation of Teacher Education: Washington, DC, USA.
- Niess, M. L. (2011). Investigating TPACK: Knowledge growth in teaching with technology. *Journal of Educational Computing Research*, 44(3), 299-317.
- Ozgun-Koca, S. A., Meagher, M., & Edwards, M. T. (2010). Preservice Teachers' Emerging TPACK in a Technology-Rich Methods Class. *Mathematics Educator*, 19(2), 10-20.
- Özmantar, M. F., Akkoç, H., Bingolbali, E., Demir, S., ve Ergene, B. (2010). Pre-service mathematics teachers' use of multiple representations in technology-rich environments. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 6(1), 19-36.
- Peressini, D.D. & Knuth, E.J. (2005). The role of technology in representing mathematical problem situations and concepts. In W. J. Masalaski & P. C. Elliott (Eds.), *Technology-supported mathematics learning environments* (pp. 277-290). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Preiner, J. (2008). 8). *Introducing Dynamic Mathematics Software to Mathematics Teachers: the Case of GeoGebra*. (Doctoral dissertation). Faculty of Natural Sciences, University of Salzburg, Austria.
- Thompson, D., & Kersaint, G. (2002). Editorial: Continuing the dialogue on technology and mathematics teacher education. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 2(2), 136-143.
- Valanides, N., & Angeli, C. (2008). Learning and teaching about scientific models with a computer-modeling tool. *Computers in Human Behavior*, 24(2), 220-233.
- Whiteley, W. (2000). *Dynamic geometry programs and the practice of geometry*. Ninth International Congress on Mathematical Education (ICME9), 31 July-7 August, Tokyo. Retrieved from <http://www.math.yorku.ca/Who/Faculty/Whiteley/Dynamic.pdf>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2005). *Qualitative research methods in social sciences*. Ankara: Seçkin Publishing.
- Zbiek, R. M. (2005). Using Technology to make the power of many points with prospective mathematics teachers. In W. J. Masalaski & P. C. Elliott (Eds.), *Technology-supported mathematics learning environments* (pp. 295-306). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Zbiek, R. M., Heid, M. K., Blume, G. W., & Dick, T. (2007). Research on technology in mathematics education: A perspective of constructs. In F. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 1169-1207). Charlotte, NC: Information Age.

Kaynak Gösterme

Akyüz, D. (2016). Farklı öğretim yöntemleri ve sınıf seviyesine göre öğretmen adaylarının TPAB analizi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 7(1), 89-111.

Citation Information

Akyüz, D. (2016). TPACK analysis of preservice teachers under different instruction methods and class levels. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 7(1), 89-111.