



Matematik Öğretmenlerinin GeoGebra ile Çözülebilir Problem Kurma Performansları

Problem Posing Performance of Mathematics Teachers that Can Be Solved with GeoGebra

Funda Aydın Güç^{a*}

^aGiresun University, Giresun, Turkey

Öz

Bu çalışmanın amacı matematik öğretmenlerinin GeoGebra ile çözülebilir problem kurma performanslarını belirlemektir. Çalışmanın katılımcılarını 20 gönüllü ortaokul matematik öğretmeni oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında öğretmenlerden matematik öğretim programından bir kazanım seçmeleri ve bu kazanıma uygun GeoGebra ile çözülebilir bir problem kurmaları istenmiştir. Kurulan problemler “Matematiksel dilin doğru kullanıldığı problem kurabilme, Kazanıma uygun problem kurabilme, Çözülebilir problem kurabilme, Orijinal bir problem kurabilme, GeoGebra’nın çözümde işlevsel olarak işe koşulabildiği problem kurabilme” niteliklerine göre analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda; öğretmenlerin yarıdan fazlasının matematiksel dili doğru olarak kullandığı ve kazanıma uygun, çözülebilir problem kurabildiği görülmüştür. Orijinal bir problem kurabilme ve GeoGebra’yı işlevsel olarak işe koşma performanslarının ise oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Eksiksiz gerçekleştirilen en yüksek performansın kazanıma uygun problem kurabilme performansı olduğu, en düşük performansın ise GeoGebra’nın çözümde işlevsel olarak işe koşulabildiği problem kurabilme performansının olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Öğretmen yeterliliği, problem kurma, bilgisayar destekli matematik öğretimi, dinamik yazılım, GeoGebra.

Abstract

This study aims to determine mathematics teachers' problem posing performance that can be solved with GeoGebra. Participants of the study are 20 voluntary secondary school mathematics teachers. Within the scope of the study, teachers were asked to choose a learning outcome from the mathematics curriculum and to pose a problem that can be solved with GeoGebra. Posed problems by teachers were analyzed according to the qualities of “Posing problems which mathematical language is used correctly, Posing problems suitable for the learning outcomes, Posing solvable problems, Posing an original problem, Posing problem that GeoGebra can be used functionally in the solution”. As a result of the study, it was seen that more than half of the teachers used the mathematical language correctly and could pose solvable problems suitable for the learning outcomes. It was determined that the performance of posing an original problem and making GeoGebra work functionally are quite low. It was seen that the highest performance is posing problems suitable for the learning outcomes, and the lowest performance is posing problem that GeoGebra can be used functionally in the solution.

Keywords: Teachers' competencies, problem posing, computer assisted mathematics instruction, dynamic software, GeoGebra.

© 2021 Başkent University Press, Başkent University Journal of Education. All rights reserved.

1. Giriş

Eğitimin genel amaçlarından biri kişi ve toplum sorunlarını tanıyan ve onlara çözüm yolları üretebilen bireyler yetiştirmektir (Milli Eğitim Temel Kanunu, 1973). Bu amaca ulaşmak için de çeşitli disiplinlerde özel amaçlar tanımlanmaktadır. Bu bağlamda matematik disiplininde de problem çözme matematik öğretiminin odağı olarak kabul edilmektedir (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 1989). Problem çözme, net olarak

*ADDRESS FOR CORRESPONDENCE: Assist. Prof. Dr. Funda Aydın Güç, Department of Mathematics Education, Giresun University, Giresun, Turkey. E-mail address: funda.guc@giresun.edu.tr. ORCID ID: 0000-0002-3922-017X.

Received Date: November 17th, 2020. Acceptance Date: January 7th, 2021.

tasarlanan fakat hemen ulaşılamayan bir hedefe varmak için kontrollü etkinliklerle araştırma yapma sürecidir (Altun, 2015). Bu süreçte “problem çözüme aracılığıyla yeni matematiksel bilgiyi inşa etme, matematikte ve başka bağlamlarda ortaya çıkan problemleri çözüme, uygun stratejilerin bir çeşidini uyarlama ve uygulama, matematiksel problem çözüme süreçleri üzerinde derinlemesine düşünme ve kendini ayarlama” gibi bilişsel süreçler işe koşulmaktadır (NCTM, 2000). Bu bilişsel süreçleri işe koşturmak (Arıkan, 2013; Turhan ve Güven, 2014) ve problem çözüme becerilerini geliştirmek için benimsenebilecek yaklaşımlardan biri de problem kurma faaliyetlerinin yürütülmesidir (Brown, ve Walter, 2005; Kojima, Miwa ve Matsui, 2013).

Problem kurma, verilen bir durumdan ya da deneyimden yeni bir problem oluşturmak olarak tanımlanmaktadır (NCTM, 2000). Öğrencilerin gerçek yaşamda karşılaştıkları durum, olay ya da problemleri çözmeden önce bu problemlerin farkına varmaları gerekmektedir ve bu nedenle, öğrencilerin problem çözüme becerisine sahip olmanın yanı sıra problemin farkına varma becerisine de sahip olmaları önemlidir (Turhan ve Güven, 2014). Dolayısıyla öğrencilerin gerçek yaşamda karşılaştıkları problemin farkına varmalarını sağlamakta problem kurma önemli bir yere sahiptir. Bu bağlamda problem kurma problem çözümünden daha zahmetli bir iştir denilebilir (Mestre, 2002). Öğrencilerin bu zahmetli işte deneyim kazanmaları adına çeşitli öğretimsel uygulamalar mevcuttur. Problem kurmaya yönelik öğretimsel uygulamaları yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış olmak üzere üç kategoride ele almak mümkündür (Stoyanova ve Ellerton, 1996). Stoyanova (2003) bu faaliyetleri şu şekilde tanımlamaktadır; Yapılandırılmamış problem kurma uygulamaları: Problem verilmez, öğrencilerden doğal bir duruma bağlı olarak problem üretmeleri istenir. Yarı-yapılandırılmış problem kurma uygulamaları: Açık bir durum verilir ve öğrencilerden yapıyı keşfetmeleri ya da bilgi, beceri, kavramlar ve önceki matematik deneyimlerinden edindikleri ilişkileri kullanarak duruma uygun problem kurmaları beklenir. Yapılandırılmış problem kurma uygulamaları: Öğrencilerden özel bir probleme dayalı olarak problem üretmeleri beklenir. Yapılan çalışmalar yapılandırılmamış problem kurma sürecinde yapılandırılmış ve ya yapılandırılmamış problem kurma sürecine göre daha çok zorlanıldığını (Bayazit ve Kırap-Dönmez; 2017; Çetinkaya ve Soybaş, 2018; Ngah, Ismail, Tasir, Said ve Haruzuan, 2016; Özgen, Aydın, Geçici ve Bayram, 2017) göstermektedir. Diğer taraftan uygulama yaklaşımı ne olursa olsun problem kurma çalışmalarının öğretmene sağladığı birçok faydasının olduğu bilinmektedir. Problem kurma sayesinde öğretmenler, öğrencilerinin ilgi duyduğu ve merak ettiği konular hakkında bilgi edinirler (Freire, 2018) ve böylece öğrencilerin konuyu nasıl anladıklarını ve konu üzerindeki meraklarını ortaya koyarlar (Hiebert ve Wearne, 2003). Problem kurma, öğretmenler için öğrencilerin düşünme stillerine açılan bir pencere olarak kabul edilebilir (Çıldır ve Sezen, 2011). Bu bağlamda öğretmenlerden problem kurma çalışmalarını işe koşturacak öğrenme ortamları tasarlamaları beklenmektedir. Matematik problemleri kurma becerilerinin, matematik öğretmenlerinin mesleki yeterliliklerinin ana unsurları arasında olduğu vurgulanmaktadır (Tichá ve Hošpesová, 2013). Öğretmenlerin bu bilgiye sahip olmaması durumunda problem kurmanın üst düzey kazançlarının amaçlanan şekilde ortaya koyulması beklenemez. Dolayısıyla öncelikle öğretmenlerin ve geleceğin öğretmenleri olacak öğretmen adaylarının problem kurma becerilerinin geliştirilmesi mesleki yeterliklerin gelişimi için temeldir.

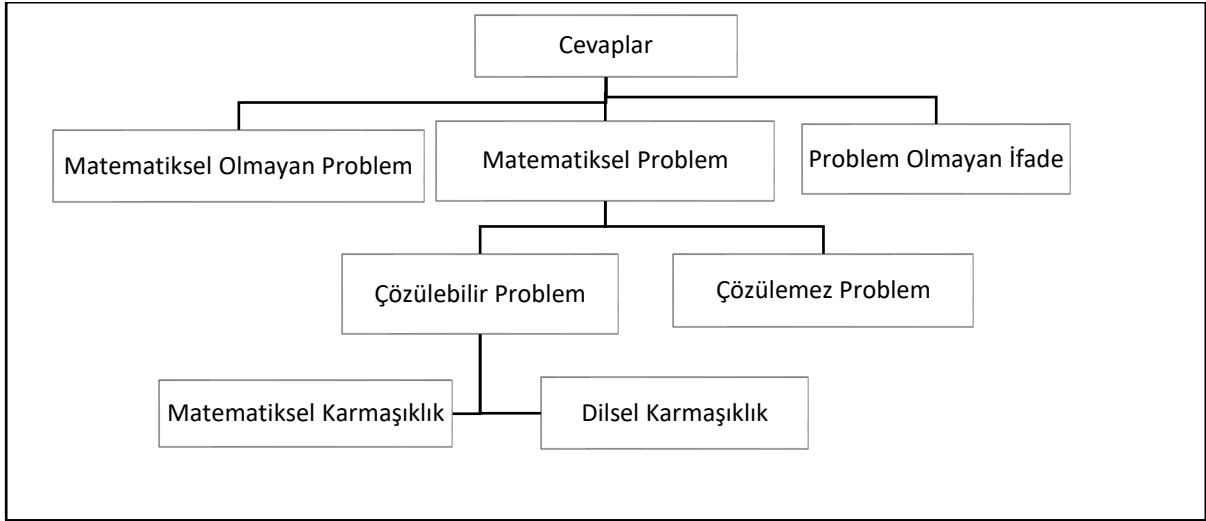
Yapılan çalışmalar birçok öğrenciye matematik çalışmalarında problem kurma fırsatı tanınmadığını göstermektedir (Silver ve Cai 1996). Öğretmenlerin, problem kurma çalışmalarını derslerde uygulamayı zor bulmaları ve gereken beceriye tam olarak sahip olmadıkları için problem kurmayı derslerinde nadiren kullandıkları bilinmektedir (Leung ve Silver, 1997). Bu durum öğretmenlerin problem kurma faaliyetlerinde deneyimsiz olduğunu ve bu tür faaliyetlerde zorluklar yaşadığını göstermektedir (Leung, 2013). Benzer şekilde geleceğin öğretmeni olacak matematik öğretmeni adaylarının da deneyim eksikliklerinden dolayı yaratıcı problemler ortaya koymadıkları düşünülmektedir (Şengül ve Katrancı, 2012). Öğretmen adaylarının benzer tipte problemler kurdukları ve matematiksel düşünme, akıl yürütme içeren, yaratıcı problemler kurmadıkları ve kullanılan kitapları birer otorite olarak gördükleri için problemleri kitaptakine benzer yapıda kurdukları da bilinmektedir (Korkmaz ve Gür, 2006). Böylece, matematik öğretmenleri hem öğrencilerinin problem çözüme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olma hem de onların bilinmeyen durumları yönetmede güven oluşturmalarına yardımcı olma konusundaki fırsatları kaçırmaktadır. Mevcut problemlerin yetersizliği, öğrenci seviyesine uygun olmaması ve farklı kültür özelliklerine sahip öğrenci gruplarının olması nedeniyle de öğretmenlerin mevcut problemler yerine yeni problemler kurmaya ihtiyaç duyabileceği aşikârdır. Dolayısıyla öğretmenlerin problem kurma ortamları hazırlamaları için öğretim programlarındaki yeni yaklaşımlarla uyumlu problem kurma deneyimlerine sahip olmaları önemli görülmektedir (Baki, 2004).

Öğretim programlarında öğretim sürecinde işe koşulması beklenen yeni yaklaşımlardan biri de Dinamik Geometri Yazılımları [DGY] ile öğretimdir (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). DGY ile problem çözüme becerilerinin geliştirilebileceği ve sürecin daha zevkli hale getirilebileceği (Baki, 2018), öğrencilerin muhakeme, keşfetme, problem çözüme ve yeni sorular sorma yetenekleri konusunda daha aktif olmalarına imkân sağladığı (Voorst, 1999) bilinmektedir. Ayrıca, yeni problemlerin yaratılması ve farklı bağlamlarda kullanılması için şartları görmeye imkân sağladığı (Christou, Mousoulides, Pittalis ve Pitta-Pantazi, 2005), problem kurma sürecini anlamalarında ve çizimler ile verilen sorular arasında derin bir anlayış sağladığı (Yevdokimov, 2005) vurgulanmaktadır. Çünkü öğrenciler

DGY ile matematiksel kavramları dinamik çoklu gösterimler ve matematiksel modelleme gibi çeşitli şekillerde keşfedebilir, yorumlayabilir ve çözebilir. Hem öğretimi ve öğretim sürecini zevkli hale getirebilecek, hem de öğrencilerin keşif yapmasını kolaylaştırabilecek, öğretim programındaki çoğu konuya uyarlanabilecek dinamik yazılımlardan biri de GeoGebra'dır. GeoGebra'da bulunan cebir ve geometri pencereleri bir ifadenin aynı anda hem geometrik hem de cebirsel olarak gösterilmesine imkân sağlamaktadır (Hohenwarter, Hohenwarter, Kreis ve Lavicza, 2008). Böylece farklı gösterimler birleştirilebilir ve bu gösterimlerin herhangi biri için yapılacak değişikliklerin diğer gösterimlerdeki etkisi incelenebilir. Bu özellik problem çözme sürecinde değişkenler arası ilişkilerin görünmesine imkân sağlar. Dolayısıyla GeoGebra'nın sağladığı bu özelliğin problem çözme sürecindeki katkısı yadsınmaz. GeoGebra'yı dikkat çekmek amaçlı basitçe resim veya şekil göstermek için işe koşmak, öğrencileri çeşitli sunumları görselleştirmeye veya kullanmaya teşvik etmek için yeterli değildir (Hacıömeroğlu, Bu, Schoen, ve Hohenwarter, 2009). Burada dikkat edilmesi gereken GeoGebra'nın problem çözüm sürecinde aktif rol oynayarak akıl yürütmeye, matematiksel çıkarımlar yapmaya olanak sağlar nitelikte probleme dâhil edilmesidir. Dolayısıyla öğretmenlerden GeoGebra'yı problem çözme sürecine dâhil ederken bu niteliğe dikkat etmesi beklenmektedir. Öğretmenlerin hem mevcut problemleri seçerken hem de yeni bir problem kurarken GeoGebra'nın nasıl işe koşulması gerektiğini bilmesi beklenmektedir. Problem kurma ve DGY'lerin ilişkilendirilmesi eğitimi geliştirmek için etkili yollardan biri görülmektedir (Contreras, 2013; Fukuda ve Kakihana, 2009; Muzdalipah ve Yulianto, 2015). Çünkü yapılan çalışmalar DGY'lerin problem kurarken bireyleri pasiflikten aktifliğe yönlendirmeye, problem durumunu dinamik olarak gözlemlemeye imkân sağlayarak farklı değişkenlere odaklanılmasına, dolayısıyla farklı problemler kurulmasına imkân sağladığını (Fukuda ve Kakihana, 2009), problem kurma performansına olumlu katkılar sağladığını (Abu-Elwan, 2011; Petkova ve Velikova, 2015) ortaya koymaktadır. Ayrıca, DGY destekli problem kurma çalışmalarının kavramsal anlamaya destek olduğunu (Lavy ve Shriki, 2010; Siswantoro ve Siswono, 2019) göstermektedir. GeoGebra kullanımının genel olarak matematik öğretimine katkıları ve özel olarak problem çözme sürecindeki rolü ele alındığında, öğretmenlerin öğrencilerine GeoGebra ile çözülebilecek problemlere yönelik fırsatlar sunabilmesi için programı uygun şekilde işe koşan problemler kurabiliyor olması gerekmektedir.

Problem kurmaya yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde öğrencilerin problem kurma performansları ile yaratıcılıkları arasındaki ilişkinin belirlenmesine (Arıkan, 2013; Bayazit ve Kırnep-Dönmez, 2017; Çetinkaya ve Soybaş, 2018; Korkmaz ve Gür, 2006; Özgen vd., 2017; Singer, Voica ve Pelczer, 2017; Şengül ve Katrancı, 2012; Taşkın, 2016; Tertemiz ve Sulak, 2013), problem kurma ile duyuşsal özellikler arasındaki ilişkilerin belirlenmesine (Bunar, 2011; Cunningham, 2004; Pajares, 1997; Nicolaou ve Philippou, 2007; Özgen ve Bayram, 2019), problem kurma ile başarı arasındaki ilişkinin belirlenmesine (Goldenberg, 2003; Leung ve Silver, 1997) yönelik çalışmaların olduğu görülmektedir. Ayrıca problem kurma performanslarının belirlenmesine (Bonotto, 2013; Chua ve Wong, 2012; Geçici, 2018; Kırnep-Dönmez, 2014; Ngah vd., 2016; Nicolaou ve Philippou, 2007; Şengül ve Katrancı, 2012; Şengül ve Katrancı, 2014), problem kurma becerilerinin geliştirilmesine (Afrilianto, Sabandar ve Wahyudin, 2019; Oxman, Stupe ve Jahangiri, 2018), DGY ile öğretim gerçekleştirilen sınıflarda problem kurma başarısına (Abu-Elwan, 2011; Christou vd., 2005; Kanbur, 2007; Lavy ve Shriki, 2010; Noviangraeni ve Siswono, 2017; Yevdokimov, 2005) odaklanıldığı görülmektedir.

Özel olarak problem kurma performanslarının belirlendiği çalışmalar incelendiğinde, problemlerin sahip olması gereken niteliklerin neler olabileceğine odaklanıldığı görülmektedir. Kurulan problemlerin değerlendirildiği literatür incelendiğinde birbirine benzer yaklaşımların benimsendiği görülmektedir. En genel anlamda ele alınan değerlendirme şeması Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Problem Kurmaya Yönelik Analiz Şeması (Silver ve Cai, 2005)

Şekil 1'e göre kurulan problemlerin öncelikle matematiksel bir problem olması gerekmektedir. Matematiksel problemlerin anlamlı olabilmesi için de çözülebilir olması gerekmektedir. Çözülebilir problemlerin sahip olması gereken nitelikler ise farklı araştırmacılar tarafından farklı boyutlarda ele alınmaktadır. Bir matematik probleminin sahip olması gereken niteliklerin yer verildiği çalışmalar incelendiğinde problemlerin değerlendirildiği nitelikler şu şekilde açıklanabilir. *Matematsellik*; problem içeriğindeki matematiksel ifadeler, kavramlar, sembol ve gösterimlerin uygun şekilde kullanımı (Kaba ve Şengül, 2016; Silver ve Cai, 2005; Yıldız ve Özdemir, 2015). *Veri niteliği*; problemde sunulan verilerin ve verilerle ulaşılabilecek sonucun mantıksal ve matematiksel olarak uygun olması (Yıldız ve Özdemir, 2015). *Dil Bilgisi ve İfade*; problem metnin dil bilgisi kurallarına uygunluğu, yazım yanlışı ve anlatım bozukluğu içerip içermediği (Kaba ve Şengül, 2016; Silver ve Cai, 2005; Yıldız ve Özdemir, 2015). *Düzye uygunluk*; problemin öğretim programı kapsamındaki kazanımlara uygunluğu ve zorluk derecesinin öğrenci seviyesine uygunluğu (Yıldız ve Özdemir, 2015). Kurulan problemdeki *yönergeler ve veri miktarı*; problemde yer alan yönergelerin problem koşullarına uygunluğu ve çözüme ulaşılabilmesi için gerekli verinin verilip verilmediği (Yıldız ve Özdemir, 2015). *Çözülebilirlik*; problemde istenilen sonuca ulaşıp ulaşılamayacağı (Kaba ve Şengül, 2016; Silver ve Cai, 2005; Yıldız ve Özdemir, 2015). *Kullanılabilirlik*; problemin hedeflenen seviyede kullanılabilirliği (Yıldız ve Özdemir, 2015). *Yaratıcı olma*; problemin akıcı, esnek ve orijinal olup olmadığı ile ilgilidir. *Akıcılık*, belli bir süre içinde çok sayıda alternatif problem kurulması (Bonotto ve Dal Santo, 2015; Silver ve Cai, 2005); *esneklik*, kurulmuş problemlerdeki çeşitliliği (Bonotto ve Dal Santo, 2015); *orijinallik*; yeni ve daha önce çok rastlanmayan bir problem kurulması (Bonotto ve Dal Santo, 2015; Silver ve Cai, 2005) şeklinde tanımlanmaktadır. Dinamiklik; dinamik yazılımlarda problemle ilgili geliştirilen şekillerin hareket edip etmediği ve hareket ettirildiğinde şeklin problem koşullarına uygunluğunun devam edip etmediğidir (Kanbur, 2017).

Bu nitelikler ışığında yapılan çalışmalar öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının genel olarak problem kurma performanslarının düşük olduğunu (Kılıç, 2013; Leung, 2013; Özgen vd., 2017), bazı çalışmalarda öğretmen adaylarının matematiksel dili doğru kullanmada büyük ölçüde başarılı olduğunu (Kanbur, 2017), bazı çalışmalarda ise yetersiz kaldıklarını (Karaaslan, 2018; Yıldız ve Özdemir, 2015) ortaya koyduğu görülmektedir. Ayrıca, öğretmen adayları tarafından kurulan problemlerin hemen hemen yarısının verilen koşullara uygun olmadığı (Karaaslan, 2018; Yıldız ve Özdemir, 2015), öğretmen adaylarının kurdukları problemlerin çözülebilirlik ölçütünü sağlama yüzdesinin %60 dolaylarında olduğu (Yıldız ve Özdemir, 2015) bilinmektedir. Ayrıca, öğrencilerin büyük bir kısmının çözülebilir problemler kurduğu (Silver ve Cai, 1996), öğrencilerin ve öğretmen adaylarının dil ve anlatım hataları yaptıkları (Çetinkaya, 2017; Ev-Çimen ve Yıldız, 2018; Kwek ve Lye, 2008; Yıldız ve Özdemir, 2015), öğretmen adaylarının kurdukları problemlerin tamamının dilbilgisi kurallarına uygun olduğu (Kanbur, 2017) da bilinmektedir. Öğretmen adayları ve öğrenciler tarafından kurulan problemlerin ders kitaplarındaki problemlere benzer ve özgünlükten uzak problemler olduğu da (Bayazit ve Kırap-Dönmez, 2017; Bonotto, 2013; Karaaslan, 2018; Korkmaz ve Gür, 2006; Şengül ve Katrancı, 2012) bilinmektedir.

Diğer taraftan DGY'lerin işe koşulduğu öğrenme ortamlarının değerlendirildiği çalışmalarda problem kurma performansı DGY'lerden bağımsız ele alındığı görülmektedir. Bu çalışmalarda öğrenme ortamlarında DGY kullanımının problem kurma becerilerinin gelişimine sağladığı katkıya odaklanılmıştır. Bir çalışmada ise öğretmen adaylarından yapılandırılmış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmamış etkinliklerle DGY kullanılabilecek problem

kurmaları beklenmiş ve bu problem kurma uygulamalarına yönelik faaliyetleri incelenmiştir (Kanbur, 2017). İlgili çalışmada farklı problem kurma uygulamalarına yönelik DGY çalışma sayfaları öğretmen adaylarına hazır olarak verilmiş ve öğretmen adaylarının problem kurarken hangi kavramları kullandıkları ve bu kavramların verilen durumda ele alınan kavram ile farklılaşıp farklılaşmadığı araştırılmıştır. Ayrıca kurulan problemlerde DGY'nin dinamiklik özelliğinin doğru bir şekilde işe koşulup koşulmadığı incelenmiş, dinamikliğin problemin çözümüne yönelik işlevinin kalitesine odaklanılmamıştır. GeoGebra ile eğitim verilen bir sınıfta öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin, problem kurma becerilerinden daha iyi olduğu da bilinmektedir (Muzdalipah ve Yulianto, 2015). Bu durum ise öğretmen adaylarının problem çözmeye yönelik deneyimlerinin daha çok olmasıyla ilişkilendirilmiştir. İlgili çalışmada öğretmen adaylarının problem kurma becerileri GeoGebra'dan bağımsız bir şekilde değerlendirilmiştir. Dolayısıyla öğretmenlerin DGY ile çözülebilecek bir problem kurma performansları, araştırmayı bekleyen bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu alanda yapılacak olan bir çalışmanın mevcut öğretmenlerin hem problem kurma hem de DGY'leri amacına uygun olarak işe koşma performanslarının ortaya koyulması açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Çalışmadan elde edilecek bulguların mevcut öğretmen yeterlikleri, öğretmen eğitimi ve öğrenme ortamlarının geliştirilmesine yönelik yapılacak çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda bu çalışmanın amacı öğretmenlerin GeoGebra ile çözülebilecek problem kurma performanslarının belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda '*Matematik öğretmenlerinin GeoGebra ile çözülebilecek problem kurma performansları nasıldır?*' sorusuna yanıt aranmıştır.

2. Yöntem

Bu çalışmada öğretmenlerin kurdukları problemler çeşitli özellikler, bağlamında ayrıntılı olarak incelenmiş ve problem kurma performanslarının hangi kriterlerden etkilendiği ortaya koyulmuştur. Çalışmada öğretmenlerin spesifik bir alandaki performanslarının incelenmesi amaçlandığından, çalışmanın özel durum çalışması niteliğinde olduğu söylenebilir. Çalışma, 2020-2021 eğitim-öğretim yılının güz yarısında yürütülmüştür.

2.1. Çalışma Grubu

GeoGebra ile çözülebilecek problemlerin kurulabilmesi için katılımcıların GeoGebra'ya hâkim olması istenilen bir durumdur. Bu nedenle araştırmaya dâhil edilecek öğretmenlerin hizmet öncesi veya hizmet içinde "Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi" ne yönelik deneyime ve özel olarak da GeoGebra yazılımı ile öğretime yönelik deneyimlere sahip olmaları gerekmektedir. Bu kapsamda amaçlı örneklem seçimi yapıldığı söylenebilir. Belirlenen amaç doğrultusunda belirlenen ölçütlere sahip, kolay ulaşılabilir ve çalışmaya gönüllü olarak katılmak isteyen 20 ilköğretim matematik öğretmeni bu çalışmanın katılımcılarını oluşturmaktadır. Katılımcılar sekiz farklı şehirde ikamet etmekte ve aynı şehirde ikamet edenler birbirlerini tanımamaktadır. Böylelikle problem kurma sürecinde birbirlerinden etkilenmedikleri düşünülmektedir. Katılımcıların demografik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışma grubu

Demografik Özellikler		Katılımcılar	f	%
Hizmet Yılı	1-5 Yıl	T2,T3,T4,T5,T7,T9,T11,T12,T14,T15,T18	11	55
	5+ Yıl	T1,T6,T8,T10,T13,T16,T17,T19,T20	9	45
GeoGebra Eğitimi	Hizmet öncesi	T2,T3,T4,T5,T7,T9,T10,T11,T12,T14,T15,T18,T19,T20	14	70
	Hizmet içi	T8,T17,T10,T13	4	20
	Lisansüstü	T1,T6,T8,T10,T13,T16,T17	7	35

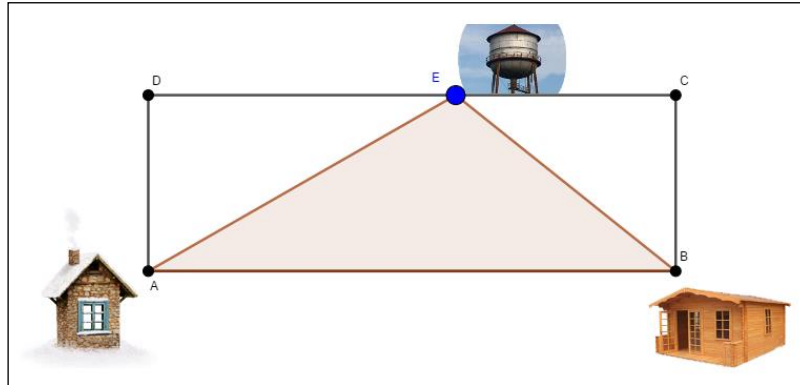
Tablo 1 incelendiğinde çalışma grubunda hem deneyimli hem de mesleklerinin ilk yıllarında olan öğretmenlerin sayısının yakın olduğu görülmektedir. Her ne kadar çalışmada mesleki deneyimin etkisi incelenmese de oranların yakın olması çeşitlilik açısından önemlidir. Öğretmenlerin bir kısmının sadece belirli bir dönemde GeoGebra kullanımına yönelik eğitim aldığı görülürken, bazılarının da çeşitli dönemlerde (Örneğin T10 hem hizmet öncesi hem hizmet içi hem de lisansüstü dönemde) eğitim aldığı görülmektedir. Birden çok kez eğitim alan öğretmenlerin sayısının azımsanmayacak kadar az olduğu ve sadece hizmet öncesi eğitim alanların çoğunun mesleklerinin ilk beş yılında olduğu görülmektedir. Bu da öğretmen performanslarının minimum seviyede

GeoGebra kullanımına yönelik bilgi eksikliğinden etkilendiği varsayımı kuvvetlendirerek, yazılımın problem kurmada işe koşulma performansına odaklanılmasına imkân sağlamaktadır.

2.2. Veri Toplama Süreci

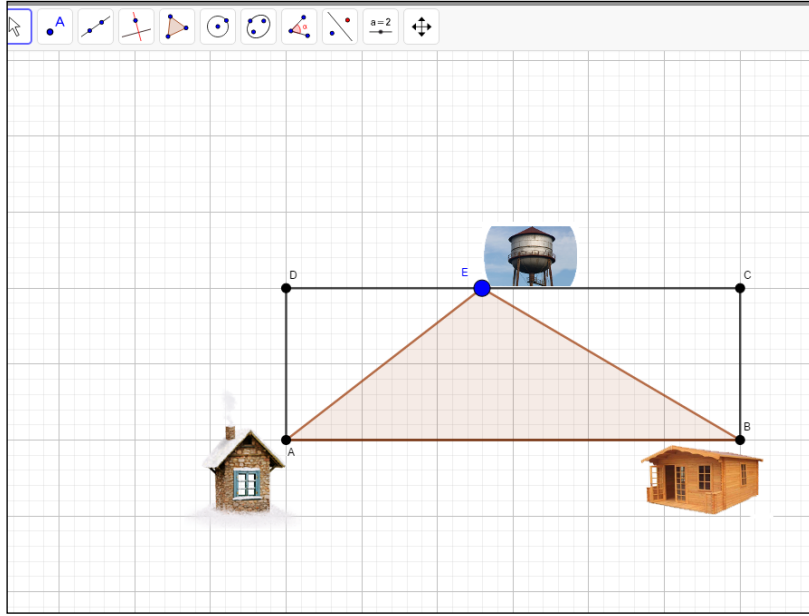
Bir araya gelinmesi kolay olan öğretmenlerle yapılan görüşmeler yüz yüze sürdürülmüştür. Araştırmacının yüz yüze görüşmesinin zor olduğu uzak şehirlerde ikamet eden öğretmenlerle tüm görüşmeler yüz yüze yapılan görüşmelerin prosedüründe çevrimiçi olarak yürütülmüştür. Öğretmenlerden Matematik Dersi Öğretim Programı'ndan istedikleri bir kazanımı seçmeleri ve seçtikleri bir kazanıma yönelik GeoGebra'yı kullanarak çözülebilecek bir problem kurmaları istenmiştir. Bu bağlamda yürütülen problem kurma çalışmasının serbest problem kurma çalışması olduğu söylenebilir. Serbest problem kurma çalışmasının tercih edilme sebebi GeoGebra'ya uygun problemlerin seçilebilmesine ve öğretmenlerin daha rahat çalışabilecekleri kazanımı belirleyebilmesine imkân sağlamaktır. Bu tür bir çalışma öğretmenleri kısıtlamadan problem kurmaya odaklanmalarına imkân sağlamaktadır. Öğretmenlerle yapılan ilk görüşmenin ardından öğretmenlere, dört hafta süre verilmiş ve süre sonunda kurdukları problemler ve GeoGebra'yı işe koşacak şekilde tasarladıkları çözüm yaklaşımlarına ait dosyaların araştırmacıya ulaştırılması gerektiği belirtilmiştir. Süreç içinde tüm öğretmenlere istedikleri zaman araştırmacı ile iletişime geçme fırsatı verilmiş ve problem kurmaya yönelik yönlendirme yapmadan istenen durum ile ilgili gereken destek sağlanmıştır. Örneğin, ilk görüşmeden birkaç gün sonra araştırmacıya ulaşarak ne yapması gerektiğini tam olarak anlayamadığını ifade eden bir öğretmenlere "GeoGebra ile çözülebilecek bir problem kurmanız beklenmekte" açıklaması yapılarak, örnek bir problem üzerinden beklenti açıklanmıştır. Örnek olarak öğretmenlere tanıtılan problem ve GeoGebra'nın çözümde nasıl işe koşulduğu aşağıda açıklanmıştır.

Örnek problem:



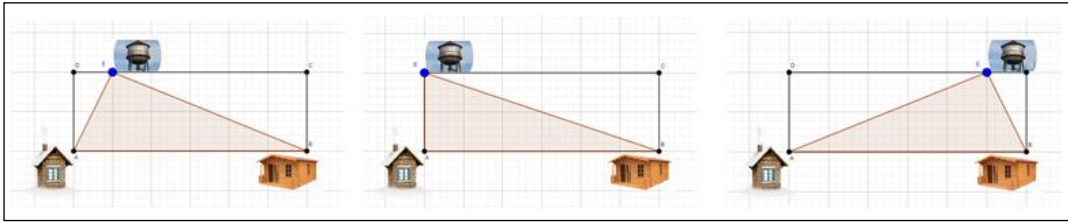
Bir köyde, A ve B noktalarında bulunan evlerin su ihtiyacını karşılayabilmek için su deposu yapılmaya karar veriliyor. İhtiyaç duyulan su kuyusu için tek uygun alanın, B noktasında yer alan ev sahibine ait ABCD dörtgenel bölgesi olduğu tespit ediliyor. Su kuyusunun inşa edilmeye en uygun yerin ICDI kenarı olduğu belirtiliyor. Su kuyusu ile evler arasındaki boru hatlarının zarar görmemesi için ABE üçgenel bölgesinde kazı çalışmalarına izin verilmeyecek dolayısıyla ilgili alan tarım alanı olmaktan çıkarılacaktır. Bu durumda da köylülere ait tarım arazisinin bir kısmı tarım amaçlı kullanılamayacak duruma gelecektir. Kullanımdan çıkacak tarım arazisinin en aza indirilmesi için E noktasının nerede seçilmesi gerekmektedir? Gerekçeleriniz ile açıklayınız.

GeoGebra'nın çözümde işe koşulması: Öncelikle problemde verilen koşulları sağlayan model GeoGebra'ya tanımlanır. Problemden dikkörtgenel bölgenin boyutları ile ilgili herhangi bir bilgi mevcut değildir. Dolayısıyla A, B, C, D noktaları dikkörtgen olma özelliğini bozmadan dinamik olacak şekilde tanımlanmalıdır. Böylece noktalar hareket ettirilerek, farklı kenar uzunluklarına sahip dikkörtgenler gözlemlenebilir ve bu gözlemler bir genelleme yapılmaya olanak sağlar. Diğer taraftan problemde istenen, E noktasının nerede olması gerektiğine karar vermektir. E noktasının, problem koşullarında belirtilen ICDI kenarı üzerinde olma şartını sağlayacak şekilde tanımlanması gerekmektedir. Aksi halde dikkörtgenin kenar uzunlukları değiştirildiğinde E noktasının konumu değişmez. Bu da koşulun bozulmasına neden olur. Bu kurallara dikkat edilerek hazırlanan ilk modele ait GeoGebra dosyasının ekran görüntüsü Şekil 2'deki gibidir.



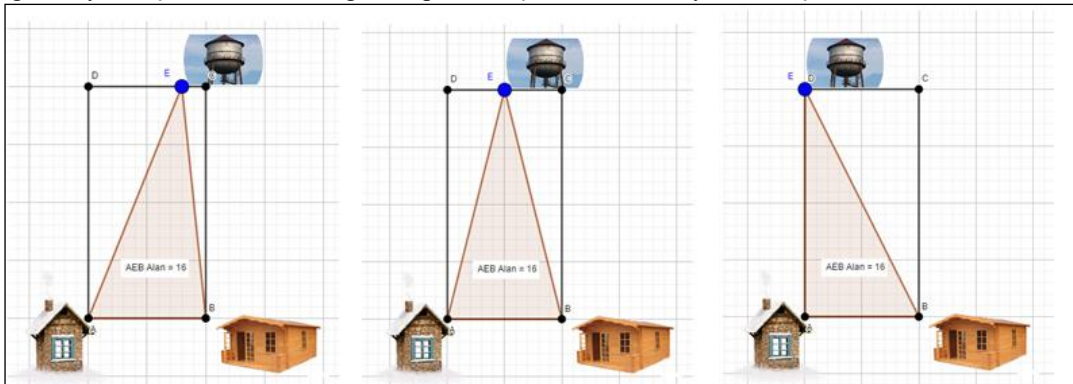
Şekil 2. Problem koşullarını sağlayan ilk model

Problemde boyutlara yönelik bilgi verilmediğinden rastgele olarak kısa kenarı 4 br, uzun kenarı 14 br olan bir dikdörtgen oluşturulmuştur. E noktası ise keyfi belirlenmiştir. E noktasının konumunun üçgensel bölgenin alanını nasıl değiştirdiği E noktası hareket ettirilerek gözlemlenebilir. Şekil 3'te birkaç örneğe ait ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3. E noktası değiştirildiğinde alana ait gözlemlere örnekler

Buradan öğrenci yükseklik ve tabanın değişmediğini, dolayısıyla üçgensel bölgenin alanının değişmediğini sezebilir. Farklı dikdörtgenlerde de benzer durumun olup olmadığını gözlemlemek için dikdörtgenin kenar uzunluklarını değiştirerek incelemelerde bulunabilir. Bunun için noktaları tutup sürüklemek yeterlidir. GeoGebra dinamikliği koruyacak şekilde hazırlandığından problem şartları bozulmayacaktır. Şekil 4'te bir örnek verilmiştir.



Şekil 4. Farklı boyutlardaki bir dikdörtgende E noktası değiştirildiğinde alana ait gözlemlere örnekler

GeoGebra'nın sağladığı bu dinamiklik ile öğrenciler istedikleri kadar deneme yapabilir ve isterlerse GeoGebra ile alanı hesaplatıp değişimi gözlemleyebilirler. Böylece alanın değişiminin yükseklik ve tabanın değişimine bağlı olduğunu, E noktasının konumunun değiştirilmesi ile yükseklik ve tabanın değişmediğini dolayısıyla alanın da değişmediğini gözlemleyebilir. Buradan da E noktasının konumunun alanı etkilemediği çıkarımında bulunabilirler.

Görüldüğü gibi çalışma grubundaki öğretmenlere sunulan örnekte GeoGebra'nın problem çözümüne katkısı açıktır. Çalışma grubundaki öğretmenlere de örnekte açıklandığı gibi örnek problem ve çözüm açıkça sunulmuştur. Bazı katılımcılar GeoGebra'nın bazı özelliklerini unuttuğunu ifade etmiştir. Katılımcı öğretmenlerden hangi özelliği kullanmak istediğini ifade etmeleri istenmiş, sadece o özelliğin işe koşulmasına yönelik teknik destek verilmiştir. Kurmuş oldukları problemlere müdahale edilmemiştir. Bu prosedür ile çalışmaya katılan her öğretmen GeoGebra ile çözülebilecek birer problem kurmuştur. Çalışmanın verilerini katılımcı öğretmenler tarafından kurulan 20 problem ve problemin çözümüne ait oluşturdukları GeoGebra dosyaları oluşturmaktadır.

2.3. Veri Analizi

Kurulan problemlerin niteliklerinin belirlenmesine yönelik literatürdeki mevcut çalışmalar incelenerek çalışmanın amacına uygun ölçütler belirlenmiş ve öğretmenlerin problem kurma performanslarını değerlendirmeye yönelik teorik çerçeve oluşturulmuştur. Bir problemin niteliğinin incelenmesi için öncelikle o problemin matematiksel bir problem olması gerekmektedir. Matematiksel problemlerin en önemli kriterlerinden birinin matematiksel dilin doğru şekilde kullanılıp kullanılmadığı olduğu bilinmektedir. Literatürde problem içeriğindeki matematiksel ifadeler, kavramlar, sembol ve gösterimlerin uygun şekilde kullanımı matematiksellik olarak ifade edilse de bu tanımın içeriği tam olarak karşılamadığı düşünülmektedir. Problem içeriğindeki matematiksel ifadeler, kavramlar, sembol ve gösterimlerin uygun şekilde kullanımı problemin matematikselliklerinden çok matematiksel dilin kullanımı ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda bu performans "*Matematiksel dilin doğru kullanıldığı problem kurabilme*" olarak adlandırılarak problem kurma çalışmalarında beklenen bir performans olarak belirlenmiştir. Ayrıca bu performans MEB'de (2018) vurgulanan anadilde iletişim yetkinliğini de içermektedir. Çalışmada öğretmenler kuracakları problemler için herhangi bir sınıf seviyesinde sınırlandırılmamıştır. Ancak kurdukları problemin 5-8 seviyesinde hangi kazanıma uygun olduğunu belirtmeleri istenmiştir. Bu bağlamda literatürde yer verilen düzeye uygunluk, temel becerileri kullanma ve kullanılabilirlik kriterleri revize edilerek "*kazanıma uygun problem kurabilme*" performansı çerçeveye eklenmiştir. Dil bilgisinde bir eksiklik, hata olması veya öğrenci seviyesine uygunluk durumu, sorunun anlamını veya anlaşılmasını etkileyip problemin çözülebilirliğini etkileyeceğinden bu nitelikler "*çözülebilir problem kurabilme*" performansı içinde değerlendirilmiştir. Ayrıca literatürde yer verilen kurulan problemdeki veri niteliği, yönergeler ve veri miktarı kriterlerinin de problemin çözülebilirliği ile ilgili olduğundan bu nitelikler de "*çözülebilir problem kurabilme*" performansı içinde değerlendirilmiştir. Bu çalışmada problem çözme, bir çözüme ulaşmak için kullanılacak yolun bilinmediği ancak öğrencilerin bu yol için gerekli bilgi birikiminin olduğu bir dizi seri aktiviteler olarak (Schoenfeld, 1985) ele alınmıştır. Bu bağlamda odaklanılan nokta öğrencinin ilgisi ve gerçeklik içeren bir problemde ziyade bahsi geçen zorluk eşliğidir. Bu da kazanıma uygunluk ölçütü ile ele alınmaktadır. Bu nedenle çalışmada literatürde yer verilen ilgi ve gerçeklik nitelikleri performans göstergesi olarak ele alınmamıştır. Bazı çalışmalarda ise kurulan problemlerin yaratıcılığına odaklanılmıştır. Yaratıcılık ölçütü olarak ele alınan esneklik ve akıcılık belli bir sürede kurulabilen problemlerin sayısı ve farklılaşması ile ilgilidir. Bu çalışmada öğretmenlerden DGY ile çözülebilecek tek bir problem kurmaları istendiğinden esneklik ve akıcılık ölçütü performans değerlendirmek için uygun değildir. Ancak öğretmenlerden öğrencilere farklı problemlere yönelik deneyimler sağlamaları beklendiğinden orijinallik kriteri problemlerin değerlendirilmesinde önemli bir nitelik olarak görülmektedir. Bu bağlamda "*orijinal bir problem kurabilme*" performansı teorik çerçeveye eklenmiştir. Literatür incelendiğinde bir problemin özgün sayılabilmesi için, mevcut çalışmada yer alanlar tarafından kurulan tüm problemlerin %10'undan daha az kişinin oluşturduğu problemlerle benzer yapıda olması gerektiği görüşü mevcuttur (Van Harpen ve Sririaman, 2013). Bu çalışmada kurulan problem sayısı katılımcı sayısı ile sınırlı olup, %10'luk dilim orijinallik için anlamlı değildir. Bu bağlamda orijinallik problemlerin bağlamı ve matematiksel ilişkileri değerlendirilerek ele alınmıştır. Bir problemin orijinal olarak nitelenebilmesi için çalışmanın sürdürüldüğü eğitim öğretim yılında okullarda kullanılmak üzere MEB tarafından onaylanmış ders kitapları ve yardımcı kaynaklar referans alınmıştır. Katılımcıların kurdukları problemlerin kazanımları belirlenmiş ve kitaplarda ilgili kazanımların ele alındığı bölümlerdeki problemler incelenmiştir. Problemlerde sıklıkla ele alınan bağlamlar ve matematiksel ilişkiler belirlenmiş, kurulan problemlerin bu bağlam ve ilişkilerden farklılaşp farklılaşmadığı orijinalliği hakkında değerlendirme imkânı vermiştir. Literatürde DGY ile kurulan problemlerin dinamikliğinin problemle ilgili geliştirilen şekillerin hareket edip etmediği ve hareket ettirildiğinde şeklin problem koşullarına uygunluğunun devam edip etmediği nitelikleri ile incelendiği görülmektedir. Bu durum problemin kurulması ile ilgili değil problemin çözüm aşaması ile ilgilidir. Dolayısıyla bu çalışmada çözüm için oluşturulan GeoGebra çalışma sayfasının dinamikliğinden ziyade DGY'lerin

işlevsellik amacı dikkate alınarak, problemin çözümüne katkı sağlayıp sağlanmadığına odaklanılmış ve öğretmenlerden kurdukları problemi çözebilecek GeoGebra çalışma sayfasını oluşturmaları istenmiştir. Bu bağlamda “GeoGebra'nın çözümde işlevsel olarak işe koşulabildiği problem kurabilme” performansı teorik çerçeveye eklenmiştir.

Bu nitelikler doğrultusunda problem kurma performanslarının belirlenmesi amacıyla analitik puanlama anahtarı geliştirilmiştir. “GeoGebra ile Çözülebilir Problem Kurma Performansları Değerlendirme Rubriği [GeoGebra-PKPDR]” geliştirilirken Russell ve Airasian (2001) tarafından tanımlanan puanlama anahtarı hazırlama basamakları dikkate alınmıştır. Bu bağlamda performans ürünü olarak problem kurma seçilmiş ve yukarıda belirtilen prosedürle en nitelikli problem kurmanın performans kriterleri belirlenmiştir. Her kriter için en üst seviyedeki performans göstergeleri tanımlanmış ve ardından kalan seviyelerdeki performans göstergeleri tanımlanmıştır. Rubrik matematik eğitimi alanında uzman ve problem çözme üzerine çalışmaları olan bir alan uzmanı tarafından kapsam geçerliliği açısından değerlendirilmiş, gerekli düzenlemeler yapılmıştır. MEB onaylı kitaptan rastgele seçilen üç problem geliştirilen rubrik ile değerlendirilerek rubriğin işlevselliğine yönelik pilot bir analiz yapılmıştır. Pilot analiz sonucunda analitik puanlama anahtarının uygulanabilirliği test edilmiş, performans göstergeleri ve tanımlamalarına yönelik gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Rubriğin son hali yine bir uzman tarafından değerlendirilmiş, dil ve içerik açısından gerekli düzeltmeler yapılarak rubriğe son hali verilmiştir. Geliştirilen GeoGebra-PKPDR'nin son hali Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. GeoGebra ile Çözülebilir Problem Kurma Performansları Değerlendirme Rubriği

Performans	Ölçüt	Uygun olmayan performans (Ölçüt 0)	Hatalı performans (Ölçüt 1)	Eksiksiz performans (Ölçüt 2)
1. Matematiksel dilin doğru kullanıldığı problem kurabilme		Problem içeriğindeki matematiksel ifadeler, kavramlar, sembol ve gösterimler uygun değil.	Problem içeriğindeki bazı matematiksel ifadeler, kavramlar, sembol ve gösterimler uygun değil.	Problem içeriğindeki tüm matematiksel ifadeler, kavramlar, sembol ve gösterimler uygun.
2. Kazanıma uygun problem kurabilme		Problem belirtilen kazanıma uygun değil.	Problem belirtilen kazanımı dolaylı olarak içeriyor.	Problem doğrudan belirtilen kazanıma uygundur.
3. Çözülebilir problem kurabilme		Dil bilgisinde hata mevcut, problem öğrenci seviyesine uygun değil, veriler problemin çözümü için yeterli değil.	Dil bilgisinde hatalar mevcut veya problem öğrenci seviyesine uygun değil veya veriler problemin çözümü için kısmen yeterli.	Dil bilgisi ve problem öğrenci seviyesine uygun ve veriler problemin çözümü için yeterli.
4. Orijinal bir problem kurabilme		Problemler sıklıkla ele alınan bağlam ve matematiksel ilişkiler içeriyor.	Problemler nadiren ele alınan bağlam veya matematiksel ilişkiler içeriyor.	Problemler sıklıkla ele alınan bağlam ve matematiksel ilişkilerden farklı içerikte.
5. GeoGebra'nın çözümde işlevsel olarak işe koşulabildiği problem kurabilme		GeoGebra kullanımı probleme sadece görsellik katıyor, problem çözümüne etkisi yok.	GeoGebra kullanımı problemin çözümü için kısmen fikir veriyor ancak çözümde aktif kullanılmıyor ve ya çıkarım yapmaya gerek kalmadan doğrudan cevabı veriyor.	GeoGebra kullanımı problemin çözümüne yönelik gerekli ve yeterli fikirleri veriyor.

Öğretmenler tarafından kurulan problemler araştırmacı tarafından Tablo 2'de verilen rubrik ile analiz edilmiştir. Analiz güvenilirliğinin belirlenmesi amacıyla problem çözme ve GeoGebra alanında çalışmaları olan matematik eğitimi alanında bir uzmanın görüşüne başvurulmuştur. Rastgele seçilen 8 katılımcının kurduğu problemler uzman tarafından analiz edilmiştir. Analizler karşılaştırılmış ve Miles ve Huberman (1994) tarafından ortaya koyulan

$$\text{Güvenirlilik} = \frac{\text{Ortak görüş sayısı}}{\text{Ortak görüş sayısı} + \text{Ortak olmayan görüş sayısı}}$$

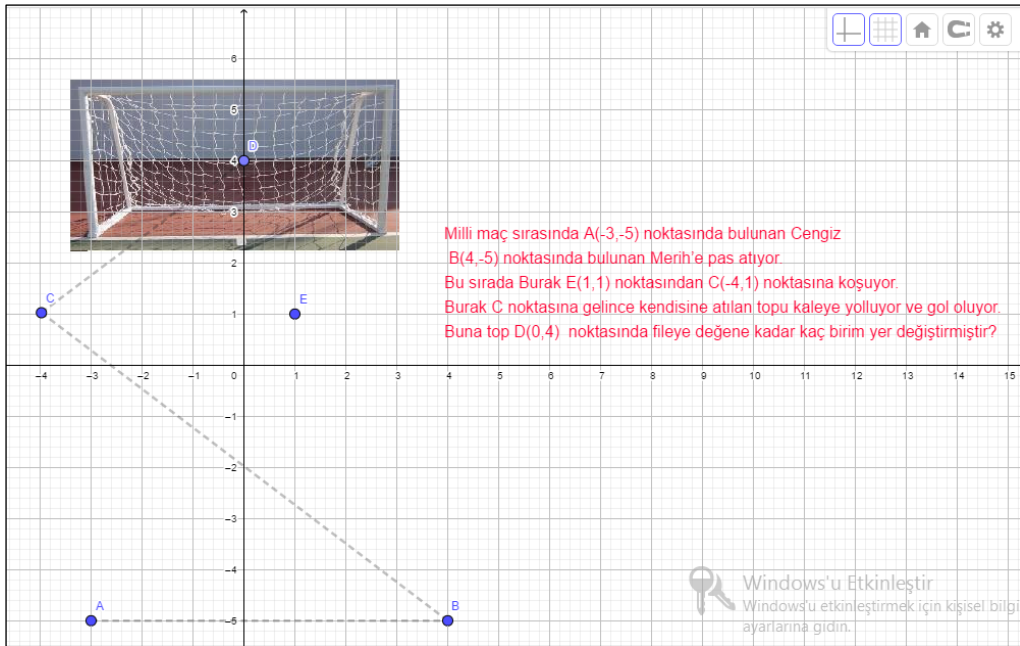
formülü kullanılarak uyum hesaplanmıştır. Yapılan analizler sonucunda GeoGebra ile kurulan problemlerin puanlandırılmasında analiz güvenilirliği 0.88 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç analizin güvenilir seviyede olduğunu göstermektedir.

3. Bulgular

Bu çalışmada öğretmenlerden GeoGebra ile çözülebilecek bir problem kurlmaları ve çözümde GeoGebra'yı nasıl işe koşmayı hedeflediklerini oluşturdukları GeoGebra dosyası ile açıklamaları istenmiştir. İlerleyen bölümde bazı öğretmenlerin kurmuş oldukları problemler ve performans değerlendirmeleri ayrıntılı olarak ele alınmış, ardından katılımcıların performansına ait genel durum verilmiştir. Örnek olarak T1 tarafından kurulan problem aşağıda verilmiştir.

Kazanım: Pisagor bağıntısını oluşturur, ilgili problemleri çözer.

Problem:



T1 tarafından kurulan problem incelendiğinde matematiksel ifadeler, sembol ve kavramların doğru şekilde kullanıldığı görülmektedir. Problem matematiksel dilin kullanımı bağlamında Ölçüt 2'de değerlendirilmiştir. Problemden istenen yer değişimini hesaplamak için öğrencilerin Pisagor bağıntısını biliyor olması gerekmektedir. Dolayısıyla ilgili kazanım Pisagor bağıntısını oluşturmayı da içermektedir. Bu nedenle problem, kazanıma kısmen uygundur ve Ölçüt 1'de değerlendirilmiştir. Problem mevcut verilerle çözülebilir ve dil bilgisi açısından yanlış anlaşılmalara sebep olmayacak şekildedir. Bu bağlamda çözülebilirlik Ölçüt 2 olarak değerlendirilmiştir. Yer değiştirme problemleri matematik kitaplarında mevcuttur ancak sıklıkla karşılaşmamaktadır ve mevcut problemdeki bağlam yer değiştirme problemlerinde ve ilgili kazanıma ait bölümlerde kitaplarda ele alınmayan bir bağlamdır. Problemin orijinalliği Ölçüt 1 seviyesindedir denilebilir. GeoGebra'nın problem çözümüne katkısı incelendiğinde ise problem çözümü için dinamikliğe ihtiyaç duyulmadığı, yer değiştirmeyi verecek uzunlukların kolayca ölçülebileceği görülmektedir. Bu bağlamda GeoGebra'nın problem çözümüne katkısı Ölçüt 1 seviyesinde değerlendirilebilir.

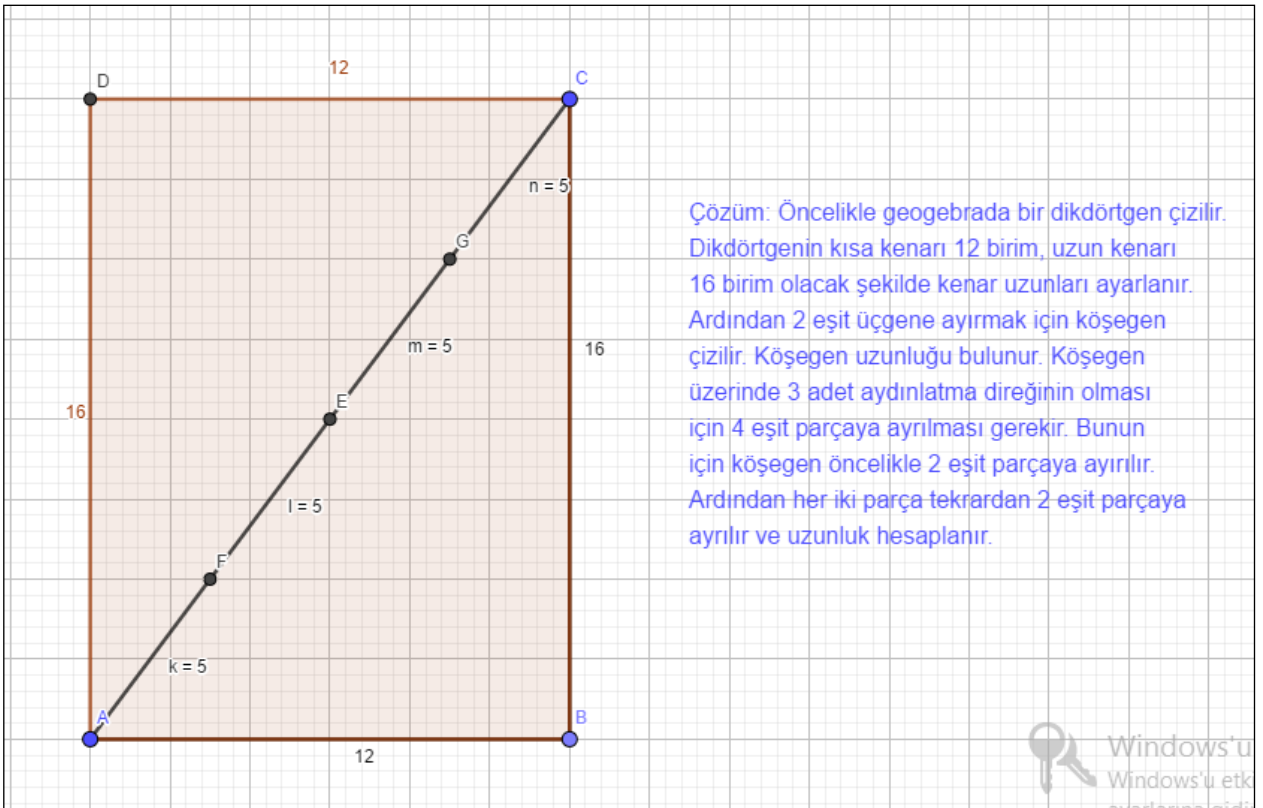
T6 tarafından kurulan problem aşağıda verilmiştir.

Kazanım: Dikdörtgen, paralelkenar, eşkenar dörtgen ve yamuğun temel elemanlarını belirler ve çizer.

Problem: Mehmet amca kısa kenarı 12 m, uzun kenarı 16 m olan dikdörtgen şeklindeki bahçesini eşit büyüklükte 2 adet üçgen biçiminde parçaya ayıracaktır. Her iki tarlayı da aydınlatacak şekilde araya eşit aralıklarla 3 adet aydınlatma direği yerleştirmek istiyor. Buna göre aydınlatma direkleri arasındaki mesafe kaç metre olmalıdır?

T6 tarafından kurulan problem incelendiğinde problemdeki matematiksel ifadeler ve kavramların doğru şekilde kullanıldığı görülmektedir. Problem matematiksel dilin kullanımı bakımından Ölçüt 2 seviyesinde değerlendirilmiştir. Öğretmen bu problemi çokgenlerin temel elemanlarının belirlenmesi ve çizilmesi kapsamında kullanabileceğini belirtmiştir. Beşinci sınıf seviyesinde çokgenlerin ele alınan temel elemanları "Kenar, köşe, iç açı

ve köşegen”dir. Öğrenciler problemi çözebilmek için istenilen dikdörtgeni oluşturmalı ve iki eşit üçgene bölebilmek için de köşegeni oluşturmalıdır. Yani dikdörtgenin temel elemanlarından sadece köşegenine ait bir çalışma mevcuttur. Ayrıca bu problemde asıl istenen köşegenin dört eşit parçaya nasıl ayrılacağıdır. Dolayısıyla problem verilen kazanımı dolaylı olarak içermektedir ve kazanıma uygunluk açısından Ölçüt 1 seviyesinde değerlendirilmiştir. Beşinci sınıf seviyesindeki bir öğrenci henüz Pisagor bağıntısını bilmemektedir. Dolayısıyla köşegen uzunluğu ile ilgili herhangi bir hesaplama yapamaz. Öğrenci GeoGebra’nın “uzaklık ve uzunluk ölçme” özelliğini kullanarak köşegeni doğrudan ölçebilir ve ya şekli kâğıt kalem ve cetvel yardımıyla çizip köşegen ölçümü yapabilir. Elde ettiği uzunluğu aynı araçlarla eşit parçalara kolayca bölebilir. Dolayısıyla bu problem çözülebilir bir problemdir ve Ölçüt 2 seviyesinde değerlendirilmiştir. Bu tür tarla bölmeye yönelik problemler genellikle alan hesabını içeren problemlerdir. Bu problemin temelinde hem dikdörtgenin köşegeninin anlamı hem de bir doğruyu eşit parçalara bölmek yer almaktadır. Bu nedenle problem nadiren karşılaşılan bir problem olarak değerlendirilmiştir ve orijinalliği Ölçüt 1 seviyesinde değerlendirilmiştir. T6’nın problem çözümünde GeoGebra’yı işe koşma yaklaşımına ait çalışma sayfası Şekil 5’de verilmiştir.



Şekil 5. T6’nın kurduğu problemi GeoGebra ile çözümü

T6 çözüm için yazmış olduğu yönergeden de anlaşılacağı gibi GeoGebra problemin cevabını doğrudan vermektedir. Dinamiklik işe koşulmamış, herhangi bir çıkarım söz konusu değildir. Dolayısıyla bu problem GeoGebra’nın çözümde işlevsel olarak işe koşulabilirliği bakımından Ölçüt 1’de değerlendirilmektedir.

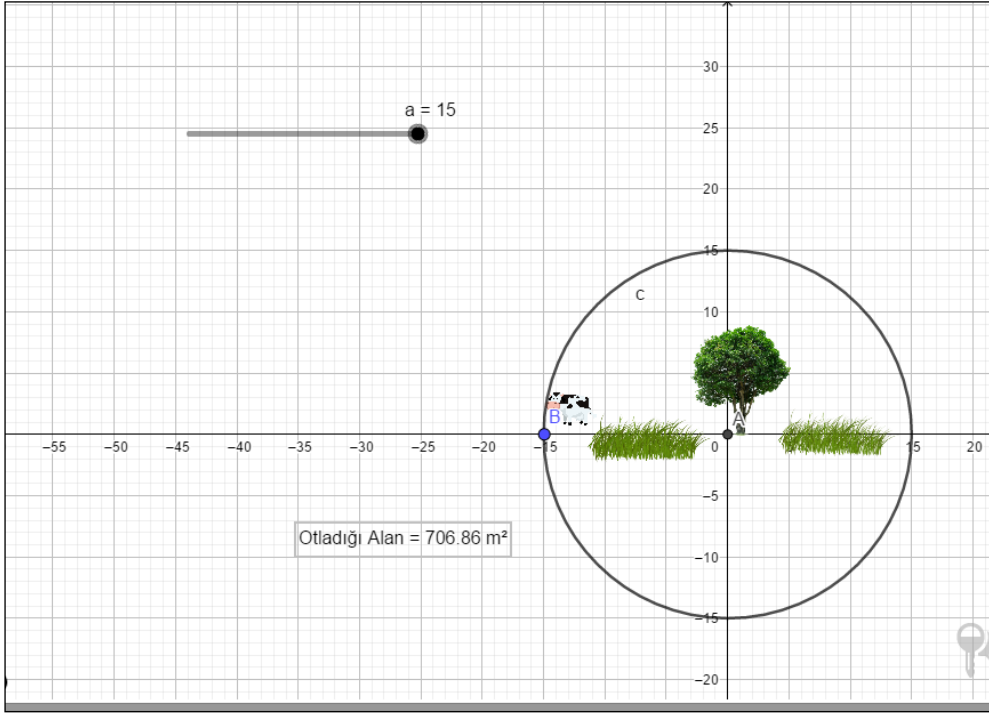
T10 tarafından kurulan problem aşağıda verilmiştir.

Kazanım: Dairenin ve daire diliminin alanını hesaplar.

Problem: Ali babanın çiftliğindeki Milka ineği bir ağaca bağlıdır. Bağlı olduğu ipin uzunluğu 15 m’dir. Bu inek ne kadarlık bir alanda otlayabilir?

T10 tarafından kurulan problem incelendiğinde öğretmenin hesaplanacak alan için “kaç m^2 ” ifadesi kullanmak yerine “ne kadarlık” ifadesini kullandığı görülmektedir. Diğer matematiksel kavram ve ifadeler doğru kullanıldığından matematiksel dilin kullanımı Ölçüt 1’de değerlendirilmektedir. İneğin ağaç etrafında gidebileceği maksimum uzaklığa bağlı hareketinin dairesel olması beklenmektedir. Dolayısıyla istenilen alan bir daire alanıdır. Bu bağlamda problem belirtilen kazanıma uygundur denilebilir ve kazanıma uygunluğu Ölçüt 2 olarak değerlendirilmektedir. İneğin maksimum gidebileceği doğrusal uzaklık ipin uzunluğuna bağlı olarak 15 m gibi

görünse de çiftliğin boyutları bilinmediğinden bu bir öngördür. Eğer çiftlik bir kenarı 5 m olan kare şeklinde bir alan ise ineğin otlayabileceği alan çiftliğin tamamıdır. Ya da çiftlik bir kenarı 50 m olan kare şeklindeki bir alan ancak inek çitlerle çevrili bu alanın bir köşesinde bağlı ise otlayabileceği alan yine değişmektedir. T10 problemde bu şartları belirtmediği için çiftlik alanı ineği kısıtlayıcı değilmiş gibi düşünülerek problem çözülebilir. Bu bağlamda problem verileri çözüm için kısmen yeterli olarak değerlendirilerek çözülebilirlik Ölçüt 1 olarak değerlendirilmiştir. Mevcut problem, kitaplarda sıklıkla karşılaşılan bir problem olduğundan orijinalliyi Ölçüt 0 olarak değerlendirilmektedir. Öğretmenin problem çözümünde GeoGebra'yı işe koşma yaklaşımına ait çalışma sayfası Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. T10'un kurduğu probleme yönelik GeoGebra çözüm yaklaşımı

Bu problemin temelinde öğrencinin dairesel bölgeyi görebilmesi yer almaktadır. Öğretmenin GeoGebra ile yaptığı çözüm yaklaşımı incelendiğinde, ineğin hareketinin oluşturacağı dairesel alanın yarıçapının sürgüye bağlandığı görülmektedir. Hatta öğretmen bu sürgüye değişik yarıçaplar için dairesel alanın nasıl değiştiğini gösteren bir simülasyon da eklemiştir. Ancak bu simülasyonda dairenin yarıçapına bağlı olarak sadece daire küçülüp büyümektedir. İneğin yarıçapa bağlı olarak yaptığı dairesel hareket görünmemektedir. Ayrıca dairenin alanı da GeoGebra ile doğrudan hesaplanmaktadır. Öğretmenin kurmuş olduğu problem her ne kadar GeoGebra'nın dinamik özellikleri kullanılarak çözülebilecek bir problem ise de öğretmen bu dinamikliği çözüm sürecine dahil etmemektedir. Bu bağlamda GeoGebra ile çözüm Ölçüt 1 seviyesindedir.

Öğretmenlerin GeoGebra ile çözülebilecek nitelikte problem kurma performansları “Matematiksel dilin doğru kullanıldığı problem kullanabilme”, “Kazanıma uygun problem kurabilme”, “Çözülebilir problem kurabilme”, “Orijinal bir problem kurabilme” ve “GeoGebra'nın çözümde işlevsel olarak işe koşulabildiği problem kurabilme” nitelikleri bağlamında ele alındığında katılımcı performansları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Öğretmenlerin GeoGebra ile Çözülebilir Problem Kurma Performansları

Performans	Ölçüt	Uygun olmayan performans (Ölçüt 0)		Hatalı performans (Ölçüt 1)		Eksiksiz performans (Ölçüt 2)	
			%		%		%
1. Matematiksel dilin doğru kullanıldığı problem kurabilme		3	15	6	30	11	55
2. Kazanıma uygun problem kurabilme		2	10	3	15	15	75
3. Çözülebilir problem kurabilme		3	15	5	25	12	60
4. Orijinal bir problem kurabilme		5	25	9	45	6	30
5. GeoGebra'nın çözümde işlevsel olarak işe koşulabildiği problem kurabilme		3	15	12	60	5	25

Tablo 3 incelendiğinde, öğretmenlerin kurdukları problemlerin neredeyse yarısının (%15 uygun olmayan performans + %30 hatalı performans = %45 matematiksel dilin yanlış kullanımı) matematiksel dilin kullanımı açısından hatalar içerdiği görülmektedir. Öğretmenlerin %75'inin kazanıma uygun problem kurabildiği, sadece iki öğretmenin kurduğu problemin kazanıma uygun olmadığı görülmektedir. Üç öğretmenin kurmuş olduğu problem mevcut hali ile çözülemeyen nitelikte iken, 5 problem kısmen çözülebilir (ölçüt 1 seviyesinde) niteliktedir. Her ne kadar öğretmenlerden mevcut bir problemi yazmak yerine kendi problemlerini kurmaları istense de öğretmenlerin %30'unun orijinal bir problem kurabildiği görülmektedir. Öğretmenlerin büyük çoğunluğunun problem çözümünde GeoGebra'yı işlevsel olarak işe koşmadığı, GeoGebra'ya doğrudan hesaplama aracı olarak rol biçtiği dikkat çekmektedir. Eksiksiz gerçekleştirilen en yüksek performansın %75 oranıyla *kazanıma uygun problem kurabilme* performansı olduğu, en düşük performansın ise %25 oranıyla *GeoGebra'nın çözümde işlevsel olarak işe koşulabildiği problem kurabilme* performansının olduğu dikkat çeken başka bir husustur.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada öğretmenlerin problem kurma performansları "*Matematiksel dilin doğru kullanıldığı problem kurabilme, Kazanıma uygun problem kurabilme, Çözülebilir problem kurabilme, Orijinal bir problem kurabilme, GeoGebra'nın çözümde işlevsel olarak işe koşulabildiği problem kurabilme*" bağlamında incelenmiştir. Çalışma sonucunda öğretmenlerin problem kurma performanslarının genel olarak düşük olduğu görülmüştür. Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının problem kurma performanslarının düşük olduğunu gösteren başka çalışmalar da mevcuttur (Kılıç, 2017; Özgen vd., 2017). Yapılan çalışmalar yapılandırılmamış problem kurma sürecinde yapılandırılmış ve ya yapılandırılmamış problem kurma sürecine göre daha çok zorlanıldığını (Bayazit ve Kınap-Dönmez; 2017; Çetinkaya ve Soybaş, 2018; Kılıç, 2013; Ngah vd., 2016; Özgen vd., 2017) göstermektedir. Bunun sebebinin yapılandırılmış problemlerde verilen kavram ya da bağlama uygun problem kurma çabasının öğretmenleri ve öğrencileri sınırlandırılması olduğu düşünülmektedir. Mevcut çalışmada öğretmenlerin böyle bir kısıtlamayla sınırlandırılmaması için serbest problem kurma yaklaşımı ele alınmıştır. Ancak yine de öğretmenlerin problem kurma performanslarının düşük olması, performansı etkileyen diğer etmenlerin de tartışılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Literatür incelendiğinde öğretmenlerin, problem kurmaya yönelik gereken beceriye tam olarak sahip olmadıklarını ifade ettikleri (Leung ve Silver, 1997), problem kurma faaliyetlerinde deneyimsiz oldukları ve bu tür faaliyetlerde zorluklar yaşadıkları (Leung, 2013) bilinmektedir. Matematik problemleri kurma becerilerinin, matematik öğretmenlerinin mesleki yeterliliklerinin ana unsurları arasında olduğu vurgusu (Tichá ve Hošpesová, 2013) dikkate alındığında, mevcut çalışma ile ortaya koyulan öğretmenlerin eksik performansları dikkate alınarak mesleki gelişime imkân sağlayacak eğitimler düzenlenebilir.

Öğretmenlerin problem kurma performansları "*Matematiksel dilin doğru kullanıldığı problem kurabilme*" bağlamında incelendiğinde, öğretmenlerin kurdukları problemlerin neredeyse yarısının matematiksel dilin kullanımı açısından hatalar içerdiği görülmüştür. Problem kurmada matematiksel dilin doğru kullanımına performansına yönelik literatürde farklı sonuçlar mevcuttur. Bazı çalışmalarda öğretmen adaylarının matematiksel dilin kullanımında büyük ölçüde başarılı oldukları (Kanbur, 2017) görülmüşken, bazı çalışmalarda öğretmen adaylarının kurdukları problemlerin matematiksel ifadeleri ve kavramları doğru kullanma açısından yetersiz kaldığı (Yıldız ve Özdemir, 2015) sonucuna ulaşılmıştır. Problem kurma çalışmalarının öğretmene sağladığı birçok faydadan birinin öğrencilerin konuyu nasıl anlamlandırdıkları ortaya koymak (Hiebert ve Wearne, 2003) olduğu bilinmektedir. Ayrıca yapılan çalışmalar kavram ve sembollerin öğretime yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarının matematiksel dilin doğru ve yerinde kullanımına katkı sağladığını göstermektedir (Aygün, Hacısalıhoğlu-Karadeniz ve Bütüner,

2020). Öğretmenlerin problem kurarken işe koştıkları matematiksel kavram ve sembolleri doğru şekilde kullanmada sorun yaşamaları öğrenme ortamlarında ele alınan bu kavramlarla ilgili öğrencilere yaşatılan deneyimler hakkında endişe uyandırmaktadır. Bu çalışmada yapılandırılmamış problem kurma çalışmaları incelendiğinden öğretmenler birbirinden farklı kazanımları ele almıştır. Matematiksel dilin doğru şekilde kullanımı kazanımda ele alınan sembol ve kavramlarla sınırlı tutularak değerlendirilmiştir. Özel bir kavram ya da konuya ait matematiksel sembollerin ve ifadelerin kullanımına yönelik değerlendirme yapılamamıştır. Bu bağlamda ileriki çalışmalarda yapılandırılmış problem kurma çalışmaları ile öğretmenlerin belirli kavramlara dair matematiksel dili kullanma performansları incelenebilir.

Öğretmenlerin problem kurma performansları “*Kazanıma uygun problem kurabilme*” bağlamında incelendiğinde, katılımcıların çoğunun kazanıma uygun problem kurabildiği, sadece iki öğretmenin kurduğu problemin kazanıma uygun olmadığı görülmüştür. Öğrenciler tarafından kurulan problemlerin hemen hemen yarısının verilen koşullara uygun olmadığı (Karaaslan, 2018) çalışmalarla ortaya koyulmuştur. Öğrencilerin verilen koşullara ya da kavramlara uygun problem kurmada zorluk yaşamaları beklenen bir durumdur. Ancak aynı durum öğretmen ve öğretmen adayları için beklenen bir durum değildir. Çünkü öğretmenlerden beklenen belirli amaçlar doğrultusunda derslerini planlamalarıdır. Kurulan problemler amaç doğrultusunda değil ise, ele alınmak istenen kavrama yönelik deneyim yaşatılamamış olacaktır. Literatür incelendiğinde öğretmen adaylarının öğretim programındaki kazanımlarına içerik ve zorluk derecesi açısından uygun problem kurabilme performanslarının %60 civarında olduğu (Yıldız ve Özdemir, 2015) olduğu bilinmektedir. Mevcut çalışmada öğretmenlerin kazanıma uygun problem kurma performanslarının literatürde öğretmen adayları için belirtilen orandan daha yüksek olduğu görülmektedir. Öğretmen adayları her ne kadar lisans öğrenimleri boyunca öğretim programındaki kazanımlara yönelik deneyimler yaşasalar da deneyimleri kazanımı inceleyip etkinlik tasarlama boyutunda kalmaktadır. Uygulamaya yönelik deneyimleri de aldıkları dersler bağlamında kısıtlıdır. Öğretmenler ise bir sınıf seviyesinde birçok şubede öğretim gerçekleştirmekte, farklı yıllarda aynı sınıf seviyelerinde eğitim vermektedir. Literatürle farklı olan bu oransal farkın çalışma katılımcılarının kazanımlara yönelik öğretimsel deneyimlerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ancak yine de çalışmada seçtikleri kazanıma uygun olmayan problemler kuran öğretmenlerin olmasında dikkat çekmektedir. Kazanım ile kurduğu problemi eşleşmeyen iki öğretmenden birinin beş yıl ve üzeri deneyime sahip olması, diğerinin ise beş yıldan daha az deneyime sahip olması mesleki deneyim dışında faktörlerin de olabileceğine işaret etmektedir. Bu bağlamda ileriki çalışmalarda kazanıma uygun problem kurma performanslarını etkileyen faktörler ayrıntılı şekilde ortaya koyulabilir.

Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının “*çözülebilir problem kurabilme*” performanslarının düşük olduğu görülmüştür. Problemde yer alan verilerin kısmen yeterli olma oranı da azımsanmayacak kadar fazladır. Bir problemin çözülebilirliği dil bilgisi hatalarından kaynaklı anlatım bozukluklarına, öğrencinin seviyesine uygun olup olmamasına ve verilerin problemin çözümü için yeterli olup olmamasına bağlıdır. Literatürde öğrencilerin büyük bir kısmının çözülebilir problemler kurduğuna dair sonuçlar (Silver ve Cai, 1996) mevcutken, öğrencilerin kurdukları problemlerin çoğunun dil ve anlatım açısından eksiklikler içerdiğine dair sonuçlar da (Çetinkaya, 2017; Kwek ve Lye, 2008) mevcuttur. Öğretmen adaylarının kurdukları problemlerde yer verdikleri verilerin mantıksal ve matematiksel uygunluk bakımından yetersiz kaldığına ve dil bilgisi açısından hatalar içerdiğine dolayısıyla problemlerin çözülebilirlik ölçütünü sağlamada %60 dolaylarında olduğuna (Yıldız ve Özdemir, 2015) dair çalışmalar mevcuttur. Ayrıca öğretmen adayları tarafından kurulan problemlerin tamamının dilbilgisi kurallarına uygun olduğuna (Kanbur, 2017) dair sonuçlara ulaşan çalışmalar da mevcuttur. Görüldüğü gibi çözülebilir problem kurabilme performansına yönelik farkı sonuçlar dikkat çekmektedir. Bu çalışmalarda genellikle katılımcılardan verilen yönergelere uygun problem kurmaları istenmiş, kurdukları problemlerin çözümlerini yapmaları istenmemiştir. Kurulan problemin çözülebilirliği ve içerisinde mantıksal hatalar olup olmadığının kontrol edilmesi problem kurma sürecinde dikkat edilmesi gereken en temel unsurlardan biridir (Kırnap-Dönmez, 2014). Bu bağlamda bu çalışmada öğretmenlerden kurdukları problemlerin GeoGebra ile çözülebilirliğini göstermeleri istenmiştir. Bu aynı zamanda problemin çözülebilirliğini test etmelerine de fırsat sunmuştur. Ancak yine de çözülebilir problem kurabilme performanslarının düşük olduğu görülmüştür. Problem kurma sürecinde öğrencilerin sıklıkla dil ve anlatım hataları yaptıkları, çözülebilir problem kurabilme performanslarının en yüksek serbest problem kurma durumlarında, en düşük ise yapılandırılmış problem kurma durumlarında elde edildiği (Ev-Çimen ve Yıldız, 2018; Kanbur, 2017) bilinmektedir. Ayrıca Yuan ve Sriraman (2011) öğrencilerin içerik bilgisinin, problem kurma başarıları üzerinde büyük bir etkisi olduğunu vurgulamışlardır. Kwek ve Lye (2008) çözülemeyen problemlerin büyük kısmında anlatım bozukluğu olduğunu, gerekli varsayımların yer almadığını ve karmaşık cebirsel ifadeler bulunduğu dair sonuçlar elde etmiştir. Bu çalışmada öğretmenler tarafından kurulan problemler çözüm yaklaşımları ve kazanımlar ile bir bütün olarak incelendiğinden ne istendiği ile ilgili genel bir kaniya varılabilmektedir. Dolayısıyla diğer niteliklerin yanında literatürde vurgulanan anlatım bozukluklarının kurulan problemin çözülebilirliğini etkilemede daha çok rol oynadığı görülmüştür. Bu sonuç matematiksel ifadelerin

kullanıldığı iletişim kanallarındaki anlatım bozukluklarının giderilmesine, yani matematiksel iletişim becerilerinin geliştirilmesi ihtiyacına işaret etmektedir.

Bu çalışmada her ne kadar öğretmenlerden mevcut bir problemi yazmak yerine kendilerinin bir problem kurmaları istense de “*orijinal bir problem kurabilme*” performanslarının oldukça düşük olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalar da benzer şekilde hem öğrenciler (Bonotto, 2013; Çetinkaya, 2017; Geçici, 2018; Karaaslan, 2018; Silver ve Cai, 1996) hem de öğretmen adayları (Bayazit ve Kırap-Dönmez, 2017; Korkmaz ve Gür, 2006; Şengül ve Katrancı, 2012) tarafından kurulan problemlerin çok az bir kısmının özgün olduğunu, kurulan problemlerin ders kitaplarındakine benzer nitelikte ya da alıştırma türünden sorular olduğunu göstermektedir. Problem kurma çalışmalarının türüne göre özgün problem kurma performansları dikkat çekecek şekilde değişme de yapılandırılmış problem kurma çalışmalarında diğer türlere göre daha az özgün problemler kurulabildiği (Geçici, 2018) vurgulanmaktadır. Diğer taraftan Lavy ve Shriki (2010) öğretmen adaylarının GeoGebra ortamında problem kurarken, GeoGebra'nın dinamik yapısının problemin çözümde gerekli ispata ve hesaplama kolayca ulaşmaya imkân sağladığını ifade ettiklerini belirtmiştir. Bu imkânın ise daha yaratıcı problem kurmayı kolaylaştırdığını belirtmiştir. Bu sonucun aksine mevcut çalışmada öğretmenlerin GeoGebra'ya işe koşmalarının özgün problemler kurmalarında yeterli olmadığı görülmüştür. Bu sonuçlar bireylerin problem kurma çalışmalarında bir konuya bağlı kalmalarının özgün problem kurma performanslarını etkilediğine ve ders kitaplarının otorite olarak görüldüğüne işaret etmektedir. Sınıflarda özgün problemlerin çözümlerine yönelik çalışmaların eksikliği problem çözme becerilerinin geliştirilmesine özgün fırsatlar sunma ve farklı problemlerin çözümünde önceki deneyimleri işe koşarak üst düzey bilişsel faaliyetlerin yürütülmesiyle elde edilecek kazanımları sınırlandırmaktadır. Bu bağlamda orijinal problemlerin öğrenme ortamlarındaki faydasına yönelik farkındalıkların sağlanacağı ve orijinal problem kurma becerilerinin geliştirilebileceği mesleki gelişim süreçlerinin tasarlanması önemli görülmektedir.

GeoGebra'nın problem çözerken nasıl işe koşulduğuna yönelik yapılan çalışmalar GeoGebra'nın doğrudan hesaplama, görselleme ve ya doğrulama amaçlı kullanıldığını (Bülbül, Güler, Gürsoy ve Güven, 2020) göstermektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının kurdukları problemlerdeki dinamikliğin genel olarak düşük olduğu, yarı yapılandırılmış problem kurma etkinliklerinde dinamikliği sağlamada daha başarılı oldukları görülmüştür (Kanbur, 2017). Literatürden farklı olarak bu çalışma sonucunda öğretmenlerin problem kurma sürecinde de GeoGebra'ya işlevsel olarak işe koşmadığı, GeoGebra'ya doğrudan görselleme ve hesaplama aracı olarak rol biçtiği görülmüştür. Geogebra'ya dikkat çekmek amaçlı basitçe resim veya şekil göstermek için işe koşmak, öğrencileri çeşitli sunumları görselleştirmeye veya kullanmaya teşvik etmek için yeterli değildir (Hacıömeroğlu vd., 2009). Burada dikkat edilmesi gereken GeoGebra'nın problem çözüm sürecinde aktif rol oynayarak akıl yürütmeye, matematiksel çıkarımlar yapmaya olanak sağlar nitelikte probleme dâhil edilmesidir. GeoGebra'ya basit bir hesaplama ya da görselleme aracı olarak kullanmak yeni problemlerin yaratılması ve farklı bağlamlarda kullanılması için şartları görme (Christou vd., 2005), problem kurma sürecini anlama ve çizimler ile verilen sorular arasında derin bir anlayış sağlama (Yevdokimov, 2005) olanaklarını kısıtlamaktadır. Dolayısıyla öğretmenlerden GeoGebra'ya problem çözme sürecine dahil ederken bu niteliklere dikkat etmesi beklenmektedir. Öğretmenlerin öğretim programlarındaki yeni yaklaşımlarla uyumlu problem kurma deneyimlerine sahip olmalarının önemine yapılan vurgu (Baki, 2004) dikkate alındığında, GeoGebra'nın problem kurma faaliyetlerinde nasıl etkili şekilde işe koşulabileceğine yönelik beceri geliştirme çalışmalarının yürütülmesi önemli görülmektedir.

Bu çalışmada öğretmenlerin GeoGebra ile çözülebilen problem kurma performanslarındaki eksiklikler ortaya koyulmuştur. Öğrencilere iyi düzenlenmiş problem kurma aktivitelerinin sunulması, öğretmenlerin bu etkinliklere yönelik bilgi ve becerilerine bağlıdır (Singer, Ellerton ve Cai, 2013). Öğretmenlerin sınıf ortamına getirdikleri problemler, öğrenciler için açık ya da kapalı bir dizi öğrenme fırsatı içermektedir (Crespo ve Sinclair, 2008). Öğretmenlerin ders ortamlarında öğrenciler için problemler kurulacağı ve öğrencilerin kuracakları problemlere vereceği dönütlerin niteliğinin öğretimsel katkısı dikkate alındığında, bu çalışmada ortaya koyulan performans eksikliklerinin hem öğretmenler tarafından tasarlanan öğrenme ortamlarının niteliğine hem de tasarlanacak mesleki gelişim programlarına ışık tuttuğu düşünülmektedir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar öğretmenlerin GeoGebra ile çözülebilecek problem kurma performanslarına yönelik sonuçlar içerse de, dikkate alınması gereken önemli sınırlılıklar mevcuttur. Çalışmanın en önemli sınırlılığı öğretmenlerin problem kurma süreçlerinin veri toplama sürecine dâhil edilmemiş olmasıdır. Öğretmenlerin kurdukları problemleri GeoGebra ile ilişkilendirmede nasıl bir süreç yaşadıkları bilinmemektedir. Problem kurma sürecinin incelenmesinin performans değerlendirmede farklı sonuçlar doğurabileceği dikkate alınmalıdır. İkinci olarak da çalışma bir serbest problem kurma etkinliği ile sınırlıdır. Farklı problem kurma etkinlikleri için benzer çalışmalar yürütülebilir. Bu çalışmada sadece DGY'ler ile çözülebilecek problem kurma performansları ele alınmıştır. Bilgisayar cebiri sistemleri veya programlamayı öğreten yazılımlar ile de benzer çalışmalar yürütülebilir.

5. Etik Beyanı

Bu araştırma etik konular dikkate alınarak ve etik kurallara uygun olarak yürütülmüştür.

Kaynaklar

- Abu-Elwan, R. (2011). Effect of using Cabri II environment by prospective teachers on fractal geometry problem posing. In M. Joubert, A. Clark-Wilson & M. McCabe (Eds.), *Proceedings of the 10th International Conference for Technology in Mathematics Teaching* (pp. 56-61). Portsmouth, UK.
- Afrilianto, M., & Sabandar, J. (2019). Improving Students' Mathematical Problem Posing Ability Using PACE Model. *Journal of Physics: Conference Series*, 1315, 1, 012007.
- Altun, M. (2015). *Matematik Öğretimi* (11. Baskı). Alfa Akademi.
- Arikan, E. (2013). İlköğretim 2. sınıf öğrencilerinin matematiksel problem kurma becerilerinin incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(2), 305-325.
- Aygün, D., Hacısalihoğlu-Karadeniz, M., & Bütüner, S. Ö. (2020). Kavram karikatürü uygulamalarının 5. sınıf öğrencilerinin matematiksel sembol, terim/kavram kullanımına yansımaları. *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, 7(3), 151-172.
- Baki, A. (2004). Problem solving experiences of students mathematics teachers through Cabri: A case study. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 23(4), 172-180.
- Baki, A. (2018). *Matematik Öğretme Bilgisi* (1. Baskı). Pegem Akademi.
- Bayazit, İ., & Kırnay-Dönmez, S. M. (2017). Öğretmen adaylarının problem kurma becerilerinin orantısal akıl yürütme gerektiren durumlar bağlamında incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 8(1), 130-160.
- Bonotto, C. (2013). Artifacts as sources for problem-posing activities. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 37-55.
- Bonotto, C., & Dal Santo, L. (2015). *On the relationship between problem posing, problem solving, and creativity in the primary school*. F. M. Singer, N. F. Ellerton, J.F. Cai (Ed.), *Mathematical Problem Posing* (pp. 103-123). Springer.
- Brown, S. I. & Walter M. I. (2005). *The Art of Problem Posing*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Bunar, N. (2011). *Altıncı sınıf öğrencilerinin kümeler, kesirler ve dört işlem konularında problem kurma ve çözme becerileri*. Yüksek Lisans Tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Bülbül, B. Ö., Güler, M., Gürsoy, K., & Güven, B. (2020). For what purpose do the student teachers use DGS? A qualitative study on the case of continuity. *International Online Journal of Education and Teaching (IOJET)*, 7(3), 785-801. <https://iojet.org/index.php/IOJET/article/view/765>.
- Christou, C., Mousoulides, N., Pittalis, M., & Pitta-Pantazi, D. (2005). Problem solving and problem posing in a dynamic geometry environment. *The Mathematics Enthusiast*, 2(2), 124-143.
- Chua, P. H., & Wong, K. Y. (2012). Characteristics of problem posing of grade 9 students on geometric tasks. In J. Dindyal, L. P. Cheng & S. F. Ng (Eds.), *Mathematics education: Expanding horizons (Proceedings of the 35th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia)*. Singapore: MERGA.
- Contreras, J. (2013). Fostering Mathematical Creativity through Problem Posing and Modeling using Dynamic Geometry: Viviani's Problem in the Classroom. *Journal of Mathematics Education at Teachers College*, 4(2), 66-72. <https://journals.library.columbia.edu/index.php/jmetc/article/view/632>.
- Crespo, S., & Sinclair, N. (2008). What makes a problem mathematically interesting? Inviting prospective teachers to pose better problems. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11(5), 395-415.
- Cunningham, R. F., (2004). Problem Posing: an opportunity for increasing student responsibility. *Journal of mathematics and computer education*, 38(1), 83-89.
- Çetinkaya, A. (2017). *İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin problem kurma becerilerinin incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Çetinkaya, A., & Soybaş, D. (2018). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin problem kurma becerilerinin incelenmesi. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 11(1), 169-200.
- Çıldır, S., & Sezen, N. (2011). Skill levels of prospective physics teachers on problem posing. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(40), 105-116.
- Ev-çimen, E., & Yıldız, Ş. (2018). Altıncı sınıf öğrencilerinin sütun grafiğine uygun problem kurma becerilerinin incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (48), 325-354.
- Freire, P. (2018). *Pedagogy of the oppressed*. Bloomsbury publishing.

- Fukuda, C., & Kakihana, K. (2009). Problem Posing and its Environment with technology. In *Proceeding of 33rd conference of Japan Society for Science Education*. https://atcm.mathandtech.org/ep2009/papers_full/2812009_17164.pdf
- Geçici, M. E. (2018). *Sekizinci sınıf öğrencilerinin geometri problemi kurma becerilerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Dicle Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Goldenberg, E.P. (2003). *Problem posing as a tool for teaching mathematics*. in H.N. Schonfeld (Ed), *Teaching Mathematics Through Problem Solving: Grade 6-12* (pp. 69-84). National Council of Teachers of Mathematics.
- Hacıömeroğlu, E. S., Bu, L., Schoen, R. C., & Hohenwarter, M. (2009). Learning to develop mathematics lessons with GeoGebra. *MSOR Connections*, 9(2), 24-26.
- Hiebert, J., & Wearne, D., (2003). *Developing understanding through problem solving*. In H.L. Schoen & R. Charles (Eds.), *Teaching mathematics through problem solving: Grades 6-12: 3-14*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Hohenwarter, M., Hohenwarter, J., Kreis, Y., & Lavicza, Z. (2008). *Teaching and learning calculus with free Dynamic Mathematics Software GeoGebra*. Proceeding of International Conference in Mathematics Education 2008, Monterrey, Mexico.
- Kaba, Y., & Şengül, S. (2016). Developing the Rubric for Evaluating Problem Posing (REPP). *International Online Journal of Educational Sciences*, 8(1), 8-25.
- Kanbur, B. (2017). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının dinamik geometri yazılımı ile desteklenmiş ortamda problem kurma durumlarının ve görüşlerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Karaaslan, K. G. (2018). *Problem kurma yaklaşımıyla desteklenen bir matematik sınıfında öğrencilerin cebir öğrenmelerinin ve problem kurma becerilerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Kılıç, Ç. (2013). Sınıf öğretmeni adaylarının farklı problem kurma durumlarında sergilemiş oldukları performansın belirlenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(2), 1195-1211.
- Kırnap-Dönmez, S. M. (2014). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının problem kurma becerilerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Kojima, K., Miwa, K. & Matsui, T. (2013). Supporting Mathematical Problem Posing with a System for Learning Generation Processes through Examples., *IJ Artificial Intelligence in Education*, 22/4, 161-190.
- Korkmaz, E., & Gür, H. (2006). Öğretmen adaylarının problem kurma becerilerinin belirlenmesi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 64-74.
- Kwek, M. L., & Lye, W. L. (2008). Using problem-posing as an assessment tool. In *10th Asia-Pacific Conference on Giftedness*, Singapore.
- Lavy, I., & Shriki, A. (2010). Engaging in problem posing activities in a dynamic geometry setting and the development of prospective teachers' mathematical knowledge. *Journal of Mathematical Behavior*, 29(1), 11-24.
- Leung, S. S., & Silver, E. A. (1997). The role of task format, mathematics knowledge, and creative thinking on the arithmetic problem posing of prospective elementary school teachers. *Mathematics Education Research Journal*, 9(1), 5-24.
- Leung, S.S. (2013). Teachers implementing mathematical problem posing in the classroom: challenges and strategies. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 103-116. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9436-4>.
- Mestre, J., P. (2002). Probing adults' conceptual understanding and transfer of learning via problem posing. *Applied Developmental Psychology*, 3, 9-50.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: A sourcebook of new methods* (2nd ed.). Sage Publications.
- Milli Eğitim Bakanlığı, (2018). *Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8.sınıflar)*. T. C. Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Temel Kanunu, 14.06.1973 tarih ve 1739 sayılı, Yayınlandığı Resmi Gazete: 24.06.1973 tarih ve 14574 sayılı.
- Muzdalipah, I., & Yulianto, E. (2015). The Application of Geogebra in Mathematical Problem Solving and Problem Posing of Prospective Teacher. *Jurnal Siliwangi*, 1(1), 63-74.
- National Council of Teachers of Mathematics, (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. (1st ed.). National Council of Teachers of Mathematics.
- National Council of Teachers of Mathematics, (2000). *Principles and standards for school mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.

- Ngah, N., Ismail, Z., Tasir, Z., Said, M., & Haruzuan, M. N. (2016). Students' ability in free, semi-structured and structured problem posing situations. *Advanced Science Letters*, 22(12), 4205-4208.
- Nicolaou, A.A., & Philippou, G. N. (2007). *Efficacy beliefs, problem posing, and mathematics achievements*. In D. Pitta-Pantazi, & G. Philippou (Eds.), *Proceedings of the V. Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 308-317). Larnaca, Cyprus: Department of Education, University of Cyprus.
- Novianggraeni, T. D., Siswono, T. Y. E. (2017). Improving students' creative thinking ability through problem posing-geogebra learning method. *MATHEdunesa*, 6(2), 160-166.
- Oxman, V., Stupe, M., & Jahangiri, J. M. (2018). "What If Not" Strategy Applied to Open-Ended Stimulating Problem Posing in Inquiry-Based Geometry Classes. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 25(3).
- Özgen, K. Aydın, M., Geçici, M. E., & Bayram, B. (2017). Sekizinci sınıf öğrencilerinin problem kurma becerilerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 8(2), 218-243.
- Özgen, K., & Bayram, B. (2019). Problem Kurma Öz Yeterlik Ölçeğinin Geliştirilmesi. *Elementary Education Online*, 2019; 18(2), 663-680.
- Pajares, F. (1997). Current directions in self-efficacy research. *Advances in motivation and achievement*, 10(149), 1-49.
- Petkova, M., & Velikova, E. (2015). Mathematical problem posing on the basis of the geogebra multiplatform. In *Proceedings of the Annual Conference RU & SU*, 54(6.4), 28-39.
- Russell, M. K., & Airasian, P. W., (2001). *Classroom assessment: Concepts and applications*. McGraw-Hill.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Academic Press.
- Silver, E. A. & Cai, J. (2005). Assessing students' mathematical problem posing. *Teaching Children Mathematics*, 12(3), 129-135.
- Silver, E. A., & Cai, J. (1996). An analysis of arithmetic problem posing by middle school students. *Journal for research in mathematics education*, 27(5), 521-539.
- Singer, F. M., Ellerton, N., & Cai, J. (2013). Problem-posing research in mathematics education: New questions and directions. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 1-7.
- Singer, F. M., Voica, C., & Pelczer, I. (2017). Cognitive styles in posing geometry problems: implications for assessment of mathematical creativity. *ZDM*, 49(1), 37-52.
- Siswanto, M. D., & Siswono, T. Y. E. (2019). Students' Mathematics Conceptual Understanding in Problem Posing Learning Based on Geogebra Application. *MATHEdunesa*, 8(2), 338-341.
- Stoyanova, E. (2003). Extending students' understanding of mathematics via problem posing. *The Australian Mathematics Teacher*, 59(2), 32-40.
- Stoyanova, E., & Ellerton, N. F. (1996). *A framework for research into students' problem posing in school mathematics*. In P. Clarkson (Ed.), *In Proceedings of the 19th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (pp.518-525). Mathematics Education Research Group of Australasia.
- Şengül, S., & Katrancı, Y. (2014). Structured problem posing cases of prospective mathematics teachers: Experiences and suggestions, *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 5(4), 190-204.
- Şengül, S., & Katrancı, Y. (2012). Problem solving and problem posing skills of prospective mathematics teachers about the sets subject. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 69, 1650-1655.
- Taşkın, D. (2016). *Üstün yetenekli tanısı konulmuş ve konulmamış öğrencilerin matematikte yaratıcılıklarının incelenmesi: Bir özel durum çalışması*. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Tertemiz, N., & Sulak, S. E. (2013). İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin problem kurma becerilerinin incelenmesi. *İlköğretim Online*, 12(3), 713-729.
- Tichá, M., & Hošpesová, A. (2013). Developing teachers' subject didactic competence through problem posing. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 133-143.
- Turhan, B., & Güven, M. (2014). Problem kurma yaklaşımıyla gerçekleştirilen matematik öğretiminin problem çözme başarısı, problem kurma becerisi ve matematiğe yönelik görüşlere etkisi. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 43(2), 217-234.
- Van Harpen, X. Y., & Sriraman, B. (2013). Creativity and mathematical problem posing: an analysis of high school students' mathematical problem posing in China and the USA. *Educational Studies in Mathematics*, 82(2), 201-221.

- Voorst, C. V. (1999). Technology in mathematics teacher education. Retrieved October 27, 2020, [http://www.cimm.ucr.ac.cr/usodetecnologia/Usode%20tecnologia/PDF,%20Viejos%20y%20Nuevos%20\(uso%20de%20tecnologia\)/Van%20Voorst,%20C.pdf](http://www.cimm.ucr.ac.cr/usodetecnologia/Usode%20tecnologia/PDF,%20Viejos%20y%20Nuevos%20(uso%20de%20tecnologia)/Van%20Voorst,%20C.pdf)
- Yevdokimov, O. (2005). *On development of students' abilities in problem posing: A case of plane geometry*. In *Proceedings of the 4th Mediterranean Conference on Mathematics Education* (pp. 255-267). University of Palermo.
- Yıldız, Z., & Özdemir, A. Ş. (2015). Analyzing of Problem Posing Abilities of Preservice Middle School Mathematics Teachers. *International Online Journal of Educational Sciences*, 7(2), 1-12.
- Yuan, X., & Sriraman, B. (2011). An exploratory study of relationships between students' creativity and mathematical problem posing abilities. In B. Sriraman, K. Lee (eds.), *The Elements of creativity and giftedness in mathematics*, Sense Publishers.