



Yapısal eşitlik modellemesi ile matematik başarısının tahmini: matematik aşinalığı, öz yeterlik ve kaygının matematik başarısındaki rolü

Fatmir Mehmeti ¹, Vedat Bajrami ²

Öz

Bu çalışmada Kosova'daki öğrenciler arasında matematik kavramlarına öznel aşinalık, matematik öz yeterliliği, matematik kaygısı ve akademik başarı arasındaki yapısal ilişki incelenmiştir. Analizler, 229 okuldan 6.027 öğrenciyi içeren ulusal düzeyde temsili bir örneklem olan PISA 2022 verileri ile yürütülmüş ve gizil değişkenlerin hem doğrudan hem de dolaylı etkilerini test etmek için Mplus'ta yapısal eşitlik modellemesi (SEM) uygulanmıştır. Önerilen model, öznel aşinalığın, öz yeterlik ve kaygıyı içeren aracı yollar aracılığıyla matematik akademik başarısını (PISA puanlarıyla ölçülen) nasıl etkilediğini değerlendirmeye yöneliktir. Sonuçlar, matematik kavramlarına öznel aşinalığın matematik öz yeterliliğini olumlu yönde tahmin ettiğini, bunun da matematik kaygısını azalttığını ve akademik performansı artırdığını ortaya koymaktadır. Matematik kaygısı performansı olumsuz yönde etkilese de, bu etkiye kısmen öğrencilerin öz inançları ve içeriğe ilişkin önceki aşinalıkları aracılık etmiştir. Bu bulgular, matematik başarısını iyileştirmeye yönelik kapsamlı bir yaklaşımın parçası olarak öğrencilerin kavramsal anlayışını ve özgüvenini geliştirmenin önemine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler

Başarı
Matematik kaygısı
Matematik öz yeterliliği
Öznel aşinalık
PISA 2022

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 30.04.2025
Kabul Tarihi: 09.03.2026
Elektronik Yayın Tarihi: 07.07.2026

DOI: 10.15390/ES.2026.2490

Giriş

Günümüzün bilimsel ve teknolojik yenilik çağında, matematik bilgisi, bireysel ve toplumsal gelişim açısından vazgeçilmezdir. Bugün matematik, okuldaki herhangi bir dersten çok daha fazlasıdır. Dünyayı anlamak, karmaşık süreçleri çözmek ve günlük yaşamda ve çeşitli mesleklerde akıllı kararlar almak için vazgeçilmez bir araçtır. Matematik eğitimi, analitik düşünme ve eleştirel düşünme becerilerinin şekillenmesinde yeri doldurulamaz bir rol oynar (Luczak ve Erwin, 2023; Whitney-Smith vd., 2022). Matematik, birçok bilimsel disiplinin temelini oluşturan ve bireylerin kapsamlı eğitiminde kilit bir unsur haline gelen bir bilim dalıdır (Goos vd., 2023; Li ve Schoenfeld, 2019). Ayrıca, matematik becerileri, günlük sorunları çözmenin yanı sıra çok çeşitli mesleklerde başarıya ulaşmak için de gereklidir (Santos-Trigo, 2024). Öneme rağmen, birçok öğrenci için matematikte başarılı olmanın önemli zorlukları vardır. Ancak bu alandaki başarı, öğrenme süreciyle yakından etkileşim içinde olan çeşitli psikolojik ve duygusal unsurlara bağlıdır; bunlar arasında öğrencilerin matematiksel kavramlara ilişkin entelektüel anlayışları (Jin vd., 2022), problem çözmede özgüven veya öz yeterlik eksikliği (Larsen ve Jang, 2021; Živković vd., 2023) ve yüksek düzeyde matematik kaygısı yaşamaları (Ashcraft ve Moore, 2009; Ramirez vd., 2013) yer almaktadır.

¹ Ukshin Hoti Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Prizren, Kosova, fatmir.mehmeti@uni-prizren.com

² Ukshin Hoti Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Prizren, Kosova, vedat.bajrami@uni-prizren.com

Bu çalışmada, matematik kavramlarına öznel aşinalık, matematik öz yeterliliği, matematik kaygısı ve akademik başarı arasındaki karmaşık ilişki incelenmiştir. Bu ilişkilerin anlaşılması kritik önemdedir, çünkü bir bütün olarak öğrencilerin matematik performansını etkiler (Lessani vd., 2014; Reić-Ercegovac vd., 2019; Zeng, 2025). Matematik kavramlarına öznel aşinalık, öğrencilerin farklı matematik kavramlarına ilişkin kendi değerlendirmelerine dayalı bilgi ve anlayışlarını ifade eder; bu kavramlar karmaşıklık ve matematik anlayışı düzeyleri bakımından farklılık gösterir (OECD, 2024). Söz konusu yapı gerçek yeterliliği ölçmek yerine, öğrencilerin belirli bir matematik kavramını ne kadar iyi bildikleri ve anladıkları konusundaki algılarını belirlemeye ve matematik yapma yeteneklerine olan güvenlerine dair bir fikir verir. Bilişsel düzenlemeyi içeren matematik kavramlarına öznel aşinalık, öz düzenlemeli öğrenme araştırmalarında kritik bir değişken olarak kabul edilmektedir. Öğrencilerin daha önce edindikleri matematiksel bilgiyi yansıtan öznel aşinalık, öğretmenler tarafından matematik öğretiminin temeli olarak kabul edilir ve öğrencilerin matematiği anlamalarına yardımcı olur (Jin vd., 2022).

Bandura (1994) öz yeterliliği, bireyin arzu ettiği sonuçlara ulaşma ve yaşamsal olayları etkileme kapasitesine olan inancı olarak tanımlar. Öz yeterlik insanların bilişsel, motivasyonel, duygusal ve seçici yollarla düşünme, hissetme, motive olma ve hareket etme biçimini şekillendirir. Pajares (1996a) öz yeterlik kavramını daha da detaylandırarak bireyin gelecekteki durumları yönetmek için gereken eylem durumlarını organize etme ve uygulama yeteneğine olan inancı olarak tanımlar. Matematik öz yeterliliği ise bireyin belli bir görev veya problemi başarı ile yerine getirme veya çözme yeteneğine olan güvenin bağlamsal veya probleme özgü değerlendirmesidir (Hackett ve Betz, 1989,). Matematik öz yeterliliği, öğrencilerin matematiksel görevleri verimli bir şekilde yerine getirme yeteneğine ilişkin algılarını yansıtır. Öğrencilerin motivasyonlarının yanı sıra derse katılım düzeylerini ve nihayetinde matematikle ilgili akademik başarılarını etkiler (Street vd., 2004). Bu kavram, bireylerin bir göreve nasıl yaklaştıklarını, zorluklarla nasıl başa çıktıklarını ve olumsuzluklar karşısında nasıl azim gösterdiklerini anlamak açısından kritik öneme sahiptir. Öz yeterlik eğitim ortamlarında öğrencilerin motivasyonu, öğrenme stratejilerini ve akademik performanslarını etkilemektedir. Çünkü öz yeterlikleri yüksek olan öğrenciler güçlük düzeyi yüksek matematik görevlere daha fazla katılım göstermekte ve zorluklar karşısında daha uzun süre sebat göstermektedir (Hayat et al., 2020; Honicke ve Broadbent, 2016; Zheng vd., 2021). Matematik öz yeterliliği yüksek olan öğrencilerin zorlayıcı matematik problemlerini üstlenme, çözümü için çaba gösterme ve zorluklarla karşılaştıklarında direnç göstermeye daha yatkın oldukları buna karşın öz yeterliliği düşük olanları bu tür görevlerden kaçınmakta ve yüksek düzeyde kaygı yaşayabilmektedirler (Huang vd., 2019)

Matematik kaygısı, farklı eğitim seviyelerindeki geniş bir öğrenci kitlesini etkileyen karmaşık ve çok yönlü bir olgudur. Richardson ve Suinn'e (1972) göre, matematik kaygısı, gündelik yaşam ve çeşitli akademik durumlarda sayıları manipüle etme ve matematiksel problemleri çözme yeteneğini engelleyen gerginlik ve kaygı duygularıyla karakterize edilir. Çalışmalar, tutarlı bir şekilde yüksek matematik kaygısının matematiksel görevlerdeki performansın azalmasıyla ilişkili olduğunu göstermiştir (Barroso vd., 2021; Chang ve Beilock, 2016; Namkung vd., 2019; Zhang vd., 2019). Matematik kaygısı ve performans arasındaki bu negatif ilişki, farklı alanlarda ve eğitim ortamlarında belirgindir; öğrenciler kaygı düzeyleri arttıkça matematikle ilgili başarılarında önemli düşüşler yaşamaktadır (Zhang vd., 2019). Ayrıca çalışmalar, yüksek matematik kaygısına sahip öğrencilerin, çözebilecekleri zorlu matematik problemlerinden bile kaçınma eğilimlerinin daha yüksek olduğunu göstermiştir. Öğrencilerin bu kaçınma davranışı, matematiksel uygulamalarla karşılaşmalarını sınırlandırarak sorunu daha da derinleştirmekte, nihayetinde kaygılarını pekiştirip uzun vadeli akademik başarılarını olumsuz etkilemektedir (Jenifer vd., 2023). Dahası, matematik kaygısının bilişsel etkileri arasında zayıflamış çalışma belleği, azalmış problem çözme becerileri ve matematikle ilgili görevler sırasında bilişsel işlevlerde genel bir düşüş yer alabilir (Ashcraft ve Krause, 2007). Bu bilişsel yetersizlikler, kaygı ve düşük performansın olumsuz döngüsüne daha da katkıda bulunarak öğrencilerin matematikle ilgili zorlukların üstesinden gelmelerini gittikçe daha da zorlaştırmaktadır.

Bu çalışma, matematiksel kavramlara öznel aşinalık, matematiksel öz yeterlik, matematiksel kaygı ve akademik başarı gibi temel değişkenleri, üstbilişsel teori ve sosyal bilişsel teori ilkelerini birleştiren bütünlük bir teorik çerçeveye yerleştirmektedir. Üstbilişsel bakış açısından öznel aşinalık, bir öğrencinin kavramları ne kadar iyi bildiği veya anladığına dair algısını ifade eden 'bilme duygusu' olarak ifade edilen önemli bir üstbilişsel deneyim olarak kavramsallaştırılır (Dorsch, 2023; Dunlosky ve Metcalfe, 2008; Fernández Velasco ve Loev, 2024). Bu aşinalık duygusu, öz-düzenlenmiş öğrenme süreçlerinde temel bir mekanizma işlevi görmektedir (Zimmerman, 2002) ve problem çözme görevlerinde strateji seçimini, anlamını gözden geçirme (ne kadar anladığını) ve karar vermeyi doğrudan etkiler (Rach ve Ufer, 2020). Sosyal Bilişsel Teoriye (Bandura ve National Inst of Mental Health, 1986) göre, bu üstbilişsel deneyim, matematiksel öz yeterliliğin gelişmesinin temelini oluşturur; çünkü yeterlilik inançları, yetkinliğe dair temel deneyimlerle şekillenir (Schunk ve DiBenedetto, 2020). Bu iki yapının etkileşimi, kavramlara kendilerini daha aşına hissederek öğrencilerin, belirli matematiksel görevleri başarıyla yerine getirebileceklerine dair daha güçlü inançlar geliştirdiklerini ortaya koymaktadır (Pajares, 1996b). Pekrun'un (2006) Kontrol-Değer Teorisine göre, yüksek kontrol algısını açıklayan öz yeterlik, negatif başarı duygusu olarak matematik kaygısının daha düşük düzeyde olabileceğini öngörür. Güçlü öz yeterlik inançlarının korku ve kaçınma arasındaki olumsuz döngüyü kırdığına yönelik ters yönlü ilişki literatürde yaygın olarak belgelenmiştir (Ashcraft ve Moore, 2009; Barroso vd., 2021; Ramirez vd., 2016; Zhang vd., 2019). Söz konusu kuramsal model, bu psikolojik etkileşimlerin akademik başarıyı artırdığını öne sürmektedir; zira üstbilişsel bilgi farkındalıkları ve yeteneklerine olan öz güvenleri artan ve azalan kaygılarını bütünlükten öğrenciler, karmaşık matematiksel içerikle daha etkili ve sürdürülebilir bir şekilde etkileşime girmeye daha yatkındırlar (Hayat ve Shateri, 2019; Shen vd., 2025; Syaiful vd., 2022; Usher, 2012; Varveris vd., 2023; Zeng, 2025).

Matematik kavramlarına aşinalığın (Almuna Salgado, 2017; Jin vd., 2022; Rach ve Ufer, 2020; Voica vd., 2020), öz yeterliliğin (Hera vd., 2023; Larsen ve Jang, 2021; Nicolaidou ve Philippou, 2003) ve kaygının (Al Mutawah, 2015; Ashcraft ve Moore, 2009; Sad vd., 2016; Živanović vd., 2024) öğrenci başarısı üzerindeki etkisi alan yazında ayrı ayrı incelemiş olsa da, bu değişkenleri birlikte ele alan bütünlük bir yaklaşımdan yoksundur. Birçok çalışma, bu faktörlerden birine veya birkaçına izole bir şekilde odaklandığından bunların etkileşiminin öğrencilerin akademik sonuçlarını nasıl etkilediği belirsiz kalmıştır. Literatürdeki bu boşluk, bu faktörler arasındaki karmaşık ilişkileri ve bunların matematiksel başarı üzerindeki birleşik etkisini araştıran derinlemesine bir araştırmaya duyulan ihtiyacı ortaya koymaktadır. Bu tür araştırmalar, yalnızca teorik boşlukları doldurmak için değil, aynı zamanda eğitim uygulamalarına bilgi sağlamak, öğretmenlerin ve politika yapıcılarının öğrencilerin matematik performansını iyileştirmek için kanıta dayalı stratejiler geliştirmelerine yardımcı olmak için de gereklidir. Ek olarak, bu çalışma, matematik başarısını etkileyen faktörlerin ayrıntılı bir analizini sunarak eğitim psikolojisi ve matematik eğitimi alan yazınına katkıda bulunacaktır. Ayrıca söz konusu faktörleri ayrıntılı inceleyerek ve matematik eğitimi üzerindeki etkilerini araştırarak bu anlayışa katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

Literatür taraması

Matematik kavramlarına aşinalık, matematik öz yeterliliği ve akademik başarı

Matematik kavramlarına aşinalık, özellikle matematikte, akademik başarının temel belirleyicilerinden biridir. Öğrenciler temel ve ileri matematiksel fikirlerde iyi düzeyde bilgi sahibi olduklarında, matematiksel öz yeterlik duygusunu (matematiksel problemlerle başarılı bir şekilde başa çıkma ve çözme yeteneklerine olan inanç) geliştirme ve akademik başarıyı artırma olasılıkları daha yüksektir (Yang vd., 2024). Öz yeterlik, öğrencileri zorlu görevlerle yüzleşmeye, engelleri aşmaya ve nihayetinde üstün akademik sonuçlar elde etmeye motive ettiği için çok önemlidir (Verešová ve Foglová, 2018). Araştırmalar, matematik kavramlarına aşına olan öğrencilerin akademik olarak daha iyi performans gösterme eğiliminde olduğunu ve öğrencilerin matematik kavramlarını sağlam bir şekilde kavradıklarında, bu kavramları yeni materyallerle başarılı bir şekilde ilişkilendirme olasılıklarının daha yüksek olduğunu, daha derin bir anlayış geliştirdiklerini ve problem çözme becerilerini kolaylaştırdığını göstermektedir (Al-Hilal, 2024). Buna karşılık, bu aşinalıktan yoksun öğrenciler genellikle gerekli öz yeterliliği geliştirmekte zorlanırlar; bu da artan kaygı ve kaçınma davranışlarına

yol açarak akademik ilerlemelerini daha da engelleyebilir (Huang vd., 2019). Dahası, çalışmalar, hem bilişsel becerilere hem de öz yeterlik gibi duygusal özelliklere odaklanan öğretim yaklaşımlarının, kaygıyı azaltarak ve yeteneklerine olan güvenlerini artırarak öğrencilerin matematiksel muhakemelerini ve genel başarılarını önemli ölçüde artırabileceğini göstermiştir (Mukuka vd., 2021). Bu, öğrencilerin temel matematiksel fikirleri anlamalarını geliştirmek ve pekiştirmek için tasarlanmış hedefli müdahalelerin ve öğretim stratejilerinin değerini göstermektedir.

Matematik kaygısının öğrencilerin performansını şekillendirmedeki rolü

Matematik kavramlarına aşinalık ve matematik kaygısı, özellikle matematikle ilgili alanlarda akademik başarıyı etkileyen çok önemli faktörlerdir. Öğrenciler problem çözme süreçlerini akranlarıyla tartışıp gerekçelendirdiklerinde, matematik kavramlarına giderek daha fazla aşına olurlar. Bu etkileşim, özgüvenlerini artırır ve matematik kaygısını azaltarak daha iyi akademik performans geliştirmelerine olanak sağlar (Pizzie ve Kraemer, 2023). Tersine, bu kavramlara aşinalık eksikliği genellikle matematik kaygısını artırır ve bu da öğrencilerin materyalle tam olarak etkileşim kurmasını engelleyen zihinsel bir engel oluşturarak akademik performansı olumsuz etkileyebilir (Huang vd., 2019). Bu faktörler arasındaki etkileşim kritiktir, çünkü yüksek düzeyde matematik kaygısının test performansını, sınıf katılımını ve genel akademik başarıyı olumsuz etkilediği gösterilmiştir (Barroso vd., 2021; Gonzalez-DeHass vd., 2024). Li ve diğerlerine (2021) göre Öğrencilerin matematik kavramlarını anlamalarını geliştirmeye odaklanan müdahaleler, yalnızca özgüvenlerini artırmakla kalmaz, aynı zamanda kaygı düzeylerini de azaltır; bu durum daha iyi akademik performans ve matematikte genel başarı için kritik öneme sahiptir.

Matematik kavramlarına aşinalık, öz yeterlik ve kaygı arasındaki etkileşimlerin akademik başarıyı tahmin etmedeki rolü

Matematik kavramlarına aşinalık, matematik öz yeterliliği, matematik kaygısı ve akademik başarı arasında yakın bağlantılar bulunmakta ve öğrencilerin eğitim sonuçlarını önemli ölçüde etkilemektedir. Araştırmalar, matematik kavramlarına ilişkin sağlam bir anlayış geliştiren öğrencilerin, matematiksel görevleri başarıyla yerine getirme yeteneklerine duydukları güven olarak tanımlanan yüksek düzeyde matematik öz yeterliliği geliştirme olasılıklarının daha yüksek olduğunu göstermektedir (Yıldız vd., 2019; Zakariya, 2022). Bu öz yeterlik çok önemlidir. Çünkü öğrencilerin zorlu matematiksel etkinliklere katılma ve bunlara devam etme istekliliğini doğrudan etkileyerek daha iyi akademik performansa yol açar (Skaalvik ve Skaalvik, 2006). Dahası, artan öz yeterlik genellikle, bazı öğrencilerin matematikle uğraşırken yaşadığı duygusal sıkıntı veya korkuyu ifade eden matematik kaygısının azalmasıyla ilişkilendirilir (Rozgonjuk vd., 2020). Buna karşılık, matematik kaygısının azalmasının, akademik başarıda iyileşmeyle tutarlı bir şekilde bağlantılı olduğu görülmüştür; çünkü daha az kaygılı öğrenciler, çalışmalarına daha olumlu bir tutumla yaklaşma ve materyalle daha tam olarak etkileşim kurma olasılığı daha yüksektir. Ayrıca, matematikle ilgili olumlu duygular, daha yüksek akademik katılım ve daha iyi öz düzenleme ile ilişkilidir ve bu da daha iyi sonuçların elde edilmesine katkı sunar (Villavicencio ve Bernardo, 2016).

Bu çalışmada, matematik kavramlarına öznel aşinalığın öz yeterlikle nasıl ilişkili olduğu ve öğrencilerin matematik kaygısını nasıl etkilediği, ayrıca matematik başarısıyla olan ilişkisi üzerine mevcut literatüre dayalı olarak bir dizi aracı model önerilmektedir. Bu çalışma, matematik kavramlarına öznel aşinalığın matematik başarısı üzerindeki etkilerinde öz yeterlik ve matematik kaygısının aracı rolünü inceleyerek katkıda bulunulmuştur (Şekil 1). Aşağıdaki araştırma hipotezleri test edilmiştir.

H1a: Matematik kavramlarına öznel aşinalık, matematik başarısı üzerinde doğrudan ve pozitif bir etkiye sahiptir.

H1b: Matematik öz yeterliliği, matematik başarısı üzerinde doğrudan ve pozitif bir etkiye sahiptir.

H1c: Matematik kaygısı, matematik başarısı üzerinde doğrudan ve pozitif bir etkiye sahiptir.

H2a: Matematik kavramlarına öznel aşinalık, matematik öz yeterliliği üzerinde doğrudan ve pozitif bir etkiye sahiptir.

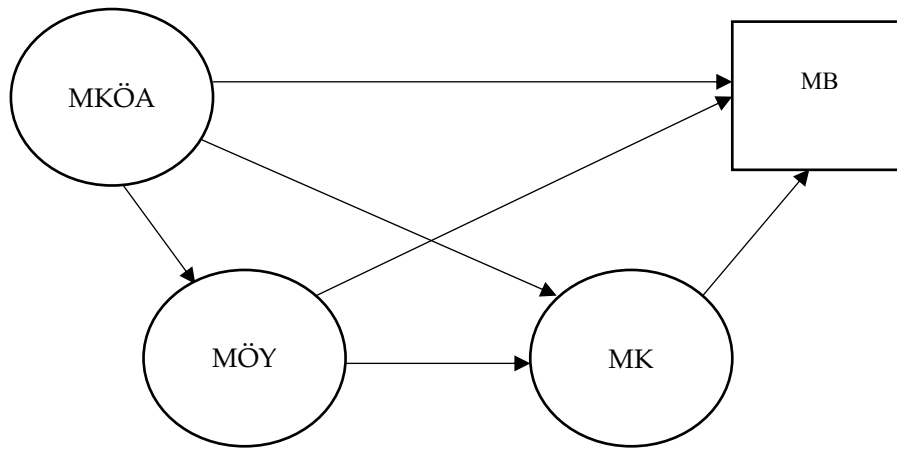
H2b: Matematik kavramlarına öznel aşinalık, matematik kaygısı üzerinde negatif bir etkiye sahiptir.

H3: Matematik öz yeterliliği, matematik kaygısı üzerinde negatif bir etkiye sahiptir.

H4a: Matematik öz yeterliliği, matematik kavramlarına öznel aşinalık ile matematik başarıları arasındaki ilişkiye aracılık eder.

H4b: Matematik kaygısı, matematik kavramlarına öznel aşinalık ile matematik başarıları arasındaki ilişkiye aracılık eder.

H5: Matematik kavramlarına öznel aşinalık, matematik öz yeterliliği ve matematik kaygısının ardışık aracılığı yoluyla matematik başarıları üzerinde dolaylı bir etkiye sahiptir.



Şekil 1. Öz yeterlik (MÖY) ve kaygı (MK) faktörlerinin, matematik kavramlarına öznel aşinalık (MKÖA) ve matematik başarıları (MB) arasındaki ilişki üzerindeki ardışık aracı etkilerini gösteren yapısal eşitlik modeli

Yöntem

Bu çalışma, öznel aşinalık, öz yeterlik, kaygı ve matematik arasındaki ilişkileri öngören bir modeli test etmek için nicel, korelasyonel bir tasarım kullandı.

Örneklem

Bu çalışmanın temsili örnekleme, Kosova genelindeki 229 okuldan 2.928 kadın ve 3.099 erkek olmak üzere toplam 6.027 öğrenciden oluşmaktadır. Bu örneklem, ülkedeki yaklaşık 21.000 civarında 15 yaşındaki öğrenciyi temsil edecek şekilde tasarlanmıştır. Örneklemdeki öğrenciler 8. sınıftan 12. sınıfa kadar çeşitli eğitim deneyimlerini ve akademik olgunluk seviyelerini kapsamaktadır. Bu analiz için veriler PISA 2022 test veri tabanından alınmıştır.

Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada kullanılan bağımlı değişkenler, OECD tarafından sağlanan PVMATH (plausible values) olası değerleri aracılığıyla ölçülen PISA 2022 öğrencilerinin matematik başarılarıdır. Tüm istatistiksel analizler, matematik için sağlanan on olası değer kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analize dahil edilen bağımsız değişkenler ise PISA 2022 öğrencileri için hazırlanan anketlerdeki şu soru gruplarından oluşmaktadır: "Matematik kavramlarına öznel aşinalık", "Matematik öz yeterliliği: Biçimsel ve uygulamalı matematik" ve "Matematik kaygısı". Bu ölçeklerin açıklamaları sonraki bölümlerde verilmiştir.

Matematik kavramlarına özne aşinalık

Bu ölçek, öğrencilerin temel, orta ve ileri düzey matematik bilgisi seviyelerini kapsayan bir dizi matematiksel kavrama ne kadar aşına olduklarına yönelik algılarını ölçmektedir. Öğrencilerin farklı matematiksel yetenek veya anlayış seviyelerini temsil eden çeşitli matematiksel kavramlara ne kadar aşına olduklarına dair değerlendirmeleri 10 maddeden oluşmaktadır. Örnek maddeler arasında "bölen", "çemberin alanı", "eş şekiller", "doğrusal denklem" vb. yer almaktadır. Bu ölçekte yer alan 10 maddenin her birinin beş yanıt seçeneği vardır ("Hiç duymadım", "Bir veya iki kez duydum", "Birkaç kez duydum", "Sık sık duydum", "İyi biliyorum, kavramı anlıyorum") (OECD, 2021; OECD, 2024). Matematik kavramlarına özne aşinalığın bileşik güvenilirliği (ω) yaklaşık .88'dir. Bu, aracın yeterli iç tutarlılığa sahip olduğunu ve yapıyı güvenilir bir şekilde ölçtüğünü göstermektedir.

Matematik öz yeterliliği: Teorik ve uygulamalı matematik

Bu ölçek, öğrencilerin hem soyut hem de gerçek dünya matematiksel görevlerini yerine getirme konusundaki algılanan yeteneklerini yakalayarak, matematiksel okuryazarlığın farklı alanlarındaki özgüvenlerinin kapsamlı bir göstergesini sunmaktadır. Öğrenciler, 9 madde kullanarak çeşitli teorik ve uygulamalı matematik görevlerini yerine getirme konusundaki özgüvenlerini değerlendirdiler. Örnek maddeler arasında "bir yerden başka bir yere gitmenin ne kadar süreceğini hesaplamak", "vergi eklendikten sonra bir bilgisayarın ne kadar daha pahalı olacağını hesaplamak", "bir zemini kaplamak için kaç metrekare fayans gerektiğini hesaplamak" vb. yer almaktadır. Bu ölçekte yer alan dokuz maddenin her birinin dört yanıt seçeneği vardı ("Hiç güvenli değilim", "Çok güvenli değilim", "Güvenliyim", "Çok güvenliyim") (OECD, 2021; OECD, 2024). Hem teorik hem de uygulamalı matematik içeren matematik öz yeterlik ölçeğinin bileşik güvenilirliği (ω) yaklaşık .90'dır. Bu, aracın yapıyı doğru bir şekilde ölçtüğünü ve güçlü bir iç tutarlılığa sahip olduğunu göstermektedir.

Matematik kaygısı

Bu ölçek, öğrencilerin akademik ve problem çözme bağlamlarında matematikle etkileşim kurarken yaşadıkları duygusal tepkileri, rahatsızlık düzeylerini ve algılanan stresi değerlendirmektedir. Matematik kaygısı ile ilgili sorular 6 maddeden oluşmaktadır. Örnek maddeler arasında "Matematik derslerinde zorlanacağımdan sık sık endişelenirim", "Matematik ödevi yapmam gerektiğinde çok gerilirim", "Matematik problemleri çözerken çok sinirlenirim" vb. yer almaktadır. Bu ölçekte yer alan altı maddenin her birinin dört yanıt seçeneği vardır ("kesinlikle katılıyorum", "katılıyorum", "katılmıyorum" ve "kesinlikle katılmıyorum") (OECD, 2021; OECD, 2024). Matematik kaygısının bileşik güvenilirliği (ω) yaklaşık .86'dır. Bu, aracın yapıyı güvenilir bir şekilde ölçtüğünü ve iyi bir iç tutarlılığa sahip olduğunu göstermektedir.

Veri analizi

Bu çalışma, Mplus 8.13 yazılımı kullanılarak yapısal eşitlik modellemesi (SEM) ile PISA 2022 verilerini analiz edilmiştir. Eksik değerleri -999 olarak kodlayarak güçlü (robust) maksimum olabilirlik (MLR) tekniği uygulanmıştır. Hem doğrudan hem de dolaylı etkileri değerlendiren yapısal bir model test edilmiş, tanımlayıcı istatistikler ve iki değişkenli korelasyonlar incelenerek gizil yapıların (özne aşinalık, öz yeterlik, kaygı ve başarı) ölçüm modelini doğrulamak için doğrulayıcı faktör analizi uygulanmıştır. Hem öz yeterlik hem de kaygı yoluyla ardışık yol olmak üzere üç aracı yolun yanı sıra, model aşinalık, öz yeterlik ve kaygının başarı üzerindeki doğrudan etkileri değerlendirildi. Tüm analizlerde PISA örnekleme ağırlıkları kullanıldı ve dolaylı etkileri test etmek için önyargı düzeltilmiş önyüklemeye (bootstrap) yöntemi (10.000 yeniden örnekleme) kullanılmıştır. Model uyumu ise standart indeksler (CFI > .90, TLI > .90, RMSEA < .05, SRMR < .08) kullanılarak değerlendirilmiştir.

Bulgular

Birincil Analiz

Beklenen yapıya uymayan unsurlar, model için uygun görülmedikleri için ilk faktör analizinden çıkarıldı. Öznel matematiksel kavramlara aşinalık gizil değişkeni için, düşük faktör yüklemeleri nedeniyle birkaç madde çıkarıldı. Bunlar arasında Madde 3 (.498): Aşağıdaki matematik terimlerine ne kadar aşinasınız? Eşdeğer sayılar (.415); Madde 9 (.566): Aşağıdaki matematik terimlerine ne kadar aşinasınız? Üstel fonksiyon; ve Madde 11 (.386): Aşağıdaki matematiksel terimlere ne kadar aşinasınız? 3 boyutlu geometri yer almaktadır.

"Matematikte öz yeterlik" ile ilgili olarak, gizil bir değişken olan Madde 1 (.588), modele yeterince uymadığı için çıkarılmıştır. Matematik görevlerinde ne kadar kendinize güveniyorsunuz? Bir yerden diğerine gitmenin ne kadar süreceğini belirlemek için bir [tren tarifesini] kullanın. Ayrıca, gizil değişken "Kaygı" için, model uyumsuzluğu nedeniyle yalnızca bir madde çıkarılmıştır: Madde 1 (.582): Matematik dersinde zorlanacağım dan sık sık endişelenirim.

Tablo 1, doğrulayıcı faktör analizlerinden (DFA) elde edilen indeksler verilmiştir. İlk analiz, 296 serbestlik derecesiyle 4332.702'lik bir χ^2 , 14.637'lik bir χ^2/sd oranı, 0.866'lık bir CFI, 0.853'lük bir TLI, 0.068'lik bir SRMR ve 0.054'lük bir RMSEA değeri vermiştir. Kötü uyum gösteren maddeler çıkarıldıktan sonra, ikinci doğrulayıcı faktör analizi, uyum indekslerinde önemli iyileşmeler göstermiştir: χ^2 (186) = 2006.083, χ^2/sd = 10.785, CFI = .925, TLI = .916, SRMR = .049 ve RMSEA = .045. CFI ve TLI değerleri, önerilen .95 eşliğini aşarak güçlü bir model uyumunu göstermektedir. Analizin çok büyük bir örneklem büyüklüğüne sahip PISA 2022 verilerine dayandığı göz önüne alındığında, χ^2 istatistiği ve dolayısıyla χ^2/sd oranı yükselme eğilimlidir. Ki-kare testi örneklem büyüklüğüne oldukça duyarlıdır; yani, büyük bir örneklem büyüklüğü olduğunda, örtük ve gözlemlenen kovaryans matrisleri arasındaki çok küçük farklılıklar bile istatistiksel olarak anlamlı ve büyük χ^2 değerlerine yol açabilir. Bu nedenle, ilk DFA'da gözlemlenen yüksek χ^2/sd oranı, model uyumunun zayıf olduğuna dair güçlü bir kanıt olarak yorumlanmamalıdır. Bunun yerine, RMSEA ve SRMR gibi örneklem büyüklüğünü dikkate alan alternatif uyum indeksleri, büyük ölçekli değerlendirmelerde model uyumunun daha güvenilir bir değerlendirmesini sağlar. Bu çalışmada, her iki DFA da kabul edilebilir aralıklarda RMSEA ve SRMR değerleri göstermiş ve yüksek χ^2 istatistiğine rağmen ölçüm modelinin yeterliliğini desteklemiştir.

Tablo 1. Ölçüm modeli için doğrulayıcı faktör analizi uyum indeksleri

	χ^2	sd	χ^2/sd	CFI	TLI	SRMR	RMSEA	p
İlk DFA	4332.702	296	14.637	.866	.853	.068	.054	.000*
İkinci DFA	2006.083	186	10.785	.925	.916	.049	.045	.000*

*p<.05

Modelin uygunluğunu değerlendirmek için doğrulayıcı faktör analizi (DFA) sonrasında, çalışmanın değişkenleri arasındaki ilişkiyi incelemek üzere Pearson korelasyon analizi yapılmıştır. Tablo 2, analiz bulgularını ve yapılar ile göstergeleri arasındaki korelasyonu göstererek veriler arasındaki karşılıklı bağımlılıkların daha kapsamlı bir açıklamasını sunmaktadır.

Tablo 2. Temel değişkenler için ortalamalar, standart sapmalar ve korelasyon katsayıları

	Ortalama	Sd	MKÖA	MÖY	MK
1. MKÖA	3.32	1.14	1		
2. MÖY	2.52	.77	.456**	1	
3. MK	2.52	.78	-.308**	-.413**	1
4. MB	352.41		.347**	.317**	-.251**

**p < .01; Sd = Standart Sapma; MKÖA = Matematik kavramlarına öznel aşinalık; MÖY = Matematik öz yeterliliği; MK = Matematik kaygısı; MB = Matematik başarıları

Korelasyon tablosu, dört temel değişken arasındaki korelasyonları göstermektedir. Bunlar başarı, matematik kaygısı, biçimsel ve uygulamalı matematikte öz yeterlik ve matematiksel kavramlara öznel aşinalık değişkenlerinden oluşmaktadır. Matematiksel kavramlara öznel aşinalık ile biçimsel ve uygulamalı matematikle ilgili matematik öz yeterliliği arasında pozitif bir ilişki ($r = .456$) olduğu keşfedilmiştir; bu da matematiksel kavramlara daha fazla aşinalığın, matematikte daha yüksek öz yeterlikle ilişkili olduğunu göstermektedir. Matematiksel kavramlara öznel aşinalık ayrıca başarıyla da pozitif bir korelasyona sahiptir ($r = .347$). Öte yandan, matematiksel kavramlara öznel aşinalık ile matematik kaygısı arasında negatif bir korelasyon ($r = -.308$) bulunmuştur; bu da matematiğe daha fazla aşinalığın, daha düşük kaygı seviyeleriyle bağlantılı olduğunu göstermektedir. Teorik ve uygulamalı matematikte matematik öz yeterliliğinin başarıyla hafif bir pozitif bağlantısı ($r = .317$) olduğu, yani öz yeterliliği yüksek bireylerin daha fazla başarı elde etme eğiliminde olduğu, ancak aynı zamanda matematik kaygısıyla da negatif bir korelasyona sahip olduğu ($r = -.413$) bulunmuştur. Ayrıca, matematik kaygısı başarıyla negatif bir korelasyon gösterdiği ($r = -.251$), bu da kaygı düzeyi yüksek bireylerin akademik olarak daha kötü performans gösterme eğiliminde olduğuna işaret etmektedir. Hipotez testi sonuçları, matematik kavramlarına öznel aşinalık, biçimsel ve öznel uygulamalı matematik öz yeterliliği, matematik kaygısı ve matematik başarıları arasındaki ilişkilerle ilgili ayrıntılı bilgi vermektedir. Tablo 3 her bir hipotez için standartlaştırılmış tahminleri güven aralıklarını (alt ve üst sınırları) ve buna ilişkin p-değerlerini göstermektedir.

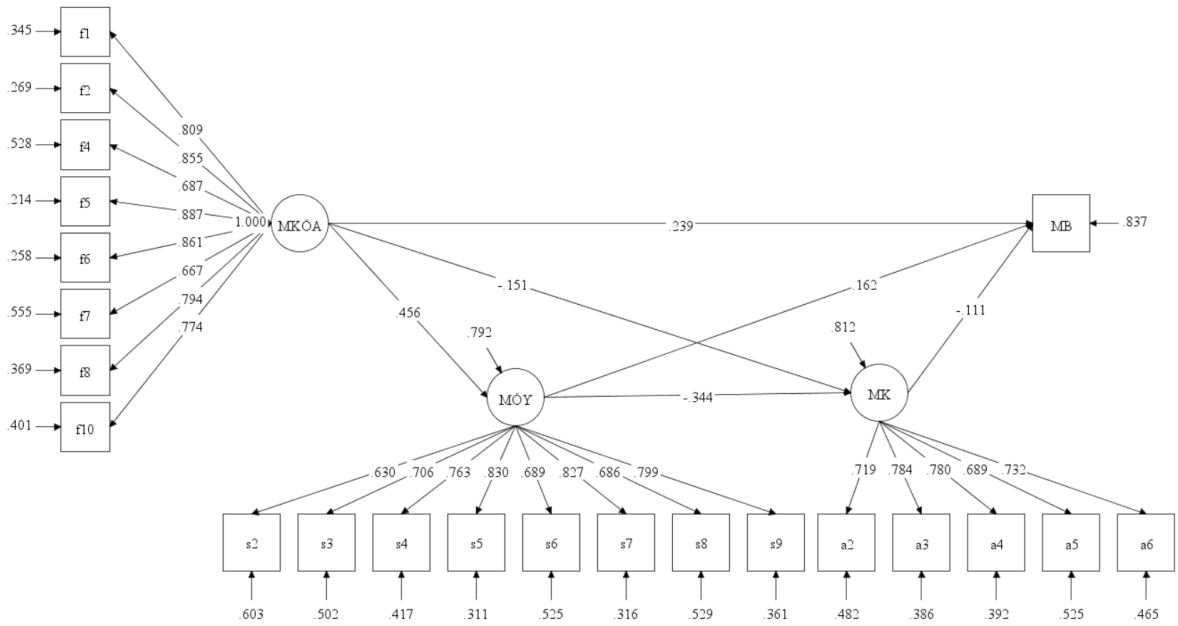
Tablo 3. Yapısal eşitlik modelinden kaynaklanan doğrudan ve dolaylı etkiler

H	Hipotez Testi	Std. Regresyon Katsayısı	Alt (5%)	Üst (5%)	P-değeri
H1a	MKÖA → MB	.239	.209	.269	.000*
H1b	MÖY → MB	.162	.128	.196	.000*
H1c	MK → MB	-.111	-.141	-.081	.000*
H2a	MKÖA → MÖY	.456	.432	.480	.000*
H2b	MKÖA → MK	-.151	-.182	-.119	.000*
H3	MÖY → MK	-.344	-.375	-.314	.000*
H4a	MKÖA → MÖY → MB	.074	.058	.022	.000*
H4b	MKÖA → MK → MB	.017	.011	.022	.000*
H5	MKÖA → MÖY → MK → MB	.017	.012	.022	.000*

* $p < .05$; MKÖA = Matematik kavramlarına öznel aşinalık; MÖY = Matematik öz yeterliliği; MK = Matematik kaygısı; MB = Matematik başarıları

Hipotez testinin sonuçları (Şekil 2), matematik kavramlarına aşinalık, matematik öz yeterliliği, matematik kaygısı ve matematik başarıları arasındaki ilişkileri göstermektedir. Matematik kavramlarına aşinalığın matematik başarıları üzerinde doğrudan pozitif bir etkisi vardır ($\beta = .239$, $p < .05$), bu da kendilerini matematiğe daha aşina olarak algılayan öğrencilerin daha yüksek puanlar alma eğiliminde olduğunu ve H1a hipotezini desteklediğini göstermektedir. Matematik öz yeterliliğinin öğrenci başarıları üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi vardır ($\beta = .162$, $p < .05$). Bu bulgu matematiksel yeteneklere olan güvenin performansı olumlu yönde etkilediği teorisini desteklemektedir. Bu bulgu aynı zamanda H1b hipotezini de desteklemektedir. Tersine, matematik kaygısının matematik başarıları üzerinde anlamlı bir negatif etkisi vardır ($\beta = -.111$, $p < .05$). Bulgular, yüksek kaygı düzeyine sahip öğrencilerin matematikte daha kötü performans gösterme eğiliminde olduğuna işaret etmektedir. Bu sonuç H1c hipotezini de desteklemektedir. Öte yandan, matematik kavramlarına aşinalık, matematik öz yeterliliği üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir ($\beta = .456$, $p < .05$), bu da matematik kavramlarına ilişkin bilginin öğrencilerin matematik yeteneklerine olan özgüvenlerini artırdığını göstermektedir. Bu bulgu aynı zamanda H2a hipotezini de desteklemektedir. Matematik kavramlarına aşinalık, matematik kaygısı üzerinde negatif bir etkiye sahiptir ($\beta = -.151$, $p < .05$), bu da matematik kavramlarına ilişkin daha fazla bilginin matematik kaygısını azalttığını göstermektedir. Bulgular H2b hipotezini de doğrulamaktadır. Matematik açısından, öz yeterlik matematik kaygısı üzerinde negatif bir etkiye sahiptir ($\beta = -.344$, $p < .05$), bu da yüksek öz güvene sahip öğrencilerin daha düşük matematik kaygısı seviyelerine sahip

olduğunu göstermektedir. Bulgular, H3 hipotezini doğrulamaktadır. Öte yandan, matematik kavramlarına aşinalık, matematik öz yeterliliğinin aracılığıyla matematik başarısını etkiler ($\beta = .074$, $p < .05$), bu da matematik öz yeterliliğinin, matematik kavramlarına ilişkin bilginin performansı etkilediğini gösterir. Bulgular, H4a hipotezini desteklediğini göstermektedir. Dahası, matematik kavramlarına aşinalık, matematik kaygısının aracılığıyla da matematik başarısını etkiler ($\beta = -.017$, $p < .05$). Bu durum kaygının bu ilişkide ek bir yol olarak hareket ettiğini, ancak öz yeterliliğe kıyasla daha küçük bir etkiye sahip olduğunu gösterir. Bu sonuç, H4b'yi desteklemektedir. Ayrıca, matematik kavramlarına aşinalık, matematik öz yeterliliği ve matematik kaygısının ardışık aracılığıyla matematik başarısını etkiler ($\beta = .017$, $p < .05$). Dolayısı ile bu sonuç matematik kavramlarına ilişkin bilginin başlangıçta özgüveni artırdığını, bunun da kaygıyı azalttığını ve nihayetinde matematik performansını iyileştirdiğini gösterir. Bulgular, H5 ile uyumludur ve onu doğrulamaktadır. Tüm hipotezler, etkilerin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösteren p değeri = .000 ile desteklenmiştir.



MKÖA = Matematik kavramlarına öznel aşinalık; MÖY = Matematik öz yeterliliği; MK = Matematik kaygısı; MB = Matematik başarısı

Şekil 2. Seri Arabuluculuğu Gösteren Yapısal Eşitlik Modeli

Tartışma

Araştırmacılar, öğrencilerin matematik performansını analiz ederken, akademik başarılarını etkileyen çeşitli faktörleri sıklıkla incelemektedirler. Bu bağlamda, matematiğe olan öznel aşinalık, biçimsel ve uygulamalı matematiksel öz yeterlik ve matematikle ilgili duydukları kaygı, performanslarında önemli rol oynayabilecek faktörler olarak belirlenmiştir.

Araştırma sonuçları, matematiksel kavramlara öznel aşinalığın matematik başarısı üzerinde olumlu ve önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Öğrenciler kavramlara aşina olduklarını hissettiklerinde, konuyu anlama olasılıkları daha yüksek olmakla kalmaz, aynı zamanda öğrenmeye istekli olma olasılıkları da daha yükselir (Breetzke vd., 2024). Bu aşinalık duygusu, stresi azaltma ve katılımı artırmanın (Yuan vd., 2023) yanı sıra yeni problemleri keşfetme motivasyonu da ilişkilidir (Voica vd., 2020). Dahası, kavramlara aşinalık, öğrencilerin problem çözme ve zorluklarla karşılaştıklarında yardım isteme gibi daha etkili öğrenme stratejileri kullanmalarını sağlar (Tambunan, 2019). Genellikle yüksek düzeyde öznel aşinalıkla birlikte gelen güçlü ön bilgi, karmaşık problemleri çözmeye ve yeni kavramları anlamaya katkıda bulunur (Rach ve Ufer, 2020). Artan güven, azalan bilişsel yük, motivasyon ve ön bilginin etkinleştirilmesi gibi mekanizmalar, kavramlara ilişkin daha yüksek öznel bilgiye sahip öğrencilerin matematikte neden daha iyi sonuçlar elde ettiğini açıklamaktadır. Noble (1963), anlamlı öğrenme ve aşinalık arasındaki ilişkiyi ele alırken, önceki

öğrenmenin veya giriş davranışlarının başarı üzerindeki etkisini vurgulamıştır. Anlamli öğrenme ve aşinalık üzerine yapılan bazı araştırmalar, başarı ile öğrenme algıları arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir. Ayrıca aşinalık durumunun aşına olunmayan durumlara göre daha iyi öz ifade ve konuların daha derinlemesine açıklanmasına katkı sağladığına dair kanıtlar vardır (Clifton, 1997; Schönwetter vd., 2002). Bu, mevcut çalışma ile literatürdeki bulgular arasındaki benzerliğin şaşırtıcı olmadığını göstermektedir. Matematiksel kavramlara aşına olan öğrencilerin, aşına olmayan öğrencilere kıyasla öğrenme sürecinde daha az bilişsel yüke (Mapson ve Major, 2021) ve daha fazla öz denetime (örneğin, etkili öğrenme stratejileri kullanma ve öğretmene daha az bağımlılık) sahip oldukları değerlendirilmiştir (Murray, 1991; Scott ve Dienes, 2010). Ayrıca, aşinalığın öğrencilerin dikkatini daha çok çektiğini ve bunun da başarıyı artırabileceğini göstermektedir. Soppe ve diğerleri (2005) ve Sockalingam ve Schmidt (2013), tarafından yapılan çalışmalar öğrencilerin tanıdık durumlara daha fazla ilgi duyduğunu ve bunun başarıyla ilişkili olduğunu bulmuşlardır. Tanıdıklığın öğrenci başarısı üzerindeki etkisinin, öğrenmeye harcanan zamanın azalması, yeni öğrenilen kavramların önceki öğrenmeyle ilişkilendirilmesi, öğrenmenin ve transferin kolaylaştırılması ve içerik ve bağlama olan ilginin artması gibi faktörlerden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Öte yandan, araştırmalar sürekli olarak öz yeterliliğin öğrencilerin matematik başarısında merkezi bir rol oynadığını, hatta birçok diğer duygusal değişkenden daha güçlü bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Yang vd., 2024). Yüksek öz yeterlik seviyeleri, öğrencilerin motivasyonunu ve azmini artırarak zorlu görevler karşısında azimli olmalarına ve zorlukları daha etkili bir şekilde yönetmelerine yardımcı olur (Koh vd., 2022; Schunk ve Mullen, 2012). Öz yeterlik ayrıca üstbilişsel ve öz düzenleme süreçlerine de yardımcı olur. Kendilerine daha fazla güvenen öğrenciler daha net hedefler belirler, ilerlemelerini takip eder ve eleştirel düşünmeyi gerektiren zorlu görevleri üstlenmek ve yeni fikirleri uygulamak gibi daha iyi öğrenme stratejileri kullanırlar (Usher, 2012; Syaiful vd., 2022; Varveris vd., 2023). Yüksek motivasyon ve gelişmiş öz düzenleme gibi birbirine bağlı mekanizmalar aracılığıyla, öz yeterlik, matematik performansının iyileşmesine önemli ölçüde katkıda bulunmakta ve bunun da öğrenci başarısı üzerindeki güçlü ve kalıcı etkisini açıklamaktadır (Doménech-Betoret vd., 2017). Diğer taraftan, matematik kaygısının matematik performansı üzerinde açık bir olumsuz etkisi vardır; bu da kaygının akademik başarıyı olumsuz etkilediğini gösteren mevcut literatürle tutarlıdır (Devine vd., 2012; Foley vd., 2017; Süren ve Kandemir, 2020; Zhang et al., 2019). Yüksek düzeyde matematik kaygısı, problem çözerken odaklanmayı ve temel kavramları hatırlama yeteneğini azaltır (Ramirez vd., 2013). Kaygı genellikle öğrencilerin odaklanmalarını kaybetmelerine ve yeteneklerine güvensizlik duymalarına neden olarak düşük özgüvene yol açar (Xie vd., 2019). Bu düşük özgüven, matematik görevlerine katılma motivasyonunu azaltır ve ilerlemelerini engeller. Matematik kaygısının yaygın bir bileşeni olan hata yapma korkusu (Demedts vd., 2022), öğrencilerin yeni çözümleri deneme konusunda daha temkinli veya tereddütlü olmalarına neden olmakta bu durum ise keşif ve deneyim yoluyla öğrenme fırsatını sınırlandırmaktadır.

Çalışma bulguları, matematiksel kavramlara öznel aşinalık ile matematik öz yeterliliği arasında güçlü bir pozitif ilişki olduğunu göstermektedir; bu da daha yüksek düzeyde aşinalık algılayan öğrencilerin matematiksel görevlerle başa çıkma konusunda kendilerini daha yetenekli hissettiklerini düşündürmektedir. Bu, matematiksel kavramlara aşinalığın özgüven oluşturmada ve daha yüksek akademik katılımı teşvik etmede önemli bir rol oynadığını vurgulayan alan yazınla tutarlıdır (Jin vd., 2022; Street vd., 2022). Aşinalık, öğrencilerin ilgili kavramları arka planda işleyerek bir konuyu daha kolay öğrenmelerini sağlar; özgüven aşılır. Özgüven duygusu, öz yeterlik algısını destekler (De Vries vd., 2010). Ayrıca matematiksel kavramlara öznel aşinalığın matematik kaygısı üzerinde küçük, ancak istatistiksel olarak anlamlı bir negatif etkisi olduğu bulunmuştur. Araştırmalar, aşinalığın kaygı düzeylerini belirli bir ölçüde azaltmada etkili olduğunu göstermektedir (Calvo ve Eysenck, 2008). Mütevazı bir etkisi olsa da, daha yüksek bilgi algısının matematikle ilgili korku ve belirsizlik duygularını azaltmaya yardımcı olabileceğini ve öğrencilerin öğrenme materyaliyle daha fazla ilgilenmelerini sağlayabileceğini göstermektedir. Kavramlara aşinalık, öğrencilerin bir konuda yetkin hissetmelerine yardımcı olurken, diğer yandan öğrenme kaygısını belirli bir seviyeye kadar azaltır. Böylece öğrenciler, öğrenme sürecini yavaşlatan ve motivasyonu engelleyen kaygının azalmasına ve özgüvenin artmasına katkıda bulunurlar.

Bir diğer önemli bulgu, öz yeterliliğin matematik kaygısı üzerindeki güçlü negatif etkisidir. Matematik öz yeterliliğine ilişkin algıların matematik kaygısını azaltmada etkili olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, literatürdeki birçok çalışmanın bulgularını desteklemektedir (Hoffman, 2010; Jain ve Dowson, 2009; Lee, 2009; Ma ve Xu, 2004; Taheri-Kharameh, 2017; Živković vd., 2023). Yüksek öz yeterlik, planlama, tutarlı hazırlık ve proaktif katılım gibi faydalı başa çıkma stratejilerini teşvik ederek stresi ve baskıyı yönetmeye yardımcı olur (Freire vd., 2020; Kristensen vd., 2023). Öz yeterliliğe olan inanç, öğrencilerin zorlu durumlarda bile sakin kalmalarını ve odaklanmalarını sağlayarak kaygının engelleyici etkilerini azaltır (Muharani ve Sucipto, 2023). Ayrıca, yüksek öz yeterlik, öğrenmeye karşı daha olumlu bir tutum ve aktif olarak katılmaya daha fazla isteklilikle ilişkilidir ve bu da akademik performansı iyileştirmeye katkıda bulunur (Klassen ve Usher, 2010). Ancak öz yeterliliği düşük olan öğrenciler, özellikle sınav durumlarında daha yüksek kaygı yaşarlar ve bu da akademik performanslarını engelleyebilir (Barrows vd., 2013).

Araştırmanın sonuçları, öz yeterlik ve matematik kaygısının öznel bilgi ile akademik başarı arasındaki ilişkiyi nasıl şekillendirdiğini incelemenin elzem olduğunu göstermektedir. Matematiksel öz yeterlik, matematiksel öznel bilgi ile akademik başarı arasındaki ilişkide önemli bir aracı rol oynar. Öğrenciler matematiksel kavramlara aşina olduklarında ve yeteneklerine inandıklarında, içeriği daha kolay anlarlar ve matematiğe karşı olumlu bir tutum geliştirerek onu akademik gelişim ve ilerleme için bir fırsat olarak görürler (Blotnick vd., 2018; Živković vd., 2023). Bilgi ve özgüven kombinasyonu, öğrencilerin öğrenme çabalarını daha iyi yönlendirmelerine ve matematiksel performanslarını iyileştirmelerine yardımcı olan planlama, hedef belirleme ve ilerlemeyi izleme gibi öz düzenleme becerilerini geliştirir (Tian vd., 2018). Bu sayede, öznel aşinalık ve öz yeterlik birlikte iş görerek motivasyonu, öz düzenlemeyi ve akademik başarıyı destekleyen sağlam bir temel oluşturur. Bu nedenle, öz yeterlik sadece bir duygu değildir. Bu, öğrencilerin pasif bilgilerini aktif ve başarılı performansa dönüştürme cesaretini ve stratejilerini artıran katalizördür. Öte yandan, matematik kaygısı, matematiğe öznel aşinalık ile öğrencilerin matematik başarıları arasındaki ilişkide aracı bir rol oynar. Matematiğe öznel aşinalık, performans üzerinde güçlü ve doğrudan olumlu bir etkiye sahip olmaya devam etse de, matematik kaygısını azaltarak dolaylı olarak da katkıda bulunur. Bu ilişki, öznel bilginin kaygının bazı olumsuz etkilerini hafifletmeye yardımcı olabileceğini, ancak ortadan kaldıramayacağını göstermektedir. Kaygının önemli bir olumsuz etkisi varken, matematiğe öznel aşinalığın olumlu etkisi, öğrencilerin duygusal endişelerine rağmen belirli bir performans seviyesini korumalarına yardımcı olan aracı bir faktör olarak hareket edebilir. Materyale güçlü bir aşinalık duygusu, özgüveni artırabilir ve genellikle kaygıya eşlik eden belirsizliği azaltabilir. Yüksek düzeyde öznel aşinalık, öğrencilerin öz düzenleme becerilerini geliştirebilir ve matematikle ilgili stresi ve kaygıyı daha iyi yönetmelerine yardımcı olabilir (Furner ve Duffy, 2022). Bu öz düzenleme yeteneği, zor durumlarla başa çıkma ve kaygı veya endişeye rağmen yüksek bir seviyede performans göstermelerine yardımcı olabilir.

Son olarak, öznel matematik bilgisi, öz yeterlik ve matematik kaygısının ardışık etkileri üzerinden öğrencilerin matematik başarılarını etkileyen çoklu bir arabuluculuk mekanizmasının ortaya çıktığı gözlemlenebilir. Bu durum, optimum performansa ulaşmak için öznel bilgi ve öz yeterliliğin geliştirilmesinde kaygı yönetimiyle bütünleştiren entegre bir yaklaşımın önemini vurgulamaktadır. Öznel bilgi ve öz yeterliliğin birleşimi, matematiksel başarı için güçlü bir temel oluşturmaktadır. Öğrenciler bilgilerine güvendiklerinde ve matematik problemlerini çözme yeteneklerine inandıklarında, matematik öğrenimine daha motive ve ilgili olurlar (Durksen vd., 2017). Yeteneklerine olan bu ikili inanç, performanslarını iyileştirmelerine ve kaygının olumsuz etkilerinin üstesinden gelmelerine yardımcı olur. Hem öznel matematik bilgisinin hem de matematik öz yeterliliğinin etkisi açıkça görülmektedir. Öğrencilerin kaygının üstesinden gelmek için stratejiler geliştirmelerine yardımcı olmak, performanslarının daha da iyileşmesine katkıda bulunabilir. Öğrenciler kendilerine

güvendiklerinde ve yeteneklerine inandıklarında, kaygı yönetimi tekniklerini daha iyi uygulayabilir ve matematiksel zorluklarla daha etkili bir şekilde başa çıkabilirler (Zhu vd., 2024). Öğrenciler, bilgi ve yetkinliklerine güvendiklerinde derslerine daha fazla ilgi gösterir ve zorlukların üstesinden gelmek için daha motive olurlar (Acosta-Gonzaga, 2023). Bu ilgi ve motivasyon, performansı artırmaya ve kaygıdan kaynaklanabilecek engellerin üstesinden gelmeye yardımcı olur.

Sonuç

Sonuç olarak, bu çalışma matematiksel başarıyı yöneten dinamik psikolojik mekanizmaları aydınlatarak, öznel aşinalık ve öz yeterliliğin sinerjik bir ilişki kurarak hem motivasyonel hem de öz düzenleyici yollarla doğrudan performansı artırdığını ve dolaylı olarak matematik kaygısının olumsuz etkilerini azalttığını ortaya koymaktadır. Teorik açıdan araştırmanın bulguları alan yazına sağlam bir çoklu aracılık modeli sunmakta ve bu yapıların farklı ancak ardışık rollerini açıklığa kavuşturmakla basit doğrudan etki açıklamalarının ötesine geçmektedir. Pratik açıdan bakıldığında ise, kavramsal aşinalığı vurgulayan pedagojik stratejileri, sağlam öz güven ve kaygı yönetim becerilerini geliştiren ve bunu psikolojik eğitimle bütünleştiren çok katmanlı eğitimsel müdahalelerin gerekliliğini vurgulamaktadır. Gelecekteki araştırmalar için, bu ilişkilerin zaman içindeki evrimini izlemek üzere boylamsal çalışmalara ihtiyaç duyulmakta ve akademik başarının bu temel psikolojik belirleyicilerini eş zamanlı olarak hedefleyen entegre müdahale programlarının etkinliğini test etmek için deneysel tasarımlar kullanılması faydalı olacaktır.

Kaynakça

- Acosta-Gonzaga, E. (2023). The effects of self-esteem and academic engagement on university students' performance. *Behavioral Sciences*, 13(4), 348. <https://doi.org/10.3390/bs13040348>
- Al-Hilal, A. J. (2024). The relationship between performance on the test of linking mathematical concepts and academic achievement in mathematics among female students in the College of Education. *Faculty of Education Journal Alexandria University*, 33(4), 45-67. <https://doi.org/10.21608/jealex.2024.353933>
- Almuna Salgado, F. J. (2017). The role of context and context familiarity on mathematics problems. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 20(3), 265-292. <https://doi.org/10.12802/relime.17.2031>
- Al Mutawah, M. A. (2015). The influence of mathematics anxiety in middle and high school students' math achievement. *International Education Studies*, 8(11), 239-252. <https://doi.org/10.5539/ies.v8n11p239>
- Ashcraft, M. H., & Krause, J. A. (2007). Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14(2), 243-248. <https://doi.org/10.3758/BF03194059>
- Ashcraft, M. H., & Moore, A. M. (2009). Mathematics Anxiety and the Affective Drop in Performance. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27(3), 197-205. <https://doi.org/10.1177/0734282908330580>
- Bandura, A. (1994). Self-efficacy. In V. S. Ramachaudran (Ed.), *Encyclopedia of human behavior* (Vol. 4, pp. 71-81). Academic Press.
- Bandura, A., & National Inst of Mental Health. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice-Hall, Inc.
- Barroso, C., Ganley, C. M., McGraw, A. L., Geer, E. A., Hart, S. A., & Daucourt, M. C. (2021). A meta-analysis of the relation between math anxiety and math achievement. *Psychological Bulletin*, 147(2), 134-168. <https://doi.org/10.1037/bul0000307>
- Barrows, J., Dunn, S., & Lloyd, C. A. (2013). Anxiety, self-efficacy, and college exam grades. *Universal Journal of Educational Research*, 1(3), 204-208. <https://doi.org/10.13189/ujer.2013.010310>
- Blotnicky, K. A., Franz-Odenaal, T., French, F., & Joy, P. (2018). A study of the correlation between STEM career knowledge, mathematics self-efficacy, career interests, and career activities on the likelihood of pursuing a STEM career among middle school students. *International Journal of STEM Education*, 5(1), 22. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0118-3>
- Breetzke, J., Özbagci, D., & Bohndick, C. (2024). "Why are we learning this?!" — Investigating students' subjective study values across different disciplines. *Higher Education*, (87), 1489-1507. <https://doi.org/10.1007/s10734-023-01075-z>
- Calvo, M. G., & Eysenck, M. W. (2008). Affective significance enhances covert attention: Roles of anxiety and word familiarity. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61(11), 1669-1686. <https://doi.org/10.1080/17470210701743700>
- Chang, H., & Beilock, S. L. (2016). The math anxiety-math performance link and its relation to individual and environmental factors: A review of current behavioral and psychophysiological research. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, (10), 33-38. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.04.011>
- Clifton, R. A. (1997). The effects of social psychological variables and gender on the grade point averages and educational expectations of university students: A case study. *The Canadian Journal of Higher Education*, 27(2/3), 67-90. <https://doi.org/10.47678/cjhe.v27i2/3.183304>
- Demedts, F., Reynvoet, B., Sasanguie, D., & Depaepe, F. (2022). Unraveling the role of math anxiety in students' math performance. *Frontiers in Psychology*, (13), 979113. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.979113>

- Devine, A., Fawcett, K., Szűcs, D., & Dowker, A. (2012). Gender differences in mathematics anxiety and the relation to mathematics performance while controlling for test anxiety. *Behavioral and Brain Functions*, (8), 33. <https://doi.org/10.1186/1744-9081-8-33>
- De Vries, M., Holland, R. W., Chenier, T., Starr, M. J., & Winkielman, P. (2010). Happiness cools the warm glow of familiarity: Psychophysiological evidence that mood modulates the familiarity-affect link. *Psychological Science*, 21(3), 321-328. <https://doi.org/10.1177/0956797609359878>
- Doménech-Betoret, F., Abellán-Roselló, L., & Gómez-Artiga, A. (2017). Self-efficacy, satisfaction, and academic achievement: The mediator role of students' expectancy-value beliefs. *Frontiers in Psychology*, (8), 1193. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01193>
- Dorsch, J. (2023). Are noetic feelings embodied? The case for embodied metacognition. *Philosophical Psychology*, 38(2), 625-647. <https://doi.org/10.1080/09515089.2023.2197937>
- Dunlosky, J., & Metcalfe, J. (2008). *Metacognition*. Sage Publications.
- Durksen, T. L., Way, J., Bobis, J., Anderson, J., Skilling, K., & Martin, A. J. (2017). Motivation and engagement in mathematics: A qualitative framework for teacher-student interactions. *Mathematics Education Research Journal*, (29), 163-181. <https://doi.org/10.1007/s13394-017-0199-1>
- Fernández Velasco, P., & Loev, S. (2024). Metacognitive feelings: A predictive-processing perspective. *Perspectives on Psychological Science*, 20(4), 691-713. <https://doi.org/10.1177/17456916231221976>
- Foley, A. E., Herts, J. B., Borgonovi, F., Guerriero, S., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2017). The math anxiety-performance link: A global phenomenon. *Current Directions in Psychological Science*, 26(1), 52-58. <https://doi.org/10.1177/0963721416672463>
- Freire, C., Ferradás, M. D., Regueiro, B., Rodríguez, S., Valle, A., & Núñez, J. C. (2020). Coping strategies and self-efficacy in university students: A person-centered approach. *Frontiers in Psychology*, (41), 841. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00841>
- Furner, J. M., & Duffy, M. L. (2022). Addressing math anxiety in a STEM world: Preventative, supportive, and corrective strategies for the inclusive classroom. *European Journal of STEM Education*, 7(1), 11. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/12645>
- Gonzalez-DeHass, A. R., Furner, J. M., & Vásquez-Colina, M. D. (2024). Undergraduate students' math anxiety: The role of mindset, achievement goals, and parents. *International Journal of Science and Mathematics Education*, (22), 1037-1056. <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10416-4>
- Goos, M., Carreira, S., & Namukasa, I. K. (2023). Mathematics and interdisciplinary STEM education: Recent developments and future directions. *ZDM Mathematics Education*, 55(7), 1199-1217. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01533-z>
- Hackett, G., & Betz, N. E. (1989). An exploration of the mathematics self-efficacy/mathematics performance. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(3), 261-273. <https://doi.org/10.2307/749515>
- Hayat, A. A., & Shateri, K. (2019). The role of academic self-efficacy in improving students' metacognitive learning strategies. *Journal of Advances in Medical Education & Professionalism*, 7(4), 205-212.
- Hayat, A. A., Shateri, K., Amini, M., & Shokrpour, N. (2020). Relationships between academic self-efficacy, learning-related emotions, and metacognitive learning strategies with academic performance in medical students: A structural equation model. *BMC Medical Education*, 20(1), 76. <https://doi.org/10.1186/s12909-020-01995-9>
- Hera, J. M., Morales-Rodríguez, F. M., Rodríguez-Gobiet, J. P., & Martínez-Ramón, J. P. (2023). Attitudes toward mathematics/statistics, anxiety, self-efficacy, and academic performance: An artificial neural network. *Frontiers in Psychology*, (14), 1214892. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1214892>
- Hoffman, B. (2010). "I think I can, but I'm afraid to try": The role of self-efficacy beliefs and mathematics anxiety in mathematics problem-solving efficiency. *Learning and Individual Differences*, 20(3), 276-283. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.02.001>

- Honick, T., & Broadbent, J. (2016). The influence of academic self-efficacy on academic performance: A systematic review. *Educational Research Review*, (17), 63-84. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.11.002>
- Huang, X., Zhang, J., & Hudson, L. (2019). Impact of math self-efficacy, math anxiety, and growth mindset on math and science career interest for middle school students: The gender moderating effect. *European Journal of Psychology of Education*, (34), 621-640. <https://doi.org/10.1007/s10212-018-0403-z>
- Jain, S., & Dowson, M. (2009). Mathematics anxiety as a function of multidimensional self-regulation and self-efficacy. *Contemporary Educational Psychology*, 34(3), 240-249. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2009.05.004>
- Jenifer, J. B., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2023). Studying while anxious: Mathematics anxiety and the avoidance of solving practice problems during exam preparation in college calculus. *ZDM Mathematics Education*, (55), 359-369. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01456-1>
- Jin, S. L., Cheung, K., & Sit, P. (2022). Important factors discriminating between problem-solving experts and novices: A data mining approach. *Chinese/English Journal of Educational Measurement and Evaluation*, 3(2), 3. <https://doi.org/10.59863/BPEA3210>
- Klassen, R. M., & Usher, E. L. (2010). Self-efficacy in educational settings: Recent research and emerging directions. In T. C. Urdan & S. A. Karabenick (Eds.), *The decade ahead: Theoretical perspectives on motivation and achievement (Advances in Motivation and Achievement)* (Vol. 16 Part A, pp. 1-33). Emerald Group Publishing Limited. [https://doi.org/10.1108/S0749-7423\(2010\)000016A004](https://doi.org/10.1108/S0749-7423(2010)000016A004)
- Koh, J., Farruggia, P., Back, L. T., & Han, C. (2022). Self-efficacy and academic success among diverse first-generation college students: The mediating role of self-regulation. *Social Psychology of Education*, (25), 1071-1092. <https://doi.org/10.1007/s11218-022-09713-7>
- Kristensen, S. M., Larsen, T. M., Urke, H. B., & Danielsen, A. G. (2023). Academic stress, academic self-efficacy, and psychological distress: A moderated mediation of within-person effects. *Journal of Youth and Adolescence*, 52(7), 1512-1529. <https://doi.org/10.1007/s10964-023-01770-1>
- Larsen, N. E., & Jang, E. E. (2021). Instructional practices, students' self-efficacy, and math achievement: A multi-level factor score path analysis. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, (21), 803-823. <https://doi.org/10.1007/s42330-021-00181-3>
- Lee, J. (2009). Universals and specifics of math self-concept, math self-efficacy, and math anxiety across 41 PISA 2003 participating countries. *Learning and Individual Differences*, 19(3), 355-365. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2008.10.009>
- Lessani, A., Yunus, A. S. M., Tarmiz, R. A., & Mahmud, R. (2014). Effects of Malaysian secondary schools mathematics teachers familiarity with TIMSS on students achievement in mathematics. *International Journal of Education and Research*, 2(8), 99-110.
- Li, Q., Cho, H., Cosso, J., & Maeda, Y. (2021). Relations between students' mathematics anxiety and motivation to learn mathematics: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 33(3), 1017-1049. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09589-z>
- Li, Y., & Schoenfeld, A. H. (2019). Problematising teaching and learning mathematics as "given" in STEM education. *International Journal of STEM Education*, (6), 44. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0197-9>
- Luczak, R., & Erwin, R. (2023). Mathematical modeling: a study of multidisciplinary benefits in the math classroom. *Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA*, 42(4), 325-342. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrac021>
- Ma, X., & Xu, J. (2004). The causal ordering of mathematics anxiety and mathematics achievement: A longitudinal panel analysis. *Journal of Adolescence*, 27(2), 165-179. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2003.11.003>

- Mapson, R., & Major, G. (2021). Interpreters, rapport, and the role of familiarity. *Journal of Pragmatics*, (176), 63-75. <https://doi.org/10.1016/j.pragma.2021.01.020>
- Muharani, D. R., & Sucipto, L. (2023). The effect of self-efficacy and math anxiety on students' non-routine mathematics problem solving ability. *International Journal of Education and Curriculum Application*, 6(3), 284-296. <https://doi.org/10.31764/ijeca.v6i3.20124>
- Mukuka, A., Mutarutinya, V., & Balimuttajjo, S. (2021). Mediating effect of self-efficacy on the relationship between instruction and students' mathematical reasoning. *Journal on Mathematics Education*, 12(1), 73-92. <http://doi.org/10.22342/jme.12.1.12508.73-92>
- Murray, H. G. (1991). Effective teaching behaviors in the college classroom. In J. C. Smart (Ed.), *Higher education: Handbook of theory and research* (pp. 135-172). Agathon Press.
- Namkung, J. M., Peng, P., & Lin, X. (2019). The relation between mathematics anxiety and mathematics performance among school-aged students: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 89(3), 459-496. <https://doi.org/10.3102/0034654319843494>
- Nicolaidou, M., & Philippou, G. (2003). Attitudes towards mathematics, self-efficacy and achievement in problem solving. In M. A. Mariotti (Ed.), *European research in mathematics education III* (pp. 1-11). University of Pisa.
- Noble, C. E. (1963). Meaningfulness and familiarity. In C. N. Cofer & B. S. Musgrave (Eds.), *Verbal behavior and learning: Problems and processes* (pp. 76-157). McGraw-Hill Book Company. <https://doi.org/10.1037/11178-004>
- OECD. (2021). *Computer-Based Students Questionnaire for PISA 2022 - Main Survey Version*. <https://www.oecd-ilibrary.org/content/dam/oecd/en/data/datasets/pisa/pisa-2022-datasets/questionnaires/ICT%20QUESTIONNAIRE%20PISA%202022.pdf>
- OECD. (2024). *PISA 2022 technical report*. <https://doi.org/10.1787/01820d6d-en>
- Pajares, F. (1996a). Self-efficacy beliefs in academic settings. *Review of Educational Research*, 66(4), 543-578. <https://doi.org/10.3102/00346543066004543>
- Pajares, F. (1996b). Self-efficacy beliefs and mathematical problem-solving of gifted students. *Contemporary Educational Psychology*, 21(4), 325-344. <https://doi.org/10.1006/ceps.1996.0025>
- Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review*, 18(4), 315-341. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>
- Pizzie, R. G., & Kraemer, D. J. (2023). Strategies for remediating the impact of math anxiety on high school math performance. *NPJ Science of Learning*, 8(1), 44. <https://doi.org/10.1038/s41539-023-00188-5>
- Rach, S., & Ufer, S. (2020). Which prior mathematical knowledge is necessary for study success in the university study entrance phase? Results on a new model of knowledge levels based on a reanalysis of data from existing studies. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 6(3), 375-403. <https://doi.org/10.1007/s40753-020-00112-x>
- Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2013). Math anxiety, working memory, and math achievement in early elementary school. *Journal of Cognition and Development*, 14(2), 187-202. <https://doi.org/10.1080/15248372.2012.664593>
- Ramirez, G., Chang, H., Maloney, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2016). On the relationship between math anxiety and math achievement in early elementary school: The role of problem solving strategies. *Journal of Experimental Child Psychology*, (141), 83-100. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.07.014>
- Reić-Ercegovac, I., Koludrović, M., & Mišurac, I. (2019). The contribution of the mathematics self-concept and subjective value of mathematics to mathematical achievement. *Zbornik Instituta za Pedagogoska Istrazivanja*, 51(1), 162-197. <https://doi.org/10.2298/ZIP1901162R>

- Richardson, F. C., & Suinn, R. M. (1972). The mathematics anxiety rating scale: Psychometric data. *Journal of Counseling Psychology*, 19(6), 551-554. <https://doi.org/10.1037/h0033456>
- Rozgonjuk, D., Kraav, T., Mikkor, K., Orav-Puurand, K., & Täht, K. (2020). Mathematics anxiety among STEM and social sciences students: the roles of mathematics self-efficacy and deep and surface approaches to learning. *International Journal of STEM Education*, (7), 46. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00246-z>
- Sad, S. N., Kis, A., Demir, M., & Özer, N. (2016). Meta-analysis of the relationship between mathematics anxiety and mathematics achievement. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 6(3), 371-392. <https://doi.org/10.14527/pegegog.2016.019>
- Santos-Trigo, M. (2024). Problem solving in mathematics education: Tracing its foundations and current research-practice trends. *ZDM Mathematics Education*, (56), 211-222. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01578-8>
- Schönwetter, D. J., Clifton, R. A., & Perry, R. P. (2002). Content familiarity: Differential impact of effective teaching on student achievement outcomes. *Research in Higher Education*, 43(6), 625-655. <https://doi.org/10.1023/A:1020999014875>
- Scott, R. B., & Dienes, Z. (2010). Prior familiarity with components enhances unconscious learning of relations. *Consciousness and Cognition*, 19(1), 413-418. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2009.12.012>
- Schunk, D. H., & DiBenedetto, M. K. (2020). Motivation and social cognitive theory. *Contemporary Educational Psychology*, (60), 101832. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101832>
- Schunk, D. H., & Mullen, C. A. (2012). Self-efficacy as an engaged learner. In S. L. Christenson, A. L. Reschly, & C. Wylie (Eds.), *Handbook of research on student engagement* (pp. 219-235). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7_10
- Shen, L.-T., Lan, J.-Z., Li, W., Attiq-Ur-Rehman, Ge, M.-W., Hu, F.-H., Jia, Y.-J., Feng, R., Zhong, K., Gao, S.-Q., & Chen, H.-L. (2025). Self-efficacy as a mediator of the relation between motivation and academic performance: A meta-analysis and meta-analytic structural equation model. *Psychology in the Schools*, 63(2), 485-500. <https://doi.org/10.1002/pits.70103>
- Skaalvik, E. M., & Skaalvik, S. (2006). Self-concept and self-efficacy in mathematics: Relation with mathematics motivation and achievement. In A. P. Prescott (Ed.), *The concept of self in education, family and sports* (pp. 51-74). Nova Science Publishers. <https://psycnet.apa.org/record/2006-09685-002>
- Sockalingam, N., & Schmidt, H. G. (2013). Does the extent of problem familiarity influence students' learning in problem-based learning? *Instructional Science*, 41(5), 921-932. <https://doi.org/10.1007/s11251-012-9260-3>
- Soppe, M., Schmidt, H. G., & Bruysten, R. (2005). Influence of problem familiarity on learning in a problem-based course. *Instructional Science*, (33), 271-281. <https://doi.org/10.1007/s11251-004-7688-9>
- Street, K. E. S., Malmberg, L. E., & Schukajlow, S. (2024). Students' mathematics self-efficacy: A scoping review. *ZDM Mathematics Education*, (56), 265-280. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01548-0>
- Street, K. E. S., Malmberg, L. E. & Stylianides, G. J. (2022). Changes in students' self-efficacy when learning a new topic in mathematics: A micro-longitudinal study. *Educational Studies in Mathematics*, (111), 515-541. <https://doi.org/10.1007/s10649-022-10165-1>
- Süren, N., & Kandemir, M. A. (2020). The effects of mathematics anxiety and motivation on students' mathematics achievement. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 8(3), 190-218. <https://doi.org/10.46328/IJEMST.V8I3.926>
- Syaiful, Huda, N., Mukminin, A., & Kamid. (2022). Using a metacognitive learning approach to enhance students' critical thinking skills through mathematics education. *SN Social Sciences*, 2(4), 31. <https://doi.org/10.1007/s43545-022-00325-8>

- Taheri-Kharameh, Z. (2017). Academic self-efficacy and test anxiety among students of medical sciences. *BMJ Open*, (7), A1-A78. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-015415.8>
- Tambunan, H. (2019). The effectiveness of the problem solving strategy and the scientific approach to students' mathematical capabilities in high order thinking skills. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(2), 293-302. <https://doi.org/10.29333/iejme/5715>
- Tian, Y., Fang, Y., & Li, J. (2018). The effect of metacognitive knowledge on mathematics performance in self-regulated learning framework—multiple mediation of self-efficacy and motivation. *Frontiers in Psychology*, (9), 2518. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02518>
- Usher, E. L. (2012). Self-efficacy for self-regulated learning. In N. M. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the sciences of learning* (pp. 3001-3003). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_835
- Varveris, D., Saltas, V., & Tsiantos, V. (2023). Exploring the role of metacognition in measuring students' critical thinking and knowledge in mathematics: A comparative study of regression and neural networks. *Knowledge*, 3(3), 333-248. <https://doi.org/10.3390/knowledge3030023>
- Verešová, M., & Foglová, L. (2018). *Academic self-efficacy, approach to learning and academic achievement*. InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.70948>
- Villavicencio, F. T., & Bernardo, A. B. (2016). Beyond math anxiety: Positive emotions predict mathematics achievement, self-regulation, and self-efficacy. *The Asia-Pacific Education Researcher*, (25), 415-422. <https://doi.org/10.1007/s40299-015-0251-4>
- Voica, C., Singer, F. M., & Stan, E. (2020). How are motivation and self-efficacy interacting in problem-solving and problem-posing? *Educational Studies in Mathematics*, (105), 487-517. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-10005-0>
- Whitney-Smith, R., Hurrell, D., & Day, L. (2022). The role of mathematics education in developing students' 21st century skills, competencies, and STEM capabilities. In N. Fitzallen, C. Murphy, V. Hatisaru, & N. Maher (Eds.), *Mathematical confluences and journeys (Proceedings of the 44th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia)* (pp. 554-561). MERGA.
- Xie, F., Xin, Z., Chen, X., & Zhang, L. (2019). Gender difference of chinese high school students' math anxiety: The effects of self-esteem, test anxiety and general anxiety. *Sex Roles*, (81), 235-244. <https://doi.org/10.1007/s11199-018-0982-9>
- Yang, Y., Maeda, Y., & Gentry, M. (2024). The relationship between mathematics self-efficacy and mathematics achievement: multilevel analysis with NAEP 2019. *Large-scale Assessments in Education*, (12), 16. <https://doi.org/10.1186/s40536-024-00204-z>
- Yıldız, P., Çiftçi, S. K., & Özdemir, İ. E. (2019). Mathematics self-efficacy beliefs and sources of self-efficacy: A descriptive study with two elementary school students. *International Journal of Progressive Education*, 15(3), 194-206. <https://doi.org/10.29329/ijpe.2019.193.14>
- Yuan, Z., Tan, J., & Ye, R. A. (2023). Cross-national study of mathematics anxiety. *The Asia-Pacific Education Researcher*, (32), 295-306. <https://doi.org/10.1007/s40299-022-00652-7>
- Zakariya, Y. F. (2022). Improving students' mathematics self-efficacy: A systematic review of intervention studies. *Frontiers in Psychology*, (13), 986622. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.986622>
- Zeng, C. (2025). The effects of students' backgrounds, attitudes, and ICT familiarity on mathematical literacy: Latent profile analysis and lasso regression. *Education and Information Technologies*, 30(5), 5451-5475. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13028-9>
- Zhang, J., Zhao, N., & Kong, Q. P. (2019). The relationship between math anxiety and math performance: A meta-analytic investigation. *Frontiers in Psychology*, (10), 1613. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01613>
- Zheng, B., Chang, C., Lin, C., & Zhang, Y. (2021). Self-efficacy, academic motivation, and self-regulation: How do they predict academic achievement for medical students? *Medical Science Educator*, (31), 125-130. <https://doi.org/10.1007/s40670-020-01143-4>

- Zhu, Y., Liu, X., Xiao, Y., & Sindakis, S. (2024). Mathematics anxiety and problem-solving proficiency among high school students: Unraveling the complex interplay in the knowledge economy. *Journal of the Knowledge Economy*, (15), 20516-20546. <https://doi.org/10.1007/s13132-023-01688-w>
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice*, 41(2), 64-70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2
- Živanović, D., Javorac, J., Bošnjaković, J., Mikić, A., Jovin, V. M., Medić, S. P., & Glomazić, H. (2024). The impact of test anxiety on academic achievement of students: Measurement, risk factors, and interventions. *Croatian Journal of Education*, 26(4). <https://doi.org/10.15516/cje.v26i4.5964>
- Živković, M., Pellizzoni, S., Doz, E., Cuder, A., Mammarella, I., & Passolunghi, M. C. (2023). Math self-efficacy or anxiety? The role of emotional and motivational contribution in math performance. *Social Psychology of Education*, (26), 579-601. <https://doi.org/10.1007/s11218-023-09760-8>