



Öğrencilerin Matematik Başarısını Yordayan Faktörler: PISA 2022 Türkiye Örneği

Neziha Çağlayan¹Selahattin Gelbal²

MAKALE BİLGİLERİ

DOI: 10.29299/kefad.1687058

Yükleme: 29.04.2025

Düzeltilme: 14.11.2025

Kabul: 16.01.2026

Anahtar Kelimeler:

PISA 2022,

Matematik Başarısı,

Sosyoekonomik Durum,

Aracılık Etkisi

ÖZ

Bu çalışmada, PISA 2022 Türkiye örneğine ait, 15 yaş grubundaki 7250 öğrenci üzerinden elde edilen veriler doğrultusunda; sosyoekonomik durum, matematik kaygısı, matematikte çaba ve azim ile matematik öğretmeni desteği değişkenlerinin matematik başarısını cinsiyet değişkenine göre ne şekilde etkilediği incelenmiştir. Bunun yanında, matematik kaygısı ve matematikte çaba ve azim değişkenlerinin sosyoekonomik durum ve matematik öğretmeni desteği değişkenleri aracılığı ile matematik başarısını etkileme durumlarını belirlemek amacı ile yol analizi modeli oluşturulmuştur. Analizlerde PISA'nın PVMATH01-PVMATH10 değerleri, her olası değer için ayrı ayrı modellenmesi ve sonuçların Rubin birleştirme kurallarıyla bütünleştirilmesi yoluyla kullanılmış; ayrıca tasarım uyumlu standart hatalar, W_FSTUWT ve W_FSTR1 ve W_FSTR80 ağırlıkları esas alınarak elde edilmiştir. Bulgular, sosyoekonomik durum, matematik kaygısı, matematikte çaba ve azim değişkenlerinin hem kız hem erkek öğrencilerde matematik performansını anlamlı bir şekilde etkilediği, matematik öğretmeni desteğinin sadece kız öğrencilerde matematik başarısı üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunduğu yönündedir. Analiz sonuçları; matematikte gösterilen çaba ve azim ile matematik kaygısının, öğrencilerin matematik başarısıyla olan ilişkisi üzerinde sosyoekonomik durumun yarı aracılık rolü üstlendiğini göstermektedir. Elde edilen bulgular, matematikte gösterilen çaba ve azmin öğrencilerin matematik başarısıyla olan ilişkisi üzerinde matematik öğretmeni desteğinin yarı aracılık rolü üstlendiğini; matematik kaygısı ile matematik başarısı arasındaki ilişki üzerinde matematik öğretmeni desteğinin aracılık rolü üstlenmediğini belirtmektedir.

1. Giriş

Hızla değişen ekonomik, sosyal ve teknolojik dinamikler her alanda olduğu gibi eğitim sistemini de çok boyutlu bir şekilde etkilemektedir. Süreç boyunca, bireylerin değişen dünya koşullarına uyum sağlayabilmeleri ve sürekli öğrenme becerisi kazanabilmeleri için eğitim politikalarının ve içeriklerinin güncellenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, Türkiye'nin de aralarında bulunduğu birçok ülke eğitim politikalarını 21. yüzyıl becerileri odağında değerlendirmiş ve yeni politikalar sunmuştur. Ülkelerin eğitim anlamında politikalarının oluşumunda uluslararası gözlem ve değerlendirmelerin sunduğu veriye dayalı bilgi ve yorumların yeri oldukça önemli hâle gelmiştir (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2024).

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) tarafından yürütülen Uluslararası Değerlendirme Programı (PISA) eğitim sistemlerinin 21. Yüzyıl becerilerini kazandırmada ülkelerin durumunu ölçmek amacıyla öne çıkan bir çalışmadır. PISA'nın temel amacı, zorunlu eğitimin sonuna

yaklaşan 15 yaşındaki öğrencilerin modern toplumlarda tam anlamıyla yer alabilmeleri için gerekli olan temel bilgi ve becerileri ne ölçüde edindiklerini değerlendirmektir (OECD, 2017). PISA 2022 ile öğrencilerin matematik, okuma ve fen alanındaki yeterlilikleri, dijital okuryazarlık, eleştirel düşünme, problem çözme becerileri gibi çağdaş yetkinlikleri incelenirken; aynı zamanda öğrencilerin sosyoekonomik durumu, duyuşsal özellikleri ve öğrenmeye yönelik tutumları da kapsamlı bir şekilde ele alınmaktadır (OECD, 2023). Bu sayede, öğrencilerin bilişsel yetkinliklerinin yanı sıra, öğrenme süreçlerini etkileyen duyuşsal ve sosyal faktörlerin de akademik başarı üzerindeki etkisi değerlendirilebilmektedir.

PISA 2022 uygulamasındaki matematik başarısını etkileyen temel psikososyal ve sosyoekonomik değişkenleri bütüncül bir yapısal model çerçevesinde incelemeyi amaçlayan bu çalışma, matematik kaygısı, matematikte çaba ve azim, matematik öğretmeni desteği ve sosyoekonomik durumun öğrencilerin matematik performansı üzerindeki etkilerinin

Sorumlu Yazar¹ : Neziha Çağlayan, Millî Eğitim Bakanlığı, Türkiye, nezihacaglayan@gmail.com

Yazar² : Selahattin Gelbal, Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi, Türkiye, gelbal@hacettepe.edu.tr

cinsiyete göre nasıl farklılaştığını incelemeyi; ayrıca sosyoekonomik durum ve öğretmen desteği değişkenlerinin kaygı ile çaba ve azim değişkenlerinin matematik başarısına etkisinde üstlenebileceği olası aracılık rolünü değerlendirmeyi hedeflemektedir. PISA verilerine dayalı olarak kurulan bu modeller, öğrencilerin matematik performansını yalnızca bilişsel yeterliklerle sınırlı olmayan; duyuşsal özellikler, öğrenmeye yönelik öznel deneyimler, öğretmenle kurulan öğrenme ilişkisi ve sosyoekonomik çevrenin birlikte şekillendirdiği çok boyutlu bir süreç olarak ele alma gereksiniminden hareketle tasarlanmıştır. Bu yaklaşım ile Türkiye’de gözlenen matematik başarı farklılıklarının altında yatan faktörlerin, PISA’nın özgün örnekleme ve ölçme yapısına uygun analitik yaklaşımlar kullanılarak, daha kapsamlı ve geçerli biçimde anlaşılmasına katkı sağlanacaktır.

PISA 2022’de incelenen temel değişkenlerden biri, demografik ve sosyal göstergelerin bileşimi olan sosyoekonomik düzeydir. PISA 2022 uygulamasında sosyoekonomik düzey, öğrencilerin ebeveynlerinin eğitim düzeyi ve mesleki durumu ile evde sahip oldukları eğitimsel imkânları (kendine ait oda, çalışma masası, bilgisayar vb.) kapsayan Ekonomik, Sosyal ve Kültürel Durum (ESKD) indeksi aracılığıyla ölçülmektedir (MEB, 2024). PISA 2022 sonuçlarına göre, düşük sosyoekonomik düzeye sahip öğrenciler sınırlı kaynaklar nedeniyle eğitimde daha dezavantajlı bir konumda yer alırken, yüksek sosyoekonomik düzeye sahip öğrenciler daha nitelikli eğitim olanaklarından yararlanarak daha yüksek akademik başarı düzeylerine ulaşabilmektedir. Bu etkinin bazı ülkelerde eğitim politikaları yoluyla azaltılabildiği, bazı ülkelerde ise belirgin biçimde devam ettiği görülmektedir (OECD, 2023). Alanyazında yer alan çok sayıda çalışma, sosyoekonomik düzeyin özellikle matematik gibi analitik beceriler gerektiren alanlarda öğrencilerin akademik başarısını güçlü biçimde yordadığını ortaya koymaktadır (Chiu ve diğerleri, 2022; Mullis ve Martin, 2016; Muñoz ve diğerleri, 2025; Ortega-Rodríguez, 2024; Şahin ve diğerleri, 2025). Yüksek sosyoekonomik düzeyin, öğrencilerin matematik kaygılarını azaltarak (King ve diğerleri, 2024) çaba, azim ve motivasyonlarını artırması (Eccles ve Wigfield, 2002; Reardon, 2011) yoluyla hem bilişsel hem de duyuşsal süreçler üzerinden akademik başarıyı doğrudan ve dolaylı biçimde etkilediği söylenebilir. Bu yönüyle sosyoekonomik düzey, öğrencilerin akademik başarısında kritik bir değişken olarak değerlendirilmektedir.

Başarıyı etkileyen sosyal ve ekonomik koşulların yanında PISA 2022 çalışması ile aynı zamanda duyuşsal faktörler de ele alınmıştır. Bu kapsamda, ele alınan matematik kaygısı faktörü; öğrencilerin matematiğe yönelik çeşitli ifadelerle katılımlarını değerlendirme dereceleri ile belirlenmeye çalışılmıştır (OECD, 2023). Matematik kaygısının aritmetik ve problem çözmeye karşı geliştirilen bir önyargı (Ashcraft ve Krause, 2007) ya da yalnızca zihinsel bir stres faktörü değil, aynı zamanda beyindeki acı ağlarını harekete geçiren

bir duygusal tepki (Lyons ve Beilock, 2012) olarak ele alındığı çalışmalar mevcuttur. OECD yayımladığı "Does Math Make You Anxious?" başlıklı raporunda, matematik kaygısını öğrencilerin matematikle ilgili görevler sırasında yaşadıkları stres ve endişe olarak tanımlamıştır (OECD, 2015). Raporda, matematik kaygısının öğrencilerin performansını olumsuz etkilediği ve bu kaygının, öğrencilerin matematik derslerine yönelik tutumlarıyla ilişkili olduğu vurgulanmaktadır. PISA 2022 verileri, matematik kaygısının yüksek olduğu ülkelerde öğrencilerin genel matematik performanslarının düşük olma eğiliminde olduğunu ortaya koymuştur (OECD, 2023).

Nörobilim araştırmaları, kaygının çalışma belleğini ve yürütücü bilişsel süreçleri azalttığını tutarlı biçimde göstermektedir (Eysenck ve diğerleri, 2007; Moran, 2016). Bu bulgularla uyumlu olarak matematik kaygısı konusunda yapılan birçok çalışma, matematik kaygısının öğrencilerin matematik performansını olumsuz etkilediğini ortaya koymaktadır (Maloney ve Beilock, 2012; Namkung ve diğerleri, 2019; Ramirez ve diğerleri, 2020). Bu etkinin okul öncesi gibi erken dönemlerden itibaren gözlenebilir olduğu (Barroso ve diğerleri, 2021; Harari ve diğerleri, 2013) ve sınıf seviyesi ilerledikçe öğrenilen konuların artması ve yaklaşan sınav uygulamaları ile belirgin şekilde yükseldiği aktarılmıştır (Oksal ve diğerleri, 2016). Matematik kaygısı, farklı faktörlerden kaynaklanabilir. Bunlara örnek olarak düşük öz yeterlik inancı (Bandura, 1997; Du, 2021; Shimizu, 2025), öğrencilere uygulanan süre kısıtlamalı testler (Ashcraft ve Moore, 2009), olumsuz öğretmen tutumları (Jackson ve Leffingwell, 1999), yüksek aile beklentisi (Gresham, 2007), matematiğin zor bir ders olduğuna dair yaygın inanışlar (Boaler, 2016; Dowker ve diğerleri, 2016) verilebilir. Matematik kaygısının ve kaygıya sebep olan faktörlerin öğrencilerin akademik başarılarını nasıl etkilediğini değerlendirmek için kapsamlı ve karşılaştırmalı veriler gerekmektedir. Bu bağlamda; PISA verilerinden yararlanılarak, öğrencilerin matematik başarısı ile matematik kaygısı arasındaki ilişkinin önemli görülen diğer faktörler ile analiz edilmesinin öğrencilerin akademik başarılarını etkileyen temel faktörlerin belirlenmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

PISA uygulamalarında öğrencilerin akademik performanslarını ve motivasyonlarını belirlediği düşünülüp araştırmaya dahil edilen bir diğer duyuşsal faktör sebat olarak da adlandırılan matematikte çaba ve azimdir. Öğrencilerin PISA 2022’de matematikte çaba ve azim düzeyleri, matematikte çaba gösterme ve ısrarcı olma davranışlarını ne sıklıkla sergilediklerine dair değerlendirmelerini yansıtmaktadır (OECD, 2024). Birçok çalışmada öğrencinin matematik dersine yönelik çaba ve azmini desteklemek, öğretme ve öğrenmeyi iyileştirmek için önemli bir yol olarak gösterilmektedir (Bettinger ve diğerleri, 2018; DiNapoli, 2019; National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2014). Matematiksel akıl

yürütme, mantıklı bir planı takip ederken karşılaşılan bilişsel ve duyuşsal zorlukların üstesinden gelmek için çaba ve azim gerektirir (Barnes, 2019). Öğrencilerin zorlu matematiksel görevler karşısında pes etmeden çözüm arayışında bulunmaları, onların akademik başarılarını olumlu yönde etkilemektedir. Araştırmalar, matematikte çaba ve azmin matematik kaygısı, sosyoekonomik faktörler, motivasyon, öz düzenleyici etkenler, öğretmen desteği, sınıf ortamı gibi çeşitli değişkenlerle de ilişkili olduğunu göstermektedir (DiNapoli ve Miller, 2022; Freeburn ve Arbaugh, 2017; Jungert ve diğerleri, 2019; Usher ve diğerleri, 2019; Widiasari, 2020; Wilburne ve Dause, 2017; Xu ve diğerleri, 2021). Bu bağlamda, matematikte çaba ve azmin farklı değişkenlerle olan ilişkisini belirlemek öğrenme süreçlerinin daha etkili şekilde desteklenmesine olanak sunabilir.

Öğrencilerin akademik başarıları üzerinde bilişsel ve duyuşsal alanda etkisi olduğu düşünülen ve PISA 2022 çalışmasında ele alınan çevresel faktörlerden biri öğretmen desteğidir. Literatürde öğretmen desteğinin öğrencilerin matematik başarılarına nasıl doğrudan ve dolaylı yollarla katkı sunduğu ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Fu ve diğerleri, 2023; Hattie, 2009; Pianta ve diğerleri, 2012; Yu ve Singh, 2018; Zimmerman ve Schunk, 2011). Öğrencilerin öğretmenlerinden gördüğü duygusal ve akademik destek; çaba ve azim, öğrenci katılımı, motivasyon ve güvende hissetme gibi öğrenme sürecine olumlu katkı sağlayacağı düşünülen öğrenci özelliklerini güçlendirmektedir (Lee, 2022; Vlachopoulos ve Michailidou, 2006). Öğretmen desteğinin öz-yeterliliği artırarak (Federici ve Skaalvik, 2014) ve özerklik desteğine katkı sağlayarak (Jang ve diğerleri, 2012; Ryan ve Deci, 2000) öğrencilerin matematik dersine olan ilgilerini artırırken kaygı düzeylerini düşürdüğünü gösteren çalışmalar öğretmen desteğinin kaygı gibi diğer faktörler ile bağlantılı etkilerinin de akademik başarıda önemini ortaya koymaktadır. Bunun yanında, öğretmen desteğine yönelik algılar cinsiyet temelli farklılıklar gösterebilmekte ve bu durum öğrencilerin öğrenme süreçleri ve akademik başarılarında etkiler oluşturabilmektedir (Huang ve Liu, 2025; OECD, 2020; Opdenakker ve diğerleri, 2012; Zhu ve diğerleri, 2024). Bu doğrultuda, matematik öğretmeni desteğinin farklı cinsiyet grupları üzerindeki doğrudan etkisi; kaygı, çaba ve azim gibi duyuşsal özelliklerin öğretmen desteği aracılığıyla matematik başarısına dolaylı yoldan etkisi önemli görülmektedir.

Matematik başarısı incelenirken, kaygı, çaba ve azim, öğretmen desteği, sosyoekonomik durum gibi faktörlerin cinsiyet gibi demografik bir değişkenle birlikte ele alınması öğrenme süreçlerindeki farklılıkları görünür kılmaya açısından önemlidir. Cinsiyet ile diğer faktörler arasındaki ilişkilerin araştırılması, matematik başarısındaki farklılaşmaları yalnızca bilişsel düzeyde değil, öğrencinin deneyimlediği psikolojik süreçler üzerinden de anlamayı sağlar. Örneğin Türkiye dahil birçok ülkede kız öğrencilerde daha yüksek matematik kaygısı raporlanırken

(Danan ve Ashkenazi, 2022; OECD, 2023) akademik çaba düzeyi de kızlarda erkeklere göre anlamlı biçimde daha yüksek bulunmuştur (Duckworth ve Seligman, 2006; Park ve diğerleri, 2018). Bunun yanında alanyazın, kız öğrencilerin öğretmen desteğini daha yüksek algılayabildiğini (Jeong ve diğerleri, 2025; Ruzek ve diğerleri, 2016); erkeklerde daha güçlü ilgi ve başarı beklentilerinin raporlandığını (Else-Quest ve diğerleri, 2010) ve düşük sosyoekonomik durumun kız öğrencilerde kaygı ve özgüven üzerinden başarıyı daha olumsuz etkileyebildiğini (Chiu ve Xihua, 2008; OECD 2019, 2023) göstermektedir. Dolayısıyla, matematik başarısını anlamlandırırken duyuşsal ve sosyoekonomik özelliklerin cinsiyet ile ele alınması, başarıdaki farklılıkları daha derinlemesine anlamaya olanak tanıyarak, öğrenci ihtiyaçlarına duyarlı öğretim stratejilerinin geliştirilmesine zemin hazırlayabilecektir.

PISA 2022 uygulamasında ele alınan sosyoekonomik durum, matematik kaygısı, matematikte çaba ve azim, matematik öğretmeni desteği değişkenlerinin her biri, öğrenci başarısını şekillendiren kritik bileşenler olarak literatürde öne çıkmaktadır. Sosyoekonomik statü, bireyin eğitim olanaklarına erişimini ve akademik gelişimini etkilerken; matematik kaygısı, öğrenme sürecini ve başarıyı olumsuz yönde etkileyen psikolojik bir durum olarak düşünülmektedir. Bunun yanında; matematikte çaba ve azim öğrencilerin matematik dersine karşı gösterdiği kararlılık ve sebat ile zorluklara karşı yılmadan devam ederek kalıcı başarılar elde etmesine yardımcı olurken matematik öğretmeni desteği öğrencinin motivasyon, özgüven ve öğrenme ilgisi gibi durumlarını etkileyerek başarıyı şekillendirebilmektedir. Bu değişkenlerin tek başına başarıya etkilerinin yanında, PISA 2022 verileri kullanılarak yapılan çalışmada; kaygı, öğretmen desteği, çaba ve azim ile sosyoekonomik durumun matematik başarısı üzerindeki etkileri cinsiyet değişkeni temelinde incelenmiş; ayrıca matematik öğretmen desteği ve sosyoekonomik durumun aracılık rolü üzerinden, kaygı ile çaba ve azmin matematik başarısına etkileri yapısal eşitlik modellemesi (yol analizi) yöntemiyle analiz edilmiştir.

Bu kapsam doğrultusunda çalışma belirli araştırma soruları ve hipotezler üzerine yapılandırılmıştır. Araştırma soruları şu şekildedir: (1) Matematik kaygısı, matematikte çaba ve azim, öğretmen desteği ve sosyoekonomik durum değişkenlerinin matematik başarısı üzerindeki etkileri cinsiyete göre farklılık göstermekte midir? (2) Matematik öğretmeni desteği ile sosyoekonomik durum, matematik kaygısı ile çaba ve azim değişkenlerinin matematik başarısı üzerindeki etkilerinde aracılık rolü üstlenmekte midir? Bu araştırma kapsamında test edilen hipotezler ise şu şekildedir: (H1) Matematik kaygısı, matematikte çaba ve azim, matematik öğretmen desteği ve sosyoekonomik durum değişkenlerinin matematik başarısı üzerindeki etkileri cinsiyete göre farklılaşmaktadır. (H2) Sosyoekonomik durum ve öğretmen desteği, matematik

kaygısı ile çaba ve azmin matematik başarısı üzerindeki etkilerinde aracılık rolü üstlenmektedir.

2. Yöntem

2.1. Desen

Araştırmada ilk olarak PISA 2022 Türkiye örnekleminin sosyoekonomik durum (ESCS), matematik kaygısı (ANXMAT), matematik öğretmeni desteği (TEACHSUP), matematikte çaba ve azim (MATHPERS) değişkenlerinin matematik başarısını farklı cinsiyetteki öğrencilerde ne şekilde yordadığı ilişkisel desenlerden çoklu doğrusal regresyon ile incelenmiştir. Regresyon çözümlemesi, bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin matematiksel modellerle açıklanarak bağlantılar bulunması şeklinde özetlenmiştir (Alpar, 2021). Araştırmada ikinci olarak, matematik kaygısı ile matematikte çaba ve azim değişkenlerinin matematik başarısı ile ilişkilerinde sosyoekonomik durum ve matematik öğretmeni desteğinin aracılık rolü, yol analizi kullanılarak incelenmiştir. Yol analizi sayısal değişkenler arasındaki yapısal ilişkiyi kestirmek ve bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerindeki toplam etkilerinin ne kadarının doğrudan ya da dolaylı olduğunu gösteren bir yöntemdir (Karakaya ve Alpar, 2021). Oluşturulan yol analizi modeli aracılığıyla değişkenler arasındaki ilişkiler incelendiğinden, araştırma ilişkisel araştırma türü kapsamında gerçekleştirilmiştir. İlişkisel araştırma türü, değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü ve gücünü ortaya koymayı amaçlar (Büyüköztürk, 2015).

2.2. Örneklem

PISA 2022 Türkiye uygulamasının evrenini Türkiye genelinde 15 yaşını doldurmuş, 16 yaşını geçmemiş ve en az 7 yıl örgün eğitime devam eden yaklaşık 933.400 öğrenci oluşturmaktadır (OECD, 2024). Araştırmanın örneklemini ise Türkiye'nin 60 ilinden, farklı türlerdeki (Anadolu lisesi, fen lisesi, sosyal bilimler lisesi, Anadolu güzel sanatlar lisesi, çok programlı Anadolu lisesi, Anadolu imam hatip lisesi, mesleki ve teknik Anadolu lisesi) 196 okulda eğitim görmekte olan 15 yaşındaki 7250 öğrenci oluşturmaktadır. Örneklem, OECD tarafından önerilen standartlara uygun olarak iki aşamalı tabakalı örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Birinci aşamada okul örnekleminin belirlenmesi için okul türü, İstatistikî Bölge Birimleri Sınıflaması (İBBS) Düzey 1, okulun idari biçimi, okulun konumu ve cinsiyet dağılımı tabakaları kullanılmıştır. İkinci aşamada ise seçilen okullarda uygulamaya katılacak olan öğrenciler seçkisiz olarak belirlenmiştir (MEB, 2024).

2.3. İşlem

Bu araştırmada kullanılan veriler, OECD tarafından yürütülen PISA 2022 uygulamasına ait Türkiye örnekleminde elde edilmiştir. Uygulama belirlenen okullarda 15 yaş grubundaki öğrencilere yönelik olarak bilgisayar temelli testler ve anketler aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Veri toplama süreci, OECD'nin

standart protokolleri doğrultusunda yürütülmüş olup, araştırmacı doğrudan veri toplamamıştır.

2.4. Veri Toplama Araçları

2.4.1. PISA 2022 veri toplama süreci

Araştırmada OECD tarafından internet ortamında erişime sunulan PISA 2022 veri tabanı kullanılmıştır. PISA 2022 Türkiye uygulamasına dahil olan öğrenciler, iki saat süren bilişsel test oturumlarına katılmış; ardından 35 dakikalık öğrenci anketlerine cevap vermişlerdir. Bu ankette öğrencilerin kendisi, ailesi ve evi ile ilgili sorular; hayatları hakkındaki düşünceleri, okula yönelik tutumları ve öğrenme süreçlerine yönelik sorular yer almaktadır. Araştırmada, öğrencilerin matematik okuryazarlık test puanları, matematik kaygısı (ANXMAT), matematikte çaba ve azim (MATHPERS), matematik öğretmeni desteği (TEACHSUP) ve sosyoekonomik durum (ESCS) değişkenlerine ilişkin anket yanıtları ile cinsiyet (ST004D01T) değişkeni analizlere dâhil edilmiştir. Türkiye'ye ait tüm veriler, PISA tarafından belirlenen teknik standartları karşılamış ve raporlama için uygun görülmüştür (MEB, 2024).

Çalışmanın bağımlı değişkeni olan matematik başarısının bir göstergesi olarak her bir katılımcı öğrencinin PISA 2022 matematik başarı puanları 10 olası değer şeklinde (PVMATH01-PVMATH10) rapor edilmiştir. Olası değer metodolojisi, her bir katılımcı ülkenin verilerinden tahmin edilen örtük regresyon modellerini kullanarak, her bir alan için tek bir nokta tahmini yerine her bir öğrenci için birden fazla olasılık değerleri oluşturur (OECD, 2024). Teste verilen yanıtlara göre matematik puanlarının kestirimi Madde Tepki Kuramı kullanılarak yapılmıştır. Bunun yanında sosyoekonomik statü, matematik kaygısı, matematik öğretmeni desteği, matematikte çaba ve azim ve cinsiyet değişkenleri bağımsız değişkenlerdir. PISA uygulamasında değişkenlerin yer aldığı anket soruları Madde Tepki Kuramı kullanılarak ölçek puanlarına dönüştürülmüştür.

2.5. Veri Analizi

Verilerin analizi sürecinde, yapısal ilişkilere geçilmeden önce matematik kaygısı, matematikte çaba ve azim ile matematik öğretmeni desteği gizil değişkenlerinin kız ve erkek öğrenciler için aynı şekilde ölçülüp ölçülmediğini belirlemek amacıyla ölçme değişmezliği analizleri *R-lavaan* paketi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tüm modeller, ordinal maddeler için uygun olan WLSMV kestiricisi kullanılarak tahmin edilmiştir (Brown, 2015; Rosseel, 2012). Bu kapsamda cinsiyete göre yapısal değişmezlik, metrik değişmezlik, ölçek değişmezliği ve katı değişmezlik düzeyleri, çok gruplu doğrulayıcı faktör analizi çerçevesinde test edilmiştir (Vandenberg ve Lance, 2000). Ölçme değişmezliği aşamaları (yapısal, metrik, ölçek ve katı değişmezlik) arasındaki model-veri uyumunu değerlendirmek amacıyla χ^2 , RMSEA ($\leq .08$), SRMR ($\leq .08$), CFI ($\geq .95$) ve TLI ($\geq .95$) uyum indeksleri ile aşamalar

arasındaki farkları yansıtan ΔCFI değerlerinin mutlak büyüklüğü dikkate alınmıştır (Chen, 2007; Cheung ve Rensvold, 2002; Schermelleh-Engel ve diğerleri, 2003).

Araştırmada PISA 2022 Türkiye uygulamasındaki sosyoekonomik statü, matematik kaygısı, öğretmen desteği ve cinsiyet bağımsız değişkenlerinin matematik başarısı bağımlı değişkeni üzerindeki etkilerini ölçmek için çoklu doğrusal regresyon analizi kullanılmıştır. Verilerin analizi için IDB Analyzer yazılımı kullanılmıştır. IDB Analyzer yazılımı geniş ölçekli test verilerinde örneklem ağırlıklarını ve olası değerleri dikkate alarak analiz yapabilen bir program (Arıkan ve diğerleri, 2020) olması sebebi ile tercih edilmiştir. PISA 2022 verisinde öğrenci düzeyi örneklem ağırlıkları için Final Trimmed Nonresponse Adjusted Student Weight (W_FSTUWT) kullanılmıştır. Analizlerde standart hatalar, PISA'nın çok aşamalı örnekleme tasarımına uygun olarak replikasyon ağırlıkları (W_FSTR1-W_FSTR80) kullanılarak elde edilmiştir.

Bu çalışmada değişkenler arasındaki doğrudan ve dolaylı etkiler yapısal eşitlik modellemesi (SEM) kullanılarak incelenmiştir. Dolaylı etkilere ilişkin yorumlar, Hayes'in (2013, 2018) aracılık analizine ilişkin kavramsal yaklaşımı doğrultusunda yapılmış; dolaylı etkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve doğrudan etkinin anlamlılığını koruduğu durumlar yarı (kısmi) aracılık olarak değerlendirilmiştir. Dolaylı etkilerin istatistiksel anlamlılığı, PISA verilerinin karmaşık örnekleme yapısı dikkate alınarak Jackknife replikasyon ağırlıklarıyla elde edilen tasarıma duyarlı standart hatalara dayalı %95 güven aralıklarının (%95 CI) sıfırı içerip içermemesine göre belirlenmiştir (Asparouhov ve Muthén, 2010; OECD, 2014; Rubin, 1987).

Matematik kaygısı ile matematikte çaba ve azim değişkenlerinin sosyoekonomik statü ve matematik öğretmeni desteği değişkenleri aracılığı ile matematik başarısını etkileme durumlarını incelemek üzere, SEM analizlerinin yürütülmesinde R-lavaan paketi kullanılmıştır. R-lavaan paketi, SEM literatüründe önerilen parametrik tahmin süreçlerinin, dolaylı etki hesaplamalarının ve model uyum indekslerinin doğrudan uygulanmasına olanak tanımaktadır (Rosseel, 2012). Bu yaklaşım sayesinde model yapısı esnek biçimde tanımlanmış, aracılık ilişkileri açıkça test edilmiş, dolaylı etkiler hesaplanmış ve robust standart hatalara dayalı parametre kestirimleri ve test istatistikleri raporlanmıştır. SEM analizinde PISA'nın karmaşık örnekleme yapısını dikkate almak amacıyla, lavaan.survey paketi kullanılarak örneklem ağırlıkları (W_FSTUWT) ve tekrar ağırlıkları (W_FSTR1-W_FSTR80) modele entegre edilmiştir. PISA verilerinde matematik başarısını temsil eden PVMATH01-PVMATH10 olası değerleri için yapısal eşitlik modelleri her bir olası değer üzerinden ayrı ayrı kestirilmiş; elde edilen parametre tahminleri ve standart hatalar Rubin kuralları doğrultusunda mitools paketinde yer alan MIcombine işlevi kullanılarak birleştirilmiştir. Bu yaklaşım, PISA metodolojisiyle uyumlu biçimde olası değerler

arasındaki belirsizliğin analiz sonuçlarına yansıtılmasını sağlamaktadır.

Kullanılan veri seti çoklu doğrusal regresyon analizi ve yol analizinin gereklilikleri açısından incelenmiştir. İlk olarak veri setinde yer alan kayıp veriler belirlenmiştir. Bağımsız değişkenler arasındaki matematik kaygısı (ANXMAT) değişkeninden 191; matematikte çaba ve azim (MATHPERS) değişkeninden 7; öğretmen desteği (TEACHSUP) değişkeninden 33 eksik veri bulunmuştur. Eksik verilerin rastgele olup olmadığını test etmek amacıyla Little'ın MCAR testi uygulanmış ve sonuçlar ($\chi^2=22.022$, $df=16$, $p=.142$) eksik veri mekanizmasının MCAR olduğunu ($p>.05$), dolayısıyla kayıp veri örüntüsünün tamamen yansız olduğunu göstermiştir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Bu çalışmada eksik veri, PISA'nın resmi analiz ilkelerine uygun olarak tasarım temelli yöntemlerle ele alınmıştır. PISA uygulamalarında öğrenci başarılarının olası değerler ile temsil edilmesi ve bu çalışmada PVMATH01-PVMATH10 olası değerlerinin Rubin kuralları kullanılarak birleştirilmesi, analiz sürecinde ek bir çoklu atama yöntemine ihtiyaç duyulmamıştır. PISA regresyon analizleri için kullanılan IDB Analyzer, karmaşık örnekleme tasarımına uygun biçimde, eksik veriyi örnekleme tasarımının bir parçası olarak ele alır ve replikasyon ağırlıkları (W_FSTUWT ve W_FSTR1-W_FSTR80) aracılığıyla doğru standart hata tahminleri üretir (International Association for the Evaluation of Educational Achievement, 2022; OECD, 2009, 2024). Bu nedenle IDB Analyzer'da tasarım ağırlıklı hata hesaplama süreci eksik yanıtları otomatik olarak bütünleştirir. R ortamında yürütülen yapısal eşitlik modeli analizlerinde, matematik kaygısı, çaba ve azim ve matematik öğretmeni desteği değişkenlerinde gözlenen eksik veriler Full Information Maximum Likelihood (FIML) yöntemi kullanılarak model içerisinde ele alınmıştır. Bu yaklaşım sayesinde, gözlemler analiz dışı bırakılmadan tüm örneklemden yararlanılmış ve eksik verilerin rastgele kayıp (MAR) varsayımı altında oluşturabileceği yanlışlıklar en aza indirilmiştir (Enders, 2010; Little ve Rubin, 2019). Uç değerlere bakıldığında; değişkenlere ait standartlaştırılmış Z puanları incelenmiş ve $|z|>4.0$ olan herhangi bir değer olmadığı görülmüştür. Geniş örneklemlerde ($n>100$) normal dağılım için, Z puanı aralığı $|z|>4.0$ olarak kabul edilmiştir (Çokluk ve diğerleri, 2018). Bunun yanında, araştırmada normal dağılımın belirlenmesi için tüm değişkenlerin çarpıklık ve basıklık katsayıları incelenmiş ve değerlerin $|1.96|$ 'dan küçük olduğu görülmüştür. Çarpıklık ve basıklık değerlerinin %1 güven aralığı için istatistik değer aralığının ± 1.96 olması beklenmekteyken (Tabachnick ve Fidell, 2013) çarpıklık ve basıklık değerleri +2 ile -2 aralığındaki olan verilerin de normal dağılım gösterdiği kabul edilmektedir (George ve Mallery, 2010). Bu durumda araştırmada kullanılan veri setinde bulunan değişkenlerin normal dağılım gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Değişkenlere ilişkin çarpıklık ve basıklık katsayıları ve betimsel istatistik verileri Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1.*PISA 2022 Türkiye örnekleminde değişkenlere ilişkin betimsel istatistikler*

Değişkenler	N	Ort.	SS	Min	Max	Çarpıklık	Basıklık	SH
Matematik Başarısı	7245	455.30	89.30	240.90	751.80	.27	-.49	1.04
Sosyoekonomik Durum	7245	-1.18	1.17	-5.35	2.86	.21	-.58	.02
Matematik Kaygısı	7059	.60	1.22	-2.40	2.64	-.19	.12	.01
Matematikte Çaba ve Azim	7069	-.13	1.06	-3.13	2.83	.05	1.01	.01
Matematik Öğretmeni Desteği	7129	-.24	1.13	-2.91	1.56	-.11	-.14	.01

Not. N: Gözlem Sayısı; Ort.: Aritmetik Ortalama; SS: Standart Sapma; Min: Minimum; Max: Maksimum; SH: Standart Hata.

Değişkenler arasındaki çoklu doğrusallık durumu; bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında hesaplanan korelasyon değerleri, değişkenlere ilişkin tolerans ve varyans artış faktörü (VIF) değerleri ile incelenmiştir. Elde edilen veriler Tablo 2 ve Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 2.*Değişkenler arasındaki korelasyon katsayıları*

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Matematik Başarısı (1)	1				
Sosyoekonomik Durum (2)	.36**	1			
Matematik Kaygısı (3)	-.13**	-.05**	1		
Matematikte Çaba ve Azim (4)	.17**	.05**	-.28**	1	
Matematik Öğretmeni Desteği (5)	-.01	-.02	-.10**	.23**	1

Not. $p < .05^*$; $p < .01^{**}$; $p < .001^{***}$.

Değişkenler arasındaki korelasyonların incelenmesinde .00 ile .30 arasındaki korelasyonlar düşük; .30 ile .70 arasındaki korelasyonlar orta; .71 ve üzeri korelasyonlar yüksek ilişkinin göstergesi olarak yorumlanmaktadır (Büyüköztürk, 2015). Bunun yanında, $r > .90$ düzeyindeki korelasyonlar çoklu bağlantı probleminin işaretidir (Çokluk ve diğerleri, 2018). Sosyoekonomik durum ile matematik başarısı değişkenleri arasındaki korelasyon (.36) Tablo 2'de verilen en yüksek korelasyondur ve orta düzey korelasyon olarak yorumlanır. Tablo 2'de verilen korelasyon sonuçlarına göre bağımsız değişkenler arasındaki korelasyonlar .90 değerinden düşük olduğundan çoklu doğrusallık problemi bulunmadığı görülmektedir.

Tablo 3.*Değişkenlere ilişkin tolerans ve VIF değerleri*

Değişkenler	Tolerans	VIF
Sosyoekonomik Durum	.99	1.00
Matematik Kaygısı	.91	1.09
Matematikte Çaba ve Azim	.87	1.14
Matematik Öğretmeni Desteği	.94	1.06

Not. VIF: Variance Inflation Factor

Tablo 3'te verilen tolerans değerlerinin .10'dan büyük olduğu; VIF değerlerinin ise 2'den küçük olduğu görülmektedir. VIF değerinin 5 ya da 10'un üzerinde olması güçlü çoklu bağlantının bir göstergesi olarak belirtilmiştir (Alpar, 2021). Elde edilen tolerans ve VIF değerleri ile değişkenler arasında çoklu doğrusallık problemi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. PISA 2022 Türkiye örnekleminde oluşan veri seti çoklu doğrusal regresyon analizinin yapılması için gereklilikleri karşılamıştır.

3. Bulgular

Bu çalışmada, yapısal analizler gerçekleştirilmeden önce ölçme değişmezliğinin farklı cinsiyet grupları açısından sağlanma durumu değerlendirilmiştir. Matematik kaygısı, matematikte çaba ve azim ile matematik öğretmeni desteği gizil değişkenlerinin kız ve erkek öğrenciler arasında ölçme değişmezliği, çok gruplu doğrulayıcı faktör analizi kullanılarak test edilmiş, elde edilen bulgular Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4.*Cinsiyete göre ölçme değişmezliğine ilişkin uyum indeksleri*

Model	χ^2	sd	χ^2/df	RMSEA	SRMR	TLI	CFI	Δ CFI
Yapısal	2558	232	11.0	.05	.07	.95	.96	-
Metrik	2711	246	11.0	.05	.07	.95	.96	.002
Ölçek	2649	264	10.0	.05	.07	.96	.96	.001
Katı	2761	276	10.0	.05	.07	.96	.96	.002

Not. χ^2 : Ki-Kare Uyum İstatistiği; sd: Serbestlik Derecesi; χ^2/sd : Normalize Edilmiş Ki-Kare; RMSEA: Root Mean Square Error Of Approximation; SRMR: Standardized Root Mean Square residual; TLI: Tucker-Lewis İndex; CFI: Comparative Fit İndex; Δ CFI: Change İn Comparative Fit İndex.

Yapısal değişmezlik modeline ilişkin uyum indeksleri incelendiğinde, modelin her iki grupta da iyi düzeyde uyum verdiği görülmektedir (RMSEA=.055, SRMR=.071, TLI=.956, CFI=.963). Yapısal ve metrik modeller arasındaki karşılaştırmada Δ CFI değerinin .002 olduğu belirlenmiş, bu değer .01 eşik değerinin altında kalması nedeniyle metrik değişmezliğin sağlandığı sonucuna ulaşılmıştır. Metrik değişmezlik modeline ait uyum indekslerinin de kabul edilebilir düzeyde olduğu görülmektedir ($\chi^2/sd=11.00$, RMSEA=.055, SRMR=.073, TLI=.956, CFI=.961). Ölçek değişmezliği aşamasında, metrik ve ölçek değişmezliği modelleri arasındaki Δ CFI değerinin .001 olduğu ve .01 eşik değerinin altında kaldığı belirlenmiştir. Bu bulgu, ölçek değişmezliğinin sağlandığını göstermektedir. Ölçek değişmezliği modeline ait uyum indeksleri de kabul edilebilir düzeydedir ($\chi^2/sd=10.00$, RMSEA=.053, SRMR=.071, TLI=.961, CFI=.962). Son aşama olan katı değişmezlik analizinde ise ölçek ve katı değişmezlik modelleri arasındaki Δ CFI değerinin .002 olduğu görülmüştür. Bu değer .01 eşik değerinin altında kalması, katı değişmezliğin de sağlandığını göstermektedir. Katı değişmezlik modeline ait uyum indeksleri incelendiğinde, modelin kabul edilebilir uyum verdiği belirlenmiştir ($\chi^2/sd=10.00$, RMSEA=.053, SRMR=.073, TLI=.961, CFI=.960).

Sonuç olarak, çok gruplu doğrulayıcı faktör analizi ile elde edilen bulgular doğrultusunda Δ CFI \leq .01 ölçütü ve uyum iyiliği indeksleri (RMSEA \leq .08, SRMR \leq .08, TLI \geq .95, CFI \geq .95) birlikte değerlendirildiğinde, matematik kaygısı, matematikte çaba ve azim ile matematik öğretmeni desteği

gizil değişkenlerinin kız ve erkek öğrenciler arasında tam ölçme değişmezliği sağladığı belirlenmiştir.

Ölçme değişmezliğinin sağlandığının belirlenmesinin ardından, bu kısımda araştırmanın alt amaçlarına yönelik elde edilen bulgular verilmiştir. İlk olarak; PISA 2022 Türkiye verileri ile yapılan çalışmada sosyoekonomik durum, matematik kaygısı, matematik öğretmeni desteği ile matematikte çaba ve azim değişkenlerinin öğrencilerin matematik başarılarını yordama düzeylerinin farklı cinsiyetteki öğrenci gruplarında nasıl değiştiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bağımlı bir değişkeni yordayan bağımsız değişkenlerin incelenmesi için çoklu regresyon analizi kullanılmıştır. IDB programı ile yapılacak çoklu doğrusal regresyon analizinin çıktısında grupların ortalamaları arasındaki fark *t* değeri olarak verilmektedir. Grup ortalamaları arasındaki farkın anlamlı kabul edilebilmesi için, %95 güven aralığında *t*-testi uygulandığında $t \geq |1,96|$ olması (Hair ve diğerleri, 2019) gerekmektedir. Regresyon modellerinde değişkenlerin modele yaptığı katkıyı değerlendirmek amacıyla Cohen'in (1988) *f*² etki büyüklüğü değerleri incelenmiştir. Bu sınıflandırmaya göre *f*² etki büyüklüğü .02 ile .14 arası küçük, .15 ile .34 arası orta ve .35 ve üzeri büyük etki olarak değerlendirilmektedir. Bu çerçevede, çalışmada kız ve erkek öğrenciler için kurulan regresyon modellerinde her bir değişkene ait *f*² değerleri hesaplanmış ve değişkenlerin matematik başarısına katkıları bu sınıflamaya göre değerlendirilmiştir. Örneklem ağırlıklandırma ve olası değerler dikkate alınarak elde edilen sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5.*Değişkenlerin cinsiyete göre regresyon analizi sonuçları*

Değişkenler	Kız Öğrenciler				Erkek Öğrenciler			
	B	β	<i>t</i>	<i>f</i> ²	B	β	<i>t</i>	<i>f</i> ²
Sosyoekonomik Durum	24.98	.34	15.46**	.14	27.03	.34	16.97**	.141
Matematik Kaygısı	-7.79	-.10	-5.17**	.01	-3.30	-.04	-2.33*	.003
Matematikte Çaba ve Azim	14.97	.17	8.55**	.03	11.86	.14	7.42**	.022
Matematik Öğretmeni Desteği	-5.54	-.07	-3.14**	.01	-2.14	-.03	-1.41	.001

Not. B: Standartlaştırılmamış Regresyon Katsayısı; β : Standartlaştırılmış Regresyon Katsayısı; *t*: *t* değeri; *f*²: Cohen'in Etki Büyüklüğü; *p*<.05*, *p*<.01*, *p*<.001**

Tablo 5 incelendiğinde, sosyoekonomik durum kız öğrencilerde ($t=15.46$; $p<.01$) ve erkek öğrencilerde ($t=16.97$; $p<.01$) olmak üzere; sosyoekonomik durum kız ve erkek öğrencilerde matematik performansının anlamlı bir yordayıcısı olarak bulunmuştur. Matematik kaygısı kız öğrencilerde ($t=-5.17$; $p<.01$) ve erkek öğrencilerde ($t=-2.33$; $p<.05$) olmak üzere; matematik kaygısı kız ve erkek öğrencilerde matematik performansının anlamlı bir yordayıcısı olarak bulunmuştur. Matematikte çaba ve azim kız öğrencilerde ($t=8.55$; $p<.01$) ve erkek öğrencilerde ($t=7.42$; $p<.01$) olmak üzere; matematikte çaba ve azim kız ve erkek öğrencilerde matematik performansının anlamlı bir yordayıcısı olarak bulunmuştur. Matematik öğretmeni desteği kız öğrencilerde ($t=3.14$; $p<.01$) ve erkek öğrencilerde ($t=1.41$; $p>.05$) olmak üzere; matematik öğretmeni desteği kız öğrencilerde matematik performansının anlamlı bir yordayıcısı olarak bulunmuşken erkek öğrencilerde matematik performansının anlamlı bir yordayıcısı olarak bulunmamıştır.

Cohen'in (1988) sınıflamasına göre değişkenlerin matematik başarısını açıklamadaki etki büyüklükleri incelendiğinde; sosyoekonomik durumun hem kız ($f^2=.146$) hem erkek öğrencilerde ($f^2=.141$) küçük-orta etki arasında, orta etkiye çok yakın bir büyüklükte olduğu görülmüştür. Matematikte çaba ve azim değişkeni hem kızlarda ($f^2=.032$) hem de erkeklerde ($f^2=.022$) küçük düzeyde etki göstermiştir. Buna karşın kız öğrencilerde matematik kaygısı ($f^2=.014$) ve öğretmen desteği ($f^2=.012$) değişkenlerinin etki büyüklükleri oldukça düşük düzeyde kalmış; küçük fakat zayıf etkiler üretmiştir. Erkek öğrencilerde matematik kaygısı ($f^2=.003$) ihmal edilebilir düzeye yakın ancak anlamlı ($t=-2.33$; $p<.05$) etki göstermiştir. Bu bulgular, modelde en anlamlı katkının sosyoekonomik durum değişkeninden geldiğini, diğer değişkenlerin ise matematik başarısını açıklamada görece sınırlı bir etki sunduğunu göstermektedir.

Araştırma kapsamında oluşturulan regresyon modelinin matematik performansına ilişkin varyansı ne kadar açıklayabildiğine ilişkin R^2 değerleri ise Tablo 6'da verilmiştir. Tablo 6 incelendiğinde sosyoekonomik durum, matematik kaygısı, matematik öğretmeni desteği ile matematikte çaba ve azim değişkenlerinin öğrencilerin matematik performanslarını açıklama düzeyinin kız öğrencilerde %18, erkek öğrencilerde ise %15 olduğu görülmektedir. Bu sonuca dayalı olarak kız öğrencilerde incelenen bağımsız değişkenlerin matematik performanslarını yordama gücünün erkek öğrencilere göre %3 daha fazla olduğu söylenebilir.

Tablo 6.

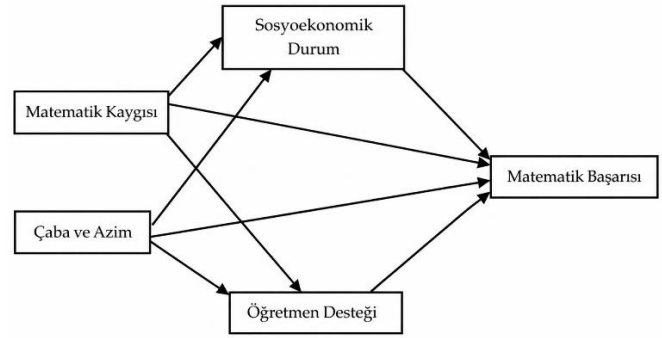
Değişkenlerin matematik başarısını açıklama düzeyine ilişkin R^2 değerleri

Cinsiyet	R^2	Std. R^2	SH	p
Kız	.18	.18	.01	.01**
Erkek	.15	.15	.01	.02*

Not. R^2 : Açıklanan Varyans Oranı; Std. R^2 : Standartlaştırılmış Açıklanan Varyans; SH: Standart Hata;

p: Anlamlılık Düzeyi. $p<.05^*$, $p<.01^*$, $p<.001^{**}$.

Araştırmanın bir diğer alt amacı; "PISA 2022 Türkiye verileri ile yapılan çalışmada matematik kaygısı ve matematikte çaba ve azim değişkenleri matematik öğretmeni desteği ve sosyoekonomik durum değişkenleri aracılığı ile matematik başarısını etkilemekte midir?" sorusuna yanıt bulmaktır. Bu doğrultuda Şekil 1'de oluşturulan aracılık modeli gösterilmektedir.



Şekil 1. Matematik başarısını kestirmeye yönelik oluşturulan yol analizi modeli

Oluşturulan yapısal model, R-lavaan paketi kullanılarak analiz edilmiş ve modelin uyumuna ilişkin temel istatistikler elde edilmiştir. Hesaplanan uyum indeksleri ile literatürde önerilen sınır değerleri (Brown, 2015; Hooper ve diğerleri, 2008; MacCallum ve diğerleri, 1996; Şencan, 2005; Sümer, 2000; Tabachnick ve Fidell, 2013; Thompson, 2004) Tablo 7'de karşılaştırmalı olarak sunulmaktadır.

Tablo 7.

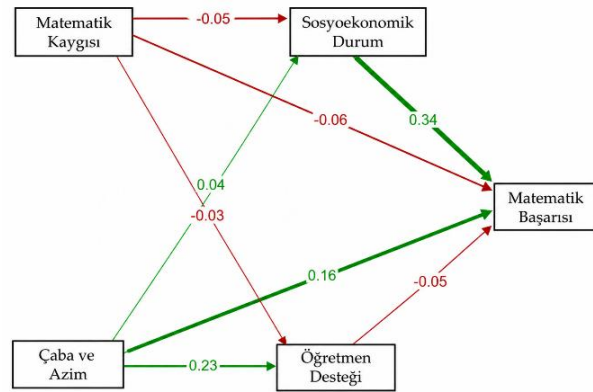
Yol analizine ilişkin uyum indeksleri

Uyum İndeksleri	İyi Uyum	Kabul Edilebilir Uyum	Model İndeksleri
χ^2	-	-	4.64
p	-	-	.03
df	-	-	1.00
χ^2/df	$.00 \leq \chi^2/df \leq 2.00$	$2.00 \leq \chi^2/df \leq 8.00$	4.64
RMSEA	$.00 \leq RMSEA \leq .05$	$.05 \leq RMSEA \leq .08$.01
CFI	$.95 \leq CFI \leq 1.00$	$.80 \leq CFI \leq .95$.99
SRMR	$.00 \leq SRMR \leq 0.05$	$.05 < SRMR \leq .08$.004
TLI	$.95 \leq TLI \leq 1.00$	$.90 < TLI \leq .95$.99

Not. χ^2 : Ki-Kare Uyum İstatistiği; p : Anlamlılık Düzeyi; df : Serbestlik Derecesi; χ^2/df : Normalize Edilmiş; Ki-Kare; RMSEA: Root Mean Square Error of Approximation; CFI: Comparative Fit Index; SRMR: Standardized Root Mean Square Residual; TLI: Tucker-Lewis Index.

Tablo 7’de yer alan yol analizine ait uyum indeks değerlerine göre $\chi^2=4.64$, $\chi^2/df=4.64$, $p<.05$ ve χ^2/df oranının 5’ten küçük olduğu görülmüştür. Kurulan yol modelinde gizil değişken bulunmaması ve yapısal yolların tam olarak tanımlı olması nedeniyle model neredeyse tam belirlenmiştir. Bu nedenle χ^2 testinin serbestlik derecesi literatürde belirtildiği gibi düşük ($df=1$) çıkmıştır (Bollen, 1989; Kline, 2016). χ^2/df oranı 5’e kadar olan oranlar yeterli uyum olarak kabul edilmektedir (Çokluk ve diğerleri, 2018). Bu durumda elde edilen χ^2/df oranı modelde kabul edilebilir bir uyumu ortaya koymaktadır. Model uyumunun değerlendirilmesinde örneklem büyüklüğünün χ^2/df oranını etkilemesi ile karşılaşılabilecek sorunları önlemek adına RMSEA, CFI, SRMR, TLI gibi indeksler geliştirilmiştir (Brown, 2015; Şencan, 2005; Tabachnick ve Fidel, 2013). Güncel SEM literatüründe, özellikle büyük örneklem ve robust kestirimler söz konusu olduğunda, CFI, TLI, RMSEA ve SRMR’nin daha güvenilir uyum göstergeleri sunduğu belirtilmektedir (Brown, 2015; Kline, 2016). Bu çalışmada bulunan uyum indeks değerleri RMSEA=.01, CFI=.99, SRMR=.004 ve TLI=.99 olarak bulunmuştur. Uyum indekslerinin iyi uyum göstermesi, yol analizi modelinin doğrulandığını ortaya koymaktadır. Matematikte çaba ve azim, matematik kaygısı, sosyoekonomik durum ve öğretmen desteği değişkenlerinin matematik başarıları üzerindeki doğrudan

ve dolaylı etkilerini gösteren yapısal model, R ortamında gerçekleştirilen analizler sonucunda elde edilen standartlaştırılmış yol katsayılarıyla birlikte Şekil 2’de sunulmaktadır.



Şekil 2. Matematik başarılarını yordayan yapısal model ve standartlaştırılmış yol katsayıları

Yol analizi modelindeki değişkenler arasındaki doğrudan ve dolaylı ilişkiler aşağıda verilen Tablo 8’de yer almaktadır.

Tablo 8.

Matematik başarısını yordayan değişkenlere ilişkin yol analizi etki katsayıları

	β	B	t	SH	%95 CI
Çaba ve Azim → Sosyoekonomik Durum	.04	.05	3.21*	.01	[.018, .074]
Kaygı → Sosyoekonomik Durum	-.05	-.05	-4.00*	.01	[-.076, -.026]
Çaba ve Azim → Öğretmen Desteği	.23	.25	15.81*	.01	[.215, .276]
Kaygı → Öğretmen Desteği	-.03	-.02	-1.80	.01	[-.050, .002]
Sosyoekonomik Durum → Matematik Başarısı	.34	26.11	27.79*	.01	[24.27, 27.95]
Öğretmen Desteği → Matematik Başarısı	-.05	-3.55	-3.41*	.01	[-5.58, -1.51]
Çaba ve Azim → Matematik Başarısı	.16	13.27	12.10*	.01	[11.12, 15.42]
Kaygı → Matematik Başarısı	-.06	-5.64	-5.56*	.01	[-7.62, -3.65]
Çaba ve Azim → Sosyoekonomik Durum → Matematik Başarısı	.01	1.20	3.20*	-	[.46, 1.94]
Kaygı → Sosyoekonomik Durum → Matematik Başarısı	-.02	-1.33	-3.94*	-	[-1.99, -.67]
Çaba ve Azim → Öğretmen Desteği → Matematik Başarısı	.01	-.87	-3.31*	-	[-1.38, -.35]
Kaygı → Öğretmen Desteği → Matematik Başarısı	.001	.08	1.56	-	[-.02, .19]

Not. β : Standartlaştırılmış Yol Katsayısı; B: Standartlaştırılmamış Yol Katsayısı; t: t Değeri; SH: Standart Hata; %95 CI: %95 Güven Aralığı. $p < .05^*$

Tablo 8'de incelenen aracılık etkilerinden biri matematikte çaba ve azim değişkeninin sosyoekonomik durum aracılığı ile matematik başarısına etkisidir. Bu değişkenler arasındaki ilişki ele alındığında; matematikte çaba ve azim değişkeninden sosyoekonomik durum değişkenine ($\beta=.04$, $p<.05$) ve sosyoekonomik durum değişkeninden matematik başarısı değişkenine ($\beta=.34$, $p<.05$) olan doğrudan etkiler anlamlı bulunmuştur. Matematikte çaba ve azim değişkeninin matematik başarısı üzerindeki doğrudan etkisi ($\beta=.16$, $p<.05$) sosyoekonomik durum değişkeninin aracı değişken olarak eklenmesi sonucunda ($\beta=.01$, $B=1.20$, %95 CI [.46, 1.94]) anlamlılığını korumuştur. Doğrudan etkinin aracı değişken modele dâhil edildiğinde anlamlılığını koruması ve dolaylı etkinin de istatistiksel olarak anlamlı bulunması, sosyoekonomik durumun söz konusu ilişkide yarı aracılık rolü üstlendiğini göstermektedir.

Tablo 8'de ele alınan bir başka aracılık etkisi matematikte çaba ve azim değişkeninin matematik öğretmeni desteği aracılığı ile matematik başarısına etkisidir. Bu değişkenler arasındaki ilişki ele alındığında; çaba ve azim değişkeninden öğretmen desteği değişkenine ($\beta=.23$, $p<.05$) ve öğretmen desteği değişkeninden matematik başarısı değişkenine ($\beta=-.05$, $p<.05$) olan doğrudan etkileri anlamlı bulunmuştur. Matematikte çaba ve azim değişkeninin matematik başarısı değişkenine olan doğrudan etkisi ($\beta=.16$, $p<.05$) öğretmen desteği değişkeninin aracı değişken olarak eklenmesi sonucunda ($\beta=.01$, $B=-.87$, %95 CI [-1.38, -.35]) anlamlılığını korumuştur. Bu bulgular, matematik öğretmeni desteğinin, matematikte çaba ve azim ile matematik başarısı arasındaki ilişki üzerinde yarı aracılık rolü üstlendiğini göstermektedir.

Tablo 8'de ele alınan bir diğer aracılık etkisi; matematik kaygısının sosyoekonomik durum aracılığı ile

matematik başarısına etkisidir. Bu etki ele alındığında, matematik kaygısı değişkeninden sosyoekonomik durum değişkenine ($\beta=-.05$, $p<.05$) ve sosyoekonomik durum değişkeninden matematik başarısı değişkenine ($\beta=.34$, $p<.05$) olan doğrudan etkileri anlamlı bulunmuştur. Kaygı değişkeninin matematik başarısı değişkenine olan doğrudan etkisi ($\beta=-.06$, $p<.05$) sosyoekonomik durum değişkeninin aracı değişken olarak eklenmesi sonucunda ($\beta=-.02$, $B=-1.33$, %95 CI [-1.99, -.67]) anlamlılığını korumuştur. Bu durumda, sosyoekonomik durum değişkeni, matematik kaygısının matematik başarısına etkisini yarı aracılık ederek yönlendirmektedir.

Tablo 8'de ele alınan farklı bir aracılık ilişkisi; matematik kaygısının matematik öğretmeni desteği aracılığı ile matematik başarısına etkisidir. Bulgular, matematik kaygısından öğretmen desteğine giden yolun anlamlı olmadığını ($\beta=-.03$, $p>.05$); matematik öğretmeni desteği değişkeninden matematik başarısı değişkenine ($\beta=-.05$, $p<.05$) olan doğrudan etkinin anlamlı olduğunu; öğretmen desteği aracılığıyla hesaplanan dolaylı etkinin istatistiksel olarak anlamlılık göstermediğini ($\beta=.001$, $B=.08$, %95 CI [-.02, .19]) ortaya koymuştur. Bu sonuç, öğretmen desteğinin matematik başarısını anlamlı yordayan bir değişken olmasına karşın, matematik kaygısının başarı üzerindeki etkisini açıklayan bir aracı mekanizma olarak işlev görmediğine işaret etmektedir. Başka bir ifadeyle, matematik kaygısının olumsuz etkileri öğretmen desteği düzeyi üzerinden aktarılmamakta; bu etki büyük ölçüde doğrudan yollar ve diğer değişkenler aracılığıyla gerçekleşmektedir.

Oluşturulan yol analizi modelinden elde edilen bulgular; sosyoekonomik durum değişkeninin, matematikte çaba ve azim ile matematik başarısı arasındaki ilişki üzerinde yarı aracılık rolü üstlendiğini göstermektedir. Bunun yanında; matematik öğretmeni desteği değişkeninin, matematikte çaba ve azim ile

matematik başarısı arasındaki ilişkide yarı aracılık rolü üstlendiği analiz bulguları ile ortaya konulmuştur.

4. Tartışma

PISA 2022 Türkiye örneklemini kullanılarak matematik başarısına etki eden doğrudan ve dolaylı etkileri ortaya koymayı amaçlayan bu çalışmada ilk olarak; sosyoekonomik durum, matematik kaygısı, matematikte çaba ve azim değişkenlerinin hem kız hem erkek öğrencilerin matematik başarısı üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Değişkenler arasından sosyoekonomik durum matematik başarısını belirleyen en güçlü faktör olarak öne çıkmaktadır. Matematik kaygısı öğrencilerin matematik başarısını olumsuz şekilde etkilerken çaba ve azim matematikte başarıya ulaşmayı sağlayan kritik faktörlerden biri olarak değerlendirilmektedir. Bunun yanında ulaşılan bir diğer sonuç; matematik öğretmeni desteği kız öğrencilerde matematik başarısını anlamlı bir şekilde etkilemekteyken, erkek öğrencilerin matematik başarısında anlamlı bir etkisi bulunmamıştır. Bu durum, ele alınan değişkenlerin erkek ve kız öğrenciler üzerinde farklı etkilere sahip olabileceğini göstermektedir. Araştırmanın ikinci amacı kapsamında, matematikte çaba ve azim ile matematik kaygısının matematik başarısı üzerindeki etkilerinde sosyoekonomik durumun yarı aracılık rolü üstlendiği belirlenmiştir. Benzer şekilde, öğretmen desteğinin de matematikte çaba ve azim ile matematik başarısı üzerindeki etkisinde yarı aracılık rolü üstlendiği, ancak öğretmen desteğinin matematik kaygısı ile matematik başarısı arasındaki ilişkide aracı bir rol üstlenmediği görülmüştür.

Bu çalışmada kız ve erkek öğrenciler için ayrı ayrı yürütülen regresyon analizlerinden elde edilen etki büyüklükleri incelendiğinde, matematik başarısını yordayan değişkenlerden matematik kaygısı ile çaba ve azim değişkenlerinin her iki cinsiyet grubunda, öğretmen desteği değişkeninin ise yalnızca kız öğrencilerde küçük düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı etki büyüklükleri sergilediği görülmektedir. Buna karşın sosyoekonomik durum değişkeninin hem kız hem de erkek öğrencilerde küçük-orta etki aralığında ve orta etkiye oldukça yakın bir etki büyüklüğü ortaya koyması, yapısal faktörlerin akademik başarı üzerindeki belirleyici rolünü açık biçimde ortaya koymaktadır. Literatürde de vurgulandığı üzere, bu tür küçük etki büyüklükleri bireysel düzeyde sınırlı görünse dahi, geniş öğrenci kitlelerine yönelik öğretim uygulamaları ve eğitim politikaları yoluyla sistematik biçimde hayata geçirildiğinde birikimli ve uzun vadeli akademik kazanımlar oluşturma potansiyeline sahiptir (Kraft, 2020; OECD, 2019). Matematik başarısının bireysel özellikler, aileye ilişkin faktörler, okul bağlamı ve daha geniş toplumsal koşulların eşzamanlı ve etkileşimli etkileri altında şekillenen çok boyutlu bir yapı olduğu dikkate alındığında, tek bir yordayıcı değişkenin matematik başarısına yaptığı katkının görece sınırlı

kalmaması, büyük ölçekli değerlendirmeler bağlamında beklenen ve PISA metodolojisinin çok boyutlu başarı anlayışıyla uyumlu bir durum olarak değerlendirilebilir (OECD, 2014).

Matematik öğretmeni desteğinin matematik başarısı üzerindeki etkisi, birçok araştırmada ele alınmış ve farklı bulgularla ortaya konmuştur (Hughes ve diğerleri, 2012; Liu, 2024; Tan ve diğerleri, 2025; Tao ve diğerleri, 2022; Wullschleger ve diğerleri, 2025). Erkek ve kız öğrencilerin öğretmenleriyle kurdukları ilişkilerde niteliksel farklılıklar yaşadığını; bu farklılıkların da akademik katılım, özgüven ve başarı üzerinde belirleyici olabildiğini (Hamre ve Pianta, 2006); kız öğrencilerin öğretmen desteğine daha duyarlı olduğunu ve bu desteği daha yüksek düzeyde algıladıklarını rapor eden çalışmaların (Lam ve diğerleri, 2012; Malecki ve Demaray, 2003) bulguları bu araştırma bulguları ile örtüşmektedir. Bununla birlikte, literatürde aksi yönde sonuçlar belirten çalışmalara da rastlanmaktadır. Roorda vd. (2011) tarafından yürütülen çalışmada öğretmen desteğinin hem kız hem de erkek öğrenciler için önemli bir etki yarattığı; ancak erkek öğrencilerin özellikle olumsuz öğretmen tavırlarından daha fazla etkilendiği; Hughes (2011) tarafından yapılan çalışmada öğretmenle kurulan pozitif ilişkilerin, erkek öğrencilerin sınıf içi katılım ve başarı düzeyinde artış sağladığı bildirilmiştir. Dolayısıyla, öğretmen desteğinin kız ve erkek öğrenciler üzerindeki etkisini anlamak için daha derinlemesine analizlerin yapılması ve diğer faktörler ile etkileşimlerinin dikkate alınması önem arz etmektedir.

Alan yazında sosyoekonomik durum matematik başarısı üzerinde birçok araştırmada belirleyiciliği önemli bir faktör olarak belirtilmiştir (King ve Trinidad, 2021; Li ve diğerleri, 2021; Wang ve Li, 2014). Sosyoekonomik durumun matematik başarısı üzerindeki etkisi PISA Türkiye verileri ile yapılan çalışmalar (Aydın ve diğerleri, 2012; Dolu, 2020; Güler, 2013; Yolsal, 2016) ile de desteklenmektedir ve sonuçlar bu çalışmanın bulguları ile örtüşmektedir. Düşük sosyoekonomik düzeye sahip çocuklar, okul öncesi dönemde dahi yüksek sosyoekonomik düzeye sahip akranlarına kıyasla daha düşük akademik beceriler sergilemekte ve örgün eğitim sürecinde öğrenme güçlüğü yaşama açısından daha yüksek risk taşıyabilmektedir (Muñez ve diğerleri, 2025). Yüksek sosyoekonomik düzeydeki öğrencilerin, akademik başarılarını destekleyecek farklı sosyal ve kültürel imkânlarla sahip olma ve ailelerin desteği ayrıcalığı ile öğrenme süreçlerini daha verimli hale getirerek akademik performanslarını artırma fırsatına sahip olduğu düşünülebilir. Yapılan bu çalışma ile hem kız hem erkek öğrenciler için sosyoekonomik durumun matematik başarısının anlamlı bir yordayıcısı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanında, çalışmada sosyoekonomik durumun; matematik kaygısı ile çaba ve azim değişkenlerinin matematik başarısı

üzerindeki etkisinde yarı aracılık rolü üstlendiği vurgulanmıştır.

Literatürde matematikte çaba ve azmin matematik başarısı üzerindeki etkisi, farklı araştırmalarda çeşitli bulgularla ele alınmış (Ekmekçi ve Serrano, 2022; Ellington ve Frederick, 2010; Schmerse ve Zitzmann, 2021); özellikle PISA verilerine dayalı çalışmalar (Chin ve Xihua, 2008; Kutlu ve diğerleri, 2017), çaba ve azmin başarıyla anlamlı biçimde ilişkili olduğunu ve bu düzey arttıkça matematik başarı puanlarının da yükseldiğini ortaya koymuştur. Bu bulgularla tutarlı olarak, mevcut çalışmanın sonuçları çaba ve azmin matematik başarısını hem doğrudan hem de sosyoekonomik durum ve öğretmen desteği aracılığıyla dolaylı olarak yordadığını göstermektedir. Öğrencilerin çaba ve azim düzeylerinin matematik başarısına etkisinde sosyoekonomik durumun anlamlı rol oynadığı (Diemer ve diğerleri, 2013; OECD, 2019), çaba ve azmin öğretmen desteğiyle birlikte ele alındığında başarı üzerindeki etkisinin güçlendiği (Wang ve diğerleri, 2023), öğretmen desteğinin öğrencilerin akademik çabalarının başarıya dönüşmesinde önemli bir aracı olduğu (Wetzel, 2009) farklı çalışmalarla da desteklenmektedir. Sonuç olarak, sosyoekonomik düzeyin sağladığı öğrenme olanakları ve öğretmen desteği, öğrencilerin matematikte gösterdikleri çaba ve azmin akademik başarıya dönüşmesini önemli ölçüde etkileyen faktörler olarak değerlendirilebilir.

Matematik kaygısının matematik başarısı ile olumsuz ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki içinde olduğunu ortaya koyan çalışmalar bulunmaktadır (Caviola ve diğerleri, 2025; Lau ve diğerleri, 2024; Zuo ve diğerleri, 2024). Buna karşılık, bazı araştırmalarda matematik kaygısı ile başarı arasındaki ilişkinin özellikle bazı yaş gruplarında anlamlı olmadığı rapor edilmiştir (Cargnelutti ve diğerleri, 2017; Çoban, 2018). Bu çalışmadan elde edilen bulgular, matematik kaygısının matematik başarısı ile hem doğrudan hem de sosyoekonomik durum aracılığıyla dolaylı olarak ilişkili olduğunu göstermektedir. Bulgular, matematik kaygısının başarıyla olan olumsuz ilişkisinin sosyoekonomik açıdan dezavantajlı gruplarda daha belirgin olduğuna işaret eden çalışmalarla (del Río ve diğerleri, 2025), duyuşsal değişkenlerin akademik başarı üzerindeki etkisinin sosyoekonomik durumla yakından ilişkili olduğunu vurgulayan araştırmalarla (Wang ve Eccles, 2013) ve kaygı düzeyi arttıkça matematik başarısının azaldığını rapor eden PISA verilerine dayalı önceki çalışmalarla (Chan ve Liem, 2023; Ortega-Rodríguez, 2025; Xiao ve Sun, 2021) tutarlıdır. Güre vd. (2020) tarafından PISA 2015 matematik okuryazarlığını etkileyen faktörleri belirlemek üzerine yapılan çalışmada, Türkiye’de matematik okuryazarlığını en çok etkileyen faktörün kaygı olduğu ve önemli diğer faktörler arasında öğretmen ilgisi faktörünün olduğu belirtilerek; öğretmen desteğinin matematik kaygısını

azaltması ile başarıyı etkilediği vurgulanmıştır. Ancak bu çalışmada elde edilen bulgular, matematik kaygısı ile öğretmen desteği arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını ve öğretmen desteğinin matematik kaygısı ile matematik başarısı arasındaki ilişkide aracı bir rol üstlenmediğini ortaya koymuştur. Bu bulgunun olası açıklamalarından biri, öğretmen desteğinin PISA bağlamında öğrencilerin algılarına dayalı olarak ölçülmesi ve bu algının, öğrencilerin içsel ve duyuşsal bir yapısı olan matematik kaygısıyla doğrudan örtüşmemesi olabilir (Eccles ve Wigfield, 2002). Dolayısıyla bu çalışmanın bulguları, öğretmen desteğinin matematik başarısı açısından önemli bir faktör olduğunu desteklemekle birlikte, matematik kaygısını azaltan doğrudan bir mekanizma olarak her zaman gösterilemeyebileceğini vurgulamaktadır. Matematik kaygısı ile ilgili yapılacak çalışmaların öğretmen desteği ile sınırlı kalmaması, aynı zamanda duyuşsal ve çevresel değişimleri hedefleyen yaklaşımlarla desteklenmesi gerektiği çıkarılabilir.

Çalışmanın bulgularından bir diğeri, sosyoekonomik durum ile matematikte çaba ve azmin matematik başarısını pozitif yönde anlamlı olarak etkilediği; bunun yanında öğretmen desteğinin matematik başarısı üzerinde negatif yönlü anlamlı bir etki katsayısı sergilediğidir. Öğretmen desteğinin akademik olarak zorlanan, kaygı düzeyi yüksek veya düşük performans gösteren öğrencilere yöneltildiği çeşitli çalışmalarda belirtilmektedir (Koşir ve Tement, 2014; Nurmi, 2012). Öğretmen desteğinin matematik başarısıyla ilişkisi incelendiğinde, yüksek destek algısı her zaman yüksek başarıya işaret etmeyebilir; tersine öğrencinin mevcut başarı düzeyinin düşük olması nedeniyle daha fazla desteğe ihtiyaç duyduğunu yansıtabilir. Böyle bir durumda öğretmen desteği ile başarı arasında gözlenen negatif ilişki, desteğin başarıyı düşürdüğü anlamına gelmeyip, düşük başarıya verilen reaktif bir yanıtı yansıtıyor olabilir. Ayrıca modele matematik kaygısı ve sosyoekonomik durum gibi değişkenler dahil edildiğinde, öğretmen desteğinin paylaştığı pozitif varyans temizlenerek katsayının negatifleşmesi suppression etkisine (MacKinnon ve diğerleri, 2000) işaret ediyor olabilir. Dolayısıyla öğretmen desteğinin matematik başarısı ile ilişkisi öğrencilerin duyuşsal özellikleri ve öğrenme bağlamı dikkate alınarak değerlendirilmelidir.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular, Türkiye’de matematik başarısını artırmaya yönelik eğitim politikalarının yalnızca bilişsel kazanımlara odaklanmakla sınırlı kalmaması gerektiğini göstermektedir. Sosyoekonomik durumun matematik başarısı üzerindeki belirleyici etkisi, Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yürütülen dezavantajlı bölgeleri destekleyici politikaların önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, sosyoekonomik açıdan dezavantajlı okullara yönelik akademik destek

programlarının, öğrenme materyallerine erişimin ve okul temelli kaynakların güçlendirilmesi, matematik başarısındaki eşitsizliklerin azaltılmasına katkı sağlayabilir.

Matematik kaygısı, çaba ve azim ile öğretmen desteği gibi duyuşsal değişkenlerin küçük fakat anlamlı etkiler üretmesi, öğretmen eğitimi ve mesleki gelişim programlarında bu alanlara daha fazla ağırlık verilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Özellikle öğretmen adaylarının ve görevdeki öğretmenlerin, matematik kaygısını azaltmaya yönelik sınıf içi stratejiler, öğrencilerin çaba ve azmini destekleyen öğretim yaklaşımları ve destekleyici öğretmen-öğrenci etkileşimleri konusunda güçlendirilmesi, uzun vadede öğrenci başarısını arttıracak uygulamalar arasında değerlendirilebilir. Bu doğrultuda öğretmenlere matematik öğretiminde sosyal ve duyuşsal boyutları kapsayan nitelikli hizmet içi eğitimlerin sunulması önerilmektedir.

Çalışmanın alana önemli katkılarından biri, PISA metodolojisiyle uyumlu analitik yaklaşımın açık ve sistematik biçimde uygulanmasıdır. Analiz sürecinde, örneklem ağırlıkları, replikasyon ağırlıkları ve olası değerler dikkate alınarak matematik başarısını yordayan değişkenler arasındaki doğrudan ilişkiler tasarıma duyarlı biçimde incelenmiştir. Bunun yanı sıra, değişkenler arasındaki ilişkilerin yalnızca tek yönlü etkilerle sınırlı olmadığı varsayımından hareketle, dolaylı ilişkiler ve aracılık yapıları da analize dâhil edilmiş; bu sayede sosyoekonomik ve duyuşsal faktörlerin matematik başarısı üzerindeki etkileşimli etkileri bütüncül bir çerçevede ele alınmıştır. Elde edilen bulgular, her bir olası değer için ayrı ayrı tahmin edilen sonuçların uygun birleştirme kuralları doğrultusunda bütünleştirilmesiyle raporlanmış ve böylece PISA verilerinin karmaşık örnekleme yapısına metodolojik olarak tutarlı bir analiz yaklaşımı sunulmuştur.

Çalışmanın başlıca sınırlılıklarından biri, çalışmada ele alınan değişkenler arasındaki ilişkileri açıklamada bazı bireysel ve çevresel faktörlerin kapsam dışında bırakılmış olmasıdır. Ayrıca, analizler PISA 2022 Türkiye örnekleme ile sınırlı tutulmuş olup, elde edilen bulguların farklı eğitim sistemlerine ve kültürel bağlamlara sahip ülkeler için doğrudan genellenmesi mümkün değildir. Bu bağlamda, gelecekte yapılacak araştırmaların PISA verilerinin ülkeler arası karşılaştırmalı analizler yoluyla incelenmesi ve farklı başarı düzeylerine ile sosyoekonomik özelliklere sahip öğrenci gruplarını kapsayacak biçimde tasarlanması, incelenen değişkenlerin akademik başarı üzerindeki etkilerinin daha ayrıntılı ve karşılaştırmalı olarak ortaya konmasına olanak sağlayabilir. Bu tür çalışmaların, eğitim politikalarının daha etkili biçimde geliştirilmesine ve öğrencilerin matematik başarılarını arttırmaya yönelik kanıta dayalı uygulamalara yol göstermesi beklenmektedir.

Etik Bildirim: Yapılan bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir. Bu çalışma, OECD tarafından yürütülen ve kamuya açık olarak sunulan PISA 2022 veri seti kullanılarak gerçekleştirilmiş olup, etik kurul onayı gerekmemektedir.

Yazar Katkıları: Yazarların çalışmaya katkısı eşit orandadır.

Finansman: Bu çalışma kapsamında herhangi bir finans desteği alınmamıştır.

Çıkar Çatışması: Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Veri Erişilebilirliği: Bu çalışmada kullanılan PISA 2022 verileri, OECD tarafından açık erişimli olarak resmî internet sitesinde yayımlanmaktadır.

Kaynakça

- Alpar, R. (2021). *Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel yöntemler* (6. bs.). Detay Yayıncılık.
- Arıkan, S., Özer, F., Şeker, V. ve Ertaş, G. (2020). Geniş ölçekli testlerde örneklem ağırlıklarının ve olası değerlerin önemi. *Journal of Measurement and Evaluation in Education and Psychology*, 11(1), 43–60.
- 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.
- Asparouhov, T. & Muthén, B. (2010). *Simple second-order chi-square correction* (Mplus technical appendix). Muthén & Muthén. https://www.statmodel.com/download/WLSMV_new_chi21.pdf
- Aydın, A., Sarier, Y. ve Uysal, Ş. (2012). Sosyoekonomik ve sosyokültürel değişkenler açısından PISA matematik sonuçlarının karşılaştırılması. *Eğitim ve Bilim*, 37(164).
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W. H. Freeman.
- Barnes, A. (2019). Perseverance in mathematical reasoning: The role of children's conative focus in the productive interplay between cognition and affect. *Research in Mathematics Education*, 21(3), 271–294. <https://doi.org/10.1080/14794802.2019.1590229>
- 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>
- Bettinger, E., Ludvigsen, S., Rege, M., Solli, I. F. & Yeager, D. (2018). Increasing perseverance in math: Evidence from a field experiment in Norway. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 146, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2017.11.032>
- Boaler, J. (2016). *Mathematical mindsets: Unleashing students' potential through creative math, inspiring messages and innovative teaching*. Jossey-Bass.
- Bollen, K. A. (1989). *Structural equations with latent variables*. Wiley.
- Brown, T. A. (2015). *Confirmatory factor analysis for applied research* (2. bs.). Guilford Press.
- Büyüköztürk, Ş. (2015). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum* (21. bs.). Pegem Akademi.
- Cargnelutti, E., Tomasetto, C. & Passolunghi, M. C. (2017). How is anxiety related to math performance in young students? A longitudinal study of Grade 2 to Grade 3 children. *Cognition and Emotion*, 31(4), 755–764. <https://doi.org/10.1080/02699931.2016.1147421>
- Caviola, S., Giofrè, D., Feraco, T., Toffalini, E., Allen, K. A. & Geary, D. C. (2025). Exploring the mediating role of academic anxiety in mathematics and reading performance among boys and girls: A comprehensive study of Italian fifth graders. *Learning and Individual Differences*, 122, 102726. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2025.102726>
- Chan, M. & Liem, G. A. D. (2023). Achievement goal profiles and their associations with math achievement, self-efficacy, anxiety and instructional quality: A single and multilevel mixture study. *British Journal of Educational Psychology*, 93(4), 1072–1088. <https://doi.org/10.1111/bjep.12620>
- Chen, F. F. (2007). Sensitivity of goodness of fit indexes to lack of measurement invariance. *Structural Equation Modeling*, 14(3), 464–504. <https://doi.org/10.1080/10705510701301834>
- Cheung, G. W. & Rensvold, R. B. (2002). Evaluating goodness-of-fit indexes for testing measurement invariance. *Structural Equation Modeling*, 9(2), 233–255. https://doi.org/10.1207/S15328007SEM0902_5
- Chiu, M. M. & Xihua, Z. (2008). Family and motivation effects on mathematics achievement: Analyses of students in 41 countries. *Learning and Instruction*, 18(4), 321–336. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.06.003>
- Çoban, M. (2018). *PISA 2012 bağlamında 9. sınıf öğrencilerinin matematiksel okuryazarlığının incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. bs.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. & Büyüköztürk, Ş. (2018). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL uygulamaları* (5. bs.). Pegem Akademi.
- Danan, Y. & Ashkenazi, S. (2022). The influence of sex on the relations among spatial ability, math anxiety and math performance. *Trends in Neuroscience and Education*, 29, Makale 100196. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2022.100196>
- del Río, M. F., Morales, M. F., Susperreguy, M. I. & Espinoza, A. M. (2025). Predictors and outcomes associated with early math anxiety: Parental factors, working memory and math performance. *Cognitive Development*, 75, Makale 101613. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2025.101613>
- Diemer, M. A., Wang, Q., Moore, T., Gregory, S. R., Hatcher, K. M. & Kang, K. (2013). Academic persistence among adolescents: A social capital perspective. *Journal of Adolescence*, 36(4), 609–620. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2013.04.002>
- DiNapoli, J. (2019, Kasım). *Getting better at sticking with it: Examining perseverance improvement in mathematics students* [Bildiri sunumu]. North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, St. Louis, MO, Amerika Birleşik Devletleri.

- DiNapoli, J. & Miller, E. K. (2022). Recognizing, supporting, and improving student perseverance in mathematical problem-solving: The role of conceptual thinking scaffolds. *The Journal of Mathematical Behavior*, 66, Makale 100965. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2022.100965>
- Dolu, A. (2020). Sosyoekonomik faktörlerin eğitim performansı üzerine etkisi: PISA 2015 Türkiye örneği. *İktisadi ve İdari Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 18(2), 41–58.
- Dowker, A., Sarkar, A. & Looi, C. Y. (2016). Mathematics anxiety: What have we learned in 60 years? *Frontiers in Psychology*, 7, Makale 508. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00508>
- Du, C., Qin, K., Wang, Y. & Xin, T. (2021). Mathematics interest, anxiety, self-efficacy and achievement: Examining reciprocal relations. *Learning and Individual Differences*, 91, Makale 102060. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2021.102060>
- Duckworth, A. L. & Seligman, M. E. P. (2006). Self-discipline gives girls the edge: Gender in self-discipline, grades, and achievement test scores. *Journal of Educational Psychology*, 98(1), 198–208. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.98.1.198>
- Eccles, J. S. & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53, 109–132. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>
- Ekmekçi, A. & Serrano, D. M. (2022). The impact of teacher quality on student motivation, achievement, and persistence in science and mathematics. *Education Sciences*, 12(10), Makale 649. <https://doi.org/10.3390/educsci12100649>
- Ellington, R. M. V & Frederick, R. (2010). Black high achieving undergraduate mathematics majors discuss success and persistence in mathematics. *Negro Educational Review*, 61(1–4), 107–132.
- Else-Quest, N. M., Hyde, J. S. & Linn, M. C. (2010). Cross-national patterns of gender differences in mathematics: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 136(1), 103–127. <https://doi.org/10.1037/a0018053>
- Enders, C. K. (2010). *Applied missing data analysis*. Guilford Press.
- Eysenck, M. W., Derakshan, N., Santos, R. & Calvo, M. G. (2007). Anxiety and cognitive performance: Attentional control theory. *Emotion*, 7(2), 336–353. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.7.2.336>
- Federici, R. A. & Skaalvik, E. M. (2014). Students' perceptions of emotional and instrumental teacher support: Relations with motivational and emotional responses. *International Education Studies*, 7(1), 21–36. <https://doi.org/10.5539/ies.v7n1p21>
- Freeburn, B. & Arbaugh, F. (2017). Supporting productive struggle with communication moves. *Mathematics Teacher*, 111(3), 176–181. <https://doi.org/10.5951/mathteacher.111.3.0176>
- Fu, D., Liu, Y. & Zhang, D. (2023). The relationship between teacher autonomy support and student mathematics achievement: A 3-year longitudinal study. *Educational Psychology*, 43(2–3), 187–206. <https://doi.org/10.1080/01443410.2023.2190064>
- George, D. & Mallery, P. (2010). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference* (10. bs.). Pearson.
- Gresham, G. (2007). A study of mathematics anxiety in pre-service teachers. *Early Childhood Education Journal*, 35(2), 181–188. <https://doi.org/10.1007/s10643-007-0174-7>
- Güler, H. K. (2013). Türk öğrencilerin PISA'da karşılaştıkları güçlüklerin analizi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(2), 501–522.
- Güre, Ö. B., Kayri, M. ve Erdoğan, F. (2020). PISA 2015 matematik okuryazarlığını etkileyen faktörlerin eğitsel veri madenciliği ile çözümlenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 45(202), 393–415. <https://doi.org/10.15390/EB.2020.8477>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J. & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8. bs.). Pearson.
- Hamre, B. K. & Pianta, R. C. (2006). Student–teacher relationships. G. G. Bear ve K. M. Minke (Eds.), *Children's needs III: Development, prevention, and intervention* (ss. 59–71) içinde. National Association of School Psychologists.
- Harari, R. R., Vukovic, R. K. & Bailey, S. P. (2013). Mathematics anxiety in young children: An exploratory study. *The Journal of Experimental Education*, 81(4), 538–555. <https://doi.org/10.1080/00220973.2012.727888>
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.
- Hayes, A. F. (2013). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach*. Guilford Press.
- Hayes, A. F. (2018). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach* (2. bs.). Guilford Press.
- Hooper, D., Coughlan, J. & Mullen, M. R. (2008). Structural equation modelling: Guidelines for determining model fit. *Electronic Journal of Business Research Methods*, 6(1), 53–60.
- Huang, M. & Liu, X. (2025). Pathways to equity: A mediation analysis of gender, SES, and mathematics achievement using PISA 2022 UK data. *International Journal of Educational Research*, 133, Makale 102666. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2025.102666>
- Hughes, J. N. (2011). Longitudinal effects of teacher and student perceptions of teacher–student relationship qualities on academic adjustment. *The Elementary School Journal*, 112(1), 38–60. <https://doi.org/10.1086/660686>
- Hughes, J. N., Wu, J.-Y., Kwok, O.-m., Villarreal, V. & Johnson, A. Y. (2012). Indirect effects of child reports of teacher–student relationship on achievement. *Journal of Educational Psychology*, 104(2), 350–365. <https://doi.org/10.1037/a0026339>


- International Association for the Evaluation of Educational Achievement. (2022). *IDB Analyzer (Sürüm 4.0) kullanıcı kılavuzu*. <https://www.iea.nl/data/idb-analyzer>
- Jackson, C. D. & Leffingwell, R. J. (1999). The role of instructors in creating math anxiety in students from kindergarten through college. *Mathematics Teacher*, 92(7), 583–586.
- Jang, H., Kim, E. J. & Reeve, J. (2012). Why students become more engaged or more disengaged during the semester: A self-determination theory dual-process model. *Learning and Instruction*, 22(2), 104–114. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.10.003>
- Jeong, D., Kim, S. G. ve Bong, M. (2025). Gender, mindset, and teacher support predict students' math motivation profiles: Evidence from five countries in PISA 2022. *Contemporary Educational Psychology*, 83, Makale 102428. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2025.102428>
- Jungert, T., Hubbard, K., Dedic, H. & Rosenfield, S. (2019). Systemizing and the gender gap: Examining academic achievement and perseverance in STEM. *European Journal of Psychology of Education*, 34(2), 479–500. <https://doi.org/10.1007/s10212-018-0390-0>
- Karakaya, J. ve Alpar, R. (2021). Path analizi. R. Alpar (Ed.), *Çok değişkenli istatistiksel yöntemler* (ss. 769–774) içinde. Detay Yayıncılık.
- King, R. B. & Trinidad, J. E. (2021). Growth mindset predicts achievement only among rich students: Examining the interplay between mindset and socioeconomic status. *Social Psychology of Education*, 24(3), 635–652. <https://doi.org/10.1007/s11218-021-09616-z>
- King, R. B., Cai, Y. & Elliot, A. J. (2024). Income inequality is associated with heightened test anxiety and lower academic achievement: A cross-national study in 51 countries. *Learning and Instruction*, 89, Makale 101825. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2023.101825>
- Kline, R. B. (2016). *Principles and practice of structural equation modeling* (4. bs.). Guilford Press.
- Košir, K. & Tement, S. (2014). Teacher–student relationship and academic achievement: A cross-lagged longitudinal study on three different age groups. *European Journal of Psychology of Education*, 29(3), 409–428. <https://doi.org/10.1007/s10212-013-0205-2>
- Kraft, M. A. (2020). Interpreting effect sizes of education interventions. *Educational Researcher*, 49(4), 241–253. <https://doi.org/10.3102/0013189X20912798>
- Kutlu, Ö., Kula Kartal, S. & Şimşek, N. T. (2017). Identifying the relationships between perseverance, openness to problem solving, and academic success in PISA 2012 Turkey. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 263–274. <https://izlik.org/1A53TS26YY>
- Lam, S.-F., Jimerson, S., Kikas, E., Cefai, C., Veiga, F. H., Nelson, B., Hatzichristou, C., Polychroni, F., Basnett, J., Duck, R., Farrell, P., Liu, Y., Negovan, V., Shin, H., Stanculescu, E., Wong, B. P. H., Yang, H. & Zollneritsch, J. (2012). Do girls and boys perceive themselves as equally engaged in school? The results of an international study from 12 countries. *Journal of School Psychology*, 50(1), 77–94. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2011.07.004>
- Lau, N. T. T., Ansari, D. & Sokolowski, H. M. (2024). Unraveling the interplay between math anxiety and math achievement. *Trends in Cognitive Sciences*, 28(10), 937–947. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2024.07.006>
- Lee, Y. (2022). The role of teacher support in promoting students' academic engagement and grit. *Educational Psychology*, 42(3), 322–338. <https://doi.org/10.1080/01443410.2021.1991907>
- Li, H., Liu, J., Zhang, D. & Liu, H. (2021). Examining the relationships between cognitive activation, self-efficacy, socioeconomic status, and achievement in mathematics: A multi-level analysis. *British Journal of Educational Psychology*, 91(1), 101–126. <https://doi.org/10.1111/bjep.12338>
- Little, R. J. A. & Rubin, D. B. (2019). *Statistical analysis with missing data* (3. bs.). Wiley.
- Liu, X. (2024). Effect of teacher–student relationship on academic engagement: The mediating roles of perceived social support and academic pressure. *Frontiers in Psychology*, 15, Makale 1331667. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1331667>
- Lyons, I. M. & Beilock, S. L. (2012). When math hurts: Math anxiety predicts pain network activation in anticipation of doing math. *PLoS ONE*, 7(10), e48076. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048076>
- MacCallum, R. C., Browne, M. W. & Sugawara, H. M. (1996). Power analysis and determination of sample size for covariance structure modeling. *Psychological Methods*, 1(2), 130–149. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.1.2.130>
- Malecki, C. K. & Demaray, M. K. (2003). What type of support do they need? Investigating student adjustment as related to emotional, informational, appraisal, and instrumental support. *School Psychology Quarterly*, 18(3), 231–252. <https://doi.org/10.1521/scpq.18.3.231.22576>
- Maloney, E. A. & Beilock, S. L. (2012). Math anxiety: Who has it, why it develops, and how to guard against it. *Current Directions in Psychological Science*, 21(6), 404–409. <https://doi.org/10.1177/0963721412454874>
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024). *PISA 2022 Türkiye raporu*. https://pisa.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2024_03/21120745_26152640_pisa2022_rapor.pdf
- Moran, T. P. (2016). Anxiety and working memory capacity: A meta-analysis and narrative review. *Psychological Bulletin*, 142(8), 831–864. <https://doi.org/10.1037/bul0000051>
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P. & ve Hooper, M. (2016). *TIMSS 2015 international results in mathematics*. TIMSS & PIRLS International Study Center. <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/>
- Muñoz, D., Bull, R., Khng, K. H., Ng, E. L., Poon, K. & Lee, K. (2025). Mathematics resilience in preschool and executive functions. *Learning and Instruction*, 100, Makale 102197. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2025.102197>

- Namkung, J. M., Peng, P. & Lin, X. (2019). The relation between mathematics and mathematics performance among school-aged students: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 89(3), 459–496. <https://doi.org/10.3102/0034654319843494>
- National Council of Teachers of Mathematics. (2014). *Principles to actions: Ensuring mathematical success for all*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Nurmi, J.-E. (2012). Students' characteristics and teacher–child relationships in instruction. *Educational Research Review*, 7(3), 177–197. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2012.03.001>
- OECD. (2009). *PISA data analysis manual: SPSS and SAS* (2. bs.). OECD Publishing. <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisa-data-analysis-manual-sps-and-sas-second-edition.htm>
- OECD. (2014). *PISA 2012 results: What students know and can do* (Cilt I, Gözden geçirilmiş baskı). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264201118-en>
- OECD. (2015). *Does math make you anxious?* (PISA in Focus, No. 48). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5js6b2579tnx-en>
- OECD. (2017). *What is PISA? PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematics, financial literacy and collaborative problem solving* içinde. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264281820-en>
- OECD. (2019). *PISA 2018 results (Cilt III): What school life means for students' lives*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/acd78851-en>
- OECD. (2020). *Teachers and school leaders as valued professionals: TALIS 2018 results* (Cilt II). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/19cf08df-en>
- OECD. (2023). *PISA 2022 results (Cilt I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- OECD. (2024). *PISA 2022 technical report*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-technical-report_01820d6d-en.html
- Oksal, A., Durmaz, B. ve Akın, A. (2016). SBS'ye hazırlanan öğrencilerin sınav ve matematik kaygılarının bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 2(4), 47–62.
- Opdenakker, M.-C., Maulana, R. & den Brok, P. (2012). Teacher–student interpersonal relationships and academic motivation within one school year: Developmental changes and linkage. *School Effectiveness and School Improvement*, 23(1), 95–119. <https://doi.org/10.1080/09243453.2011.619198>
- Ortega-Rodríguez, P. J. (2025). PISA 2022 predictors of the mathematics achievement of Spanish students in secondary education. *Psicodidáctica*, 30, Makale 500152. <https://doi.org/10.1016/j.psicoe.2024.500152>
- Park, Y., Yu, H. & Jo, I. (2018). Grit as a predictor of academic success: Gender differences among Korean middle school students. *Educational Psychology*, 38(6), 678–694. <https://doi.org/10.1080/01443410.2018.1457772>
- Pianta, R. C., Hamre, B. K. & Allen, J. P. (2012). Teacher–student relationships and engagement: Conceptualizing, measuring, and improving the capacity of classroom interactions. S. L. Christenson, A. L. Reschly ve C. Wylie (Eds.), *Handbook of research on student engagement* (ss. 365–386) içinde. Springer.
- Ramirez, G., Shaw, S. T. & Maloney, E. A. (2020). Math anxiety: Past research, promising interventions, and a new interpretation framework. *Educational Psychologist*, 55(3), 145–164. <https://doi.org/10.1080/00461520.2020.1721523>
- Reardon, S. F. (2011). The widening academic achievement gap between the rich and the poor: New evidence and possible explanations. G. J. Duncan ve R. J. Murnane (Eds.), *Whither opportunity? Rising inequality, schools, and children's life chances* (ss. 91–115) içinde. Russell Sage Foundation.
- Roorda, D. L., Koomen, H. M. Y., Spilt, J. L. & Oort, F. J. (2011). The influence of affective teacher–student relationships on students' school engagement and achievement: A meta-analytic approach. *Review of Educational Research*, 81(4), 493–529. <https://doi.org/10.3102/0034654311421793>
- Rosseel, Y. (2012). lavaan: An R package for structural equation modeling. *Journal of Statistical Software*, 48(2), 1–36. <https://doi.org/10.18637/jss.v048.i02>
- Rubin, D. B. (1987). *Multiple imputation for nonresponse in surveys*. Wiley.
- Rutkowski, L., Gonzalez, E. & von Davier, M. (2014). *Handbook of international large-scale assessment: Background, technical issues, and methods of analysis*. Chapman & Hall/CRC.
- Ruzek, E. A., Hafen, C. A., Allen, J. P., Gregory, A., Mikami, A. Y. & Pianta, R. C. (2016). How teacher emotional support motivates students: The mediating roles of perceived academic competence and academic values. *Journal of Educational Psychology*, 108(2), 242–255. <https://doi.org/10.1037/edu0000071>
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H. & Müller, H. (2003). Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods of Psychological Research Online*, 8(2), 23–74.
- Schmerse, D. & Zitzmann, S. (2021). Early school adjustment: Do social integration and persistence mediate the effects of school-entry skills on later achievement? *Learning and Instruction*, 71, Makale 101374. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2020.101374>
- Shimizu, Y. (2025). Relation between mathematics self-efficacy, mathematics anxiety, behavioural engagement, and mathematics achievement in Japan. *Psychology International*, 7(2), Makale 36. <https://doi.org/10.3390/psycholint7020036>

- Sümer, N. (2000). Yapısal eşitlik modelleri: Temel kavramlar ve örnek uygulamalar. *Türk Psikoloji Yazıları*, 3(6), 49–74.
- Şahin, M., Erva, M. K. ve Şahin, M. (2025). Matematikte başarıya giden yol: Türkiye'nin TIMSS 2023 performansı üzerine değişkenlerin etkisi. *Uluslararası Eğitimde Mükemmellik Arayışı Dergisi*, 5(1), 24–38.
- Şencan, H. (2005). *Sosyal ve davranışsal ölçümlerde güvenilirlik ve geçerlilik*. Seçkin Yayıncılık.
- Tabachnick, B. G. & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* (6. bs.). Pearson Education.
- Tao, Y., Meng, Y., Gao, Z. & Yang, X. (2022). Perceived teacher support, student engagement, and academic achievement: A meta-analysis. *Educational Psychology*, 42(4), 401–420. <https://doi.org/10.1080/01443410.2021.1988986>
- Thompson, B. (2004). *Exploratory and confirmatory factor analysis: Understanding concepts and applications*. American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/10694-000>
- Usher, E. L., Li, C. R., Butz, A. R. & Rojas, J. P. (2019). Perseverant grit and self-efficacy: Are both essential for children's academic success? *Journal of Educational Psychology*, 111(5), 877–902. <https://doi.org/10.1037/edu0000324>
- van Buuren, S. (2023). *Flexible imputation of missing data* (3. bs.). Chapman & Hall/CRC.
- Vandenberg, R. J. & Lance, C. E. (2000). A review and synthesis of the measurement invariance literature: Suggestions, practices, and recommendations for organizational research. *Organizational Research Methods*, 3(1), 4–70. <https://doi.org/10.1177/109442810031002>
- Vlachopoulos, S. P. & Michailidou, S. (2006). Development and initial validation of a measure of autonomy, competence, and relatedness in exercise: The Basic Psychological Needs in Exercise Scale. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 10(3), 179–201. https://doi.org/10.1207/s15327841mpee1003_4
- Wang, L., Li, X. & Li, N. (2014). Socio-economic status and mathematics achievement in China: A review. *ZDM Mathematics Education*, 46(7), 1051–1060. <https://doi.org/10.1007/s11858-014-0617-8>
- Wang, M.-T. & Eccles, J. S. (2013). School context, achievement motivation, and academic engagement: A longitudinal study of school engagement using a multidimensional perspective. *Learning and Instruction*, 28, 12–23. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.04.002>
- Wang, X. S., Perry, L. B., Malpique, A. & Ide, T. (2023). Factors predicting mathematics achievement in PISA: A systematic review. *Large-Scale Assessments in Education*, 11(1), Makale 24. <https://doi.org/10.1186/s40536-023-00174-8>
- Widyasari, N. (2020). The effect of mathematics disposition (confidence, monitor, interest, perseverance, application, perceived value, and flexibility in mathematics) on 7th-grade students' mathematics anxiety. *1st International Conference on Folklore, Language, Education and Exhibition* içinde (ss. 284–288). Atlantis Press.
- Wilburne, J. M. & Dause, E. (2017). Teaching self-regulated learning strategies to low-achieving fourth-grade students to enhance their perseverance in mathematical problem solving. *Investigations in Mathematics Learning*, 9(1), 38–52. <https://doi.org/10.1080/19477503.2016.1248648>
- Wullschleger, A., Maag Merki, K., Grob, U., Rechsteiner, B., Compagnoni, M. & Vörös, A. (2025). Teacher collaboration to elevate student achievement? *Learning and Instruction*, 97, Makale 102104. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2025.102104>
- Xiao, F. & Sun, L. (2021). Students' motivation and affection profiles and their relation to mathematics achievement, persistence and behaviors: Evidence from PISA 2012 United States data. *Frontiers in Psychology*, 11, Makale 533593. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.533593>
- Xu, K. M., Cunha-Harvey, A. R., King, R. B., de Koning, B. B., Paas, F., Baars, M. & de Groot, R. (2021). A cross-cultural investigation on perseverance, self-regulated learning, motivation, and achievement. *Compare: A Journal of Comparative and International Education*, 53(3), 361–379. <https://doi.org/10.1080/03057925.2021.1922270>
- Yolsal, H. (2016). Öğrencilerin sosyo-ekonomik ve kültürel statülerinin PISA 2012 başarıları üzerindeki etkisinin incelenmesi. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 5(3), 7–27.
- Yu, R. & Singh, K. (2018). Teacher support, instructional practices, student motivation, and mathematics achievement in high school. *The Journal of Educational Research*, 111(1), 81–94. <https://doi.org/10.1080/00220671.2016.1204260>
- Zhu, H., Zhang, J., Li, H., Huang, B., Feng, H., Liu, C. & Si, J. (2024). Independent and joint effects of perceived teacher support and math self-efficacy on math achievement. *Learning and Individual Differences*, 112, Makale 102445. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2024.102445>
- Zimmerman, B. J. & Schunk, D. H. (2011). Self-regulated learning and performance. B. J. Zimmerman ve D. H. Schunk (Eds.), *Handbook of self-regulation of learning and performance* (ss. 1–12) içinde. Routledge.
- Zuo, S., Huang, Q. & Qi, C. (2024). The relationship between cognitive activation and mathematics achievement: Mediating roles of self-efficacy and mathematics anxiety. *Current Psychology*, 43(39), 30794–30805. <https://doi.org/10.1007/s12144-024-06700-3>



Factors Predicting Students' Mathematics Achievement: PISA 2022 Türkiye Sample

Neziha Çağlayan¹ Selahattin Gelbal² 

ARTICLE INFO

DOI: 10.29299/kefad.1687058

Received: 29.04.2025

Revised: 14.11.2025

Accepted: 16.01.2026

Keywords:

PISA 2022,
Mathematics Achievement,
Socioeconomic Status,
Mediation

ABSTRACT

In this study, in line with the data obtained from 7,250 students in the 15-year-old group belonging to the PISA 2022 Türkiye sample, it was examined how socioeconomic status, mathematics anxiety, effort and perseverance in mathematics, and teacher support variables affect mathematics achievement according to the gender variable. Additionally, a path analysis model was created to determine the effect of mathematics anxiety and effort and perseverance variables on mathematics achievement through socioeconomic status and mathematics teacher support variables. In the analyses, PISA's PVMATH01-PVMATH10 plausible values were used by modeling each plausible value separately and integrating the results using Rubin's combining rules; additionally, design-consistent standard errors were obtained based on the weights W_FSTUWT and W_FSTR1-W_FSTR80. The findings suggest that socioeconomic status, mathematics anxiety, and effort and perseverance significantly predict mathematics achievement for both female and male students, while mathematics teacher support is significant only for female students. The results show that socioeconomic status partially mediates the effects of students' effort and perseverance and anxiety on mathematics achievement. The findings indicate that mathematics teacher support partially mediates the relationship between students' effort and perseverance and mathematics achievement but does not mediate the relationship between mathematics anxiety and mathematics achievement.

1. Introduction

Rapidly changing economic, social, and technological dynamics affect the education system in a multidimensional manner, as they do in all other fields. Throughout this process, educational policies and curricula need to be updated so that individuals can adapt to changing global conditions and develop lifelong learning skills. In this context, many countries, including Türkiye, have reviewed their education policies with a focus on twenty-first-century skills and have introduced new policy frameworks. In the formulation of national education policies, data-based information and interpretations from international monitoring and evaluation bodies have gained considerable importance (Ministry of National Education [MoNE], 2024).

The Program for International Student Assessment (PISA), conducted by the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), stands out as a prominent initiative that measures countries' capacity to equip students with twenty-first-century skills. The primary objective of PISA is to assess the extent to which 15-year-

old students approaching the end of compulsory education have acquired the essential knowledge and skills required for full participation in modern societies (OECD, 2017). In PISA 2022, students' proficiency in mathematics, reading, and science is examined alongside contemporary competencies such as digital literacy, critical thinking, and problem-solving. At the same time, students' socioeconomic backgrounds, affective characteristics, and attitudes toward learning are also addressed comprehensively (OECD, 2023). This approach enables the evaluation of the impact of affective and social factors influencing learning processes on academic achievement and students' cognitive competencies.

This study aims to examine the key psychosocial and socioeconomic variables affecting Türkiye's mathematics performance in PISA 2022 within a comprehensive structural model. Specifically, it investigates how the effects of mathematics anxiety, effort and perseverance in mathematics, mathematics teacher support, and socioeconomic status on students' mathematics performance differ by gender. In addition, it seeks to

evaluate the potential mediating roles of socioeconomic status and teacher support in the effects of anxiety, effort, and perseverance on mathematics achievement. The models constructed from PISA data are designed to conceptualize students' mathematics performance as a multidimensional process shaped not only by cognitive competencies but also by affective characteristics, subjective learning experiences, the learning relationship with teachers, and the socioeconomic environment. Through this approach, the study aims to contribute to a more comprehensive and valid understanding of the factors underlying mathematics achievement disparities observed in Türkiye by employing analytical methods aligned with PISA's distinctive sampling and measurement framework.

One of the key variables examined in PISA 2022 is socioeconomic status, which represents a composite of demographic and social indicators. In the PISA 2022 assessment, socioeconomic status is measured through the Economic, Social, and Cultural Status (ESCS) index, which encompasses parents' educational attainment and occupational status, as well as the academic resources available at home, such as having a private room, a study desk, a computer, and similar facilities (MEB, 2024). According to the PISA 2022 results, students from low socioeconomic backgrounds tend to be in a more disadvantaged position in education due to limited resources. In contrast, students from high socioeconomic backgrounds can benefit from higher-quality educational opportunities and consequently achieve higher levels of academic performance. Evidence suggests that this effect has been mitigated through educational policies in some countries, while it remains pronounced in others (OECD, 2023). A substantial body of research in the literature demonstrates that socioeconomic status is a strong predictor of students' academic achievement, particularly in domains that require analytical skills, such as mathematics (Chiu et al., 2022; Mullis & Martin, 2016; Muñoz et al., 2025; Ortega-Rodríguez, 2024; Şahin et al., 2025). High socioeconomic status can be said to influence academic achievement both directly and indirectly through cognitive and affective processes, by reducing students' mathematics anxiety (King et al., 2024) and by enhancing their effort, persistence, and motivation (Eccles & Wigfield, 2002; Reardon, 2011). In this regard, socioeconomic status is considered a critical variable in explaining students' academic achievement.

In addition to social and economic factors that affect achievement, PISA 2022 also addresses affective factors. Within this scope, mathematics anxiety is examined through students' self-reported levels of agreement with various statements related to mathematics (OECD, 2023). Mathematics anxiety has been conceptualized in literature as a prejudice toward arithmetic and problem-solving (Ashcraft & Krause, 2007) or as a mental stressor and an emotional response that activates pain-related neural

networks (Lyons & Beilock, 2012). In its 2015 report titled *Does Math Make You Anxious?*, the OECD defined mathematics anxiety as the stress and worry students experience during mathematics-related tasks (OECD, 2015). The report emphasized that mathematics anxiety negatively affects students' performance and is associated with their attitudes toward mathematics courses. PISA 2022 data indicate that in countries with higher mathematics anxiety, students' overall mathematics performance tends to be lower (OECD, 2023).

Neuroscience research has consistently shown that anxiety reduces working memory capacity and executive cognitive processes (Eysenck et al., 2007; Moran, 2016). In line with these findings, numerous studies on mathematics anxiety have demonstrated its negative impact on students' mathematics performance (Maloney & Beilock, 2012; Namkung et al., 2019; Ramirez et al., 2020). This effect has been observed as early as the preschool period (Barroso et al., 2021; Harari et al., 2013). It has been reported to increase significantly as grade levels progress, with the accumulation of learned content and the approach of high-stakes examinations (Oksal et al., 2016). Mathematics anxiety may stem from various sources, including low self-efficacy beliefs (Bandura, 1997; Du, 2021; Shimizu, 2025), time-limited testing practices (Ashcraft & Moore, 2009), negative teacher attitudes (Jackson & Leffingwell, 1999), high parental expectations (Gresham, 2007), and widespread beliefs that mathematics is an inherently complex subject (Boaler, 2016; Dowker et al., 2016). Comprehensive and comparative data are needed to evaluate how mathematics anxiety and its antecedents influence students' academic achievement. In this regard, analyzing the relationship between mathematics achievement and mathematics anxiety, along with other salient factors, using PISA data is expected to help identify the key determinants of students' academic success.

Another effective factor included in PISA research due to its presumed role in shaping students' academic performance and motivation is effort and perseverance in mathematics, also referred to as persistence. In PISA 2022, students' levels of effort and perseverance in mathematics reflect their self-assessments regarding how frequently they demonstrate effortful and persistent behaviors in mathematics (OECD, 2024). Many studies identify supporting students' effort and perseverance in mathematics as an important pathway to improving teaching and learning processes (Bettinger et al., 2018; DiNapoli, 2019; National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2014). Mathematical reasoning requires effort and perseverance to overcome cognitive and affective challenges encountered while following a logical plan (Barnes, 2019). Students' persistence in seeking solutions to challenging mathematical tasks without giving up positively influences their academic achievement. Research further indicates that effort and perseverance in mathematics are associated with various variables,

including mathematics anxiety, socioeconomic factors, motivation, self-regulatory processes, teacher support, and classroom environment (DiNapoli & Miller, 2022; Freeburn & Arbaugh, 2017; Jungert et al., 2019; Usher et al., 2019; Widayarsi, 2020; Wilburne & Dause, 2017; Xu et al., 2021). In this context, identifying how effort and perseverance in mathematics relate to different variables may enable more effective support for learning processes.

One of the environmental factors addressed in PISA 2022 and considered to influence students' academic achievement through cognitive and affective pathways is teacher support. The literature includes numerous studies examining how teacher support contributes to students' mathematics achievement through direct and indirect mechanisms (Fu et al., 2023; Hattie, 2009; Pianta et al., 2012; Yu & Singh, 2018; Zimmerman & Schunk, 2011). Emotional and academic support perceived by students from their teachers strengthens students' characteristics thought to positively contribute to the learning process, such as effort and perseverance, engagement, motivation, and feelings of safety (Lee, 2022; Vlachopoulos & Michailidou, 2006). Studies showing that teacher support increases self-efficacy (Federici & Skaalvik, 2014) and contributes to autonomy support (Jang et al., 2012; Ryan & Deci, 2000), while simultaneously enhancing interest in mathematics and reducing anxiety levels, highlight the importance of teacher support in academic achievement through its connections with factors such as anxiety. In addition, perceptions of teacher support may vary by gender, potentially influencing students' learning processes and academic outcomes (Huang & Liu, 2025; OECD, 2020; Opdenakker et al., 2012; Zhu et al., 2024). Accordingly, both the direct effects of mathematics teacher support across different gender groups and the indirect effects of affective characteristics, such as anxiety, effort, and perseverance, on mathematics achievement through teacher support are considered significant.

When examining mathematics achievement, it is important to address factors such as anxiety, effort and perseverance, teacher support, and socioeconomic status, along with a demographic variable such as gender, to make differences in learning processes more visible. Investigating the relationships between gender and these factors helps us understand mathematics achievement disparities not only at a cognitive level but also through the psychological processes students experience. For example, while higher levels of mathematics anxiety have been reported among female students in many countries, including Türkiye (Danan & Ashkenazi, 2022; OECD, 2023), academic effort has also been found to be significantly higher among females than males (Duckworth & Seligman, 2006; Park et al., 2018). In addition, the literature indicates that female students may perceive higher levels of teacher support (Jeong et al., 2025; Ruzek et al., 2016), whereas stronger interest and achievement expectations are reported among male students (Else-Quest et al., 2010). It has also been

shown that low socioeconomic status can negatively affect achievement among female students more strongly through anxiety and self-confidence (Chiu & Xihua, 2008; OECD, 2019, 2023). Therefore, examining affective and socioeconomic characteristics alongside gender provides a deeper understanding of achievement disparities and may lay the foundation for the development of instructional strategies responsive to students' needs.

Each of the variables addressed in PISA 2022, namely socioeconomic status, mathematics anxiety, effort and perseverance in mathematics, and mathematics teacher support, stands out in the literature as critical components shaping student achievement. Socioeconomic status influences individuals' access to educational opportunities and academic development, while mathematics anxiety is considered a psychological condition that negatively affects the learning process and achievement. In addition, effort and perseverance in mathematics foster students' determination and persistence in class, enabling them to persevere despite difficulties and achieve sustained success. Mathematics teacher support, in turn, shapes achievement by influencing students' motivation, self-confidence, and interest in learning. Beyond examining the individual effects of these variables on achievement, the present study, using PISA 2022 data, investigates the effects of anxiety, teacher support, effort and perseverance, and socioeconomic status on mathematics achievement based on gender. Furthermore, the mediating roles of mathematics teacher support and socioeconomic status in the effects of anxiety, effort, and perseverance on mathematics achievement are analyzed using structural equation modeling (path analysis).

Within this framework, the study is structured around specific research questions and hypotheses. The research questions are as follows: (1) Do the effects of mathematics anxiety, effort and perseverance in mathematics, teacher support, and socioeconomic status on mathematics achievement differ by gender? (2) Do mathematics teacher support and socioeconomic status serve as mediators in the effects of mathematics anxiety, effort, and perseverance on mathematics achievement? The hypotheses tested in this study are as follows: (H1) The effects of mathematics anxiety, effort, and perseverance in mathematics, mathematics teacher support, and socioeconomic status on mathematics achievement differ by gender. (H2) Socioeconomic status and teacher support serve as mediators in the effects of mathematics anxiety, effort, and perseverance on mathematics achievement.

2. Method

2.1. Design

In this study, the predictive relationships between socioeconomic status (ESCS), mathematics anxiety (ANXMAT), mathematics teacher support (TEACHSUP), and effort and perseverance in mathematics (MATHPERS) and mathematics achievement were first examined

separately for students of different genders in the PISA 2022 Türkiye sample using a correlational design through multiple linear regression analysis. Regression analysis is summarized as the identification of relationships between a dependent variable and independent variables by explaining them through mathematical models (Alpar, 2021). In the second stage of the study, the mediating roles of socioeconomic status and mathematics teacher support in the relationships among mathematics anxiety, effort, and persistence in mathematics and mathematics achievement were examined using path analysis. Path analysis is a method used to estimate structural relationships among numerical variables and to determine the extent to which the total effects of independent variables on dependent variables are direct or indirect (Karakaya & Alpar, 2021). Since the relationships among variables were examined through the constructed path analysis model, the study was conducted within the scope of relational research. Relational research aims to identify the direction and strength of relationships among variables (Büyüköztürk, 2015).

2.2. Study Group

The population of the PISA 2022 Türkiye application consists of approximately 933,400 students across Türkiye who were 15 years old, had not yet turned 16, and had completed at least seven years of formal education (OECD, 2024). The sample of the study includes 7,250 15-year-old students enrolled in 196 schools of different types, including Anatolian high schools, science high schools, social sciences high schools, Anatolian fine arts high schools, multi-program Anatolian high schools, Anatolian imam hatip high schools, and vocational and technical Anatolian high schools, across 60 provinces in Türkiye. The sample was selected using a two-stage stratified sampling method in accordance with OECD standards. In the first stage, school type, Statistical Regional Units Classification (SRUC) Level 1, administrative structure of the school, school location, and gender distribution were used as strata to determine the school sample. In the second stage, students to participate in the application were randomly selected from the chosen schools (MoNE, 2024).

2.3. Procedure

The data used in this study were obtained from the Türkiye sample of the PISA 2022 application conducted by the OECD. The application was administered in selected schools via computer-based tests and questionnaires targeting students aged 15. The data collection process was carried out in accordance with the OECD's standard protocols, and the researcher did not directly collect the data.

2.4. Measures

2.4.1. PISA 2022 Data Collection Process

The study used the PISA 2022 database, available online from the OECD

(<https://www.oecd.org/en/data/datasets/pisa-2022/>).

Students participating in the PISA 2022 Türkiye application completed two-hour cognitive test sessions, followed by 35-minute student questionnaires. These questionnaires included items related to students themselves, their families, and their homes, as well as their views on life, attitudes toward school, and learning processes. In this study, students' responses to the mathematics literacy tests and to questionnaires measuring mathematics anxiety (ANXMAT), effort, and perseverance in mathematics (MATHPERS), mathematics teacher support (TEACHSUP), socioeconomic status (ESCS) and gender (ST004D01T) were included. All data about Türkiye met the technical standards established by PISA and were deemed suitable for reporting (MoNE, 2024).

As an indicator of mathematics achievement, the dependent variable of the study, each participating student's PISA 2022 mathematics achievement scores, was reported as 10 plausible values (PVMATH01–PVMATH10). The plausible values methodology generates multiple values for each student rather than a single point estimate for each domain by using latent regression models estimated from each participating country's data (OECD, 2024). Mathematics scores were estimated based on students' test responses using item response theory. In addition; socioeconomic status, mathematics anxiety, mathematics teacher support, effort and perseverance in mathematics, and gender were treated as independent variables. Data related to these variables were obtained from questionnaire responses. In the PISA application, questionnaire items corresponding to these variables were converted into scale scores using item response theory.

2.5. Data Analysis

During the data analysis process, prior to examining structural relationships, measurement invariance analyses were conducted to determine whether the latent variables of mathematics anxiety, effort, and persistence in mathematics, and mathematics teacher support were measured equivalently for female and male students using the *R-lavaan* package. All models were estimated using the WLSMV estimator, which is appropriate for ordinal items (Brown, 2015; Rosseel, 2012). Within this framework, configural, metric, scalar, and strict invariance across gender were tested through multi-group confirmatory factor analysis (Vandenberg & Lance, 2000). To evaluate model fit and differences between the stages of measurement invariance, the χ^2 statistic, RMSEA ($\leq .08$), SRMR ($\leq .08$), CFI ($\geq .95$), and TLI ($\geq .95$) fit indices were considered, along with the absolute magnitude of ΔCFI values reflecting differences between successive models (Chen, 2007; Cheung & Rensvold, 2002; Schermelleh-Engel et al., 2003).

In this study, multiple linear regression analysis was employed to examine the effects of socioeconomic status, mathematics anxiety, teacher support, and gender, as

independent variables, on mathematics achievement as the dependent variable in the PISA 2022 Türkiye application. Data analyses were conducted using the IDB Analyzer software. IDB Analyzer was preferred because it can conduct analyses that account for sample weights and plausible values in large-scale assessment data (Arıkan et al., 2020). In the PISA 2022 data, the Final Trimmed Nonresponse Adjusted Student Weight (W_FSTUWT) was used as the student-level sample weight. Standard errors were estimated using replication weights (W_FSTR1–W_FSTR80) in accordance with PISA’s multistage sampling design.

In the present study, direct and indirect effects among the variables were examined using structural equation modeling (SEM). Interpretations of indirect effects were based on Hayes’s (2013, 2018) conceptual approach to mediation analysis. Cases in which the indirect effect was statistically significant while the direct effect remained significant were interpreted as partial mediation. The statistical significance of indirect effects was determined based on whether the 95 percent confidence intervals (95% CI), derived from design-sensitive standard errors obtained using Jackknife replication weights that account for the complex sampling design of PISA data, included zero (Asparouhov & Muthén, 2010; OECD, 2014; Rubin, 1987).

To examine whether mathematics anxiety, effort, and perseverance in mathematics influence mathematics achievement through socioeconomic status and mathematics teacher support, SEM analyses were conducted using the R-*lavaan* package. R-*lavaan* package allows for the direct implementation of recommended parametric estimation procedures, indirect effect calculations, and model fit indices in the SEM literature (Rosseel, 2012). Through this approach, the model structure was flexibly specified, mediation relationships were explicitly tested, indirect effects were calculated, and parameter estimates and test statistics based on robust standard errors were reported. To account for the complex sampling design of PISA in the SEM analyses, sample weights (W_FSTUWT) and replicate weights (W_FSTR1–W_FSTR80) were incorporated into the models using the *lavaan.survey* package. For the plausible values representing mathematics achievement in PISA, namely PVMATH01–PVMATH10, structural equation models were estimated separately for each plausible value. The resulting parameter estimates and standard errors were then combined using Rubin’s rules with the *Mlcombine* function from the *mitools* package. This approach ensures that uncertainty across plausible values is appropriately reflected in the analysis results, consistent with PISA methodology.

The data set used in the study was examined with respect to the assumptions of multiple linear regression and path analysis. First, missing data in the dataset were identified. Missing values were observed for 191 cases in the mathematics anxiety (ANXMAT) variable, 7 cases in the effort and perseverance in mathematics (MATHPERS) variable, and 33 cases in the teacher support (TEACHSUP) variable. To test whether the missing data were random, Little’s MCAR test was conducted, and the results ($\chi^2 = 22.022$, $df=16$, $p=.142$) indicated that the missing data mechanism was MCAR ($p>.05$), suggesting that the missing data pattern was completely random (Tabachnick & Fidell, 2015). In this study, missing data were handled using design-based methods in accordance with PISA’s official analysis principles. Since student achievement in PISA applications is represented by plausible values, and the PVMATH01–PVMATH10 plausible values were combined using Rubin’s rules in this study, no additional multiple imputation procedure was required. The IDB Analyzer used for PISA regression analyses handles missing data as part of the sampling design and produces accurate standard error estimates through replication weights (W_FSTUWT and W_FSTR1–W_FSTR80) consistent with the complex sampling design (International Association for the Evaluation of Educational Achievement, 2022; OECD, 2009, 2024). Therefore, the design-weighted error estimation process in IDB Analyzer automatically integrates missing responses. In SEM analyses conducted in the R environment, missing data observed in the mathematics anxiety, effort, and perseverance, and mathematics teacher support variables were handled within the model using the Full Information Maximum Likelihood (FIML) method. This approach allows all observations to be retained in the analysis and minimizes potential bias arising from missing data under the missing-at-random (MAR) assumption (Enders, 2010; Little & Rubin, 2019).

Regarding outliers, standardized Z scores for the variables were examined, and no values exceeded $|z|=4.0$. In large samples ($n > 100$), a Z score threshold of $|z| > 4.0$ is accepted as the criterion for identifying deviations from normality (Çokluk et al., 2018). In addition, skewness and kurtosis coefficients for all variables were examined to assess normality, and all values were found to be below $|1.96|$. While the expected statistical range for skewness and kurtosis values at the 1 percent confidence level is ± 1.96 (Tabachnick & Fidell, 2013), data with skewness and kurtosis values between +2 and -2 are also considered to exhibit a normal distribution (George & Mallery, 2010). Accordingly, it was concluded that the variables in the dataset used in this study followed a normal distribution. Skewness and kurtosis coefficients, along with descriptive statistics for the variables, are presented in Table 1.

Table 1.

Descriptive statistics of variables in the PISA 2022 Türkiye sample

Variables	N	\bar{X}	sd	Min	Max	Skewness	Kurtosis	SE
Mathematics Achievement	7245	455.30	89.30	240.90	751.80	.27	-.49	1.04
Socioeconomic Status	7245	-1.18	1.17	-5.35	2.86	.21	-.58	.02
Mathematics Anxiety	7059	.60	1.22	-2.40	2.64	-.19	.12	.01
Perseverance and Effort in Mathematics	7069	-.13	1.06	-3.13	2.83	.05	1.01	.01
Mathematics Teacher Support	7129	-.24	1.13	-2.91	1.56	-.11	-.14	.01

Note. N: Number of Observations; Ort.: Arithmetic Mean; SS: Standard Deviation; Min: Minimum; Max: Maximum; SH: Standard Error.

The presence of multicollinearity among the variables was examined using correlation coefficients calculated between the dependent and independent variables, as well as tolerance and variance inflation factor (VIF) values. The results obtained are presented in Tables 2 and 3.

Table 2.

Correlation coefficients among variables

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Mathematics Achievement (1)	1				
Socioeconomic Status (2)	.36**	1			
Mathematics Anxiety (3)	-.13**	-.05**	1		
Perseverance and Effort in Mathematics (4)	.17**	.05**	-.28**	1	
Mathematics Teacher Support (5)	-.01	-.02	-.10**	.23**	1

Note. $p < .05^*$, $p < .01^{**}$, $p < .001^{***}$.

In interpreting correlations among variables, correlation coefficients between .00 and .30 are considered low, those between .30 and .70 are considered moderate, and those of .71 or higher are considered high (Büyüköztürk, 2015). In addition, correlations exceeding .90 indicate a potential multicollinearity problem (Çokluk et al., 2018). The correlation between socioeconomic status and mathematics achievement (.36) is the highest correlation reported in Table 2 and is interpreted as a moderate relationship. Based on the correlation results presented in Table 2, all correlations among the independent variables are below .90, indicating no multicollinearity problem.

Table 3.

Tolerance and variance inflation factor (VIF) values of variables

Variables	Tolerance	VIF
Socioeconomic Status	.99	1.00
Mathematics Anxiety	.91	1.09
Perseverance and Effort in Mathematics	.87	1.14
Mathematics Teacher Support	.94	1.06

Note. VIF: Variance Inflation Factor

As shown in Table 3, all tolerance values are greater than .10, and all VIF values are below 2. VIF values exceeding 5 or 10 are considered indicators of severe multicollinearity (Alpar, 2021). Based on the obtained tolerance and VIF values, it was concluded that there is no multicollinearity among the variables. Accordingly, the dataset derived from the PISA 2022 Türkiye sample satisfies the assumptions required for conducting multiple linear regression analysis.

3. Results

In this study, prior to conducting structural analyses, the extent to which measurement invariance was established across gender groups was evaluated. Measurement invariance of the latent variables of mathematics anxiety, effort, and persistence in mathematics, and mathematics teacher support between female and male students was tested using multi-group confirmatory factor analysis, and the resulting findings are presented in Table 4.

Table 4.

Fit indices for measurement invariance across gender

Model	χ^2	df	χ^2/df	RMSEA	SRMR	TLI	CFI	Δ CFI
Configural	2558	232	11.0	.05	.07	.95	.96	–
Metric	2711	246	11.0	.05	.07	.95	.96	.002
Scalar	2649	264	10.0	.05	.07	.96	.96	.001
Strict	2761	276	10.0	.05	.07	.96	.96	.002

Note. χ^2 : Chi-Square Fit Statistic; df: Degrees of Freedom; χ^2/df : Normed Chi-Square; RMSEA: Root Mean Square Error of Approximation; SRMR: Standardized Root Mean Square Residual; TLI: Tucker–Lewis Index; CFI: Comparative Fit Index; Δ CFI: Change in Comparative Fit Index.

When the fit indices for the configural invariance model were examined, the model was found to demonstrate a good level of fit for both groups (RMSEA = .055, SRMR = .071, TLI = .956, CFI = .963). In the comparison between the configural and metric models, the Δ CFI value was .002. Since this value was below the .01 threshold, metric invariance was considered to be supported. The fit indices for the metric invariance model were also within acceptable ranges ($\chi^2/df=11.00$, RMSEA = .055, SRMR = .073, TLI = .956, CFI = .961). At the scalar invariance stage, the Δ CFI value between the metric and scalar invariance models was .001, which remained below the .01 cutoff. This finding indicates that scalar invariance was achieved. The fit indices for the scalar invariance model were likewise acceptable ($\chi^2/df = 10.00$, RMSEA = .053, SRMR = .071, TLI = .961, CFI = .962). In the final stage, strict invariance analysis, the Δ CFI value between the scalar and strict invariance models was .002. As this value was below the .01 threshold, strict invariance was also supported. Examination of the fit indices for the strict invariance model indicated an acceptable level of model fit ($\chi^2/df = 10.00$, RMSEA = .053, SRMR = .073, TLI = .961, CFI = .960).

In sum, based on the findings obtained through multi-group confirmatory factor analysis, and considering the Δ CFI \leq .01 criterion together with the goodness-of-fit indices (RMSEA < .08, SRMR < .08, TLI > .95, CFI > .95), it was determined that full measurement invariance across female and male students was established for the latent

variables of mathematics anxiety, effort and persistence in mathematics, and mathematics teacher support.

Following the establishment of measurement invariance, the findings related to the sub-objectives of the study are presented in this section. First, using the PISA 2022 Türkiye dataset, the study aimed to determine how the predictive effects of socioeconomic status, mathematics anxiety, mathematics teacher support, and perseverance and effort in mathematics on students’ mathematics achievement vary across gender groups. Multiple regression analysis was employed to examine the independent variables predicting a single dependent variable. In the output of the multiple linear regression analysis conducted with the IDB Analyzer, differences between group means are reported as t-values. For the difference between groups means to be considered statistically significant at the 95% confidence level, the t value must be $\geq | 1.96 |$ (Hair et al., 2019). To evaluate the contribution of each variable to the regression models, Cohen’s (1988) f^2 effect size values were examined. According to this classification, f^2 values between .02 and .14 indicate a small effect, between .15 and .34 a medium effect, and values of .35 or higher a significant effect. Within this framework, f^2 values for each variable were calculated separately for the regression models constructed for female and male students, and their contributions to mathematics achievement were evaluated accordingly. The results obtained by accounting for sample weighting and plausible values are presented in Table 5.

Table 5.

Results of regression analyses by gender

Variables	Female Students				Male Students			
	B	β	t	f^2	B	β	t	f^2
Socioeconomic Status	24.98	.34	15.46**	.14	27.03	.34	16.97**	.14
Mathematics Anxiety	-7.79	-.10	-5.17**	.01	-3.30	-.04	-2.33*	.003
Perseverance and Effort in Mathematics	14.97	.17	8.55**	.03	11.86	.14	7.42**	.02
Mathematics Teacher Support	-5.54	-.07	-3.14**	.01	-2.14	-.03	-1.41	.001

Note. B: Unstandardized Regression Coefficient; β : Standardized Regression Coefficient; t: t value; f^2 : Cohen’s Effect Size. $p < .05^*$, $p < .01^{**}$, $p < .001^{***}$.

As shown in Table 5, socioeconomic status was found to be a significant predictor of mathematics performance for both female students ($t=15.46$, $p < .01$) and male students ($t=16.97$, $p < .01$). Mathematics anxiety was also a significant predictor of mathematics performance for female students ($t=-5.17$, $p < .01$) and male students ($t=-2.33$, $p < .05$). Perseverance and

effort in mathematics significantly predicted mathematics performance for both female students ($t= 8.55$, $p < .01$) and male students ($t= 7.42$, $p < .01$). Mathematics teacher support was found to be a significant predictor of mathematics performance for female students ($t=-3.14$, $p < .01$). In

contrast, it was not a significant predictor for male students ($t=-1.41, p>.05$).

When the effect sizes of the variables in explaining mathematics achievement were examined according to Cohen's (1988) classification, socioeconomic status showed an effect size close to the medium range, falling between small and medium for both female ($f^2=.146$) and male students ($f^2=.141$). Perseverance and effort in mathematics showed small effect sizes for both female ($f^2=.032$) and male students ($f^2=.022$). In contrast, among female students, the effect sizes of mathematics anxiety ($f^2=.014$) and teacher support ($f^2=.012$) were relatively low, indicating small but weak effects. Among male students, mathematics anxiety ($f^2=.003$) demonstrated an effect size close to negligible. However, statistically significant ($t=-2.33, p<.05$). These findings indicate that the most substantial contribution in the model was made by socioeconomic status. In contrast, the other variables provided relatively limited explanatory power for mathematics achievement.

The R^2 values indicating the extent to which the regression models explained the variance in mathematics performance are presented in Table 6.

Table 6.

R² values for the explained variance in mathematics achievement

Gender	R ²	Std.R ²	SE	p
Female Students	.18	.18	.01	
Male Students	.15	.15	.01	

Note. R²: Explained Variance; Std. R²: Standardized Explained Variance; SE: Standard Error; p: Significance Level. $p<.05^*$, $p<.01^{**}$, $p<.001^{***}$.

As shown in Table 6, socioeconomic status, mathematics anxiety, mathematics teacher support, and perseverance and effort in mathematics together explained 18% of the variance in mathematics performance among female students and 15% among male students. Based on this

Table 7.

Model fit indices for the path analysis

Fit Indices	Good Fit	Acceptable Fit	Model Values
χ^2	-	-	4.64
p	-	-	.03
df	-	-	1.00
χ^2/df	$.00 \leq \chi^2/df \leq 2.00$	$2.00 \leq \chi^2/df \leq 8.00$	4.64
RMSEA	$.00 \leq RMSEA \leq .05$	$.05 \leq RMSEA \leq .08$.01
CFI	$.95 \leq CFI \leq 1.00$	$.80 \leq CFI \leq .95$.99
SRMR	$.00 \leq SRMR \leq 0.05$	$.05 < SRMR \leq .08$.004
TLI	$.95 \leq TLI \leq 1.00$	$.90 < TLI \leq .95$.99

Note. χ^2 : Chi-square Fit Statistic; p: Significance Level; df: Degrees of Freedom; χ^2/df : Normed Chi-square; RMSEA: Root Mean Square Error of Approximation; CFI: Comparative Fit Index; SRMR: Standardized Root Mean Square Residual; TLI: Tucker-Lewis Index.

According to the fit indices of the path analysis presented in Table 7, the model yielded $\chi^2 = 4.64$, $\chi^2/df = 4.64$, $p<.05$,

result, it can be stated that the predictive power of the examined independent variables on mathematics performance was approximately 3% higher for female students than for male students.

Another sub-objective of the study was to address the question: "Do mathematics anxiety, perseverance, and effort in mathematics affect mathematics achievement through the mediating roles of mathematics teacher support and socioeconomic status in the PISA 2022 Türkiye dataset?" In this context, the mediation model constructed is presented in Figure 1.

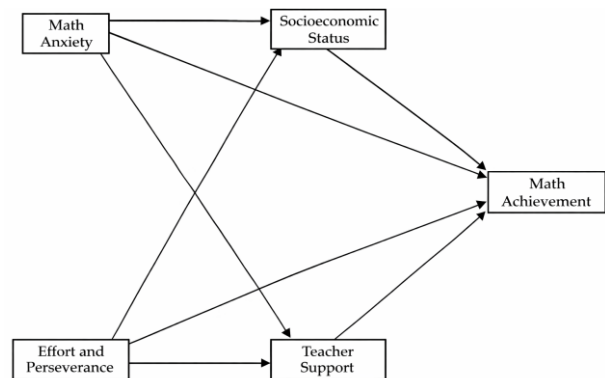


Figure 1. Path analysis model constructed to predict mathematics achievement

The proposed structural model was analyzed using the R lavaan package, and key statistics related to model fit were obtained. The calculated fit indices and the recommended threshold values reported in the literature (Brown, 2015; Hooper et al., 2008; MacCallum et al., 1996; Sümer, 2000; Şencan, 2005; Tabachnick & Fidell, 2013; Thompson, 2004) are presented comparatively in Table 7.

with a χ^2/df ratio below 5. As the specified path model included no latent variables and the structural paths were

fully identified, the model was nearly just identified. Therefore, as noted in the literature, the degrees of freedom for the χ^2 test were low ($df = 1$) (Bollen, 1989; Kline, 2015). χ^2/df ratios up to 5 are considered indicative of acceptable model fit (Çokluk et al., 2018). Accordingly, the χ^2/df ratio indicates that the model provides an acceptable fit. To address limitations in the χ^2 statistic's sensitivity to sample size, alternative fit indices such as RMSEA, CFI, SRMR, and TLI have been developed (Brown, 2015; Şencan, 2005; Tabachnick & Fidell, 2001). Contemporary SEM literature emphasizes that CFI, TLI, RMSEA, and SRMR provide more reliable indicators of model fit, particularly in large samples and when robust estimators are used (Brown, 2015; Kline, 2016). In this study, the fit indices were RMSEA = .01, CFI = .99, SRMR = .004, and TLI = .99. The excellent fit indices indicate that the path analysis model was well supported by the data. The structural model illustrating the direct and indirect effects of perseverance and effort in mathematics, mathematics anxiety, socioeconomic status, and teacher support on mathematics achievement is presented in Figure 2, along with the standardized path coefficients obtained from the analyses conducted in the R environment.

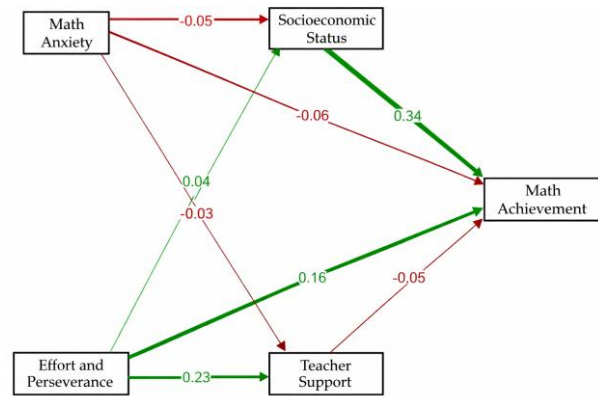


Figure 2. Structural model predicting mathematics achievement and standardized path coefficient

The direct and indirect relationships among the variables in the path analysis model are presented in Table 8.

Table 8.

Path analysis effect coefficients predicting mathematics achievement

	β	B	t	SE	95% CI
Perseverance and Effort → Socioeconomic Status	.04	.05	3.21*	.01	[.01, .07]
Mathematics Anxiety → Socioeconomic Status	-.05	-.05	-4.00*	.01	[-.07, -.02]
Perseverance and Effort → Teacher Support	.23	.25	15.81*	.01	[.21, .27]
Mathematics Anxiety → Teacher Support	-.03	-.02	-1.80	.01	[-.05, .002]
Socioeconomic Status → Mathematics Achievement	.34	26.11	27.79*	.01	[24.27, 27.95]
Teacher Support → Mathematics Achievement	-.05	-3.55	-3.41*	.01	[-5.58, -1.51]
Perseverance and Effort → Mathematics Achievement	.16	13.27	12.10*	.01	[11.12, 15.42]
Mathematics Anxiety → Mathematics Achievement	-.06	-5.64	-5.56*	.01	[-7.62, -3.65]
Perseverance and Effort → Socioeconomic Status → Mathematics Achievement	.01	1.20	3.20*	-	[.46, 1.94]
Mathematics Anxiety → Socioeconomic Status → Mathematics Achievement	-.02	-1.33	-3.94*	-	[-1.99, -.67]
Perseverance and Effort → Teacher Support → Mathematics Achievement	.01	-.87	-3.31*	-	[-1.38, -.35]
Mathematics Anxiety → Teacher Support → Mathematics Achievement	.001	.08	1.56	-	[-.02, .19]

Note. β : Standardized Path Coefficient; B: Unstandardized Path Coefficient; t: t Value; SE: Standard Error; 95% CI: 95% Confidence Interval. $p < .05^*$.

One of the mediation effects examined in Table 8 concerns the effect of perseverance and effort in mathematics on mathematics achievement, mediated by socioeconomic status. In this relationship, the direct effects of perseverance and effort on socioeconomic status ($\beta=.04, p<.05$) and of socioeconomic status on mathematics achievement ($\beta=.34, p<.05$) were significant. The direct effect of perseverance and effort on mathematics achievement ($\beta=.16, p<.05$) remained significant after including socioeconomic status as a mediator ($\beta = .01, B= 1.20, 95\% CI [.46, 1.94]$). The persistence of the direct effect after the inclusion of the mediator, along with a statistically significant indirect

effect, indicates that socioeconomic status partially mediates this relationship.

Another mediation effect examined in Table 8 concerns the effect of perseverance and effort in mathematics on mathematics achievement via mathematics teacher support. The direct effects from perseverance and effort to teacher support ($\beta=.23, p<.05$) and from teacher support to mathematics achievement ($\beta=-.05, p<.05$) were found to be significant. The direct effect of perseverance and effort on mathematics achievement ($\beta=.16, p<.05$) remained significant after including teacher support as a mediator ($\beta=.01, B=-.87, 95\% CI [-1.38, -.35]$). These findings indicate that mathematics teacher support partially mediates the

relationships among perseverance, effort in mathematics, and mathematics achievement.

Another mediation effect addressed in Table 8 concerns the effect of mathematics anxiety on mathematics achievement through socioeconomic status. In this relationship, the direct effects of mathematics anxiety on socioeconomic status ($\beta = -.05$, $p < .05$) and of socioeconomic status on mathematics achievement ($\beta = .34$, $p < .05$) were significant. The direct effect of mathematics anxiety on mathematics achievement ($\beta = -.06$, $p < .05$) remained significant after including socioeconomic status as a mediator ($\beta = -.02$, $B = -1.33$, 95% CI [-1.99, -.67]). This finding indicates that socioeconomic status partially mediates the relationship between mathematics anxiety and mathematics achievement.

A different mediation relationship examined in Table 8 involves the effect of mathematics anxiety on mathematics achievement through mathematics teacher support. The results revealed that the path from mathematics anxiety to teacher support was not significant ($\beta = -.03$, $p > .05$), whereas the direct effect from teacher support to mathematics achievement was significant ($\beta = -.05$, $p < .05$). The indirect effect calculated through teacher support was not statistically significant ($\beta = .001$, $B = .08$, 95% CI [-.02, .19]). This result indicates that although teacher support is a significant predictor of mathematics achievement, it does not mediate the effect of mathematics anxiety on achievement. In other words, the adverse effects of mathematics anxiety are not transmitted through the level of teacher support; instead, they operate primarily through direct pathways and other variables.

Overall, the findings obtained from the path analysis model indicate that socioeconomic status partially mediates the relationships between perseverance and effort in mathematics and mathematics achievement, as well as between mathematics anxiety and mathematics achievement. Additionally, the results show that mathematics teacher's support partially mediates the relationship between perseverance and effort in mathematics and mathematics achievement.

4. Discussion

In this study, which aimed to reveal the direct and indirect effects on mathematics achievement using the PISA 2022 Türkiye sample, it was first concluded that socioeconomic status, mathematics anxiety, and effort and perseverance in mathematics have significant effects on the mathematics achievement of both female and male students. Among these variables, socioeconomic status emerged as the strongest determinant of mathematics achievement. While mathematics anxiety negatively affected students' mathematics performance, effort and persistence were identified as critical factors facilitating success in mathematics. Another key finding was that mathematics teacher support had a significant effect on mathematics achievement among female students, but not among male

students. This result suggests that the variables examined may exert differential effects on male and female students. Within the scope of the second aim of the study, it was determined that socioeconomic status plays a partial mediating role in the effects of effort and perseverance in mathematics and mathematics anxiety on mathematics achievement. Similarly, it was found that teacher support plays a partial mediating role in the relationship between effort and perseverance in mathematics and mathematics achievement; however, teacher support does not serve as a mediator in the relationship between mathematics anxiety and mathematics achievement.

When the effect sizes from regression analyses conducted separately for female and male students were examined, mathematics anxiety, effort and persistence showed small but statistically significant effect sizes in both groups. In contrast, teacher support showed a small, statistically significant effect size only among female students. In contrast, the finding that socioeconomic status showed an effect size in the small-to-moderate range, and very close to a moderate effect, for both female and male students clearly underscore the decisive role of structural factors in academic achievement. As emphasized in the literature, although such small effect sizes may appear limited at the individual level, they can yield cumulative, long-term academic gains when systematically implemented through instructional practices and education policies targeting large student populations (Kraft, 2020; OECD, 2019). Considering that mathematics achievement is a multidimensional construct shaped by the simultaneous and interactive influences of individual characteristics, family-related factors, school context, and broader societal conditions, the relatively limited contribution of any single predictor to mathematics achievement can be regarded as an expected outcome in the context of large-scale assessments and as being consistent with the multidimensional conception of achievement underlying the PISA methodology (OECD, 2014).

The effect of mathematics teacher support on mathematics achievement has been examined in numerous studies and documented with varying findings (Hughes et al., 2012; Liu, 2024; Tan et al., 2025; Tao et al., 2022; Wullschleger et al., 2025). Research indicating that male and female students experience qualitative differences in their relationships with teachers, and that these differences can be decisive for academic engagement, self-confidence, and achievement (Hamre & Pianta, 2006), as well as studies reporting that female students are more sensitive to teacher support and perceive such support at higher levels (Lam et al., 2012; Malecki & Demaray, 2003), are consistent with the findings of the present study. Nevertheless, the literature also includes studies reporting contrasting results. In a study conducted by Roorda et al. (2011), teacher support was found to have a significant effect for both female and male students; however, male students were reported to be more strongly affected by negative teacher behaviors.

Similarly, Hughes (2011) reported that positive teacher-student relationships were associated with increased classroom engagement and achievement among male students. Therefore, to better understand the effects of teacher support on female and male students, it is important to conduct more in-depth analyses and to consider its interactions with other influencing factors.

In the literature, socioeconomic status has been identified as a crucial determinant of mathematics achievement in numerous studies (King & Trinidad, 2021; Li et al., 2021; Wang & Li, 2014). The effect of socioeconomic status on mathematics achievement is also supported by studies based on PISA Türkiye data (Aydın et al., 2012; Dolu, 2020; Güler, 2013; Yolsal, 2016) and the results comply with the findings of this study. Children from low socioeconomic backgrounds exhibit lower academic skills than their peers from higher socioeconomic backgrounds, even in the preschool period, and may face a higher risk of experiencing learning difficulties throughout formal education (Muñez et al., 2025). Students with higher socioeconomic status can be considered to have opportunities to enhance their academic performance by making their learning processes more efficient through access to diverse social and cultural resources that support academic achievement, as well as through family support. The findings of this study indicate that socioeconomic status is a significant predictor of mathematics achievement for both female and male students. In addition, the study emphasizes that socioeconomic status partially mediates the effects of mathematics anxiety, effort and persistence on mathematics achievement.

The effects of effort and persistence on mathematics achievement have been examined in various studies, yielding diverse findings (Ekmekçi & Serrano, 2022; Ellington & Frederick, 2010; Schmerse & Zitzmann, 2021). Studies based on PISA data have demonstrated that effort and persistence are significantly associated with achievement and that increases in these variables are accompanied by higher mathematics achievement scores (Chin & Xihua, 2008; Kutlu et al., 2017). Consistent with these findings, the present study indicates that effort and persistence predict mathematics achievement both directly and indirectly through socioeconomic status and teacher support. Previous research also supports the conclusion that socioeconomic status plays a significant role in the effect of students' effort and persistence on mathematics achievement (Diemer et al., 2013; OECD, 2019), and that the impact of effort and persistence on achievement is strengthened when considered together with teacher support (Wang et al., 2023), which serves as an important mediator in transforming students' academic efforts into achievement (Wetzel, 2009). Overall, the learning opportunities afforded by socioeconomic status and the presence of teacher support can be regarded as key factors that substantially influence whether students' effort and persistence in mathematics translate into academic success.

Several studies have reported a negative and statistically significant relationship between mathematics anxiety and mathematics achievement (Caviola et al., 2025; Lau et al., 2024; Zuo et al., 2024). By contrast, some research has found no significant association between mathematics anxiety and achievement (Cargnelutti et al., 2017; Çoban, 2018). The findings of the present study indicate that mathematics anxiety is related to mathematics achievement both directly and indirectly through socioeconomic status. Moreover, the results are consistent with studies suggesting that the negative association between mathematics anxiety and achievement is more pronounced among socioeconomically disadvantaged groups (del Río et al., 2025), with research emphasizing that the influence of affective variables on academic achievement is closely linked to socioeconomic status (Wang & Eccles, 2013), and with prior PISA-based studies reporting that increases in anxiety are accompanied by decreases in mathematics achievement (Chan & Liem, 2023; Ortega-Rodríguez, 2025; Xiao & Sun, 2021). In a study by Güre et al. (2020) examining factors affecting mathematics literacy in PISA 2015, anxiety was identified as the most influential factor in Türkiye, with teacher interest as another important factor. The authors emphasized that teacher support affects achievement by reducing mathematics anxiety. However, the findings of the present study reveal that the relationship between mathematics anxiety and teacher support is not statistically significant and that teacher support does not assume a mediating role in the relationship between mathematics anxiety and mathematics achievement. One possible explanation for this finding is that teacher support in the PISA context is measured through students' perceptions, and this perceived support may not directly correspond to mathematics anxiety, which is an internal, affective construct (Eccles & Wigfield, 2002). Accordingly, while the findings support the importance of teacher support for mathematics achievement, they also suggest that teacher support may not always function as a direct mechanism for reducing mathematics anxiety. It can therefore be inferred that future research on mathematics anxiety should not be limited to teacher support alone but should also be complemented by approaches targeting affective and environmental factors.

Another finding of the study is that socioeconomic status and effort and perseverance in mathematics have positive and statistically significant effects on mathematics achievement, whereas teacher support exhibits a statistically significant negative coefficient. Several studies have noted that teacher support is often directed toward students who experience academic difficulties, exhibit higher levels of anxiety, or demonstrate lower performance (Košir & Tement, 2014; Nurmi, 2012). When the relationship between teacher support and mathematics achievement is examined, a high level of perceived support does not necessarily indicate high achievement; instead, it may reflect a greater need for support due to the student's lower current achievement level. In such cases, the

observed negative association between teacher support and achievement may not imply that support reduces achievement but instead may represent a reactive response to low achievement. In addition, when variables such as mathematics anxiety and socioeconomic status are included in the model, the shared positive variance associated with teacher support may be accounted for, resulting in a negative coefficient indicating a suppression effect (MacKinnon et al., 2000). Therefore, the relationship between teacher support and mathematics achievement should be interpreted with consideration of students' affective characteristics and their learning context.

The findings of this study indicate that education policies aimed at improving mathematics achievement in Türkiye should not be limited to a sole focus on cognitive outcomes. The decisive effect of socioeconomic status on mathematics achievement once again underscores the importance of policies implemented by the Ministry of National Education to support disadvantaged regions. In this context, strengthening academic support programs for socioeconomically disadvantaged schools, improving access to learning materials, and enhancing school-based resources may help reduce inequalities in mathematics achievement.

The finding that affective variables such as mathematics anxiety, effort and perseverance, and teacher support produce small but significant effects indicates that greater emphasis should be placed on these areas in teacher education and professional development programs. In particular, equipping both pre-service and in-service teachers with classroom strategies aimed at reducing mathematics anxiety, instructional approaches that foster students' effort and perseverance, and supportive teacher-student interactions may be considered practices with the potential to enhance student achievement in the long term. Accordingly, providing teachers with high-quality in-service training that incorporates the social and affective dimensions of mathematics instruction is recommended as an important priority.

One of the significant contributions of the study to the field is the clear and systematic application of an analytical approach aligned with the PISA methodology. During the analysis process, the direct relationships among variables predicting mathematics achievement were examined in a design-sensitive manner by taking sample weights, replication weights, and plausible values into account. In addition, based on the assumption that the relationships among variables are not limited to unidirectional effects, indirect relationships and mediation structures were also included in the analysis. This approach allowed the interactive effects of socioeconomic and affective factors on mathematics achievement to be examined within a comprehensive framework. The findings were reported by integrating the results estimated separately for each plausible value in accordance with appropriate pooling rules, thereby providing a methodologically consistent

analytical approach that accounts for the complex sampling structure of PISA data.

One of the main limitations of the study is that certain individual and environmental factors that may help explain the relationships among the variables examined were not included in the analysis. In addition, the analyses were limited to the PISA 2022 Türkiye sample, and therefore the findings cannot be directly generalized to countries with different educational systems and cultural contexts. In this regard, future research examining PISA data through cross-national comparative analyses and designed to include student groups with varying levels of achievement and socioeconomic characteristics may allow for a more detailed and comparative examination of the effects of the variables examined on academic achievement. Such studies are expected to contribute to the more effective development of educational policies and to provide guidance for evidence-based practices aimed at improving students' mathematics achievement.

Ethical Considerations: In this study, all principles stipulated in the Directive on Scientific Research and Publication Ethics of Higher Education Institutions were strictly followed. None of the actions defined under the section titled "Actions Contrary to Scientific Research and Publication Ethics" was committed. This study used the PISA 2022 dataset, which is administered by the OECD and publicly available; therefore, ethical committee approval was not required.

Author Contributions: The authors contributed equally to the study.

Funding: No financial support was received within the scope of this study.

Conflict of Interest: The authors declare that there is no conflict of interest between them.

Data Availability: The PISA 2022 data used in this study are publicly available on the official website of the OECD.

References

- Alpar, R. (2021). *Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel yöntemler* (6th ed.). Detay Publishing.
- Arıkan, S., Özer, F., Şeker, V., & Ertaş, G. (2020). Geniş ölçekli testlerde örneklem ağırlıklarının ve olası değerlerin önemi. *Journal of Measurement and Evaluation in Education and Psychology*, 11(1), 43–60.
- 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.
- Asparouhov, T., & Muthén, B. (2010). *Simple second-order chi-square correction* (Mplus technical appendix). Muthén & Muthén. https://www.statmodel.com/download/WLSMV_new_chi_21.pdf
- Aydın, A., Sarier, Y., & Uysal, Ş. (2012). Sosyoekonomik ve sosyokültürel değişkenler açısından PISA matematik sonuçlarının karşılaştırılması. *Eğitim ve Bilim*, 37(164).
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W. H. Freeman.
- Barnes, A. (2019). Perseverance in mathematical reasoning: The role of children's conative focus in the productive interplay between cognition and affect. *Research in Mathematics Education*, 21(3), 271–294. <https://doi.org/10.1080/14794802.2019.1590229>
- 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>
- Bettinger, E., Ludvigsen, S., Rege, M., Solli, I. F., & Yeager, D. (2018). Increasing perseverance in math: Evidence from a field experiment in Norway. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 146, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2017.11.032>
- Boaler, J. (2016). *Mathematical mindsets: Unleashing students' potential through creative math, inspiring messages and innovative teaching*. Jossey-Bass.
- Bollen, K. A. (1989). *Structural equations with latent variables*. Wiley.
- Brown, T. A. (2015). *Confirmatory factor analysis for applied research* (2nd ed.). Guilford Press.
- Büyüköztürk, Ş. (2015). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum* (21st ed.). Pegem Akademi.
- Cargnelutti, E., Tomasetto, C., & Passolunghi, M. C. (2017). How is anxiety related to math performance in young students? A longitudinal study of Grade 2 to Grade 3 children. *Cognition and Emotion*, 31(4), 755–764. <https://doi.org/10.1080/02699931.2016.1147421>
- Caviola, S., Giofrè, D., Feraco, T., Toffalini, E., Allen, K. A., & Geary, D. C. (2025). Exploring the mediating role of academic anxiety in mathematics and reading performance among boys and girls: A comprehensive study of Italian fifth graders. *Learning and Individual Differences*, 122, Article 102726. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2025.102726>
- Chan, M., & Liem, G. A. D. (2023). Achievement goal profiles and their associations with math achievement, self-efficacy, anxiety and instructional quality: A single and multilevel mixture study. *British Journal of Educational Psychology*, 93(4), 1072–1088. <https://doi.org/10.1111/bjep.12620>
- Chen, F. F. (2007). Sensitivity of goodness of fit indexes to lack of measurement invariance. *Structural Equation Modeling*, 14(3), 464–504. <https://doi.org/10.1080/10705510701301834>
- Cheung, G. W., & Rensvold, R. B. (2002). Evaluating goodness-of-fit indexes for testing measurement invariance. *Structural Equation Modeling*, 9(2), 233–255. https://doi.org/10.1207/S15328007SEM0902_5
- Chiu, M. M., & Xihua, Z. (2008). Family and motivation effects on mathematics achievement: Analyses of students in 41 countries. *Learning and Instruction*, 18(4), 321–336. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.06.003>
- Çoban, M. (2018). *PISA 2012 bağlamında 9. sınıf öğrencilerinin matematiksel okuryazarlığının incelenmesi* [Master's thesis, Balıkesir University]. National Thesis Center.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Çokluk, Ö., Şekercioglu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2018). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL uygulamaları* (5th ed.). Pegem Akademi.
- Danan, Y., & Ashkenazi, S. (2022). The influence of sex on the relations among spatial ability, math anxiety and math performance. *Trends in Neuroscience and Education*, 29, Article 100196. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2022.100196>
- del Río, M. F., Morales, M. F., Susperreguy, M. I., & Espinoza, A. M. (2025). Predictors and outcomes associated with early math anxiety: Parental factors, working memory and math performance. *Cognitive Development*, 75, Article 101613. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2025.101613>
- Diemer, M. A., Wang, Q., Moore, T., Gregory, S. R., Hatcher, K. M., & Kang, K. (2013). Academic persistence among adolescents: A social capital perspective. *Journal of Adolescence*, 36(4), 609–620. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2013.04.002>
- DiNapoli, J. (2019, November). *Getting better at sticking with it: Examining perseverance improvement in mathematics students* [Paper presentation]. North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, St. Louis, MO, United States.
- DiNapoli, J., & Miller, E. K. (2022). Recognizing, supporting, and improving student perseverance in mathematical problem-solving: The role of conceptual thinking scaffolds. *The Journal of Mathematical Behavior*, 66, Article 100965. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2022.100965>

- Dolu, A. (2020). Sosyoekonomik faktörlerin eğitim performansı üzerine etkisi: PISA 2015 Türkiye örneği. *Journal of Management and Economics Research*, 18(2), 41–58.
- Dowker, A., Sarkar, A., & Looi, C. Y. (2016). Mathematics anxiety: What have we learned in 60 years? *Frontiers in Psychology*, 7, Article 508. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00508>
- Du, C., Qin, K., Wang, Y., & Xin, T. (2021). Mathematics interest, anxiety, self-efficacy and achievement: Examining reciprocal relations. *Learning and Individual Differences*, 91, Article 102060. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2021.102060>
- Duckworth, A. L., & Seligman, M. E. P. (2006). Self-discipline gives girls the edge: Gender in self-discipline, grades, and achievement test scores. *Journal of Educational Psychology*, 98(1), 198–208. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.98.1.198>
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53, 109–132. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>
- Ekmekçi, A., & Serrano, D. M. (2022). The impact of teacher quality on student motivation, achievement, and persistence in science and mathematics. *Education Sciences*, 12(10), Article 649. <https://doi.org/10.3390/educsci12100649>
- Ellington, R. M., & Frederick, R. (2010). Black high achieving undergraduate mathematics majors discuss success and persistence in mathematics. *Negro Educational Review*, 61(1–4), 107–132.
- Else-Quest, N. M., Hyde, J. S., & Linn, M. C. (2010). Cross-national patterns of gender differences in mathematics: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 136(1), 103–127. <https://doi.org/10.1037/a0018053>
- Enders, C. K. (2010). *Applied missing data analysis*. Guilford Press.
- Eysenck, M. W., Derakshan, N., Santos, R., & Calvo, M. G. (2007). Anxiety and cognitive performance: Attentional control theory. *Emotion*, 7(2), 336–353. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.7.2.336>
- Federici, R. A., & Skaalvik, E. M. (2014). Students' perceptions of emotional and instrumental teacher support: Relations with motivational and emotional responses. *International Education Studies*, 7(1), 21–36. <https://doi.org/10.5539/ies.v7n1p21>
- Freeburn, B., & Arbaugh, F. (2017). Supporting productive struggle with communication moves. *Mathematics Teacher*, 111(3), 176–181. <https://doi.org/10.5951/mathteacher.111.3.0176>
- Fu, D., Liu, Y., & Zhang, D. (2023). The relationship between teacher autonomy support and student mathematics achievement: A 3-year longitudinal study. *Educational Psychology*, 43(2–3), 187–206. <https://doi.org/10.1080/01443410.2023.2190064>
- George, D., & Mallery, P. (2010). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference* (10th ed.). Pearson.
- Gresham, G. (2007). A study of mathematics anxiety in pre-service teachers. *Early Childhood Education Journal*, 35(2), 181–188. <https://doi.org/10.1007/s10643-007-0174-7>
- Güler, H. K. (2013). Türk öğrencilerin PISA'da karşılaştıkları güçlüklerin analizi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(2), 501–522.
- Güre, Ö. B., Kayri, M., & Erdoğan, F. (2020). PISA 2015 matematik okuryazarlığını etkileyen faktörlerin eğitsel veri madenciliği ile çözümlenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 45(202), 393–415. <https://doi.org/10.15390/EB.2020.8477>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Pearson.
- Hamre, B. K., & Pianta, R. C. (2006). Student–teacher relationships. In G. G. Bear & K. M. Minke (Eds.), *Children's needs III: Development, prevention, and intervention* (pp. 59–71). National Association of School Psychologists.
- Harari, R. R., Vukovic, R. K., & Bailey, S. P. (2013). Mathematics anxiety in young children: An exploratory study. *The Journal of Experimental Education*, 81(4), 538–555. <https://doi.org/10.1080/00220973.2012.727888>
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.
- Hayes, A. F. (2013). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach*. Guilford Press.
- Hayes, A. F. (2018). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach* (2nd ed.). Guilford Press.
- Hooper, D., Coughlan, J., & Mullen, M. R. (2008). Structural equation modelling: Guidelines for determining model fit. *Electronic Journal of Business Research Methods*, 6(1), 53–60.
- Huang, M., & Liu, X. (2025). Pathways to equity: A mediation analysis of gender, SES, and mathematics achievement using PISA 2022 UK data. *International Journal of Educational Research*, 133, Article 102666. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2025.102666>
- Hughes, J. N. (2011). Longitudinal effects of teacher and student perceptions of teacher–student relationship qualities on academic adjustment. *The Elementary School Journal*, 112(1), 38–60. <https://doi.org/10.1086/660686>
- Hughes, J. N., Wu, J.-Y., Kwok, O.-m., Villarreal, V., & Johnson, A. Y. (2012). Indirect effects of child reports of teacher–student relationship on achievement. *Journal of Educational Psychology*, 104(2), 350–365. <https://doi.org/10.1037/a0026339>
- International Association for the Evaluation of Educational Achievement. (2022). *IDB Analyzer (Version 4.0) user guide*. <https://www.iea.nl/data/idb-analyzer>
- Jackson, C. D., & Leffingwell, R. J. (1999). The role of instructors in creating math anxiety in students from kindergarten through college. *Mathematics Teacher*, 92(7), 583–586.
- Jang, H., Kim, E. J., & Reeve, J. (2012). Why students become more engaged or more disengaged during the semester: A self-determination theory dual-process model. *Learning and Instruction*, 22(2), 104–114. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.10.003>
- Jeong, D., Kim, S. G., & Bong, M. (2025). Gender, mindset, and teacher support predict students' math motivation profiles: Evidence from five countries in PISA 2022. *Contemporary Educational Psychology*, 83, Article 102428. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2025.102428>

- Jungert, T., Hubbard, K., Dedic, H., & Rosenfield, S. (2019). Systemizing and the gender gap: Examining academic achievement and perseverance in STEM. *European Journal of Psychology of Education, 34*(2), 479–500. <https://doi.org/10.1007/s10212-018-0390-0>
- Karakaya, J., & Alpar, R. (2021). Path analizi. In R. Alpar (Ed.), *Çok değişkenli istatistiksel yöntemler* (pp. 769–774). Detay Yayıncılık.
- King, R. B., & Trinidad, J. E. (2021). Growth mindset predicts achievement only among rich students: Examining the interplay between mindset and socioeconomic status. *Social Psychology of Education, 24*(3), 635–652. <https://doi.org/10.1007/s11218-021-09616-z>
- King, R. B., Cai, Y., & Elliot, A. J. (2024). Income inequality is associated with heightened test anxiety and lower academic achievement: A cross-national study in 51 countries. *Learning and Instruction, 89*, Article 101825. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2023.101825>
- Kline, R. B. (2016). *Principles and practice of structural equation modeling* (4th ed.). Guilford Press.
- Košir, K., & Tement, S. (2014). Teacher–student relationship and academic achievement: A cross-lagged longitudinal study on three different age groups. *European Journal of Psychology of Education, 29*(3), 409–428. <https://doi.org/10.1007/s10212-013-0205-2>
- Kraft, M. A. (2020). Interpreting effect sizes of education interventions. *Educational Researcher, 49*(4), 241–253. <https://doi.org/10.3102/0013189X20912798>
- Kutlu, Ö., Kula Kartal, S., & Şimşek, N. T. (2017). Identifying the relationships between perseverance, openness to problem solving, and academic success in PISA 2012 Turkey. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 7*(1), 263–274. <https://izlik.org/JA53TS26YY>
- Lam, S.-F., Jimerson, S., Kikas, E., Cefai, C., Veiga, F. H., Nelson, B., Hatzichristou, C., Polychroni, F., Basnett, J., Duck, R., Farrell, P., Liu, Y., Negovan, V., Shin, H., Stanculescu, E., Wong, B. P. H., Yang, H., & Zollneritsch, J. (2012). Do girls and boys perceive themselves as equally engaged in school? The results of an international study from 12 countries. *Journal of School Psychology, 50*(1), 77–94. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2011.07.004>
- Lau, N. T. T., Ansari, D., & Sokolowski, H. M. (2024). Unraveling the interplay between math anxiety and math achievement. *Trends in Cognitive Sciences, 28*(10), 937–947. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2024.07.006>
- Lee, Y. (2022). The role of teacher support in promoting students' academic engagement and grit. *Educational Psychology, 42*(3), 322–338. <https://doi.org/10.1080/01443410.2021.1991907>
- Li, H., Liu, J., Zhang, D., & Liu, H. (2021). Examining the relationships between cognitive activation, self-efficacy, socioeconomic status, and achievement in mathematics: A multi-level analysis. *British Journal of Educational Psychology, 91*(1), 101–126. <https://doi.org/10.1111/bjep.12338>
- Little, R. J. A., & Rubin, D. B. (2019). *Statistical analysis with missing data* (3rd ed.). Wiley.
- Liu, X. (2024). Effect of teacher–student relationship on academic engagement: The mediating roles of perceived social support and academic pressure. *Frontiers in Psychology, 15*, Article 1331667. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1331667>
- Lyons, I. M., & Beilock, S. L. (2012). When math hurts: Math anxiety predicts pain network activation in anticipation of doing math. *PLoS ONE, 7*(10), e48076. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048076>
- MacCallum, R. C., Browne, M. W., & Sugawara, H. M. (1996). Power analysis and determination of sample size for covariance structure modeling. *Psychological Methods, 1*(2), 130–149. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.1.2.130>
- Malecki, C. K., & Demaray, M. K. (2003). What type of support do they need? Investigating student adjustment as related to emotional, informational, appraisal, and instrumental support. *School Psychology Quarterly, 18*(3), 231–252. <https://doi.org/10.1521/scpq.18.3.231.22576>
- Maloney, E. A., & Beilock, S. L. (2012). Math anxiety: Who has it, why it develops, and how to guard against it. *Current Directions in Psychological Science, 21*(6), 404–409. <https://doi.org/10.1177/0963721412454874>
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024). *PISA 2022 Türkiye raporu*. https://pisa.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2024_03/21120745_26152640_pisa2022_rapor.pdf
- Moran, T. P. (2016). Anxiety and working memory capacity: A meta-analysis and narrative review. *Psychological Bulletin, 142*(8), 831–864. <https://doi.org/10.1037/bul0000051>
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Hooper, M. (2016). *TIMSS 2015 international results in mathematics*. TIMSS & PIRLS International Study Center. <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/>
- Muñoz, D., Bull, R., Khng, K. H., Ng, E. L., Poon, K., & Lee, K. (2025). Mathematics resilience in preschool and executive functions. *Learning and Instruction, 100*, Article 102197. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2025.102197>
- 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>
- National Council of Teachers of Mathematics. (2014). *Principles to actions: Ensuring mathematical success for all*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Nurmi, J.-E. (2012). Students' characteristics and teacher–child relationships in instruction. *Educational Research Review, 7*(3), 177–197. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2012.03.001>
- OECD. (2009). *PISA data analysis manual: SPSS and SAS* (2nd ed.). OECD Publishing. <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisa-data-analysis-manual-spss-and-sas-second-edition.htm>
- OECD. (2014). *PISA 2012 results: What students know and can do* (Vol. I, Revised ed.). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264201118-en>
- OECD. (2015). *Does math make you anxious?* (PISA in Focus, No. 48). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5js6b2579tnx-en>

- OECD. (2017). What is PISA? In *PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematics, financial literacy and collaborative problem solving*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264281820-en>
- OECD. (2019). *PISA 2018 results (Vol. III): What school life means for students' lives*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/acd78851-en>
- OECD. (2020). *Teachers and school leaders as valued professionals: TALIS 2018 results (Vol. II)*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/19cf08df-en>
- OECD. (2023). *PISA 2022 results (Vol. I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- OECD. (2024). *PISA 2022 technical report*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-technical-report_01820d6d-en.html
- Oksal, A., Durmaz, B., & Akın, A. (2016). SBS'ye hazırlanan öğrencilerin sınav ve matematik kaygılarının bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 2(4), 47–62.
- Opdenakker, M.-C., Maulana, R., & den Brok, P. (2012). Teacher–student interpersonal relationships and academic motivation within one school year: Developmental changes and linkage. *School Effectiveness and School Improvement*, 23(1), 95–119. <https://doi.org/10.1080/09243453.2011.619198>
- Ortega-Rodríguez, P. J. (2025). PISA 2022 predictors of the mathematics achievement of Spanish students in secondary education. *Psicodidáctica*, 30, Article 500152. <https://doi.org/10.1016/j.psicoe.2024.500152>
- Park, Y., Yu, H., & Jo, I. (2018). Grit as a predictor of academic success: Gender differences among Korean middle school students. *Educational Psychology*, 38(6), 678–694. <https://doi.org/10.1080/01443410.2018.1457772>
- Pianta, R. C., Hamre, B. K., & Allen, J. P. (2012). Teacher–student relationships and engagement: Conceptualizing, measuring, and improving the capacity of classroom interactions. In S. L. Christenson, A. L. Reschly, & C. Wylie (Eds.), *Handbook of research on student engagement* (pp. 365–386). Springer.
- Ramirez, G., Shaw, S. T., & Maloney, E. A. (2020). Math anxiety: Past research, promising interventions, and a new interpretation framework. *Educational Psychologist*, 55(3), 145–164. <https://doi.org/10.1080/00461520.2020.1721523>
- Reardon, S. F. (2011). The widening academic achievement gap between the rich and the poor: New evidence and possible explanations. In G. J. Duncan & R. J. Murnane (Eds.), *Whither opportunity? Rising inequality, schools, and children's life chances* (pp. 91–115). Russell Sage Foundation.
- Roorda, D. L., Koomen, H. M. Y., Spilt, J. L., & Oort, F. J. (2011). The influence of affective teacher–student relationships on students' school engagement and achievement: A meta-analytic approach. *Review of Educational Research*, 81(4), 493–529. <https://doi.org/10.3102/0034654311421793>
- Rossee, Y. (2012). lavaan: An R package for structural equation modeling. *Journal of Statistical Software*, 48(2), 1–36. <https://doi.org/10.18637/jss.v048.i02>
- Rubin, D. B. (1987). *Multiple imputation for nonresponse in surveys*. Wiley.
- Rutkowski, L., Gonzalez, E., & von Davier, M. (2014). *Handbook of international large-scale assessment: Background, technical issues, and methods of analysis*. Chapman & Hall/CRC.
- Ruzek, E. A., Hafen, C. A., Allen, J. P., Gregory, A., Mikami, A. Y., & Pianta, R. C. (2016). How teacher emotional support motivates students: The mediating roles of perceived academic competence and academic values. *Journal of Educational Psychology*, 108(2), 242–255. <https://doi.org/10.1037/edu0000071>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H., & Müller, H. (2003). Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods of Psychological Research Online*, 8(2), 23–74.
- Schmerse, D., & Zitzmann, S. (2021). Early school adjustment: Do social integration and persistence mediate the effects of school-entry skills on later achievement? *Learning and Instruction*, 71, Article 101374. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2020.101374>
- Shimizu, Y. (2025). Relation between mathematics self-efficacy, mathematics anxiety, behavioural engagement, and mathematics achievement in Japan. *Psychology International*, 7(2), Article 36. <https://doi.org/10.3390/psycholint7020036>
- Sümer, N. (2000). Yapısal eşitlik modelleri: Temel kavramlar ve örnek uygulamalar. *Türk Psikoloji Yazıları*, 3(6), 49–74.
- Şahin, M., Erva, M. K., & Şahin, M. (2025). Matematikte başarıya giden yol: Türkiye'nin TIMSS 2023 performansı üzerine değişkenlerin etkisi. *Uluslararası Eğitimde Mükemmellik Arayışı Dergisi*, 5(1), 24–38.
- Şencan, H. (2005). *Sosyal ve davranışsal ölçümlerde güvenilirlik ve geçerlilik*. Seçkin Yayıncılık.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* (6th ed.). Pearson Education.
- Tao, Y., Meng, Y., Gao, Z., & Yang, X. (2022). Perceived teacher support, student engagement, and academic achievement: A meta-analysis. *Educational Psychology*, 42(4), 401–420. <https://doi.org/10.1080/01443410.2021.1988986>
- Thompson, B. (2004). *Exploratory and confirmatory factor analysis: Understanding concepts and applications*. American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/10694-000>
- Usher, E. L., Li, C. R., Butz, A. R., & Rojas, J. P. (2019). Perseverant grit and self-efficacy: Are both essential for children's academic success? *Journal of Educational Psychology*, 111(5), 877–902. <https://doi.org/10.1037/edu0000324>
- van Buuren, S. (2023). *Flexible imputation of missing data* (3rd ed.). Chapman & Hall/CRC.

- Vandenberg, R. J., & Lance, C. E. (2000). A review and synthesis of the measurement invariance literature: Suggestions, practices, and recommendations for organizational research. *Organizational Research Methods*, 3(1), 4–70. <https://doi.org/10.1177/109442810031002>
- Vlachopoulos, S. P., & Michailidou, S. (2006). Development and initial validation of a measure of autonomy, competence, and relatedness in exercise: The Basic Psychological Needs in Exercise Scale. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 10(3), 179–201. https://doi.org/10.1207/s15327841mpee1003_4
- Wang, L., Li, X., & Li, N. (2014). Socio-economic status and mathematics achievement in China: A review. *ZDM Mathematics Education*, 46(7), 1051–1060. <https://doi.org/10.1007/s11858-014-0617-8>
- Wang, M.-T., & Eccles, J. S. (2013). School context, achievement motivation, and academic engagement: A longitudinal study of school engagement using a multidimensional perspective. *Learning and Instruction*, 28, 12–23. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.04.002>
- Wang, X. S., Perry, L. B., Malpique, A., & Ide, T. (2023). Factors predicting mathematics achievement in PISA: A systematic review. *Large-Scale Assessments in Education*, 11(1), Article 24. <https://doi.org/10.1186/s40536-023-00174-8>
- Widyasari, N. (2020). The effect of mathematics disposition (confidence, monitor, interest, perseverance, application, perceived value, and flexibility in mathematics) on 7th-grade students' mathematics anxiety. In *Proceedings of the 1st International Conference on Folklore, Language, Education and Exhibition* (pp. 284–288). Atlantis Press.
- Wilburne, J. M., & Dause, E. (2017). Teaching self-regulated learning strategies to low-achieving fourth-grade students to enhance their perseverance in mathematical problem solving. *Investigations in Mathematics Learning*, 9(1), 38–52. <https://doi.org/10.1080/19477503.2016.1248648>
- Wullschleger, A., Maag Merki, K., Grob, U., Rechsteiner, B., Compagnoni, M., & Vörös, A. (2025). Teacher collaboration to elevate student achievement? *Learning and Instruction*, 97, Article 102104. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2025.102104>
- Xiao, F., & Sun, L. (2021). Students' motivation and affection profiles and their relation to mathematics achievement, persistence and behaviors: Evidence from PISA 2012 United States data. *Frontiers in Psychology*, 11, Article 533593. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.533593>
- Xu, K. M., Cunha-Harvey, A. R., King, R. B., de Koning, B. B., Paas, F., Baars, M., & de Groot, R. (2021). A cross-cultural investigation on perseverance, self-regulated learning, motivation, and achievement. *Compare: A Journal of Comparative and International Education*, 53(3), 361–379. <https://doi.org/10.1080/03057925.2021.1922270>
- Yolsal, H. (2016). Öğrencilerin sosyo-ekonomik ve kültürel statülerinin PISA 2012 başarıları üzerindeki etkisinin incelenmesi. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 5(3), 7–27.
- Yu, R., & Singh, K. (2018). Teacher support, instructional practices, student motivation, and mathematics achievement in high school. *The Journal of Educational Research*, 111(1), 81–94. <https://doi.org/10.1080/00220671.2016.1204260>
- Zhu, H., Zhang, J., Li, H., Huang, B., Feng, H., Liu, C., & Si, J. (2024). Independent and joint effects of perceived teacher support and math self-efficacy on math achievement. *Learning and Individual Differences*, 112, Article 102445. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2024.102445>
- Zimmerman, B. J., & Schunk, D. H. (2011). Self-regulated learning and performance. In B. J. Zimmerman & D. H. Schunk (Eds.), *Handbook of self-regulation of learning and performance* (pp. 1–12). Routledge.
- Zuo, S., Huang, Q., & Qi, C. (2024). The relationship between cognitive activation and mathematics achievement: Mediating roles of self-efficacy and mathematics anxiety. *Current Psychology*, 43(39), 30794–30805. <https://doi.org/10.1007/s12144-024-06700-3>