

Matematik Öğretmen Adaylarının Problem Çözme ve Problem Kurma Becerilerinin İncelenmesi: İnanç ve Öz Yeterliğin Aracı Rolü

Mustafa Zeki AYDOĞDU^{1*}, Abdullah Faruk KILIÇ², Tugay KAÇAK²

¹ Trakya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Türkiye

² Trakya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, Türkiye

Özet: Problem çözme ve problem kurma matematik öğretiminin önemli bileşenleri arasında yer almaktadır. Problem çözme ve problem kurma becerilerinin bazı psikolojik değişkenlerle (öz yeterlik, tutumu, inanç, motivasyon, kaygı vb.) ilişkili olduğu yapılan birçok çalışmada ortaya çıkarılmıştır. Mevcut çalışmada ise problem kurma becerisi, problem çözme becerisi, problem çözme inancı ve problem kurma öz yeterliği arasındaki ilişki nicel yöntemle incelenmiştir. Ayrıca problem çözme becerisinin problem kurma becerisi üzerindeki etkisinde problem çözme inancı ve problem kurma öz yeterliğinin aracılık etkisi analiz edilmiştir. Araştırma matematik eğitimi alanında öğrenim gören öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilmiş olup araştırma sonucunda problem çözme becerisi ile problem kurma becerisi arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ilişki olmadığı bulunmuştur. Korelasyon analizinde problem çözme inancı ile problem kurma özyeterliği arasında pozitif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı düşük düzeyde ilişki tespit edilmiştir. Aracılık analizi sonucunda problem kurma özyeterliği ile problem çözme inancının aracılık etkisi bulunmamıştır. Elde edilen bulgular çalışmanın sonuç bölümünde ilgili literatür doğrultusunda tartışılmıştır.

Makale Bilgileri

Araştırma Makalesi

Gönderim Tarihi

08/08/2024

Kabul Tarihi

29/01/2025

Anahtar Kelimeler

Problem çözme,

Problem kurma,

Problem çözme

inancı,

Problem kurma öz

yeterliği,

Aracılık analizi.

1. Giriş

Problem kurma, belirli bir veri setine dayalı olarak yeni bir problemin üretilmesini veya yeni bilgilerin keşfedilmesini içerir (Singer ve Voica, 2015). Cai ve Rott (2023) problem kurmanın, öğrencilerin verilen senaryolardan yeni problemler oluşturma veya mevcut zorlukları değiştirme sürecini içerdiğini açıklamıştır. Problem kurma konusunda matematik eğitimi alanında yapılan araştırmalar son yıllarda artış göstermektedir. Dahası, problem kurmanın önemi de son yıllarda artmıştır (Cai vd., 2024; Jung ve Magiera, 2021; Kar vd., 2024; Koichu, 2020; Kontorovich, 2024; Yang ve Xin, 2022). Ayrıca, Türkiye ve İtalya gibi ülkeler eğitim ve öğretim programlarını gözden geçirerek problem kurmayı matematik dersi öğretim programlarına entegre etmişlerdir (Bonotto ve Dal Santo, 2015; Gündoğdu Alaylı, 2023).

* Sorumlu Yazar: Mustafa Zeki AYDOĞDU E-mail: mzekiaydogdu@trakya.edu.tr Adres: Trakya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İsmail Hakkı Tonguç Kampüsü, Mehmet Akif Ersoy Eğitim Binası, Oda No.:318, Edirne, Türkiye.

The copyright of the published article belongs to its author under CC BY 4.0 license. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Son yıllarda problem kurma konusunda farklı temalar üzerine birçok çalışma yapılmıştır (Baumanns ve Rott, 2021). Cai ve Leikin (2020) problem kurma üzerine matematik eğitiminde yapılan çalışmaları dört kategoriye ayırmıştır. İlk kategori problem kurmanın matematik öğretiminde araç olarak kullanıldığı çalışmalar (Chen ve Cai, 2020, Cifarelli ve Sevim, 2015; Koichu, 2020; Matsko ve Thomas, 2015), ikinci kategori problem kurmayı matematik öğretiminin bir amacı olarak ele alan çalışmalardır (Leikin, 2015; Leikin ve Elgrably, 2020). Üçüncü kategori, başka değişkenleri incelemek için problem kurmayı araç olarak kullanan çalışmalardır (Aydoğdu ve Türnüklü, 2023; Ergin ve Türnüklü, 2019). Bu kategoride yer alan çalışmalarda problem kurma ortaya çıkarılmak istenen kavramı ölçmek amacıyla kullanılmaktadır. Dördüncü ve son kategori ise problem kurmayı asıl hedef olarak ele alan çalışmalardır (Cai ve Rott, 2023; Kwek, 2015). Problem kurma konusunda yapılan çalışmaların önemli bir kısmı da problem kurma ve problem çözme arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmaya yönelik yapılan çalışmalardır (Cai vd., 2013; Ergene ve Çaylan Ergene, 2024; Kar vd., 2024; Koichu, 2020; Xie ve Masingila, 2017).

1.1. Problem Çözme ve Kurma Arasındaki İlişki

Problem çözme ve kurma birbiriyle yakından ilişkili kavramlardır. Yapılan birçok çalışma, problem kurmayla problem çözmenin birbiriyle bağlantılı kavramlar olup problem kurmanın problem çözme sürecinin önemli bir bileşeni olduğunu göstermektedir (Baumanns ve Rott, 2021). Bu bağlamda bu konuyla ilgili literatürde çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar en genel anlamda dört ana başlığa ayrılabilir (Ergene, 2023).

1.1.1. Düşük ve Yüksek Problem Çözme Performanslı Öğrencilerin Problem Kurma Becerilerinin (PKB) Karşılaştırılması

Problem çözme performansları düşük ve yüksek olan öğrencilerin PKB'lerini inceleyen çalışmalarda, öğrenciler problem çözme becerilerine (PÇB) göre gruplara ayrılmıştır. Daha sonra bu grupların PKB'leri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonuçları, PÇB'leri yüksek düzeyde olan öğrencilerin, düşük düzeyde olan öğrencilere kıyasla problem kurma testinde matematiksel olarak daha karmaşık ve geçerli problemler yazabildiklerini göstermektedir (Ellerton, 1986; Silver ve Cai, 1996).

1.1.2. Problem Çözme ve Problem Kurma Arasındaki İlişkinin DeneySEL Çalışmalarla Araştırılması

DeneySEL çalışmalarda, problem kurma etkinlikleri öğretim sürecinde kullanılmakta ve öğrencilerin PKB'leri üzerindeki etkileri analiz edilmektedir. Bu çalışmalar genellikle tasarlanan öğretim içeriklerinin öğrencilerin PÇB ya da PKB'lerini geliştirdiğini göstermektedir (Kopparla vd., 2019; Terzi ve Kar, 2022).

1.1.3. Paralel Testler Kullanarak Problem Çözme ve Problem Kurma Arasındaki İlişki

Bu türdeki çalışmalarda, problem çözme ve problem kurma arasındaki ilişki araştırılırken, sürece herhangi bir müdahalede bulunmadan aynı bireyler üzerinde benzer aralıklarla paralel testler uygulanmaktadır. Yapılan bir çalışmada Cai ve Hwang (2002), Çin ve Amerika Birleşik Devletleri'nden altıncı sınıf çocuklarının PÇB ile PKB'leri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Yapılan çalışmanın sonuçları öğrencilerin PÇB ve PKB arasında bir korelasyon olduğunu göstermektedir. Başka bir çalışmada ise Cai vd. (2013), on birinci sınıf öğrencilerinin PKB ve PÇB'leri arasında güçlü bir pozitif korelasyon olduğunu ortaya çıkarmıştır. Benzer şekilde Zhang vd. (2022) de Çinli altıncı sınıf öğrencileriyle yaptıkları çalışmada, öğrencilerin PÇB'leri ile problem kurma yöntemleri arasında bir ilişki olduğu keşfedilmiştir. Ergin (2019) tarafından Türkiye'deki yedinci sınıf öğrencileriyle yürütülen bir çalışmada ise öğrencilerin PÇB ve PKB'leri arasında güçlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon ortaya konulmuştur.

1.1.4. Ardışık Testler Uygulayarak Problem Çözme ve Problem Kurma Arasındaki İlişki

Bu türdeki çalışmalarda problem çözme ve kurma arasındaki ilişkinin sıralı testler uygulanarak incelendiği çalışmalardır. Bu çalışmalarda öğrenciler iki gruba ayrılır. Gruplardan birine önce problem çözme testi, ardından da problem kurma testi uygulanırken diğer gruba ise testlerin sırası değiştirilerek uygulanır. Bu bağlamda yapılan bir çalışmada Rosli vd. (2015) ortaokul matematik öğretmeni adaylarına etkinliklerin sırasını değiştirerek PKB ve PÇB etkinliği uygulamıştır. Çalışmanın sonucu problem kurma etkinliğini ilk tamamlayan grupta PÇB'nin daha yüksek, problem çözme testini ilk tamamlayan grupta ise PKB'nin daha yüksek olduğunu göstermektedir. Yapılan bu çalışma öğretmen adaylarının PÇB ve PKB arasında bir ilişki olduğunu açık bir şekilde ortaya koysa bile iki becerinin birbirlerine nasıl katkıda bulunduğuna dair ayrıntılı bir bilgi sunmamaktadır (Ergene, 2023). Yapılan araştırmalar (Erkan ve Kar, 2022; Xie ve Masingila, 2017) problem çözmenin problem kurmaya, problem kurmanın da problem çözmeye katkıda bulunduğunu göstermektedir. Buna dayanarak problem çözme ve problem kurmanın birbirine olan katkısının iki yönlü olduğunu söylemek doğru olacaktır. Bu nedenle de bu iki kavramı kesin kurallarla birbirinden ayırmak pek mümkün değildir. Problem çözme ve problem kurmanın bazı psikolojik değişkenlerle de ilişkili olduğunu ortaya çıkan araştırmalar bulunmaktadır.

1.2. Problem Çözme ve Problem Kurmanın Psikolojik Değişkenlerle İlişkisi

Son yıllarda matematik eğitiminde problem çözme ve problem kurmaya verilen önemin artmasıyla birlikte öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin bu konularla ilgili kavramlarının (tutum, inanç, öz yeterlik, kaygı vb.) incelenmesi önemli hale gelmiştir. Bu doğrultuda yapılan çalışmalarda problem çözme inancı ile PÇB, öz yeterlik ile PÇB, öz-yeterlik ile PKB, problem çözme inancı ve problem kurma öz yeterliği arasındaki ilişkiler incelenmiştir (bkz. Tablo 1).

Tablo 1. Problem Kurma, Problem Çözme ve Psikolojik Değişkenlerle İlgili Çalışmalar

Yazar(lar) (Yıl)	n	Çalışma Grubu	Ölçülen Değişken	Bulgular
Pajares ve Miller (1994)	350	Lisans öğrencileri	ÖY - PÇB	$r=0.625^*$
Pajares ve Graham (1999)	273	6. Sınıf	ÖY - PÇB	$r=0.57^*$
Bal (2015)	138	İlkokul öğretmen adayları	PÇİ - PÇB	Eta-kare=0.093 (problemi anlamak) Eta-kare=0.059 (matematiğin önemi)
Sangcap (2010)	336	Lisans Öğrencileri	PÇİ - PÇB	$r=0.90^*$
Güven ve Çabakçor (2013)	115	7. Sınıf	PÇİ - PÇB	$r=0.88^*$
Özgen ve Bayram (2020)	346	5., 6., 7., 8. Sınıf	PKÖ - PKB	$r=0.294^*$
Nicolau ve Philippou (2007)	176	5., 6. Sınıf	PKÖ - PKB	$r=0.267^*$
Philippou vd. (2001)	115	Öğretmen adayları	PKÖ - PKB	$r=0.480^*$
Deringöl (2018)	171	İlkokul öğretmen adayları	PKÖ - PKB	$r=0.58^*$ (görev 1) $r=0.55^*$ (görev 2) $r=0.52^*$ (görev 3)
Baran Bulut (2023)	64	Ortaokul matematik öğretmen adayları	PÇİ - PKÖ	$r=0.417^*$
Ünlü ve Sarpkaya-Aktaş (2016)	202	Ortaokul matematik öğretmen adayları	PÇİ - PKÖ	$r=0.442^*$
				$r=0.325^*$

* $p < .05$

Not. PÇB = Problem çözme becerisi, PKB = Problem kurma becerisi, PÇİ = Problem çözme inancı, PKÖ = Problem kurma öz yeterliği, ÖY: Öz yeterlik

Tablo 1'e bakıldığında, psikolojik değişkenlerin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde ilişkili olduğu görülmektedir. Çalışmaların örneklem büyüklükleri 64-350 kişi arasında değişmektedir. Elde edilen korelasyon katsayıları ise 0.267-0.90 arasında değişmektedir. Buna göre, bu psikolojik değişkenler arasında bir ilişki olması beklenebilir. Bu çalışmada, bu psikolojik değişkenlerin PÇB ve PKB arasındaki ilişkiye aracılık edip etmediği incelenmiştir.

1.3. Mevcut Çalışma

Yapılan literatür taramasında farklı sınıf seviyesindeki katılımcıların PÇB ve PKB'leri arasında ilişkiyi inceleyen çalışmaların olduğu görülmüştür. Bu çalışmaların ortak özelliği ortaokul ve lise öğrencileriyle gerçekleştirilmiş olmasıdır. Fakat literatürde matematik öğretmen adaylarına herhangi bir müdahalede bulunmadan PÇB ve PKB'leri arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Probleme dayalı öğretim sürecinin ana öğelerinden biri de öğretmendir (Torp ve Sage, 2002). Öğretmenin problem çözme ve problem kurma konulardaki yeterliliği öğrencilerin öğrenmelerinde önemli rol oynayabilir. Çünkü yaşamlarında var olan problemleri çözebilme becerisine sahip bireylerin, bu beceriye sahip öğretmenler tarafından yetiştirilebileceği düşünülmektedir (Duman vd., 2013). Öğretmenlerin bu konulardaki yeterliliklerinin gelişiminde lisans eğitimleri önemli bir zemin oluşturabilmektedir. Bu nedenle, öğretmen adaylarının PÇB ve PKB'leri arasındaki ilişkinin incelenmesi önem arz etmektedir. Çünkü öğretmen adayları örnekleminde bu değişkenler arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılması gelecekte öğretmen olacak bu bireylere verilecek eğitimin şeklini de etkileyebilir.

Öğretmen adaylarının PÇB ile PKB'leri arasındaki ilişkinin incelenmesi, bu çalışmadan elde edilen bulgularla gelecekte öğretmen olacak bu bireylere verilecek eğitimin türünü, kullanılan öğretim yöntemlerini ya da hangi değişkene daha fazla zaman ayrılması gerektiği gibi durumları etkileyebilir. Bu açıdan bakıldığında mevcut çalışmanın literatüre aşağıdaki üç açıdan katkı sağlayacağı düşünülmektedir: i) öğretmen adaylarının PKB ve PÇB'leri arasındaki ilişki ortaya konularak bir değişkene müdahale edilmesi durumunda diğer değişkenin etkilenip etkilenmeyeceği öğrenilebilir, ii) aracılık analizi sonucunda aracılık ilişkisi bulunursa psikolojik değişkenlerdeki değişimler PKB'yi etkileyebilir, iii) öğretmen yetiştirmek için geliştirilen matematik eğitimi programlarında alan bilgisi dersleri içerisinde araştırma kapsamında incelenen değişkenlere ne kadar ağırlık verileceğine karar verilebilir.

Literatürde ayrı ayrı gerçekleştirilen çalışmaların birçoğunda bu değişkenler arasında ilişki bulunmuştur (bkz. **Tablo 1**). Bu nedenle mevcut çalışmada PKB'nin PÇB üzerindeki etkisinde problem çözme inancının ve problem kurma öz yeterliğinin etkili olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle bu çalışmada ortaokul matematik öğretmen adaylarının PÇB ve PKB'leri arasındaki ilişkide problem çözme inancı ve problem kurma öz yeterliğinin aracı rolünün bulunup bulunmadığı incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki alt amaçlara yanıt aranmıştır:

- 1) PÇB, PKB, problem kurma öz yeterlik ve problem çözme inancı arasındaki ilişkiler nasıldır?
- 2) PKB ile PÇB arasındaki ilişkide problem çözme inancı ve problem kurma öz yeterliliğinin aracı rolü bulunmakta mıdır?

2. Yöntem

Bu çalışmada PÇB, PKB, problem kurma öz yeterlik ve problem çözme inancı arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Bu nedenle nicel araştırma yöntemlerinden korelasyonel desen kullanılmıştır. Bu desen kullanılan araştırmalarda değişkenler arasındaki ilişkiler incelenmektedir (Fraenkel vd., 2012).

2.1. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, ilköğretim matematik eğitimi programında okuyan 204 lisans öğrencisi oluşturmuştur. Katılımcılar Türkiye'nin Marmara bölgesindeki iki üniversitede öğrenim görmektedir. Katılımcıların %26.60'ı (n=54) erkek, %73.40'ı kadındır (n=149). Katılımcıların yaş ortalaması 20.46 (SS=1.48) ve ortancası 20'dir. Katılımcıların %20.69'u (n=42) birinci sınıf, %30.05'i (n=61) ikinci sınıf, %29.06'sı (n=59) üçüncü sınıf ve %20.20'si (n=41) son sınıf öğrencisidir. Çalışmaya katılımda gönüllülük esası dikkate alınmıştır. Bu araştırma, Trakya Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu'nun 27.03.2024 tarihli 2024/03 sayılı kararı ile alınan izinle yürütülmüştür.

2.2. Veri Toplama Araçları

Araştırmada dört farklı veri toplama aracı kullanılmıştır. Bunlardan ikisi başarı testleridir. Problem çözme inancını ölçmek için Kayan (2007) tarafından geliştirilen ölçek, problem kurma öz yeterliliğini ölçmek için Özgen ve Bayram (2019) tarafından geliştirilen ölçek kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan ölçme araçları aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

2.2.1. PKB'yi Ölçmeye Yönelik Test

Bu test araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Testte 4 yarı yapılandırılmış ve 1 serbest olmak üzere toplam 5 problem kurma etkinliği yer almaktadır (Bkz. [Ek A](#)). Test geliştirilirken kapsam geçerliği ve görünüş geçerliği için uzmanlardan (ölçme ve değerlendirme ile matematik eğitimi alanında doktora derecesine sahip uzmanlar) görüş alınmıştır. Test kâğıt-kalem formatında yüz yüze uygulanmıştır.

Testte yer alan 5 maddenin puanlanmasında Özgen vd. (2017) tarafından geliştirilen rubrik kullanılmıştır. Buna göre her bir madde Özgen vd. (2017) tarafından önerilen kriterler (matematiksel dil, dil bilgisi, kazanıma uygunluk, mantıksal uygunluk, çözülebilirlik, özgünlük ve çözüm) doğrultusunda 0-1-2-3 şeklinde puanlanmıştır. Puanlamada gruptan rassal olarak seçilen 12 kişi matematik eğitimi alanında doktora derecesine sahip iki ayrı uzman tarafından değerlendirilmiştir. İki uzmanın normal dağılım gösteren puanları arasındaki Pearson korelasyon katsayısı 0.99 olarak elde edilmiştir. Buna göre puanlayıcılar arası güvenirliliğin yüksek olduğu söylenebilir. İki puanlayıcı değerlendirmelerindeki farklılıklar üzerine tartışıp fikir birliğine vararak bireylerin puanlarına son halini vermiştir.

Bu çalışmada kullanılan beş madde için ortalama, standart sapma, madde gücü ve madde-toplam korelasyonu rapor edilmiştir. Ayrıca, %27 alt-üst grup tekniği ile maddelerin alt ve üst gruplar arasındaki farklılıkları ayırt edip etmediği incelenmiştir. Bunun için öncelikle verilerin dağılımı analiz edilmiştir. Kolmogorov-Smirnov testi değişkenlerin normal dağılmadığını gösterdiğinden ve maddelerin çarpıklık katsayıları alt grup için -1.84 ile -0.78 arasında, üst grup için -1.56 ile 0.63 arasında değiştiğinden, madde ortalamalarının farklılığını incelemek için Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Sonuçlar [Tablo 2](#)'de sunulmuştur.

Tablo 2. PKB Testine İlişkin Madde İstatistikleri

Madde	Ortalama	Std. Sapma	Madde Güçlüğü	Madde-Toplam Korelasyonu	z
1	15.17	3.59	0.72	0.54	-5.24*
2	16.09	2.81	0.77	0.52	5.47*
3	14.24	4.20	0.68	0.51	-6.49*
4	14.37	4.62	0.68	0.60	-6.69*
5	15.43	3.42	0.73	0.56	-7.01*

* $p < .05$

Tablo 2 incelendiğinde testteki maddelerin gruba kolay geldiği söylenebilir. Madde güçlük indeksleri 0.68 ile 0.77 arasında değişmektedir. Madde-toplam korelasyonları açısından incelendiğinde maddelerin toplam puan ile korelasyonlarının 0.51 ve üzerinde olduğu görülmektedir. Madde ortalamalarının alt ve üst grupta istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaşıp farklılaşmadığının incelenmesi sonucunda elde edilen z-istatistiklerinin hepsinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlemlendiğinden maddelerin ölçülen özellik açısından özelliğe sahip olan ve olmayan bireyleri birbirinden ayırdığı söylenebilir. **Tablo 2**'deki değerlere göre PKB testinden elde verilerinin yeterli geçerliğe ve güvenilirliğe sahip olduğu söylenebilir.

2.2.2. PÇB'yi Ölçmeye Yönelik Test

PÇB'yi değerlendirmek için Altun ve diğerleri (2007) tarafından geliştirilen PÇB testinin bir bölümü kullanılmıştır. Bu testte 20 açık uçlu madde bulunmaktadır (Altun vd., 2007). Bu çalışma kapsamında geniş bir kitleye uygulama yapılacağı için açık uçlu maddelerin puanlanması da göz önüne alınarak 5 açık uçlu madde seçilmiştir. Maddeler seçilirken 2 matematik eğitimi alanında doktora derecesine sahip uzmandan kapsam geçerliği konusunda görüş alınmıştır. Uygulamanın geniş bir örnekleme yapılması hem uygulama süresi hem de puanlama açısından ele alındığında kullanışlılığı düşürecektir. 5 madde ile kapsam geçerliğinin yeterli olduğu belirtildiğinden bu 5 madde (elma sepeti, bilye, pasta, otobüs yolcuları, köprü) ile uygulama yapılmıştır. Her bir madde 20 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Maddelerin değerlendirilmesinde analitik puanlama anahtarı kullanılmıştır. Puanlayıcılar arası güvenilirliği incelemek için 204 katılımcıdan rassal olarak seçilen 12 katılımcının kağıtları iki araştırmacı tarafından ayrı ayrı değerlendirilmiştir. İki puanlayıcının normal dağılım gösteren puanları arasındaki Pearson korelasyonu 0.98 olarak elde edilmiştir. Buna göre puanlayıcılar arası güvenirliliğin çok yüksek olduğu söylenebilir. İki puanlayıcı değerlendirmelerindeki farklılıklar üzerine tartışıp fikir birliğine vararak bireylerin puanlarına son halini vermiştir.

Güncel çalışmada kullanılan 5 maddeye ait madde istatistiklerinden ortalama, standart sapma, madde güçlüğü, madde-toplam korelasyonu raporlanmıştır. Madde güçlüğü hesaplanırken Brookhard ve Nitko (2015) tarafından önerilen madde güçlüğü formülü kullanılmıştır. Buna göre çok kategorili puanlanan maddelerde madde güçlüğü $\rho = \frac{\bar{x} - \min}{\max - \min}$ eşitliğiyle elde edilmiştir. Burada $\bar{x}$ madde ortalamasını gösterirken min, maddeden alınabilecek en küçük puanı, max ise maddeden alınabilecek en büyük puanı ifade etmektedir. Madde ayıricılığı ise maddenin toplam puanla korelasyonu Pearson momentler çarpımı ile hesaplanmıştır. Ayrıca 27% alt-üst grup tekniğine göre maddelerin alt ve üst grup arasındaki farkları ayırt edip etmediği incelenmiştir. Bunun için öncelikle verinin dağılımı incelenmiştir. Kolmogorov-Smirnov testi değişkenlerin normal dağılmadığını belirttiğinden ayrıca maddelerin çarpıklık katsayıları alt grup için -0.80 ile 3.53 aralığında üst grup için -7.55 ile -0.06 aralığında değiştiğinden Mann-Whitney U testi ile madde ortalamalarının farklılığı incelenmiştir. Sonuçlar **Tablo 3**'te sunulmuştur.

Tablo 3. PÇB Testine İlişkin Madde İstatistikleri

Madde	Ortalama	Std. Sapma	Madde Güçlüğü	Madde-Toplam Korelasyonu	z
M1	7.00	6.57	0.35	0.38	-3.58*
M2	17.94	5.63	0.90	0.48	-4.48*
M3	7.71	4.90	0.39	0.38	-5.46*
M4	17.64	5.96	0.88	0.50	-4.99*
M5	5.02	8.52	0.25	0.59	-6.52*

*p < .05

Tablo 3'e göre, hem zor (M5), hem orta zorlukta (M1 ve M3), hem de kolay (M2 ve M4) maddelerden oluştuğu söylenebilir. Maddelerin ortalamaları da benzer bilgiyi sunmaktadır. Madde-toplam korelasyonları açısından incelendiğinde maddelerin toplam puanla korelasyonlarının 0.38 ve üzerinde olduğu görülmektedir. Madde ortalamalarının alt ve üst grupta istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaşıp farklılaşmadığının incelenmesi sonucunda elde edilen z-istatistiklerinin hepsinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlemlendiğinden maddelerin ölçülen özellik açısından özelliğe sahip olan ve olmayan bireyleri birbirinden ayırdığı söylenebilir. Bu değerlere göre PÇB testinden elde edilen verilerin geçerli ve güvenilir olduğu söylenebilir.

2.2.3. Problem Çözme İnancı Ölçeği

Problem Çözme İnancı ölçeği (Kayan, 2007) farklı ölçeklerdeki maddelerin birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Geliştirilen ölçme aracı üzerinde herhangi bir istatistiksel analiz yapılmadığı için ölçeğin faktör yapısı bilinmemektedir. Ancak ölçeğin öğretmen adaylarına uygulandığı bilinmektedir (Kayan, 2007). Uygulanan ölçeğin 5'li Likert tipinde puanlanan 39 maddesi vardır.

Mevcut ölçeğin yapısı bilinmediği için 39 maddelik ölçekten elde edilen verilerle Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA) yapılmıştır. Böylece ölçeğin yapısı ortaya çıkarılmıştır. Öncelikle analiz varsayımları açısından veri seti kontrol edilmiştir. Buna göre kayıp veri bulunmayan veri setinin çok değişkenli uç değerler açısından incelenmesi için Mahalanobis uzaklığı kullanılmıştır. Buna göre uç değer olan 9 kişi veri setinden çıkarılmış ve 195 kişilik veri seti elde edilmiştir. VIF, TV ve CI değerleriyle çoklu doğrusallık ve teklik varsayımı kontrol edilmiştir. Veri setinden elde edilen VIF değerleri 1.25 ile 2.58 arasında, TV değeri 0.39 ile 0.80 arasında ve CI değeri 1.00 ile 128.83 arasında değişmektedir. CI hariç diğer istatistikler çoklu doğrusal bağlantı olmadığını göstermektedir (Kline, 2016; Tabachnick ve Fidell, 2019). Değişkenler arasındaki korelasyonların 0.90'dan büyük olması çoklu bağlantı sorununa işaret etmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2019). Bu nedenle değişkenler arasındaki korelasyonlar analiz edilmiştir. Değişkenler arasındaki korelasyonların 0.51 ile 0.59 arasında olduğu görülmüştür. Buna göre çoklu bağlantı sorunu olmadığı söylenebilir. Veri seti Mardia'nın (1970) çok değişkenli çarpıklık katsayısı kullanılarak (Uysal ve Kılıç, 2022) çok değişkenli normallik açısından incelenmiştir. Veri setinin çok değişkenli normallik varsayımını sağlamadığı belirlenmiştir (Çarpıklık katsayısı=14706.96, $p<0.01$). Bu nedenle bu varsayımın ihlalinde güçlü sonuçlar veren ağırlıklandırılmamış en küçük kareler (unweighted least squares - ULS) faktör çıkarma yöntemi kullanılmıştır. AFA için elde edilen KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) değeri 0.78 (orta) olarak elde edilmiştir. Bartlett'in Küresellik Testi de istatistiksel olarak anlamlıdır ($\chi^2(666) = 2029.1$, $p<0.01$). Elde edilen bulgulara göre veri setinin AFA'ya uygun olduğu söylenebilir. AFA, polikorik korelasyon matrisi kullanılarak Factor yazılımında (Lorenzo-Seva vd., 2023) gerçekleştirilmiştir.

AFA için paralel analiz (Horn, 1965), MAP analizi (Velicer, 1976), Hull yöntemi (Lorenzo-Seva vd., 2011), ve açıklanan varyans oranı boyut sayısına karar vermek için kullanılmıştır. Paralel analiz 3 boyutlu bir yapı, MAP analizi 2 boyutlu bir yapı ve Hull yöntemi 2 boyutlu bir yapı önermiştir. Açıklanan varyans oranları incelendiğinde, tek boyutlu yapı %24.10 varyans açıklarken, ikinci boyut %7.69, üçüncü boyut ise %5.87 varyans açıklamaktadır. Bu nedenle ilk olarak 3 boyutlu yapı incelenmiştir. Boyutlar arasında beklenen bir korelasyon olduğu için eğik döndürme yöntemlerinden biri olan Promin kullanılmıştır.

İlk 3 boyutlu analiz sonucunda bazı maddelerin birden fazla faktöre yüklendiği ve bazılarının faktör yüklerinin 0.30'un altında olduğu gözlemlenmiştir (Costello ve Osborne, 2005; Howard, 2016), bu nedenle maddeler ölçekten teker teker çıkarılmıştır. AFA, maddeler ayrı ayrı çıkarılarak ve daha sonra ikili veya üçlü gruplar halinde çıkarılarak tekrarlanmıştır. Tüm

analizler sonucunda ölçekten 25 maddenin çıkarılmasına ve 14 madde ile 2 boyutlu bir yapı oluşturulmasına karar verilmiştir. Ölçekten 25 maddenin çıkarılması ile ilgili olarak matematik eğitimi alanında doktora derecesine sahip 2 uzmanın görüşleri doğrultusunda kapsam geçerliliğinin yeterli olduğu belirtilmiştir. 14 maddelik yeni ölçek PA, MAP, HULL ve BIC yöntemleri ile boyutluluk açısından değerlendirilmiştir. Ayrıca açıklanan varyans oranları da incelenmiş ve analiz sonucunda PA, MAP ve BIC yöntemleri tek boyutlu bir yapı önerirken, HULL yöntemi 2 boyutlu bir yapı önermiştir. Maddeler analiz edildiğinde iki boyut olabileceği düşünülmüştür. Bu nedenle açıklanan varyans oranlarına bakılmıştır. Tek boyutlu yapı için açıklanan varyans %41.44 iken, iki boyut için açıklanan varyans %52.37'dir. İkinci boyut toplam varyansın %10,93'ünü açıkladığından, bu oranın anlamlı olduğu söylenebilir (Kılıç, 2022). Sonuç olarak, polikorik korelasyon matrisi ile AFA'dan elde edilen faktör yükleri [Tablo 4](#)'te verilmiştir.

Tablo 4. *Problem Çözme İnancı Ölçeğine İlişkin AFA Sonuçları*

Maddeler	F1	F2	Ortak varyans
1	0.01	0.55	0.31
2	0.44	0.16	0.31
3	-0.16	0.64	0.30
4	0.07	0.54	0.34
5	-0.04	0.75	0.52
6	0.90	-0.15	0.66
7	-0.01	0.48	0.23
8	0.69	0.21	0.71
9	0.10	0.48	0.30
10	0.12	0.67	0.58
11	0.81	0.01	0.67
12	0.10	0.72	0.63
13	-0.19	0.58	0.23
14	0.76	-0.03	0.55
Açıklanan varyans	41.44%	10.93%	
Toplam açıklanan varyans	52.37%		
Faktörler arası korelasyon	0.66		

[Tablo 4](#) incelendiğinde birinci boyutta yer alan maddelerin faktör yüklerinin 0.44 ile 0.90 aralığında değiştiği ve bu boyutun toplam varyansın %41.44'ünü açıkladığı söylenebilir. İkinci boyuttaki maddelerin faktör yükleri ise 0.48 ile 0.75 aralığında değiştiği gözlenmiştir. Bu boyutun açıkladığı varyans oranı %10.93 olup iki boyut birlikte toplam varyansın %52.37'sini açıklamaktadır. Boyutlar arası korelasyon ise 0.66'dır. Buna göre ölçekten toplam puan elde edilebileceği çünkü boyutlar arasında pozitif yönlü ve yüksek düzeyde korelasyon olduğu söylenebilir. Boyutlarda yer alan maddeler incelendiğinde birinci boyuta “teknolojiye yönelik inanç” ikinci boyuta ise “problem çözme stratejilerine yönelik inanç” isimleri verilmiştir.

Ölçekten elde edilen verilerin iç tutarlık anlamındaki güvenilirliği incelendiğinde hem Cronbach's Alpha hem de McDonald's Omega katsayısı 0.88 olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre problem çözme inancı ölçeğinden elde edilen verilerin bu araştırma kapsamında yeterli düzeyde geçerlik ve güvenilirliğe sahip olduğu söylenebilir (Hair vd., 2019).

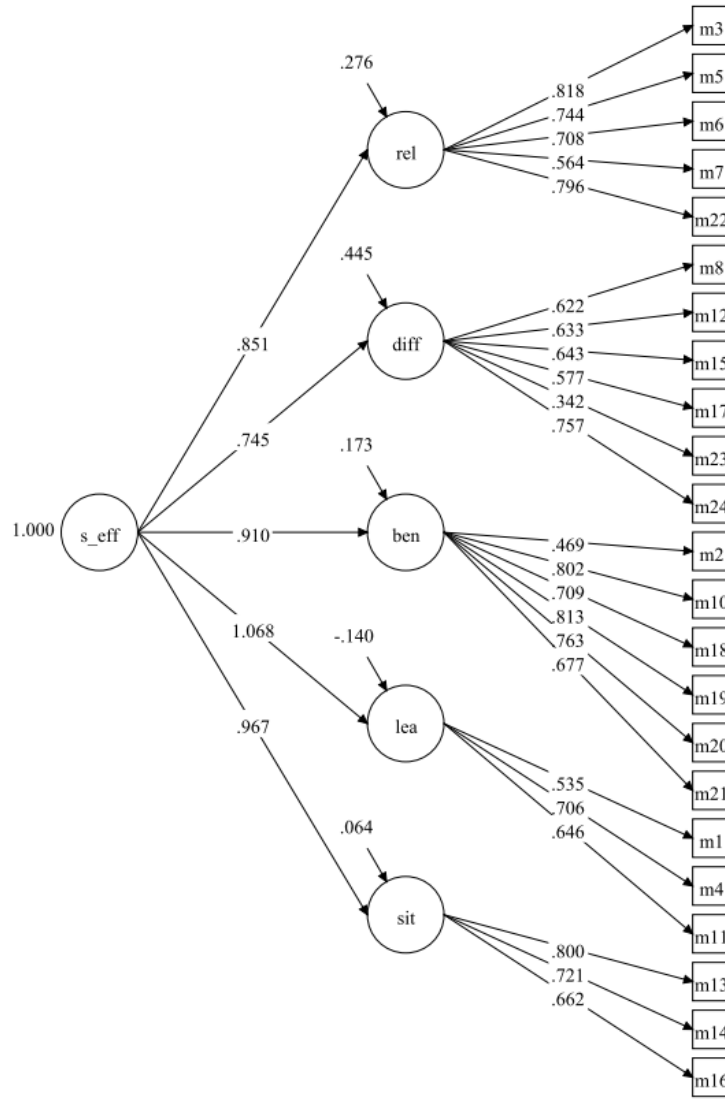
2.2.4. Problem Kurma Öz Yeterlik Ölçeği

Bu ölçek Özgen ve Bayram (2019) tarafından ortaokul öğrencilerinin problem kurma öz yeterliliklerini ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. Ölçekte 5'li Likert tipinde 24 madde yer almaktadır. Cronbach's Alpha güvenirlik katsayısı 0.85 olarak rapor edilmiştir (Özgen ve Bayram, 2019).

Bu ölçeğin lisans grubuna uygulanmasının iki nedeni vardır: i) bu grupta problem kurma öz yeterliliğini ölçecek bir ölçme aracının bulunmaması ve ii) öz yeterlilik genel olarak değerlendirildiğinde daha kapsamlı bir yaş aralığını kapsayacağı düşüncesidir. Bunun yanında elde edilen verilerin geçerlik ve güvenirlik analizi de yapılacağından ölçeğin lisans öğrencilerine uygulanmasına karar verilmiştir. Lisans grubundan elde edilen veri setinde ölçeğin yapısının doğrulanıp doğrulanmadığını incelemek için Doğrulamalı Faktör Analizi (DFA) kullanılmıştır.

DFA için öncelikle veri setinin analiz varsayımlarını karşılayıp karşılamadığı kontrol edilmiştir. Veri seti ilk olarak kayıp değerler açısından incelenmiş ve kayıp veri olmadığı görülmüştür. Veri setinin çok değişkenli uç değerler açısından incelenmesi için Mahalanobis Uzaklığı kullanılmıştır. Buna göre 9 kişi veri setinden çıkarılmış ve 195 kişilik bir veri seti elde edilmiştir. Çoklu doğrusallık ve teklik için VIF, TV ve CI değerleri kullanılmıştır. Veri setinden elde edilen VIF değerleri 1.43 ile 2.63 arasında, TV değeri 0.38 ile 0.70 arasında ve CI değeri 1.00 ile 66.58 arasında değişmektedir. CI hariç diğer istatistikler çoklu doğrusal bağlantı olmadığını göstermektedir (Kline, 2016; Tabachnick ve Fidell, 2019). Bu nedenle değişkenler arasındaki korelasyonlar analiz edilmiştir. Değişkenler arasındaki korelasyonların -0.48 ile 0.65 arasında olduğu görülmüştür. Buna göre çoklu doğrusal bağlantı sorunu olmadığı söylenebilir. Bir diğer varsayım olarak çok değişkenli normallik incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda Mardia'nın (1970) çok değişkenli çarpıklık katsayısı kullanılmıştır (Uysal ve Kılıç, 2022). Veriler çok değişkenli normallik varsayımını karşılamamaktadır (Çarpıklık katsayısı = 4356.60, $p < 0.01$). Bu nedenle, çok değişkenli normallik ihlallerine karşı güçlü tahminler sağlayan ağırlıklandırılmamış en küçük kareler ortalama ve varyans düzeltmeli (unweighted least squares and mean-variance [ULSMV]) kestirim yöntemi kullanılmıştır (Brown, 2015; Kılıç ve Doğan, 2021; Savalei ve Rhemtulla, 2013). DFA Mplus yazılımında gerçekleştirilmiş olup değişkenler 5 kategorili olduğu için kategorik olarak tanımlanmıştır.

DFA sonucunda bir maddenin faktör yükünün negatif olduğu görülmüştür ($m9, \lambda = -0.60$). Bu maddenin katılımcı grup tarafından tam anlaşılmadığı düşünülmüştür. Bu durum maddenin ifade ediliş biçiminden kaynaklı olabilir [$m9$ = Bir matematik problemi kurarken matematiksel problem çözme aşamalarını zihnimde canlandırabilirim]. Bu nedenle de madde lisans örnekleminde çalışmadığı için ölçekten çıkarılmış ve kalan maddelerle ikinci düzey DFA tekrarlanmıştır. Analiz sonucunda model-veri uyumunun yeterli olduğu görülmüştür [$\chi^2(225) = 457.74, p < 0.01, \chi^2/df = 2.03, RMSEA = 0.07, 90\% C.I. (0.06-0.08), CFI = 0.93, TLI = 0.92, SRMR = 0.07$]. Bu sonuçlara göre model-veri uyumunun yeterli olduğu söylenebilir (Browne ve Cudeck, 1992; Hu ve Bentler, 1999). Model [Şekil 1](#)'de sunulmuştur. Faktör yükleri 0.34 ile 0.82 arasında değiştiğinden (bkz. [Şekil 1](#)), bu değerlerin yeterli olduğu söylenebilir (Howard, 2016).

Şekil 1. Problem Kurma Öz Yeterlik Ölçeği'ne ilişkin DFA yol diyagramı.

Not. “s_eff” = problem kurma öz yeterlik, “rel” = problem çözme ile ilişki, “diff” = problem kurma sürecinde karşılaşılan zorluklar, “ben” = problem kurmanın faydaları, “lea” = öğrenme sürecinde problem kurma, “sit” = problem kurma durumları

Ölçekten elde edilen verilerin güvenirlik analizi sonucunda iç tutarlılık açısından Cronbach's Alpha güvenirlik katsayısı 0.88 olarak elde edilmiştir. Ölçek çok boyutlu olduğu için tabakalı alfa katsayısı da hesaplanmıştır. Buna göre elde edilen tabakalı alfa katsayısı 0.93'tür. McDonald's Omega katsayısı da hesaplanmış ve 0.89 olarak elde edilmiştir. Buna göre problem kurma öz yeterlik ölçeğinden elde edilen verilerin iç tutarlılık açısından güvenirliğinin yeterli olduğu söylenebilir.

2.3. İşlem Adımları

Grup 1'e ilk olarak PKB testi, bir hafta sonra PÇB testi ve ardından bir hafta sonra da psikolojik ölçekler (problem çözme inancı ve problem kurma öz yeterlik) uygulanmıştır. Sıra etkisini en aza indirmek için Grup 2'ye önce PÇB testi, bir hafta sonra PKB testi ve bir hafta sonra da psikolojik ölçekler uygulanmıştır. Psikolojik ölçekler uygulanırken [Tablo 5](#)'teki uygulama sırası uygulanmıştır.

Araştırmanın çalışma grubunun kimlerden oluştuğu bu bölümde belirtilebilir. Araştırmanın çalışma grubunun kimlerden oluştuğu bu bölümde belirtilebilir. Araştırmanın çalışma grubunun kimlerden oluştuğu bu bölümde belirtilebilir.

Tablo 5. *Veri Toplama Süreci*

Örneklem Büyüküğü	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta
Grup-1 (n=154)	Problem Kurma Beceri Testi	Problem Çözme Beceri Testi	Problem Kurma Öz Yeterlik Ölçeğı ve Problem Çözme İnancı Ölçeğı
Grup-2 (n=50)	Problem Çözme Beceri Testi	Problem Kurma Beceri Testi	Problem Kurma Öz Yeterlik Ölçeğı ve Problem Çözme İnancı Ölçeğı

Veriler toplanmadan önce katılımcılara herhangi bir konuda eğitim verilmemiştir. PÇB ve PKB testleri katılımcılara kâğıt-kalem testi olarak sınıf ortamında bireysel olarak uygulanmış herhangi bir zaman sınırlaması getirilmemiştir. Lisans öğrencilerinin PKB ve PÇB testlerini tamamlamaları 50-70 dakika sürmüştür. Katılımcılara 3 uygulama yapıldığı için bu uygulamalardan elde edilen formların eşleştirilmesi amacıyla her katılımcıya rastgele 4 haneli sayısal kodlar atanmıştır.

2.4. Verilerin Analizi

Veri analizi için öncelikle değişkenlerin dağılımları incelenmiştir. Bu amaçla, değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri [Tablo 6](#)'da sunulmuştur.

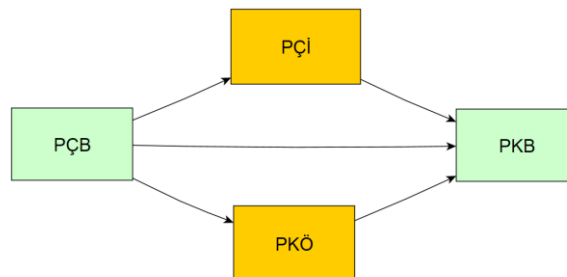
Tablo 6. *Betimsel İstatistikler*

Değişken	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma	Çarpıklık	Basıklık
PÇB	8	91	55.49	15.24	-0.24	0.38
PKB	21	99	75.34	10.30	-0.78	3.14
PKÖ	2.35	5	3.91	0.48	0.03	-0.03
PÇİ	2.93	5	4.37	0.42	-1.16	1.65

Not. PÇB = Problem çözme becerisi, PKB = Problem kurma becerisi, PÇİ = Problem çözme inancı, PKÖ = Problem kurma öz yeterlik

[Tablo 6](#) incelendiğinde değişkenlerin normal dağılımdan çok fazla sapma göstermediğı söylenebilir. Hair ve diğerleri (2019), çarpıklık katsayısının ± 1 aralığında olması durumunda değişkenlerin normal dağıldığı yorumunun yapılabileceğini belirtmiştir. Buna göre değişkenlerin normal dağıldığı söylenebilir. Bu nedenle, değişkenler arasındaki ilişkileri incelemek için Pearson korelasyonu kullanılmıştır.

Aracılık analizi, SPSS'te bulunan Process Macro (Model-4) ile gerçekleştirilmiştir (Hayes, 2018). Process makrosunda bootstrap yöntemi ile güven aralıkları oluşturulmuş ve buna göre analiz sonuçları yorumlanmıştır. Bootstrap yönteminde 5000 örneklem kullanılmıştır. Bu yöntemde elde edilen tahminlerin istatistiksel anlamlılığı incelenirken güven aralığının sıfır değerini içerip içermediğı incelenmektedir. Eğer aralık sıfır içeriyorsa elde edilen katsayısının sıfırdan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaşmadığı şeklinde yorumlanmaktadır (MacKinnon, 2008). [Şekil 2](#), analiz edilen aracılık modelini göstermektedir.

Şekil 2. *Araştırma Kapsamında Test Edilen Model*

3. Bulgular

3.1. Değişkenler Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi

Değişkenler arasındaki ilişkileri incelemek için yapılan korelasyon analizi sonuçları [Tablo 7](#)'de sunulmaktadır.

Tablo 7. *Korelasyon Analizi*

Değişken	PÇB	PKB	PKÖ	PÇİ
PÇB	-			
PKB	0.01	-		
PKÖ	0.11	0.05	-	
PÇİ	0.13	0.10	0.28**	-

$N = 204$, ** $p < 0.01$, PÇB = Problem çözme becerisi, PKB = Problem kurma becerisi, PÇİ = Problem çözme inancı, PKÖ = Problem kurma öz yeterliği

[Tablo 7](#)'ye göre, PÇİ ile PKÖ arasında istatistiksel olarak anlamlı, pozitif ve düşük düzeyde bir ilişki olduğu söylenebilir (Schober vd., 2018). Diğer değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı belirlenmiştir.

3.2. Problem Kurma Öz Yeterlik ve Problem Çözme İnancı Değişkenlerinin Aracılık Rolünün İncelenmesi

PÇB ve PKB arasındaki ilişkide problem kurma öz yeterlik ve problem çözme inancının aracılık rolünü inceleyen aracılık analizi sonuçları [Tablo 8](#)'de sunulmuştur.

Tablo 8. *Aracılık Analizinin Sonuçları*

	M ₁			M ₂			PKB(Y)		
	β	sh	t	β	sh	t	β	sh	t
PÇB(X)	0.00	0.00	1.58	0.00	0.00	1.88	-0.00	0.05	-0.01
PKÖ(M ₁)	-	-	-	-	-	-	0.65	1.57	0.41
PÇİ(M ₂)	-	-	-	-	-	-	2.13	1.79	1.18
Sabit	3.72	0.13	29.31**	4.17	0.11	37.43**	63.51	8.62	7.36**
	$R^2 = 0.01$, $F = 2.48$, $p = 0.11$			$R^2 = 0.02$, $F = 3.53$, $p = 0.06$			$R^2 = 0.01$, $F = 3.00$, $p = 0.57$		
Dolaylı etkiler	PÇB $\rightarrow$ M ₁ $\rightarrow$ PKB			PÇB $\rightarrow$ M ₂ $\rightarrow$ PKB					
	$\beta = 0.00 [(-0.01) - (0.02)]$			$\beta = 0.01 [(-0.01) - (0.05)]$					
	Bse = 0.01			Bse = 0.01					

** $p < 0.01$, PÇB = Problem çözme becerisi, PKB = Problem kurma becerisi, PÇİ = Problem çözme inancı

[Tablo 8](#) incelendiğinde, PÇB değişkeninin PKB'yi yordamadığı söylenebilir ($p > 0.05$). Benzer şekilde, PÇB de aracı değişkenlerin her ikisini de yordamamaktadır. Aracı değişkenler de PÇB'yi yordamamaktadır. Dolayısıyla, PÇB'nin PKB üzerinde toplam etkisinin olmadığı ($\beta = 0.01$, $t = 0.20$, $p = 0.84$) ve dolaylı etkilerin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($\beta = -0.00$, $t = -0.00$, $p = 0.99$) görülmüştür.

4. Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu çalışmada PÇB'nin PKB üzerindeki etkisinde problem kurma öz yeterliği ve problem çözme inancının aracılık etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda PÇB ve PKB değişkenlerinin başka herhangi bir değişkenle ilişkili olmadığı görülmüştür (bkz. [Tablo 7](#)). Yapılan aracılık analizi sonucunda, diğer psikolojik değişkenlerin problem çözme ve problem kurma arasındaki ilişkiye aracılık etmediği görülmüştür. Ancak literatürde ortaokul ve lise öğrencileriyle yapılan

Çalışmalarda PB ile PKB arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler rapor edilmiştir (Cai vd., 2013; Cai ve Hwang, 2002; Ergin, 2019; Zhang vd., 2022). Mevcut çalışmanın söz konusu çalışmalardan farklı sonuçlar elde etmesinin nedeni matematik ğretmen adayları ile gerçekleştirilmiş olması olabilir. Ayrıca bu çalışmalarda lme araçlarının geçerlik ve güvenirliğine ilişkin kanıtların yeterli olmadığı düşünüldüğünde, bulunan ilişkilerin geçerlik düzeyi de sorgulanabilir. Problem kurma öz yeterliği ile problem çözme inancı arasında istatistiksel olarak anlamlı ve düşük bir ilişki bulunmuştur. Bu bulgu, literatürde ğretmen adaylarıyla yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Baran Bulut, 2023; Deringöl, 2018; nl ve Sarpkaya-Aktaş, 2016).

PB ile problem çözme inancı arasında bir ilişki bulunmamıştır. Çalışmamızın bulgularıyla rtyecek bir çalışmada Güven (2017), müzik ğretmen adaylarının problem çözme becerileri ile problem çözme algıları arasında anlamlı bir ilişki bulamamıştır. Mevcut çalışmaların aksine, farklı örneklemelerde PB ve problem çözme inancı arasında anlamlı ilişkiyi ortaya koyan çeşitli çalışmalar da bulunmaktadır. Bal (2015) sınıf ğretmeni adaylarının PB düzeylerini ve problem çözme inançlarını incelemiştir. Yüksek ve düşük PB'ye sahip ğretmen adayları arasında "Problemi Anlama" ve "Matematiğin nemi" alt boyutları açısından anlamlı bir fark bulmuştur. Güven ve Çabakçor (2013) ise ilköğretim 7. sınıf ğrencilerinin PB'lerini etkileyen faktörleri araştırmışlardır. Öğrencilerin PB'lerinin problem çözme inançlarıyla orta düzeyde ve anlamlı bir şekilde ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. nceki çalışmalarda olduğu gibi Sangcap (2010) farklı bölümlerde okuyan niversite ğrencilerinin PB'leri ile problem çözme inançlarının çeşitli boyutları arasında anlamlı bir ilişki olduğunu belirtmiştir. "aba" boyutunun farklı problem türlerindeki (rneğin kelime problemleri) başarıyı olumlu yönde etkilediğini vurgulamıştır.

Yapılan bu çalışmada ayrıca PKB ile problem kurma öz yeterliği arasında da bir ilişki bulunmamıştır. Bu sonuç literatürdeki diğer çalışmalardan farklıdır (Hackett ve Betz, 1989; zgen ve Bayram, 2020; Pajares, 1996; Philippou vd., 2001). Bu alışmalar matematik ğretmenliği lisans öğrencileri ile değil, tüm niversite öğrencileri veya ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. zgen ve Bayram (2020), çalışmalarında ortaokul ğrencilerinin problem kurma becerileri ile problem kurmaya yönelik öz yeterlik inançları arasında düşük düzeyde pozitif bir ilişki bulmuştur. Bu doğrultuda katılımcıların problem kurmaya yönelik öz yeterlik inançlarının problem kurma becerilerinin anlamlı bir yordayıcısı olduğunu ifade edilmiştir. Mevcut çalışmamızın sonuçlarının bu çalışmadan farklı olmasının nedeni çalışma grubumuzun llen özellikler açısından ortaokul öğrencilerine göre farklılık göstermesi olabilir. Bununla birlikte, aynı eğitim seviyesindeki lisans öğrencilerinden farkı, matematik ğretmenliği ğrencilerinin ğretim programında problem kurma becerilerini geliştirmeye yönelik ders içeriklerinin bulunması da olabilir. Bunun yanı sıra literatürdeki diğer çalışmalarda kullanılan lme araçlarının geçerlik ve güvenirlik sonuçları rapor edilmediği için lme aralarındaki hataların bu sonuçlara neden olmuş olabileceği ihtimali de bulunmaktadır. Bu bakış açısıyla mevcut çalışmanın literatürdeki diğer çalışmalara da kılavuzluk edeceği söylenebilir. Çünkü kullanılan her bir ölçekten (ya da testten, lme aracından) elde edilen verilerin geçerlik ve güvenirlik kanıtlarının da çalışmada raporlanması önerilmektedir (AERA vd., 2014). Ancak genellikle bu durum göz ardı edilmekte ve kullanılan lme araçlarından elde edilen sonuçların geçerlik ve güvenirlik kanıtları raporlanmamaktadır. Bunun sonucunda araştırmadan elde edilen bulgulara temkinli yaklaşılması düşünülebilir. Mevcut alışma bu açıdan da literatüre katkıda bulunmaktadır. Bundan sonraki çalışmalarda kullanılan lme araçlarının psikometrik özellikleri bu çalışmadaki perspektifle ele alınabilir.

Mevcut alışma genel olarak sonuçlar açısından diğer çalışmalardan (Da Ponte ve Henriques, 2013; Erkan ve Kar, 2022; Koichu ve Kontorovich, 2013; Xie ve Masingila, 2017) farklılık göstermektedir. Yaptığımız bu çalışmanın aksine Xie ve Masingila (2017), araştırmalarında

problem çözmenin problem kurmaya başlamak için öğretmen adaylarına fikirler sunduğunu, problem kurarken doğru yolda olduklarından emin olmalarını sağladığını ve matematiksel problemlerin yapısını derinlemesine anlamalarına olanak tanıdığını ortaya koymuştur. Erkan ve Kar (2022) ise yaptıkları çalışmada matematik öğretmen adaylarının verilen problemin çözümünü bularak problem kurma eğiliminde oldukları sonucuna ulaşmıştır. Çalışmamızın sonuçlarının bu çalışmaların sonuçlarından ayrılmasının nedeni çalışma grupları ve ölçme araçlarının farklılık göstermesi olabilir. Diğer çalışmalardaki PKB ve PÇB testleri sınıf düzeylerine göre kapsam olarak farklılık gösterebilir. Ancak bu çalışmanın Türkiye'nin Marmara bölgesindeki iki üniversiteden elde edilen verilerle sınırlı olduğu unutulmamalıdır. Çalışma daha geniş örneklemlili bir grupta tekrarlanabilir. Çalışmanın bulguları, bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğunu vurgulamaktadır. Alanyazında PKB ile PÇB arasında ilişki olduğu bildirilmekle birlikte (Bonotto ve Dal Santo, 2015; Ergene, 2023; Ergene ve Çaylan Ergene, 2024; Kar vd., 2024; Krawitz vd., 2024; Silber ve Cai, 2017) geçerli ve güvenilir sonuçlar veren daha kapsamlı başarı testleri ile benzer çalışmalar daha büyük örneklemlilerle tekrarlanabilir. Alanyazında PÇB ve PKB'nin ilişkili olduğuna dair kabul gören çalışmaların daha geniş nicel uygulamalarla gözden geçirilmesi gerektiği ifade edilebilir.

Etik Kurul İzin Bilgisi

Bu araştırma, Trakya Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu'nun 27.03.2024 tarihli 2024/03 sayılı kararı ile alınan izinle yürütülmüştür.

Yazar Çıkar Çatışması Bilgisi

Yazarların beyan edeceği bir çıkar çatışması yoktur.

Yazar Katkısı

Mustafa Zeki Aydoğdu: Çalışmanın tasarlanması, araştırma izinlerinin alınması, kavramsallaştırma, verilerin toplanması, giriş, sonuç ve tartışmanın yazımı, redaksiyon. **Abdullah Faruk Kılıç:** Verilerin analizi, yöntem, bulgular, sonuç ve tartışmanın yazılması, redaksiyon. **Tugay Kaçak:** Verilerin girilmesi, verilerin düzenlenmesi, redaksiyon

Orcid

Mustafa Zeki AYDOĞDU  <https://orcid.org/0000-0003-1163-2890>

Abdullah Faruk KILIÇ  <https://orcid.org/0000-0003-3129-1763>

Tugay KAÇAK  <https://orcid.org/0000-0002-5319-7148>

KAYNAKÇA

- AERA, APA, & NCME. (2014). *Standards for educational and psychological testing*. American Educational Research Association.
- Altun, M., Memnun, D. S. ve Yazgan, Y. (2007). Sınıf öğretmeni adaylarının rutin olmayan matematiksel problemleri çözme becerileri ve bu konudaki düşünceleri. *İlköğretim Online*, 6(1), 127-143.
- Aydoğdu, A. S. ve Türnüklü, E. (2023). Geometride problem kurmaya dayalı çalışmaların yaratıcılıkla olan ilişkisinin incelenmesi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 13(2), 1434-1450. <https://doi.org/10.24315/tred.1257745>
- Bal, A. P. (2015). Examination of the mathematical problem-solving beliefs and success levels of primary school teacher candidates through the variables of mathematical success and gender. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 15(5), 1373-1390. <https://doi.org/10.12738/estp.2015.5.2573>

- Baran Bulut, D. (2023). Elementary school mathematics teacher candidates' competence to design model-eliciting activities, beliefs for problem solving, self-efficacy beliefs for problem posing and the relationship between them. *e-International Journal of Educational Research*, 14(4), 108-125. <https://doi.org/10.19160/e-ijer.1280798>
- Baumanns, L., & Rott, B. (2021). Rethinking problem-posing situations: A review. *Investigations in Mathematics Learning*, 13(2), 59-76. <https://doi.org/10.1080/19477503.2020.1841501>
- 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. Cai (Ed.), *Mathematical problem posing: From research to effective practice* (pp. 103-123). Springer.
- Brookhart, S. M., & Nitko, A. J. (2015). *Educational assesment of students* (7th ed.). Pearson.
- Brown, T. A. (2015). *Confirmatory factor analysis for applied research* (2nd ed.). The Guilford Press.
- Browne, M. W., & Cudeck, R. (1992). Alternative ways of assessing model fit. *Sociological Methods & Research*, 21(2), 230-258. <https://doi.org/10.1177/0049124192021002005>
- Cai, J., & Hwang, S. (2002). Generalized and generative thinking in US and Chinese students' mathematical problem solving and problem posing. *The Journal of Mathematical Behavior*, 21(4), 401-421. [https://doi.org/10.1016/S0732-3123\(02\)00142-6](https://doi.org/10.1016/S0732-3123(02)00142-6)
- Cai, J., & Leikin, R. (2020). Affect in mathematical problem posing: Conceptualization, advances, and future directions for research. *Educational Studies in Mathematics*, 105(3), 287-301. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-10008-x>
- Cai, J., Moyer, J. C., Wang, N., Hwang, S., Nie, B., & Garber, T. (2013). Mathematical problem posing as a measure of curricular effect on students' learning. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 57-69. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9429-3>
- Cai, J., & Rott, B. (2023). On understanding mathematical problem-posing processes. *ZDM – Mathematics Education*, 56(1), 61-71. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01536-w>
- Cai, J., Koichu, B., Rott, B., & Jiang, C. (2024). Advances in research on mathematical problem posing: Focus on task variables. *The Journal of Mathematical Behavior*, 76, 101186. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2024.101186>
- Chen, T., & Cai, J. (2020). An elementary mathematics teacher learning to teach using problem posing: A case of the distributive property of multiplication over addition. *International Journal of Educational Research*, 102, 101420. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.03.004>
- Cifarelli, V. V., & Sevim, V. (2015). Problem posing as reformulation and sense-making within problem solving. İçinde F. Singer, N. F. Ellerton, & J. Cai (Ed.), *Mathematical problem posing: From research to effective practice* (pp. 177-194). Springer.
- Costello, A. B., & Osborne, J. (2005). Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most from your analysis. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 10(7), 1-9. <https://doi.org/10.7275/JYJ1-4868>
- Da Ponte, J. P., & Henriques, A. (2013). Problem posing based on investigation activities by university students. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 145-156. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9443-5>
- Deringöl, Y. (2018). Öğretmen adaylarının problem kurma becerilerinin orantısal akıl yürütme gerektiren durumlar bağlamında incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 9(1), 31-53. <https://doi.org/10.16949/turkbilm.336386>
- Duman, B., Yakar, A., Türkoğlu, I. E. ve Yakar, P. (2013). Türkiye’de öğretmen yetiştirme programları çerçevesinde öğretmen adaylarının kişilik tiplerine göre problem çözme becerilerinin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, Özel Sayı (1)*, 121-143.

- Ellerton, N. F. (1986). Children's made-up mathematics problems? A new perspective on talented mathematicians. *Educational Studies in Mathematics*, 17(3), 261-271. <https://doi.org/10.1007/BF00305073>
- Ergene, Ö. (2023). Problem kurma ve çözme ilişkisi. İçinde K. Özgen, T. Kar, S. Çenberci, & Y. Zengin (Ed.), *Matematikte Problem Çözme ve Problem Kurma* (ss. 283-307). Pegem.
- Ergene, Ö. ve Çaylan Ergene, B. (2024). Posing problems and solving self-generated problems: the case of convergence and divergence of series. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 55(10), 2573-2600. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2023.2170292>
- Ergin, A. S. (2019). 7. Sınıf öğrencilerinin geometride problem kurma süreçlerinin incelenmesi ve yaratıcılıklarına etkisinin araştırılması [Yayımlanmamış doktora tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Ergin, A. S. ve Türnüklü, E. (2019). 7. Sınıf öğrencilerinin kurdukları geometri problemlerinde yaratıcılıklarının incelenmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 27-38.
- Erkan, B. ve Kar, T. (2022). Pre-service mathematics teachers' problem-formulation processes: Development of the revised active learning framework. *The Journal of Mathematical Behavior*, 65, 100918. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2021.100918>
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed). McGraw-Hill Humanities/Social Sciences/Languages.
- Gündoğdu Alaylı, F. (2023). Investigation of problem posing situations of sixth grade students. *International Journal of Education Technology and Scientific Researches*, 8(23), 1683-1720. <https://doi.org/10.35826/ijetsar.646>
- Güven, E. (2017). Müzik Öğretmeni adaylarının problem çözme becerilerinin piyano dersinde karşılaştıkları sorunların çözümüne olan etkilerinin incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(2), 737-756. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2017.17.30227-326595>
- Güven, B. ve Çabakçor, B. Ö. (2013). Factors influencing mathematical problem-solving achievement of seventh grade Turkish students. *Learning and Individual Differences*, 23, 131-137. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.10.003>
- Hackett, G., & Betz, N. E. (1989). An exploration of the mathematics self-efficacy/mathematics performance correspondence. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(3), 261-273. <https://doi.org/10.2307/749515>
- Hair, J. F., Risher, J. J., Sarstedt, M., & Ringle, C. M. (2019). When to use and how to report the results of PLS-SEM. *European Business Review*, 31(1), 2-24. <https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203>
- Hayes, A. F. (2018). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach* (2nd edition). The Guilford Press.
- Horn, J. L. (1965). A rationale and test for the number of factors in factor analysis. *Psychometrika*, 30(2), 179-185. <https://doi.org/10.1007/BF02289447>
- Howard, M. C. (2016). A review of exploratory factor analysis decisions and overview of current practices: What we are doing and how can we improve? *International Journal of Human-Computer Interaction*, 32(1), 51-62. <https://doi.org/10.1080/10447318.2015.1087664>
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1-55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Jung, H., & Magiera, M. T. (2021). Connecting mathematical modeling and social justice through problem posing. *Mathematical Thinking and Learning*, 25(2), 232-251. <https://doi.org/10.1080/10986065.2021.1966713>
- Kar, T., Öztürk, F. ve Özkaya, M. (2024). Pose, solve and pose cycle: an examination on the change of pre-service mathematics teachers' problem-posing performances. *Teaching Mathematics and its*

- Applications: An International Journal of the IMA*, 44(2). 107-131. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrae010>
- Kayan, F. ve Çakıroğlu, E., (2008). Preservice elementary mathematics teachers' mathematical problem solving beliefs. *Hacettepe Eğitim Dergisi*, 35(35), 218-226.
- Kılıç, A. F. (2022). Deciding the number of dimensions in explanatory factor analysis: A brief overview of the methods. *Pamukkale University Journal of Social Sciences Institute*, 51(1), 305-318. <https://doi.org/10.30794/pausbed.1095936>
- Kılıç, A. F. ve Doğan, N. (2021). Comparison of confirmatory factor analysis estimation methods on mixed-format data. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 8(1), Article 1. <https://doi.org/10.21449/ijate.782351>
- Kline, R. B. (2016). *Principle and practice of structural equation modeling (4th ed.)*. The Guilford Press.
- Koichu, B., & Kontorovich, I. (2013). Dissecting success stories on mathematical problem posing: A case of the Billiard Task. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 71-86. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9431-9>
- Koichu, B. (2020). Problem posing in the context of teaching for advanced problem solving. *International Journal of Educational Research*, 102, 101428. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.05.001>
- Kontorovich, I. (2024). The road to “good” problems goes through initial responses to stimulating socio-mathematical situations. *Journal of Mathematical Behavior*, 73, 101135. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2024.101135>
- Kopparla, M., Bicer, A., Vela, K., Lee, Y., Bevan, D., Kwon, H., Caldwell, C., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2019). The effects of problem-posing intervention types on elementary students' problem-solving. *Educational Studies*, 45(6), 708-725. <https://doi.org/10.1080/03055698.2018.1509785>
- Krawitz, J., Hartmann, L., & Schukajlow, S. (2024). Do task variables of self-generated problems influence interest? Authenticity, openness, complexity, and students' interest in solving self-generated modelling problems. *Journal of Mathematical Behavior*, 73, 101129. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2024.101129>
- Kwek, M.L. (2015). Using Problem Posing as a Formative Assessment Tool. In: Singer, F., F. Ellerton, N., Cai, J. (Ed.) *Mathematical Problem Posing. Research in Mathematics Education* (pp. 273-292). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6258-3_13
- Leikin, R. (2015). Problem posing for and through investigations in a dynamic geometry environment. F. Singer, N. Ellerton, & J. Cai (Ed.), *Problem posing: From research to effective practice* (pp. 373-391). Springer.
- Leikin, R., & Elgrably, H. (2020). Problem posing through investigations for the development and evaluation of proof-related skills and creativity skills of prospective high school mathematics teachers. *International Journal of Educational Research*, 102, 101424. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.04.002>
- Lorenzo-Seva, U., Timmerman, M. E., & Kiers, H. A. L. (2011). The Hull method for selecting the number of common factors. *Multivariate Behavioral Research*, 46(2), 340-364. <https://doi.org/10.1080/00273171.2011.564527>
- Lorenzo-Seva, U., Timmerman, M. E., & Kiers, H. A. L. (2023). *Factor (Version 12.04.02)* [Software].
- MacKinnon, D. P. (2008). *Introduction to statistical mediation analysis (1st ed.)*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203809556>
- Mardia, K. V. (1970). Measures of multivariate skewness and kurtosis with applications. *Biometrika*, 57(3), 519-530. <https://doi.org/10.1093/biomet/57.3.519>

- Matsko, V. J., & Thomas, J. (2015). Beyond routine: Fostering creativity in mathematics classrooms. İçinde F. M. Singer, N. F. Ellerton, & J. Cai (Ed.), *Mathematical Problem Posing* (ss. 125-139). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6258-3_6
- Nicolau, A. A., & Philippou, G. N. (2007). *Efficacy beliefs, problem posing and mathematics achievement* (D. Pitta-Pantazi & G. N. Philippou, Ed.; ss. 308-317).
- Özgen, K., Aydın, M., Geçici, M. E. ve Bayram, B. (2017). Sekizinci sınıf öğrencilerinin problem kurma becerilerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi (TURCOMAT)*, 8(2), 323-351. <https://doi.org/10.16949/turkbilmat.322660>
- Özgen, K. ve Bayram, B. (2019). Problem kurma öz yeterlik ölçeğinin geliştirilmesi. *İlköğretim Online*, 663-680. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2019.562029>
- Özgen, K. ve Bayram, B. (2020). Ortaokul öğrencilerinin problem kurmaya yönelik beceri ve öz yeterlik inançlarının incelenmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 455-485. <https://doi.org/10.33711/yyuefd.693817>
- Pajares, F., & Graham, L. (1999). Self-Efficacy, motivation constructs, and mathematics performance of entering middle school students. *Contemporary Educational Psychology*, 24(2), 124-139. <https://doi.org/10.1006/ceps.1998.0991>
- Pajares, F., & Miller, M. D. (1994). Role of self-efficacy and self-concept beliefs in mathematical problem solving: A path analysis. *Journal of Educational Psychology*, 86(2), 193-203. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.86.2.193>
- Pajares, F. (1996). Self-efficacy beliefs in academic settings. *Review of Educational Research*, 66(4), 543. <https://doi.org/10.2307/1170653>
- Philippou, G., Charalambous, C., & Christou, C. (2001). *Efficacy in problem posing and teaching problem posing* (M. Heuvel-Panhuizen, Ed.; C. 4, pp. 41-48).
- Rosli, R., Capraro, M. M., Goldsby, D., Gonzalez, E. G., Onwuegbuzie, A. J., & Capraro, R. M. (2015). Middle-grade preservice teachers' mathematical problem solving and problem posing. F. Singer, N. Ellerton, & J. Cai (Ed.), *Mathematical problem posing: From research to effective practice* (pp. 333-354). Springer.
- Sangcap, P. G. A. (2010). Mathematics-related beliefs of filipino college students: Factors affecting mathematics and problem solving performance. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 8, 465-475. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.064>
- Savalei, V., & Rhemtulla, M. (2013). The performance of robust test statistics with categorical data. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 66(2), 201-223. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8317.2012.02049.x>
- Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5), 1763-1768. <https://doi.org/10.1213/ANE.00000000000002864>
- Silber, S., & Cai, J. (2017). Pre-service teachers' free and structured mathematical problem posing. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48(2), 163-184. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2016.1232843>
- 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. <https://doi.org/10.2307/749846>
- Singer, F. M., & Voica, C. (2015). Is problem posing a tool for identifying and developing mathematical creativity? F. M. Singer, N. F. Ellerton, & J. Cai (Ed.), *Mathematical problem posing* (pp. 141-174). Springer.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). *Using multivariate statistics (7th ed.)*. Pearson.

- Terzi, A. ve Kar, T. (2022). Development of Turkish sixth-grade students' problem-posing and -solving skills: An application of the extended active learning framework. *Education 3-13*, 52(3), 342-360. <https://doi.org/10.1080/03004279.2022.2090592>
- Torp, L., & Sage, S. (2002). *Problems as possibilities: Problem-based learning for K-16 education*. VA: ASCD.
- Uysal, İ. ve Kılıç, A. F. (2022). Çok değişkenli normallik testleri üzerine bir inceleme. *İçinde Ejer Congress* (ss. 968-969).
- Ünlü, M. ve Sarpkaya-Aktaş, G. (2016). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının problem kurma özyeterlik ve problem çözmeye yönelik inançları. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(4), 2040-2059.
- Velicer, W. F. (1976). Determining the number of components from the matrix of partial correlations. *Psychometrika*, 41(3), 321-327. <https://doi.org/10.1007/BF02293557>
- Xie, J., & Masingila, J. O. (2017). Examining interactions between problem posing and problem solving with prospective primary teachers: A case of using fractions. *Educational Studies in Mathematics*, 96(1), 101-118. <https://doi.org/10.1007/s10649-017-9760-9>
- Xu, B., Cai, J., Liu, Q., & Hwang, S. (2020). Teachers' predictions of students' mathematical thinking related to problem posing. *International Journal of Educational Research*, 102, 101427. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.04.005>
- Yang, X., & Xin, Y. P. (2022). Teaching problem posing to students with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 45(4), 280-293. <https://doi.org/10.1177/0731948721993117>
- Zhang, L., Cai, J., Song, N., Zhang, H., Chen, T., Zhang, Z., & Guo, F. (2022). Mathematical problem posing of elementary school students: The impact of task format and its relationship to problem solving. *ZDM – Mathematics Education*, 54(3), 497-512. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01324-4>

Ek A. Problem Kurma Etkinliği

1- 64000, 4 ve $\frac{1}{8}$ sayılarını kullanarak günlük hayattan bir matematik problemi yazınız.

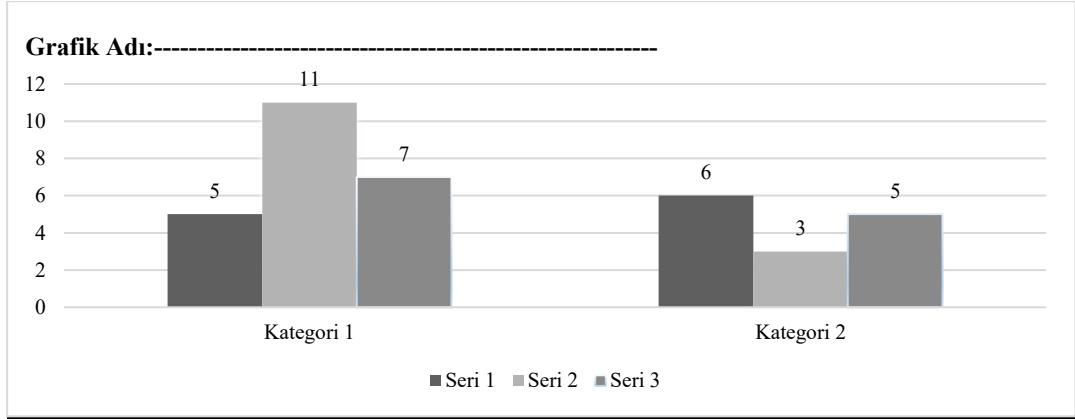
2- <u>Beyaz Eşya</u>	<u>Mobilya</u>	<u>Küçük Ev Aletleri</u>
Çamaşır Mak. 16529 TL	TV nitesi 6789 TL	Mutfak Robotu 2799 TL
Buzdolabı 25822 TL	Koltuk Takımı 45000 TL	Kahve Mak. 2119 TL
Bulaşık Mak. 20304 TL	Yemek Masası 13500 TL	Su Isıtıcısı 869 TL

Yukarıdaki bilgilerden yararlanarak bir matematik problemi yazınız.

3- Bir kutuda kırmızı, mavi ve beyaz top bulunmaktadır.....

ifadesini tamamlayarak bir matematik problemi yazınız.

4-



Yukarıdaki grafiği kullanarak bir matematik problemi yazınız.

5- En az  işlem basamağıyla zlebilen günlük hayattan bir matematik problemi yazınız.

Investigation of Mathematics Teacher Candidates' Problem Solving and Problem Posing Abilities: The Mediating Role of Belief and Self-Efficacy

Mustafa Zeki AYDOĞDU^{1*}, Abdullah Faruk KILIÇ², Tugay KAÇAK²

¹ Trakya University, Faculty of Education, Department of Math and Science Education, Türkiye

² Trakya University, Faculty of Education, Department of Educational Sciences, Türkiye

Abstract: Problem-solving and problem-posing are among the important components of mathematics teaching. Many studies have revealed that problem-solving and problem-posing abilities are related to some psychological variables (self-efficacy, attitude, belief, motivation, anxiety, etc.). In the current study, the relationship between problem-posing abilities, problem-solving abilities, problem-solving beliefs, and problem-posing self-efficacy was examined quantitatively. In addition, the mediating effect of problem-solving beliefs and problem-posing self-efficacy on the effect of problem-solving ability on problem-posing ability was analyzed. The research was conducted with pre-service teachers studying in the field of mathematics education, and as a result of the research, it was found that there was no statistically significant relationship between problem-solving abilities and problem-posing abilities. In the correlation analysis, a positive and statistically significant low-level relationship was found between problem-solving beliefs and problem-posing self-efficacy. As a result of mediation analysis, no mediation effect was found between problem-posing self-efficacy and problem-solving beliefs. The findings were discussed in the conclusion section of the study in line with the relevant literature.

Article Details

Research Article

Received

08/08/2024

Accepted

29/01/2025

Keywords

Problem-solving,

Problem-posing,

Problem-solving

beliefs,

Problem-posing

self-efficacy

Mediation analysis.

1. Introduction

Problem-posing involves generating a new problem or discovering new information based on a given data set (Singer & Voica, 2015). Cai and Rott (2023) explained that problem-posing involves the process of students creating new problems from given scenarios or changing existing challenges. Research on problem-posing in mathematics education has been increasing in recent years. Moreover, the importance of problem-posing has also increased in recent years (Cai *et al.*, 2024; Jung & Magiera, 2021; Kar *et al.*, 2024; Koichu, 2020; Kontorovich, 2024; Yang & Xin, 2022). Moreover, countries such as Türkiye and Italy have revised their education and training programs and integrated problem-posing into their mathematics curricula (Bonotto & Dal Santo, 2015; Gündoğdu Alaylı, 2023).

* *Corresponding Author:* Mustafa Zeki AYDOĞDU *E-mail:* mzekiaydogdu@trakya.edu.tr *Adress:* Trakya University, Faculty of Education, Campus of İsmail Hakkı Tonguç, Mehmet Akif Ersoy Building, No.:318 Edirne, Türkiye.

The copyright of the published article belongs to its author under CC BY 4.0 license. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

In recent years, many studies have been conducted on different themes in problem-posing (Baumanns & Rott, 2021). Cai and Leikin (2020) divided the studies on problem-posing in mathematics education into four categories. The first category includes studies in which problem-posing is used as a tool in mathematics teaching (Chen & Cai, 2020; Cifarelli & Sevim, 2015; Koichu, 2020; Matsko & Thomas, 2015), while the second category includes studies that consider problem-posing as a goal of mathematics teaching (Leikin, 2015; Leikin & Elgrably, 2020). The third category includes studies that use problem-posing as a tool to examine other variables (Aydoğdu & Türnüklü, 2023; Ergin & Türnüklü, 2019). In the studies in this category, problem-posing is used to measure the concept to be revealed. The fourth and final category is the studies that consider problem-posing as the main goal (Cai & Rott, 2023; Kwek, 2015). An important part of the studies on problem-posing are the studies conducted to reveal the relationships between problem-posing and problem-solving (Cai *et al.*, 2013; Ergene & Çaylan Ergene, 2024; Kar *et al.*, 2024; Koichu, 2020; Xie & Masingila, 2017).

1.1. The Relationship Between Problem-Solving and Posing

Problem-solving and problem-posing are closely related concepts. Many studies show that problem-posing and problem-solving are interrelated concepts and that problem-posing is an important component of the problem-solving process (Baumanns & Rott, 2021). In this context, many studies have been conducted in the literature on this subject. These studies can be broadly categorized under four main headings (Ergene, 2023).

1.1.1. Comparison of Problem-Posing Ability (PPA) of Students with Low and High Problem-Solving Performance

In studies examining the problem-posing ability (PPA) of students with low and high problem-solving performances, students were divided into groups according to their problem-solving abilities (PSA). Then, the PPAs of these groups were compared. The results of the studies showed that students with high levels of PSA were able to write more mathematically complex and valid problems in the problem-posing test than students with low levels (Ellerton, 1986; Silver & Cai, 1996).

1.1.2. Investigating the Relationship between Problem-Solving and Problem-Posing through Experimental Studies

In experimental studies, problem-posing activities are used in the teaching process and their effects on students' PPA are analyzed. These studies generally show that the designed instructional contents improve students' PSA or PPA (Kopparla *et al.*, 2019; Terzi & Kar, 2022).

1.1.3. The Relationship between Problem-Solving and Problem-Posing Using Parallel Tests

In this type of study while investigating the relationship between problem-solving and problem-posing, parallel tests are administered at similar intervals on the same individuals without any intervention in the process. In one study, Cai and Hwang (2002) investigated the relationship between PSA and PPA in sixth-grade children from China and the United States. The results of the study show that there is a correlation between students' PSA and PPA. In another study, Cai *et al.* (2013) found a strong positive correlation between PSA and PPA of eleventh-grade students. Similarly, Zhang *et al.* (2022), in their study of Chinese sixth-grade students, discovered a relationship between students' PSA and problem-posing methods. In a study conducted by Ergin (2019) with seventh-grade students in Turkey, a strong and statistically significant correlation was found between students' PSA and PPA.

1.1.4. The Relationship between Problem-Solving and Problem-Posing by Applying Sequential Tests

In this type of study, the relationship between problem-solving and construction is examined by applying sequential tests. In these studies, students are divided into two groups. One group is first administered a problem-solving test and then a problem-posing test, while the other group is administered by changing the order of the tests. In a study conducted in this context, Rosli *et al.* (2015) applied PSA and PPA activities with prospective secondary school mathematics teachers by changing the order of the activities. The results of the study showed that PSA was higher in the group that completed the problem-posing activity first and PPA was higher in the group that completed the problem-solving test first. Even though this study clearly shows that there is a relationship between PSA and PPA, it does not provide detailed information about how these two skills contribute to each other (Ergene, 2023). The studies (Erkan & Kar, 2022; Xie & Masingila, 2017) in the literature show that problem-solving contributes to problem-posing and problem-posing contributes to problem-solving. Based on this, it would be correct to say that the contribution of problem-solving and problem-posing to each other is bidirectional. Therefore, it is not possible to separate these two concepts with strict rules. There are studies that show that problem-solving and problem-posing are also related to some psychological variables.

1.2. The Relationship of Problem-Solving and Problem-Posing with Psychological Variables

With the increasing importance given to problem-solving and problem-posing in mathematics education in recent years, it has become important to examine the concepts (attitudes, beliefs, self-efficacy, anxiety, etc.) of students, pre-service teachers and teachers related to these subjects. In studies conducted in this direction, the relationships between problem-solving beliefs and PSA, self-efficacy and PSA, self-efficacy and PPA, problem-solving beliefs and problem-posing self-efficacy were examined (see Table 1).

Table 1. Studies on Problem-Solving, Problem-posing, and Psychological Variables

Author(s) (Year)	n	Participants	Measured Variable	Findings
Pajares and Miller (1994)	350	Undergraduate students	SE - PSA	$r = 0.625^*$
Pajares and Graham (1999)	273	6th Grade	SE - PSA	$r = 0.57^*$
Bal (2015)	138	Prospective primary teachers	PSB - PSA	Eta-square = 0.093 (understanding the problem) Eta-kare = 0.059 (importance of mathematics)
Sangcap (2010)	336	Undergraduate students	PSB - PSA	$r = 0.90^*$ $r = 0.88^*$
Güven and Çabakçor (2013)	115	7th Grade	PSB - PSA	$r = 0.294^*$
Özgen and Bayram (2020)	346	5th, 6th, 7th, 8th Grade	PPSE - PPA	$r = 0.267^*$
Nicolau and Philippou (2007)	176	5th, 6th Grade	PPSE - PPA	$r = 0.480^*$
Philippou <i>et al.</i> (2001)	115	Prospective teachers	PPSE - PPA	$r = 0.58^*$ (task 1) $r = 0.55^*$ (task 2) $r = 0.52^*$ (task 3)
Deringöl (2018)	171	Prospective primary teachers	PSB - PPSE	$r = 0.417^*$
Baran Bulut (2023)	64	Prospective middle school math teachers	PSB - PPSE	$r = 0.442^*$
Ünlü and Sarpkaya-Aktaş (2016)	202	Prospective middle school math teachers	PSB - PPSE	$r = 0.325^*$

* $p < .05$ (Note. PSA=Problem-solving ability, PPA=Problem-posing ability, PSB=Problem-solving beliefs, PPSE=Problem-posing self-efficacy, SE=Self-efficacy)

Table 1 shows that psychological variables are statistically significantly related. The sample sizes of the studies vary between 64-350 people. The correlation coefficients obtained range between 0.267-0.90. Accordingly, a relationship between these psychological variables can be expected. In this study, it was examined whether these psychological variables mediate the relationship between PSA and PPA.

1.3. Current Study

In the literature review, it was seen that there were studies examining the relationship between PSA and PPA of participants at different grade levels. The common feature of these studies is that they were conducted with middle and high school students. However, there is no study in the literature that examines the relationship between PSA and PPA without any intervention with pre-service mathematics teachers. One of the main elements of the problem-based teaching process is the teacher (Torp & Sage, 2002). The teacher's competence in problem-solving and problem-posing can play an important role in students' learning. Because it is thought that individuals who have the ability to solve the problems in their lives can be trained by teachers who have these skills (Duman *et al.*, 2013). Undergraduate education can form an important basis for the development of teachers' competencies in these subjects. Therefore, it is important to examine the relationship between pre-service teachers' PSA and PPA because revealing the relationships between these variables in the sample of pre-service teachers may also affect the type of education to be given to these individuals who will be teachers in the future. Examining the relationship between pre-service teachers' PSA and PPA may affect the type of education to be given to these future teachers, the teaching methods used, or which variable should be allocated more time. From this perspective, it is thought that the current study will contribute to the literature in the following three aspects: i) by revealing the relationship between pre-service teachers' PPA and PCOS, it can be learned whether the other variable will be affected if one variable is intervened, ii) if a mediation relationship is found as a result of mediation analysis, changes in psychological variables can affect PPA, iii) in mathematics education programs developed to train teachers, it can be decided how much weight to give to the variables examined within the scope of the research within the content knowledge courses.

In many of the studies conducted separately in the literature, a relationship was found between these variables (see **Table 1**). Therefore, it is thought that problem-solving belief and problem-posing self-efficacy may be effective in the effect of PPA on PSA in the current study. Therefore, this study aimed to examine whether problem-solving beliefs and problem-posing self-efficacy have a mediating role in the relationship between PSA and PPA of prospective secondary school mathematics teachers. In line with this purpose, answers to the following sub-objectives were sought:

- 1) What are the relationships between problem-solving ability, problem-posing ability, problem-posing self-efficacy and problem-solving beliefs?
- 2) Do problem-solving beliefs and problem-posing self-efficacy have a mediating role in the relationship between problem-solving ability and problem-posing ability?

2. Method

In this study, the relationships between problem-solving ability (PSA), problem-posing ability (PPA), problem-posing self-efficacy and problem-solving beliefs were examined. For this reason, correlational design, one of the quantitative research methods was used. In studies using this design, relationships between variables are examined (Fraenkel *et al.*, 2012). This research was conducted with the permission of Trakya University Social and Human Sciences Research Ethics Committee with the decision numbered 2024/03 and dated 27.03.2024.

2.1. Participants

The participants consisted of 204 undergraduate students studying in an elementary mathematics education program. The participants were studying at two universities in the Marmara region of Turkey. 26.60% (n=54) of the participants were male and 73.40% were female (n=149). The mean age of the participants was 20.46 years (SD = 1.48) and the median was 20 years. Of the participants, 20.69% (n=42) were first-year students, 30.05% (n=61) were second-year students, 29.06% (n=59) were third-year students and 20.20% (n=41) were fourth-year students. Participation in the study was voluntary.

2.2. Data Collection Tools

Four different data collection tools were used in the study. Two of them were achievement tests. The scale developed by Kayan (2007) was used to measure problem-solving belief and the scale developed by Özgen and Bayram (2019) was used to measure problem-posing self-efficacy. The measurement tools used in the study were explained in detail below.

2.2.1. Problem Posing Ability Test (PPAA)

This test was developed by the researchers. The test included a total of 5 problem-posing activities, 4 semi-structured and 1 free problem-posing activity (See [Appendix A](#)). While developing the test, experts (experts with PhD degrees in measurement and evaluation and mathematics education) were consulted for content validity and face validity. The test was administered face-to-face in paper-and-pencil format. The rubric developed by Özgen *et al.* (2017) was used to score the 5 items in the test. Accordingly, each item was scored as 0-1-2-3 in line with the criteria suggested by Özgen *et al.* (2017) (mathematical language, grammar, relevance to the outcome, logical relevance, solvability, originality and solution). In the scoring process, 12 individuals randomly selected among the participants were evaluated by two separate experts with PhD degrees in mathematics education. The Pearson correlation coefficient between the normally distributed scores of the two experts was 0.99. Accordingly, it can be said that inter-rater reliability was high. The two raters finalized the scores of the individuals by discussing the differences in their evaluations and reaching a consensus. Mean, standard deviation, item difficulty and item-total correlation were reported for the five items used in this study. In addition, the 27% lower-upper group technique was used to examine whether the items discriminated the differences between the lower and upper groups. For this purpose, the distribution of the data was first analyzed. Since the Kolmogorov-Smirnov test showed that the variables were not normally distributed and the skewness coefficients of the items ranged between -1.84 and -0.78 for the lower group and -1.56 and 0.63 for the upper group, the Mann-Whitney U test was used to examine the differences in item means. The results are presented in [Table 2](#).

Table 2. Item Statistics for the Problem-posing Ability Test

Items	Mean	Std. Deviation	Item Difficulty	Item-Total Correlation	<i>z</i>
1	15.17	3.59	0.72	0.54	-5.24*
2	16.09	2.81	0.77	0.52	5.47*
3	14.24	4.20	0.68	0.51	-6.49*
4	14.37	4.62	0.68	0.60	-6.69*
5	15.43	3.42	0.73	0.56	-7.01*

* $p < .05$

When [Table 2](#) is analyzed, it can be stated that the items in the test were easy for the group. Item difficulty indices ranged between 0.68 and 0.77. In terms of item-total correlations, and it is seen that the correlations of the items with the total score were 0.51 and above. Since all of

the z-statistics obtained as a result of examining whether the item averages differed statistically significantly in the lower and upper groups were statistically significant, it can be stated that the items differentiated individuals with and without the trait in terms of the measured trait. According to the values in Table 2, it can be reported that the data obtained from the PPA test have sufficient validity and reliability.

2.2.2. Problem-Solving Ability Test (PSA)

In order to assess PSA, a part of the PSA test developed by Altun *et al.* (2007) was used. There are 20 open-ended items in this test (Altun *et al.*, 2007). Within the scope of this study, 5 open-ended items were selected considering the scoring of open-ended items since the application would be carried out with a large population. While selecting the items, the opinions of 2 experts with a doctorate degree in mathematics education were taken about content validity. Conducting the application to a large sample would reduce the usefulness in terms of both application time and scoring. Since 5 items were deemed to have sufficient content validity, the application was conducted with these 5 items (apple basket, marble, cake, bus passengers, bridge). Each item was evaluated over 20 points. An analytical scoring key was used in the evaluation of the items. To examine inter-rater reliability, the papers of 12 participants randomly selected from 204 participants were evaluated separately by two researchers. The Pearson correlation between the normally distributed scores of the two raters was 0.98. Accordingly, it can be reported that inter-rater reliability was very high. The two raters finalized the scores of the individuals by discussing the differences in their evaluations and reaching a consensus. Mean, standard deviation, item difficulty, and item-total correlation were reported for the 5 items used in the current study. The item difficulty formula proposed by Brookhard and Nitko (2015) was used to calculate item difficulty. Accordingly, item difficulty for items scored with multiple categories was obtained with the equation $p = \frac{\bar{x} - \min}{\max - \min}$. Here $\bar{x}$ represents mean, min indicates the minimum score that can be obtained from the item and max indicates the maximum score that can be obtained from the item. Item discrimination was calculated by Pearson's product of moments correlation of the item with the total score. In addition, according to the 27% lower-upper group technique, it was examined whether the items discriminated the differences between the lower and upper groups. For this purpose, the distribution of the data was first analyzed. Since the Kolmogorov-Smirnov test indicated that the variables were not normally distributed and the skewness coefficients of the items ranged between -0.80 and 3.53 for the lower group and between -7.55 and -0.06 for the upper group, the Mann-Whitney U test was used to examine the difference in item means. The results are presented in Table 3.

Table 3. Item Statistics for the Problem-Solving Ability Test

Items	Mean	Std. Deviation	Item Difficulty	Item-Total Correlation	<i>z</i>
I1	7.00	6.57	0.35	0.38	-3.58*
I2	17.94	5.63	0.90	0.48	-4.48*
I3	7.71	4.90	0.39	0.38	-5.46*
I4	17.64	5.96	0.88	0.50	-4.99*
I5	5.02	8.52	0.25	0.59	-6.52*

* $p < .05$

According to Table 3, it can be said that it consists of both difficult (I5), medium (I1 and I3) and easy (I2 and I4) items. The averages of the items also provide similar information. When analyzed in terms of item- total correlations, it is seen that the correlations of the items with the total score are 0.38 and above. Since all of the z-statistics obtained as a result of the examination of whether the item averages differed statistically significantly in the lower and upper groups

were statistically significant, it can be said that the items distinguish individuals with and without the trait in terms of the measured trait. According to these values, it can be said that the data obtained from the PSA test are valid and reliable.

2.2.3. Problem-Solving Belief Scale

The Problem-Solving Belief scale (Kayan, 2007) was created by combining items from different scales. Since no statistical analysis was performed on the developed measurement tool, the factor structure of the scale was not known. However, it was known that the scale had been applied to prospective teachers (Kayan, 2007). The applied scale had 39 items scored on a 5-point Likert scale. Since the structure of the existing scale was unknown, Exploratory Factor Analysis (EFA) was conducted with the data obtained from the 39-item scale. Thus, the structure of the scale was revealed. Firstly, the data set was checked in terms of analysis assumptions. Accordingly, Mahalanobis distance was used to examine the data set without missing data in terms of multivariate outliers. Accordingly, 9 people with outliers were removed from the data set and a data set of 195 people was obtained. Multicollinearity and singularity assumptions were checked with VIF, TV and CI values. The VIF values obtained from the data set varied between 1.25 and 2.58, the TV value between 0.39 and 0.80 and the CI value between 1.00 and 128.83. Except for CI, other statistics indicated that there was no multicollinearity (Kline, 2016; Tabachnick & Fidell, 2019). Correlations between variables greater than 0.90 indicated multicollinearity (Tabachnick & Fidell, 2019). Therefore, correlations between variables were analyzed. It was observed that the correlations between the variables were between 0.51 and 0.59. Accordingly, it can be stated that there was no multicollinearity problem. The data set was analyzed for multivariate normality using Mardia's (1970) multivariate skewness coefficient (Uysal & Kılıç, 2022). It was determined that the data set did not meet the assumption of multivariate normality (Skewness coefficient = 14706.96, $p < 0.01$). Therefore, the unweighted least squares (ULS) factor extraction method, which yielded strong results in violation of this assumption, was used. The KMO (Kaiser- Meyer-Olkin) value obtained for EFA was 0.78 (medium). Bartlett's Test of Sphericity was also statistically significant ($\chi^2(666) = 2029.1, p < 0.01$). According to the findings, it can be said that the data set is suitable for EFA. EFA was conducted in Factor software (Lorenzo-Seva *et al.*, 2023) using polychoric correlation matrix.

For EFA, parallel analysis (Horn, 1965), MAP analysis (Velicer, 1976), Hull method (Lorenzo-Seva *et al.*, 2011), and explained variance ratio were used to decide the number of dimensions. Parallel analysis suggested a 3-dimensional structure, MAP analysis suggested a 2-dimensional structure and Hull method suggested a 2-dimensional structure. When the explained variance ratios were analyzed, the one-dimensional structure explained 24.10% variance, while the second dimension explained 7.69% variance and the third dimension explained 5.87% variance. Therefore, the 3-dimensional structure was analyzed first. Since there was an expected correlation between the dimensions, Promin, one of the oblique rotation methods, was used. As a result of the first 3-dimensional analysis, it was observed that some items loaded on more than one factor and some of them had factor loadings below 0.30 (Costello & Osborne, 2005; Howard, 2016), so the items were removed from the scale one by one. EFA was repeated by removing the items separately, and then, removing them in pairs or groups of three. As a result of all analyses, it was decided to remove 25 items from the scale and to create a 2-dimensional structure with 14 items. Regarding the removal of 25 items from the scale, it was stated that the content validity was sufficient in line with the opinions of 2 experts with PhD degrees in mathematics education. The new 14-item scale was evaluated in terms of dimensionality with PA, MAP, HULL and BIC methods. In addition, the explained variance ratios were also examined and as a result of the analysis, the PA, MAP and BIC methods suggested a unidimensional structure, while the HULL method suggested a 2-dimensional structure. When

the items were analyzed, it was thought that there could be two dimensions. Therefore, the explained variance ratios were analyzed. While the variance explained for the unidimensional structure was 41.44%, the variance explained for the two dimensions was 52.37%. Since the second dimension explained 10.93% of the total variance, it can be said that this ratio is significant (Kılıç, 2022). As a result, the factor loadings obtained from the polychoric correlation matrix and EFA are given in Table 4.

Table 4. *EFA Results for the Problem-Solving Belief Scale*

Items	F1	F2	Common Variance
1	0.01	0.55	0.31
2	0.44	0.16	0.31
3	-0.16	0.64	0.30
4	0.07	0.54	0.34
5	-0.04	0.75	0.52
6	0.90	-0.15	0.66
7	-0.01	0.48	0.23
8	0.69	0.21	0.71
9	0.10	0.48	0.30
10	0.12	0.67	0.58
11	0.81	0.01	0.67
12	0.10	0.72	0.63
13	-0.19	0.58	0.23
14	0.76	-0.03	0.55
Explained Variance	41.44%	10.93%	
Total Explained Variance	52.37%		
Correlation Between Factors	0.66		

When Table 4 is analyzed, it can be stated that the factor loadings of the items in the first dimension vary between 0.44 and 0.90 and this dimension explains 41.44% of the total variance. The factor loadings of the items in the second dimension ranged between 0.48 and 0.75. The variance explained by this dimension is 10.93% and the two dimensions together explain 52.37% of the total variance. The correlation between the dimensions is 0.66. Accordingly, it can be said that a total score can be obtained from the scale because there is a positive and high level of correlation between the dimensions. When the items in the dimensions were examined, the first dimension was named "belief in technology" and the second dimension was named "belief in problem-solving strategies." When the reliability of the data obtained from the scale in terms of internal consistency was examined, both Cronbach's Alpha and McDonald's Omega coefficient were obtained as 0.88. According to these results, it can be said that the data obtained from the problem-solving belief scale have sufficient validity and reliability within the scope of this research (Hair *et al.*, 2019).

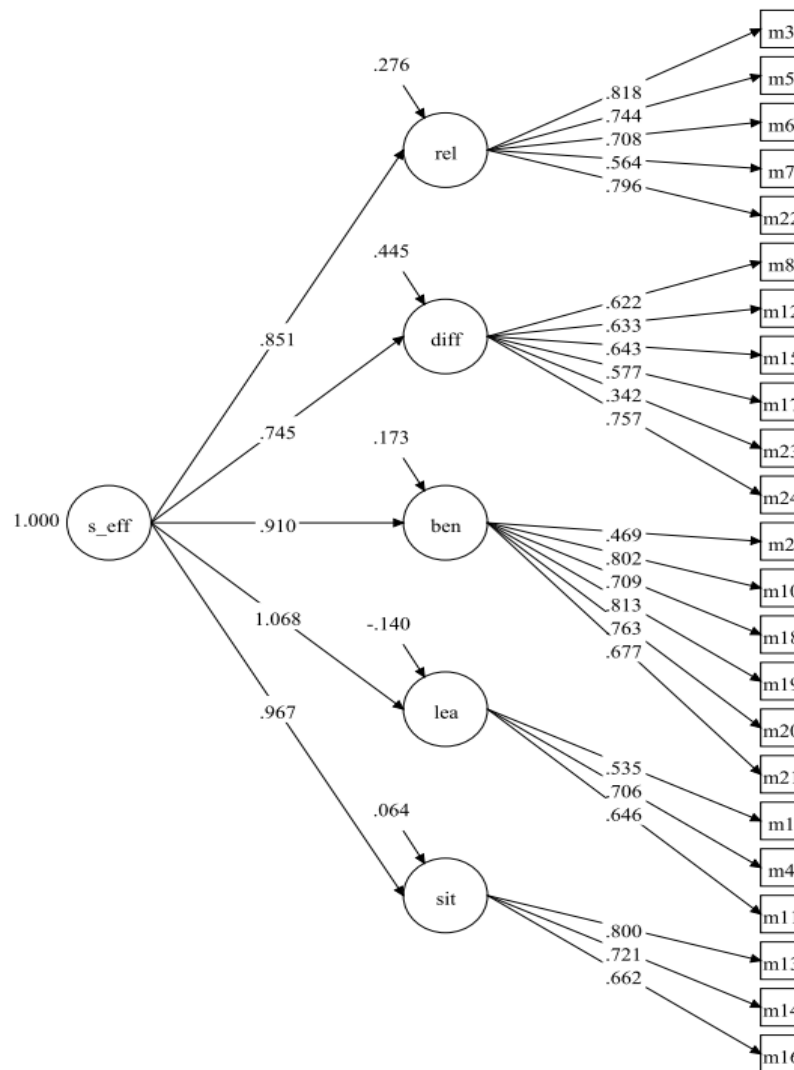
2.2.4. Problem-Posing Self-Efficacy Scale

This scale was developed by Özgen and Bayram (2019) to measure middle school students' problem-posing self-efficacy. The scale includes 24 items in 5-point Likert type. Cronbach's Alpha reliability coefficient was reported as 0.85 (Özgen & Bayram, 2019).

There were two reasons for applying this scale to the undergraduate group: i) the lack of a measurement tool to measure problem-posing self-efficacy in this group and ii) the idea that it would cover a more comprehensive age range when self-efficacy was evaluated in general. In addition, it was decided to apply the scale to undergraduate students since the validity and reliability analysis of the data obtained would also be conducted. Confirmatory Factor Analysis (CFA) was used to examine whether the structure of the scale was confirmed in the data set

obtained from the undergraduate group. For CFA, it was first checked whether the data set met the assumptions of the analysis. The data set was first examined for missing values and it was seen that there was no missing data. Next, Mahalanobis Distance was used to examine the data set in terms of multivariate outliers. Accordingly, 9 people were removed from the data set and a data set of 195 people was obtained. VIF, TV and CI values were used for multicollinearity and singularity. The VIF values obtained from the data set vary between 1.43 and 2.63, the TV value between 0.38 and 0.70 and the CI value between 1.00 and 66.58. Except for CI, other statistics indicate that there is no multicollinearity (Kline, 2016; Tabachnick & Fidell, 2019). Therefore, the correlations between the variables were analyzed. The correlations between the variables were found between -0.48 and 0.65. Accordingly, it can be stated that there is no multicollinearity problem.

Multivariate normality was examined as another assumption. For this purpose, Mardia's (1970) multivariate skewness coefficient was used (Uysal & Kılıç, 2022). The data did not meet the assumption of multivariate normality (Skewness coefficient=4356.60, $p<0.01$). Therefore, unweighted least squares mean and variance corrected (ULSMV) estimation method was used, which provides robust estimates against multivariate normality violations (Brown, 2015; Kılıç & Doğan, 2021; Savalei & Rhemtulla, 2013). CFA was conducted in Mplus software and the variables were defined as categorical since they had 5 categories. As a result of CFA, it was observed that the factor loading of one item was negative (m9, $\lambda=-0.60$). It was thought that this item was not fully understood by the participant group. This may be due to the way the item was expressed [m9=I can visualize the stages of mathematical problem-solving in my mind while posing a mathematical problem]. For this reason, the item was removed from the scale because it did not work in the undergraduate sample and the second level CFA was repeated with the remaining items. As a result of the analysis, model-data fit was found to be adequate [$\chi^2(225)=457.74$, $p<0.01$, $\chi^2/df=2.03$, RMSEA=0.07, 90% C.I. (0.06-0.08), CFI=0.93, TLI=0.92, SRMR = 0.07]. According to these results, it can be stated that the model-data fit is adequate (Browne & Cudeck, 1992; Hu & Bentler, 1999). The model is presented in [Figure 1](#). Since the factor loadings ranged between 0.34 and 0.82 (see [Figure 1](#)), it can be said that these values are sufficient (Howard, 2016).

Figure 1. CFA Path Diagram for the Problem-Posing Self-Efficacy Scale

Note. "s_effc"=problem-posing self-efficacy, "rel"=relationship with problem-solving, "diff"=difficulties encountered in the problem-posing process, "i"=benefits of problem-posing, "lea"=problem-posing in the learning process, "sit"=problem-posing situations

As a result of the reliability analysis of the data obtained from the scale, Cronbach's Alpha reliability coefficient was obtained as 0.88 in terms of internal consistency. Since the scale was multidimensional, the stratified alpha coefficient was also calculated. Accordingly, the stratified alpha coefficient obtained was 0.93. McDonald's Omega coefficient was also calculated and obtained as 0.89. Accordingly, it can be stated that the reliability of the data obtained from the problem-posing self-efficacy scale is sufficient in terms of internal consistency.

2.3. Process

Group 1 was administered the PPA test first, followed by the PSA test one week later, and then, the psychological scales (problem-solving beliefs and problem-posing self-efficacy) one week later. In order to minimize the order effect, Group 2 was administered the PSA test first, then the PPA test one week later, and then the psychological scales one week later. While administering the psychological scales, the order of administration in Table 5 was applied.

Table 5. *Data Collection Process*

Sample Size	Week 1	Week 2	Week 3
Group-1 (n=154)	Problem-posing ability test	Problem-solving ability Test	Problem-posing Self-Efficacy Scale and Problem-solving beliefs Scale
Group-2 (n=50)	Problem-solving ability test	Problem-posing ability Test	Problem-posing Self-Efficacy Scale and Problem-solving beliefs Scale

Participants were not given any training on any subject before data collection. The PSA and PPA tests were administered individually to the participants as paper-and-pencil tests in the classroom environment and no time limit was imposed. It took 50-70 minutes for undergraduate students to complete the PSA and PPA tests. Since the participants were administered 3 applications, each participant was randomly assigned 4-digit numerical codes in order to match the forms obtained from these applications.

2.4. Data Analysis

For data analysis, the distribution of the variables was first analyzed. For this purpose, descriptive statistics of the variables are presented in [Table 6](#).

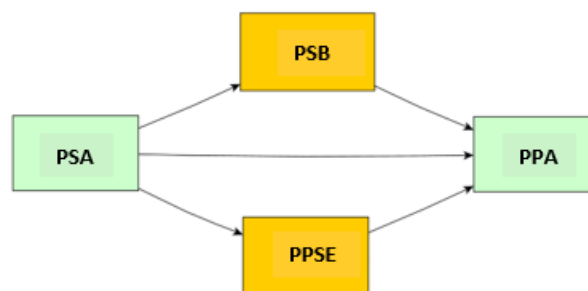
Table 6. *Descriptive Statistics*

Variable	Minimum	Maximum	Mean	Std. Dev.	Skewness	Kurtosis
PSA	8	91	55.49	15.24	-0.24	0.38
PPA	21	99	75.34	10.30	-0.78	3.14
PPSE	2.35	5	3.91	0.48	0.03	-0.03
PSB	2.93	5	4.37	0.42	-1.16	1.65

Note. PSA = Problem-solving ability, PPA = Problem-posing ability, PSB = Problem-solving beliefs, PPSE = Problem-posing self-efficacy

When [Table 6](#) is examined, it can be seen that the variables do not deviate too much from the normal distribution. Hair *et al.* (2019) stated that if the skewness coefficient was in the range of ± 1 , it could be interpreted that the variables were normally distributed. Accordingly, it can be stated that the variables are normally distributed. Therefore, the Pearson correlation was used to examine the relationships between variables.

Mediation analysis was conducted with Process Macro (Model-4) in SPSS (Hayes, 2018). Confidence intervals were created with the bootstrap method in the Process macro and the analysis results were interpreted accordingly. In the bootstrap method, 5000 samples were used. While examining the statistical significance of the estimates obtained in this method, it was examined whether the confidence interval contained a zero value. If the interval contained zero, it was interpreted that the coefficient obtained did not differ from zero at a statistically significant level (MacKinnon, 2008). [Figure 2](#) shows the mediation model analyzed.

Figure 2. *The Model Tested in the Research*

3. Findings

The results of the correlation analysis conducted to examine the relationships between the variables are presented in Table 7.

Table 7. *Correlation Analysis*

Variable	PSA	PPA	PPSE	PSB
PÇB	-			
PKB	0.01	-		
PKÖ	0.11	0.05	-	
PCİ	0.13	0.10	0.28**	-

Note. $N = 204$, ** $p < 0.01$, PSA = Problem-solving ability, PPA = Problem-posing ability, PPSE = Problem-posing self-efficacy, PSB = Problem-solving belief

In Table 7, it can be observed that there was a statistically significant, positive and low-level relationship between PSA and PCO (Schober *et al.*, 2018). It was determined that there was no statistically significant relationship between the other variables.

3.1. Investigation of the Mediating Role of Problem-Posing Self-Efficacy and Problem-Solving Beliefs Variables

The results of the mediation analysis examining the mediating role of problem-posing self-efficacy and problem-solving beliefs in the relationship between PSA and PPA are presented in Table 8.

Table 8. *Mediation Analysis Results*

	M ₁			M ₂			PPA(Y)		
	β	sh	t	β	sh	t	β	sh	t
PSA(X)	0.00	0.00	1.58	0.00	0.00	1.88	-0.00	0.05	-0.01
PPA(M ₁)	-	-	-	-	-	-	0.65	1.57	0.41
PSB(M ₂)	-	-	-	-	-	-	2.13	1.79	1.18
Constant	3.72	0.13	29.31**	4.17	0.11	37.43**	63.51	8.62	7.36**
	$R^2 = 0.01$, $F = 2.48$, $p = 0.11$			$R^2 = 0.02$, $F = 3.53$, $p = 0.06$			$R^2 = 0.01$, $F = 3.00$, $p = 0.57$		
indirect effects	PSA $\rightarrow$ M ₁ $\rightarrow$ PPA $\beta = 0.00$ [(-0.01) – (0.02)] Bse = 0.01			PSA $\rightarrow$ M ₂ $\rightarrow$ PPA $\beta = 0.01$ [(-0.01) – (0.05)] Bse = 0.01					

** $p < 0.01$, PSA = Problem-solving Ability, PPA = Problem-posing Ability, PSB=Problem-solving Belief

When Table 8 is analyzed, it can be seen that the problem-solving ability variable does not predict PPA ($p > 0.05$). Similarly, problem-solving ability does not predict either of the mediator variables. Mediator variables also do not predict PSA. Therefore, it is seen that PSA has no total effect on PPA ($\beta = 0.01$, $t = 0.20$, $p = 0.84$) and indirect effects are not statistically significant ($\beta = -0.00$, $t = -0.00$, $p = 0.99$).

4. Discussion, Conclusion, And Suggestions

In this study, the mediating effect of problem-posing self-efficacy and problem-solving beliefs on the effect of PSA on PPA was examined. The result of the study revealed that PSA and PPA variables were not related to any other variable (see Table 7). The mediation analysis revealed that other psychological variables did not mediate the relationship between problem-solving and problem-posing. However, positive and statistically significant relationships between PSA

and PPA were reported in studies conducted with middle and high school students in the literature (Cai *et al.*, 2013; Cai & Hwang, 2002; Ergin, 2019; Zhang *et al.*, 2022). The reason why the current study obtained different results from these studies may be that it was conducted with pre-service mathematics teachers. In addition, considering that the evidence regarding the validity and reliability of the measurement tools in these studies is not sufficient, the validity level of the relationships found can also be questioned. A statistically significant and low relationship was found between problem-posing self-efficacy and problem-solving beliefs. This finding is similar to the studies conducted with pre-service teachers in the literature (Baran Bulut, 2023; Deringöl, 2018; Ünlü & Sarpkaya-Aktaş, 2016).

No relationship was found between PSA and problem-solving beliefs. In a study that overlaps with the findings of our study, Güven (2017) did not find a significant relationship between music teacher candidates' problem-solving abilities and problem-solving perceptions. Contrary to the current studies, there are various studies that reveal a significant relationship between PSA and problem-solving beliefs in different samples. Bal (2015) examined the PSA levels and problem-solving beliefs of prospective primary school teachers. He found a significant difference between pre-service teachers with high and low PSA in terms of "Understanding the Problem" and "Importance of Mathematics" sub-dimensions. Güven and Çabakçor (2013) investigated the factors affecting the PSA of 7th grade primary school students. They found that students' PSA was moderately and significantly related to their problem-solving beliefs. As in the previous studies, Sangcap (2010) stated that there was a significant relationship between the PSA of university students studying in different departments and various dimensions of problem-solving beliefs. He emphasized that the "effort" dimension positively affected success in different problem types (e.g. word problems).

In this study, no relationship was found between PPA and problem-posing self-efficacy. This result is different from other studies in the literature (Hackett & Betz, 1989; Özgen & Bayram, 2020; Pajares, 1996; Philippou *et al.*, 2001) These studies were not conducted with mathematics teaching undergraduate students but with all university students or secondary school students. Özgen and Bayram (2020) found a low-level positive relationship between the problem-posing abilities of middle school students and their self-efficacy beliefs towards problem-posing. In this direction, it was reported that the participants' self-efficacy beliefs towards problem-posing were a significant predictor of their problem-posing abilities. The reason why the results of our current study differ from this study may be the fact that our participants differed from secondary school students in terms of the measured characteristics. In addition, the difference from undergraduate students at the same education level may also be that there is course content in the curriculum of mathematics teaching students to develop problem-posing abilities. In addition, since the validity and reliability results of the measurement tools used in other studies in the literature were not reported, there is a possibility that errors in the measurement tools may have caused these results. From this point of view, it can be stated that the current study may guide other studies in the literature because it is recommended to report the validity and reliability evidence of the data obtained from each scale (or test, measurement tool) used in the study (AERA *et al.*, 2014). However, this is often ignored and the validity and reliability evidence of the results obtained from the measurement tools used is not reported. As a result, it may be considered to approach the findings of the research cautiously. The current study contributes to the literature in this respect. In future studies, the psychometric properties of the measurement tools used can be addressed with the perspective of this study. In general, the current study differs from other studies (Da Ponte & Henriques, 2013; Erkan & Kar, 2022; Koichu & Kontorovich, 2013; Xie & Masingila, 2017) in terms of results. In contrast to this study, Xie and Masingila (2017) found that problem-solving provides pre-service teachers with ideas to start problem-posing, ensures that they are on the right track when posing problems,

and allows them to understand the structure of mathematical problems in depth. Erkan and Kar (2022) concluded in their study that pre-service mathematics teachers tend to construct problems by finding the solution of the given problem. The reason why the results of our study differ from the results of these studies may be the difference in study groups and measurement tools. The PSA and PPA tests in other studies may differ in scope according to grade levels. However, it should be kept in mind that this study was limited to the data obtained from two universities in the Marmara region of Türkiye. The study can be repeated with a larger sample group. The findings of the study emphasize the need for more studies on this subject. Although it has been reported in the literature that there is a relationship between PSA and PPA (Bonotto & Dal Santo, 2015; Ergene, 2023; Ergene & Çaylan Ergene, 2024; Kar *et al.*, 2024; Krawitz *et al.*, 2024; Silber & Cai, 2017), similar studies with more comprehensive achievement tests that provide valid and reliable results can be repeated with larger samples. It can be stated that the studies that are accepted in the literature that relate problem-solving ability and problem-posing ability should be verified with larger quantitative applications.

Ethics Committee Approval

This research was conducted with the permission of Trakya University Social and Human Sciences Research Ethics Committee with the decision numbered 2024/03 and dated 27.03.2024.

Conflict of Interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

Author Contribution

Mustafa Zeki Aydoğdu: Designing the study, obtaining research permissions, conceptualization, data collection, writing introduction, conclusion and discussion, editing; **Abdullah Faruk Kılıç:** Data analysis, methodology, findings, writing conclusion and discussion, editing; **Tugay Kaçak:** Entering data, organizing data, editing.

Orcid

Mustafa Zeki AYDOĞDU  <https://orcid.org/0000-0003-1163-2890>

Abdullah Faruk KILIÇ  <https://orcid.org/0000-0003-3129-1763>

Tugay KAÇAK  <https://orcid.org/0000-0002-5319-7148>

REFERENCES

- AERA, APA, & NCME. (2014). *Standards for educational and psychological testing*. American Educational Research Association.
- Altun, M., Memnun, D. S., & Yazgan, Y. (2007). Sınıf öğretmeni adaylarının rutin olmayan matematiksel problemleri çözme becerileri ve bu konudaki düşünceleri. *İlköğretim Online*, 6(1), 127-143.
- Aydoğdu, A. S., & Türnüklü, E. (2023). Geometride problem kurmaya dayalı çalışmaların yaratıcılıkla olan ilişkisinin incelenmesi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 13(2), 1434-1450. <https://doi.org/10.24315/tred.1257745>
- Bal, A. P. (2015). Examination of the mathematical problem-solving beliefs and success levels of primary school teacher candidates through the variables of mathematical success and gender. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 15(5), 1373-1390. <https://doi.org/10.12738/estp.2015.5.2573>

- Baran Bulut, D. (2023). Elementary school mathematics teacher candidates' competence to design model-eliciting activities, beliefs for problem solving, self-efficacy beliefs for problem posing and the relationship between them. *e-International Journal of Educational Research*, 14(4), 108-125. <https://doi.org/10.19160/e-ijer.1280798>
- Baumanns, L., & Rott, B. (2021). Rethinking problem-posing situations: A review. *Investigations in Mathematics Learning*, 13(2), 59-76. <https://doi.org/10.1080/19477503.2020.1841501>
- 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. Cai (Ed.), *Mathematical problem posing: From research to effective practice* (pp. 103-123). Springer.
- Brookhart, S. M., & Nitko, A. J. (2015). *Educational assesment of students* (7th ed.). Pearson.
- Brown, T. A. (2015). *Confirmatory factor analysis for applied research* (2nd ed.). The Guilford Press.
- Browne, M. W., & Cudeck, R. (1992). Alternative ways of assessing model fit. *Sociological Methods & Research*, 21(2), 230-258. <https://doi.org/10.1177/0049124192021002005>
- Cai, J., & Hwang, S. (2002). Generalized and generative thinking in US and Chinese students' mathematical problem solving and problem posing. *The Journal of Mathematical Behavior*, 21(4), 401-421. [https://doi.org/10.1016/S0732-3123\(02\)00142-6](https://doi.org/10.1016/S0732-3123(02)00142-6)
- Cai, J., & Leikin, R. (2020). Affect in mathematical problem posing: Conceptualization, advances, and future directions for research. *Educational Studies in Mathematics*, 105(3), 287-301. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-10008-x>
- Cai, J., Moyer, J. C., Wang, N., Hwang, S., Nie, B., & Garber, T. (2013). Mathematical problem posing as a measure of curricular effect on students' learning. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 57-69. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9429-3>
- Cai, J., & Rott, B. (2023). On understanding mathematical problem-posing processes. *ZDM – Mathematics Education*, 56(1), 61-71. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01536-w>
- Cai, J., Koichu, B., Rott, B., & Jiang, C. (2024). Advances in research on mathematical problem posing: Focus on task variables. *The Journal of Mathematical Behavior*, 76, 101186. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2024.101186>
- Chen, T., & Cai, J. (2020). An elementary mathematics teacher learning to teach using problem posing: A case of the distributive property of multiplication over addition. *International Journal of Educational Research*, 102, 101420. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.03.004>
- Cifarelli, V. V., & Sevim, V. (2015). Problem posing as reformulation and sense-making within problem solving. In F. Singer, N. F. Ellerton, & J. Cai (Ed.), *Mathematical problem posing: From research to effective practice* (pp. 177-194). Springer.
- Costello, A. B., & Osborne, J. (2005). Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most from your analysis. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 10(7), 1-9. <https://doi.org/10.7275/JYJ1-4868>
- Da Ponte, J. P. & Henriques, A. (2013). Problem posing based on investigation activities by university students. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 145–156. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9443-5>
- Deringöl, Y. (2018). Öğretmen adaylarının problem kurma becerilerinin orantısal akıl yürütme gerektiren durumlar bağlamında incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 9(1), 31-53. <https://doi.org/10.16949/turkbilm.336386>
- Duman, B., Yakar, A., Türkoğlu, I. E., & Yakar, P. (2013). Türkiye’de öğretmen yetiştirme programları çerçevesinde öğretmen adaylarının kişilik tiplerine göre problem çözme becerilerinin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, Özel Sayı (1)*, 121-143.

- Ellerton, N. F. (1986). Children's made-up mathematics problems ? A new perspective on talented mathematicians. *Educational Studies in Mathematics*, 17(3), 261-271. <https://doi.org/10.1007/BF00305073>
- Ergene, Ö. (2023). Problem kurma ve çözme ilişkisi. K. Özgen, T. Kar, S. Çenberci, & Y. Zengin (Ed.), *Matematikte Problem Çözme ve Problem Kurma* (pp. 283-307). Pegem.
- Ergene, Ö., & Çaylan Ergene, B. (2024). Posing problems and solving self-generated problems: the case of convergence and divergence of series. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 55(10), 2573-2600. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2023.2170292>
- Ergin, A. S. (2019). 7. Sınıf öğrencilerinin geometride problem kurma süreçlerinin incelenmesi ve yaratıcılıklarına etkisinin araştırılması [Yayımlanmamış doktora tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Ergin, A. S., & Türnüklü, E. (2019). 7. Sınıf öğrencilerinin kurdukları geometri problemlerinde yaratıcılıklarının incelenmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 27-38.
- Erkan, B., & Kar, T. (2022). Pre-service mathematics teachers' problem-formulation processes: Development of the revised active learning framework. *The Journal of Mathematical Behavior*, 65, 100918. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2021.100918>
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed). McGraw-Hill Humanities/Social Sciences/Languages.
- Gündoğdu Alaylı, F. (2023). Investigation of problem posing situations of sixth grade students. *International Journal of Education Technology and Scientific Researches*, 8(23), 1683-1720. <https://doi.org/10.35826/ijetsar.646>
- Güven, E. (2017). Müzik Öğretmeni adaylarının problem çözme becerilerinin piyano dersinde karşılaştıkları sorunların çözümüne olan etkilerinin incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(2), 737-756. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2017.17.30227-326595>
- Güven, B., & Çabakçor, B. Ö. (2013). Factors influencing mathematical problem-solving achievement of seventh grade Turkish students. *Learning and Individual Differences*, 23, 131-137. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.10.003>
- Hackett, G., & Betz, N. E. (1989). An exploration of the mathematics self-efficacy/mathematics performance correspondence. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(3), 261-273. <https://doi.org/10.2307/749515>
- Hair, J. F., Risher, J. J., Sarstedt, M., & Ringle, C. M. (2019). When to use and how to report the results of PLS-SEM. *European Business Review*, 31(1), 2-24. <https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203>
- Hayes, A. F. (2018). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach* (2nd edition). The Guilford Press.
- Horn, J. L. (1965). A rationale and test for the number of factors in factor analysis. *Psychometrika*, 30(2), 179-185. <https://doi.org/10.1007/BF02289447>
- Howard, M. C. (2016). A review of exploratory factor analysis decisions and overview of current practices: What we are doing and how can we improve? *International Journal of Human-Computer Interaction*, 32(1), 51-62. <https://doi.org/10.1080/10447318.2015.1087664>
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1-55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Jung, H., & Magiera, M. T. (2021). Connecting mathematical modeling and social justice through problem posing. *Mathematical Thinking and Learning*, 25(2), 232-251. <https://doi.org/10.1080/10986065.2021.1966713>
- Kar, T., Öztürk, F., & Özkaya, M. (2024). Pose, solve and pose cycle: an examination on the change of pre-service mathematics teachers' problem-posing performances. *Teaching Mathematics and its*

- Applications: An International Journal of the IMA*, 44(2). 107-131. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrae010>
- Kayan, F., & Çakıroğlu, E., (2008). Preservice elementary mathematics teachers' mathematical problem solving beliefs. *Hacettepe Egitim Dergisi*, 35(35), 218-226.
- Kılıç, A. F. (2022). Deciding the number of dimensions in explanatory factor analysis: A brief overview of the methods. *Pamukkale University Journal of Social Sciences Institute*, 51(1), 305-318. <https://doi.org/10.30794/pausbed.1095936>
- Kılıç, A. F., & Doğan, N. (2021). Comparison of confirmatory factor analysis estimation methods on mixed-format data. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 8(1), Article 1. <https://doi.org/10.21449/ijate.782351>
- Kline, R. B. (2016). *Principle and practice of structural equation modeling (4th ed.)*. The Guilford Press.
- Koichu, B., & Kontorovich, I. (2013). Dissecting success stories on mathematical problem posing: A case of the Billiard Task. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 71-86. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9431-9>
- Koichu, B. (2020). Problem posing in the context of teaching for advanced problem solving. *International Journal of Educational Research*, 102, 101428. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.05.001>
- Kontorovich, I. (2024). The road to “good” problems goes through initial responses to stimulating socio-mathematical situations. *Journal of Mathematical Behavior*, 73, 101135. <https://doi.org/10.1016/j.mathb.2024.101135>
- Kopparla, M., Bicer, A., Vela, K., Lee, Y., Bevan, D., Kwon, H., Caldwell, C., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2019). The effects of problem-posing intervention types on elementary students' problem-solving. *Educational Studies*, 45(6), 708-725. <https://doi.org/10.1080/03055698.2018.1509785>
- Krawitz, J., Hartmann, L., & Schukajlow, S. (2024). Do task variables of self-generated problems influence interest? Authenticity, openness, complexity, and students' interest in solving self-generated modelling problems. *Journal of Mathematical Behavior*, 73, 101129. <https://doi.org/10.1016/j.mathb.2024.101129>
- Kwek, M.L. (2015). Using Problem Posing as a Formative Assessment Tool. In: Singer, F., F. Ellerton, N., Cai, J. (eds) *Mathematical Problem Posing. Research in Mathematics Education* (ss. 273-292). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6258-3_13
- Leikin, R. (2015). Problem posing for and through investigations in a dynamic geometry environment. F. Singer, N. Ellerton, & J. Cai (Ed.), *Problem posing: From research to effective practice* (pp. 373-391). Springer.
- Leikin, R., & Elgrably, H. (2020). Problem posing through investigations for the development and evaluation of proof-related skills and creativity skills of prospective high school mathematics teachers. *International Journal of Educational Research*, 102, 101424. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.04.002>
- Lorenzo-Seva, U., Timmerman, M. E., & Kiers, H. A. L. (2011). The Hull method for selecting the number of common factors. *Multivariate Behavioral Research*, 46(2), 340-364. <https://doi.org/10.1080/00273171.2011.564527>
- Lorenzo-Seva, U., Timmerman, M. E. & Kiers, H. A. L. (2023). *Factor (Version 12.04.02)* [Software].
- MacKinnon, D. P. (2008). *Introduction to statistical mediation analysis (1st ed.)*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203809556>
- Mardia, K. V. (1970). Measures of multivariate skewness and kurtosis with applications. *Biometrika*, 57(3), 519-530. <https://doi.org/10.1093/biomet/57.3.519>

- Matsko, V. J., & Thomas, J. (2015). Beyond routine: Fostering creativity in mathematics classrooms. F. M. Singer, N. F. Ellerton, & J. Cai (Ed.), *Mathematical Problem Posing* (pp. 125-139). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6258-3_6
- Nicolau, A. A., & Philippou, G. N. (2007). *Efficacy beliefs, problem posing and mathematics achievement* (D. Pitta-Pantazi & G. N. Philippou, Ed.; ss. 308-317).
- 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 (TURCOMAT)*, 8(2), 323-351. <https://doi.org/10.16949/turkbilmat.322660>
- Özgen, K., & Bayram, B. (2019). Problem kurma öz yeterlik ölçeğinin geliştirilmesi. *İlköğretim Online*, 663-680. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2019.562029>
- Özgen, K., & Bayram, B. (2020). Ortaokul öğrencilerinin problem kurmaya yönelik beceri ve öz yeterlik inançlarının incelenmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 455-485. <https://doi.org/10.33711/yyuefd.693817>
- Pajares, F., & Graham, L. (1999). Self-Efficacy, motivation constructs, and mathematics performance of entering middle school students. *Contemporary Educational Psychology*, 24(2), 124-139. <https://doi.org/10.1006/ceps.1998.0991>
- Pajares, F., & Miller, M. D. (1994). Role of self-efficacy and self-concept beliefs in mathematical problem solving: A path analysis. *Journal of Educational Psychology*, 86(2), 193-203. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.86.2.193>
- Pajares, F. (1996). Self-efficacy beliefs in academic settings. *Review of Educational Research*, 66(4), 543. <https://doi.org/10.2307/1170653>
- Philippou, G., Charalambous, C., & Christou, C. (2001). *Efficacy in problem posing and teaching problem posing* (M. Heuvel-Panhuizen, Ed.; C. 4, pp. 41-48).
- Rosli, R., Capraro, M. M., Goldsby, D., Gonzalez, E. G., Onwuegbuzie, A. J. & Capraro, R. M. (2015). Middle-grade preservice teachers' mathematical problem solving and problem posing. İçinde F. Singer, N. Ellerton, & J. Cai (Ed.), *Mathematical problem posing: From research to effective practice* (ss. 333-354). Springer.
- Sangcap, P. G. A. (2010). Mathematics-related beliefs of filipino college students: Factors affecting mathematics and problem solving performance. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 8, 465-475. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.064>
- Savalei, V., & Rhemtulla, M. (2013). The performance of robust test statistics with categorical data. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 66(2), 201-223. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8317.2012.02049.x>
- Schober, P., Boer, C. & Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5), 1763-1768. <https://doi.org/10.1213/ANE.00000000000002864>
- Silber, S. & Cai, J. (2017). Pre-service teachers' free and structured mathematical problem posing. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48(2), 163-184. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2016.1232843>
- 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. <https://doi.org/10.2307/749846>
- Singer, F. M., & Voica, C. (2015). Is problem posing a tool for identifying and developing mathematical creativity? İçinde F. M. Singer, N. F. Ellerton, & J. Cai (Ed.), *Mathematical problem posing* (ss. 141-174). Springer.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). *Using multivariate statistics (7th ed.)*. Pearson.

- Terzi, A., & Kar, T. (2022). Development of Turkish sixth-grade students' problem-posing and -solving skills: An application of the extended active learning framework. *Education 3-13*, 52(3), 342-360. <https://doi.org/10.1080/03004279.2022.2090592>
- Torp, L., & Sage, S. (2002). *Problems as possibilities: Problem-based learning for K-16 education*. VA: ASCD.
- Uysal, İ., & Kılıç, A. F. (2022). Çok değişkenli normallik testleri üzerine bir inceleme. *İçinde Ejer Congress* (ss. 968-969).
- Ünlü, M., & Sarpkaya-Aktaş, G. (2016). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının problem kurma özyeterlik ve problem çözmeye yönelik inançları. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(4), 2040-2059.
- Velicer, W. F., (1976). Determining the number of components from the matrix of partial correlations. *Psychometrika*, 41(3), 321-327. <https://doi.org/10.1007/BF02293557>
- Xie, J. & Masingila, J. O. (2017). Examining interactions between problem posing and problem solving with prospective primary teachers: A case of using fractions. *Educational Studies in Mathematics*, 96(1), 101-118. <https://doi.org/10.1007/s10649-017-9760-9>
- Xu, B., Cai, J., Liu, Q., & Hwang, S. (2020). Teachers' predictions of students' mathematical thinking related to problem posing. *International Journal of Educational Research*, 102, 101427. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.04.005>
- Yang, X., & Xin, Y. P. (2022). Teaching problem posing to students with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 45(4), 280-293. <https://doi.org/10.1177/0731948721993117>
- Zhang, L., Cai, J., Song, N., Zhang, H., Chen, T., Zhang, Z., & Guo, F. (2022). Mathematical problem posing of elementary school students: The impact of task format and its relationship to problem solving. *ZDM – Mathematics Education*, 54(3), 497-512. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01324-4>

Appendix A. Problem Posing Test

- 1- 64000, 4 ve $\frac{1}{8}$ sayılarını kullanarak günlük hayattan bir matematik problemi yazınız.

- 2-

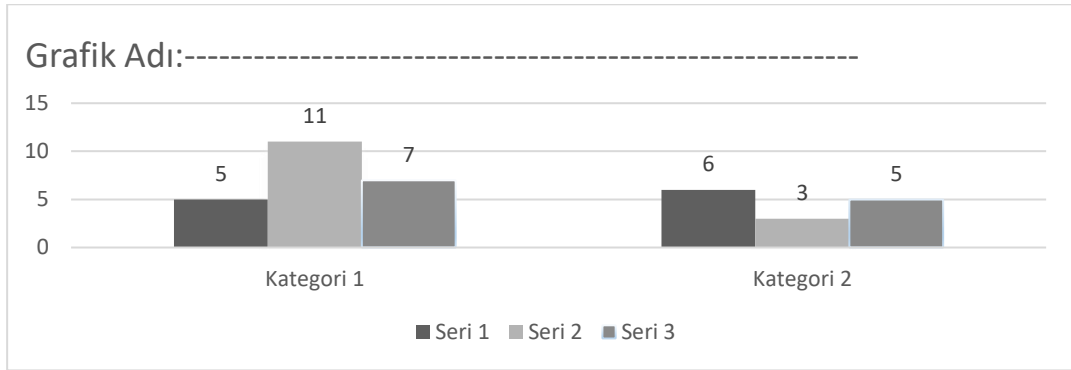
<u>Beyaz Eşya</u>	<u>Mobilya</u>	<u>Küçük Ev Aletleri</u>
Çamaşır Mak. 16529 TL	TV Ünitesi 6789 TL	Mutfak Robotu 2799 TL
Buzdolabı 25822 TL	Koltuk Takımı 45000 TL	Kahve Mak. 2119 TL
Bulaşık Mak. 20304 TL	Yemek Masası 13500 TL	Su Isıtıcısı 869 TL

Yukarıdaki bilgilerden yararlanarak bir matematik problemi yazınız.

- 3- Bir kutuda kırmızı, mavi ve beyaz top bulunmaktadır.....

 ifadesini tamamlayarak bir matematik problemi yazınız.

4-



Yukarıdaki grafiği kullanarak bir matematik problemi yazınız.

- 5- En az üç işlem basamağıyla çözülebilen günlük hayattan bir matematik problemi yazınız.