


<http://kefad.ahievran.edu.tr>

Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi

ISSN: 2147 - 1037

Investigation of Mediator Variables Related to Mathematical Literacy Using Single and Multiple Mediation Models*

Selda Örs Özdil

Article Information



Received: 30.11.2019

Revised: 12.03.2020

Accepted: 22.04.2020

Keywords:

Student achievement,
Mathematical literacy,
Mediator variable,
Mediation models,
PISA

Abstract

This study aimed to determine mediator variables related to mathematical literacy using single and multiple mediation models employing the Barron and Kerry (BK), Sobel and bootstrapping mediation tests. The data were obtained from 4848 student constituting the Turkish participants of PISA 2012, with the classroom climate, mathematical literacy, mathematics anxiety, and mathematical self-concept included as variables. The samples of the countries were determined according to the two-stage stratified sampling method. Since the aim of this study was to determine the mediator variables related to mathematical literacy, it was based on a relational survey model. The results of the single and multiple mediation model analyses revealed that the variables of mathematics anxiety and mathematical self-concept mediated the relationship between classroom climate and mathematical literacy. In the single mediation model, the effect size value of the math anxiety mediator was determined as 0.23 and the effect size value of the math self-concept mediator was determined as 0.12. In the multiple mediation model, the math anxiety variable's specific indirect effect was determined as 0.18, the math self-concept variable's specific indirect effect was determined as 0.05, and the total indirect effect was determined as 0.23. The perceived positive classroom environment and the teacher's maintenance of classroom discipline were found to reduce the students' anxiety in the mathematics course and increase their mathematical self-concept, which in turn positively affected their mathematical literacy. In addition, it was found that the effect size of the mathematics anxiety variable was higher than that of mathematical self-concept, indicating that the anxiety variable played more important role in increased student achievement.

Matematik Okuryazarlığıyla İlgili Aracı Değişkenlerin Tekli ve Çoklu Aracılık Modelleri ile İncelenmesi*

Makale Bilgileri



Yükleme: 30.11.2019

Düzeltilme: 12.03.2020

Kabul: 22.04.2020

Anahtar Kelimeler:

Öğrenci başarısı,
Matematik okuryazarlığı,
Aracı değişken,
Aracılık modelleri,
PISA

Öz

Bu araştırmanın amacı, matematik okuryazarlığıyla ilgili aracı değişkenleri tekli ve çoklu aracılık modellerinde, aracılık etkisi belirleme yöntemlerinden BK yöntemi, Sobel testi, Bootstrap yöntemini kullanarak belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda PISA 2012 Türkiye verileri kullanılmış ve sınıf iklimi, matematik okuryazarlığı, matematik kaygısı, matematik benlik kavramı değişkenleri ele alınmıştır. Matematik okuryazarlığıyla ilişkili aracı değişkenlerin belirlenmesi amaçlandığından araştırma ilişkisel tarama modelindedir. Araştırma, PISA 2012 Türkiye örnekleminde yer alan 4848 öğrenci üzerinden yürütülmüştür. Ükelere ait örneklem, iki aşamalı tabakalı örnekleme yöntemine göre belirlenmiştir. Tekli ve çoklu aracılık modellerinde yapılan analizler sonucunda, matematik kaygısı ve matematik benlik kavramı değişkenlerinin sınıf iklimi ile matematik okuryazarlığı arasındaki ilişkiye aracılık ettikleri belirlenmiştir. Tekli aracılık modelinde matematik kaygısı aracı değişkeninin etki büyüklüğü 0.23, matematik benlik kavramı aracı değişkeninin etki büyüklüğü 0.12 olarak belirlenmiştir. Çoklu aracılık modelinde ise matematik kaygısı değişkeninin özgül dolaylı etkisi 0.18, matematik benlik kavramı değişkeninin özgül dolaylı etkisi 0.05, toplam dolaylı etki ise 0.23 olarak belirlenmiştir. Algılanan olumlu sınıf ortamı ve öğretmenlerin sınıf disiplinini sağlaması öğrencilerin matematik dersindeki kaygılarını azaltmakta ve matematik benlik kavramını arttırmakta, bu durum da öğrencilerin matematik okuryazarlıklarını olumlu etkilemektedir. Ayrıca matematik kaygısı değişkeninin etki büyüklüğünün matematik benlik kavramının etki büyüklüğünden daha yüksek olduğu, dolayısıyla kaygı değişkeninin başarıdaki artışta daha önemli rol oynadığı bulunmuştur.

Sorumlu Yazar : Selda Örs Özdil, Dr. Öğr. Üyesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye, selda.orsozdil@omu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-7134-5896

*Bu makale Selda Örs Özdil'in Ömer Kutlu danışmanlığında yürütülen "Tekli ve Çoklu Aracılık Modellerinde Aracı Değişken Etkisinin BK, Sobel, Bootstrap Yöntemleriyle Karşılaştırılması (PISA 2012 Matematik Okuryazarlığı)" başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

Atıf için: Örs Özdil, S. (2020). Matematik okuryazarlığıyla ilgili aracı değişkenlerin tekli ve çoklu aracılık modelleri ile incelenmesi. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(2), 1063- 1093.

Giriş

Eğitim araştırmalarının en önemli konularından biri akademik başarıyı etkileyen faktörleri ortaya koymaktır. Yapılan bazı araştırmalarda ve Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD, 2013a)'nın yayımladığı raporda, öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki tüm etkilerin doğrudan olduğunu varsaymanın doğru olmadığı, öğrencilerin akademik başarılarını doğrudan etkileyen değişkenlerin yanı sıra dolaylı etkileyen değişkenlerin de söz konusu olduğu ifade edilmektedir. Eğitim psikolojisinde, Eccles ve diğerleri (1983) tarafından geliştirilen “başarı motivasyonunun beklenti-değer modeli” öğretmen davranışları ve öğrenci performansı değişkenlerini, öğrencilerin motivasyonel inançları tarafından aracı olduğu varsayımı ile birbirine bağlamaktadır (Eccles ve Wigfield, 2002). Yani başarının, öğrencilerin motivasyonel inançlarından; motivasyonel inançların da öğrencilerin, sınıf ortamını ve öğretmen davranışlarını algılamalarından, onlara yönelik tutumlarından etkilendiği varsayılmaktadır. Örneğin, olumlu bir sınıf ortamı ya da sınıf ortamındaki destekleyici ilişkiler öğrencilerin kaygı, benlik kavramı, öz yeterlik gibi motivasyonel inançlarını dolayısıyla öğrenmelerini etkileyebilmektedir. Araştırmalar, sınıf ortamının ve öğretmen davranışlarının motivasyonel yapılar da önemli rol oynadığını göstermektedir. Öğrenciler öğretmenlerini destekleyici olarak algıladıklarında, sınıf etkinlikleriyle ilgili kaygı duyma olasılıkları azalmakta ve etkinliklerle ilgilenme eğilimi göstermektedirler (Eccles, 2007; Wentzel, 1998; aktaran Yıldırım, 2012).

Bulgulara göre, matematik kaygısı ve matematik benlik kavramı gibi öğrenciye özgü olan değişkenlerin matematik okuryazarlığını doğrudan, sınıf iklimi gibi değişkenlerin öğrenciye özgü değişkenler aracılığıyla dolaylı etkileyebileceği düşünülmektedir. Öğrenci başarılarını etkileyen değişkenlerin araştırıldığı çalışmalar incelendiğinde genellikle matematik okuryazarlığını doğrudan etkileyen değişkenlerin ortaya koyulmaya çalışıldığı, az sayıdaki çalışmada aracı değişkenlerin incelendiği dikkat çekmektedir (Ahmed, Minnaert, van der Werf, Kuyper, 2010; Koğar, 2015 ve Yıldırım, 2012).

Aracı değişkenler, bir değişkenin etkisini başka bir değişkene aktaran davranışsal, biyolojik, psikolojik veya sosyal yapılardır. Aracılık, bir araştırmacının, bir değişkenin başka bir değişkeni etkilediği süreci veya sistemi açıklayabilmesinin bir yoludur (MacKinnon, Fairchild ve Fritz, 2007). Aracılık testlerinde temel amaç, iki değişken arasındaki ilişkinin aslında başka bir değişkenin varlığıyla bağlantısını ortaya koymaktır. Aracılık kavramı, bir ya da daha fazla bağımsız değişken etkisinin üçüncü değişken(ler) vasıtasıyla bir bağımlı değişkene aktarıldığı kabul edilen nedensel bir zincire işaret etmektedir. En basit durumda aracılık, bağımsız bir değişken (X) etkisinin bir üçüncü aracı değişken (M) vasıtasıyla bir bağımlı değişkene (Y) iletilmesini belirtmek için kullanılmaktadır (MacKinnon ve diğerleri, 2007). Örneğin psikolojide, çevrenin insan davranışları üzerindeki etkisine, insanların kişilik özellikleri ya da düşüncelerinin aracılık ettiğinin ortaya çıkarılması psikoloji

çalışmalarında önemli ilerlemelere yol açmıştır. Dolayısıyla, çok net gibi görünen ilişki örüntülerinin gerisinde başka değişkenlerin etkisinin araştırılması, genel olarak bilimsel ilerlemenin en önemli koşullarından birisidir. Sonuç olarak aracılık testi, değişkenler arasındaki ilişkilerin nasıl ortaya çıktığını kanıtlamada etkili bir yöntemdir (Şimşek, 2007).

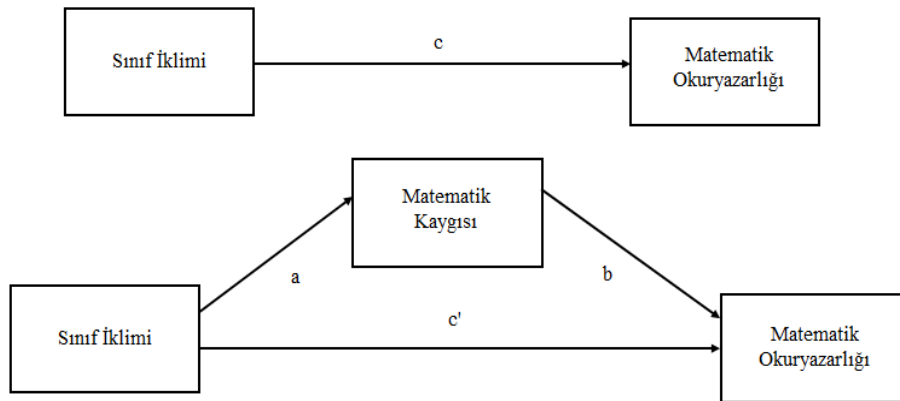
Aracı değişkenlerin incelenmesinde alanyazında farklı yöntemlerin kullanıldığı görülmektedir (Hayes, 2013; Jose, 2013; MacKinnon, 2008; MacKinnon, Lockwood, Hoffman, West ve Sheets, 2002; Preacher ve Hayes, 2008; Shrout ve Bolger, 2002) ve bu konudaki en kapsamlı araştırma MacKinnon ve diğerleri (2002) tarafından yapılmıştır. MacKinnon ve diğerleri (2002), aracılık modellerini test etmek için çeşitli disiplinlerde kullanılan 14 farklı yöntemi incelemişlerdir. Bu yöntem çeşitliliği aynı zamanda, aracı değişken etkisinin belirlenmesinde disiplinler arasında kesin bir görüş birliği bulunmadığını da göstermektedir. Yapılan çalışmada aracılığın belirlenmesinde, Baron Kenny (BK) yöntemi, Sobel testi ve Bootstrap yöntemi kullanılmıştır. Aracılık modellerinde aracılık etkisinin belirlenmesinde son yıllarda farklı yöntemler geliştirilmesine ve benzetim çalışmalarıyla incelenmesine rağmen, alanyazında hangi koşullarda hangi yöntemlerin/testlerin kullanılabileceğine, yöntemlerin sınırlılıklarına ve üstünlüklerine dair kesin bir uzlaşının sağlanmadığı görülmektedir. Ayrıca aracılık etkilerinin belirlenmesi için kullanılan yöntemlerin karşılaştırılması genellikle yapay veriler üzerinden ve tek aracı değişkenin yer aldığı tekli aracılık modeli üzerinde gerçekleştirildiği dikkat çekmektedir. Türkiye’de ise aracılık etkilerinin farklı yöntemlerle çözümlenmesi konusunda bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bununla birlikte matematik okuryazarlığı ile ilgili aracı değişkenlerin incelendiği oldukça az sayıda çalışmaya rastlanmış (Koğar, 2015; Usta ve Şimşek, 2014; Yıldırım, 2012); ancak farklı motivasyonel inançları, sınıf ortamını, akademik başarı gibi değişkenler arasındaki ilişkileri aracılık modelleri ile inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, öğrencilerin başarıları üzerinde dolaylı rol oynayan aracı değişkenlerin etkisinin kurulan modellerle belirlenmesi; bu belirlemede kullanılan BK yöntemi, Sobel testi ve Bootstrap yönteminin yapılacak olan bir araştırma kapsamında ele alınması önemli görülmektedir.

Öğrenci başarısını etkileyen doğrudan ve dolaylı değişkenlerin bilimsel araştırmalarla belirlenmesi, başarıyı arttırmak için yapılacak eğitim düzenlemelerinde uygun çözüm önerilerinin oluşturulması için bir ön koşuldur. Bu nedenle öğrenci ve okul özellikleriyle ilgili yapılacak araştırmalar, öğrencinin akademik gelişiminin sağlanması ve doğru çözüm önerilerinin ortaya konulması açısından önemlidir. Bu bağlamda bu araştırma, öğrenciye ait değişkenlerle sınıf ya da okulla ilgili değişkenlerin birlikte ele alınması açısından önemlidir. Araştırmacının, eğitim politikalarında belirli dönemlerde yeni uygulamalar yapan Milli Eğitim Bakanlığı (MEB)’e ve okul yöneticilerine sınıf içi uygulamalarda yapılacak değişiklikler hakkında fikir verebileceği, sonuç olarak da eğitimde niteliğin arttırılabileceği düşünülmektedir. Ayrıca öğretmenlerin, öğrenci başarısını etkileyen öğrenci, sınıf ve öğretmen özellikleri hakkında bilgi sahibi olarak öğretim etkinliklerini düzenleyebileceği düşünülmektedir. Alanyazında matematik başarısıyla ilişkili olduğu düşünülen

pek çok değişkenle ilgili yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Bu durum değişkenler arasındaki ilişkilerin belirlenmesinin basit olmadığını düşündürmektedir. Matematik başarıları ve bu başarı ile ilişkili olduğu düşünülen bir değişkenin arasında basit korelasyona bakarak yorumda bulunmak yeterli olmayabilir. Matematik başarıları ile ilişkili olan faktörlerin de kendi aralarında ilişkili olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle matematik başarıları ile ilişkili değişkenler arasında nedensel bir model oluşturmak ve bu değişkenlerin başarı üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkilerini incelemek önemli görülmektedir. Ayrıca elde edilen sonuçların, matematik başarılarını arttırmaya yönelik çalışma yapmayı düşünen araştırmacılara ve Türkiye’de eğitim politikalarının düzenlenmesinde görevli yetkililere bir takım bulgular sağlayacağı düşünülmektedir.

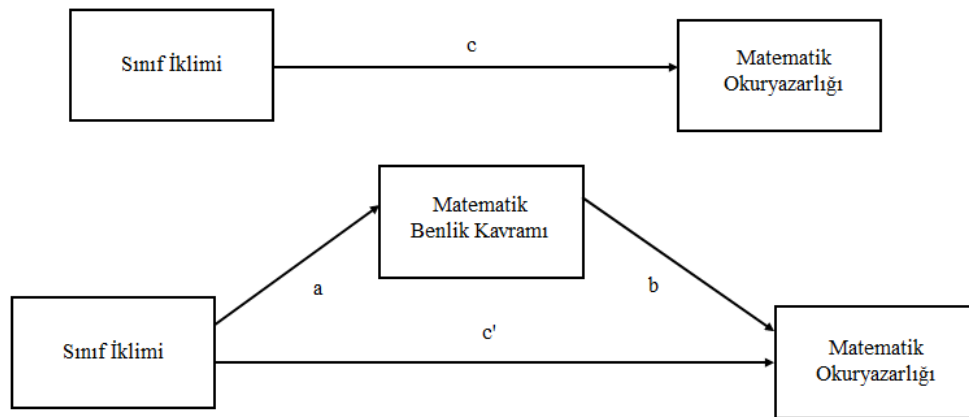
Bu araştırmanın amacı, sınıf iklimi ile matematik okuryazarlığı arasındaki ilişkide matematik kaygısı ve matematik benlik kavramı değişkenlerinin aracılık etkilerini, tekli ve çoklu aracılık modellerinde BK yöntemi, Sobel testi, Bootstrap yöntemi kullanılarak belirlemektir. Belirlenen amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

- 1) Sınıf iklimi, matematik kaygısı, matematik okuryazarlığı ile ilgili kurulan tekli aracılık modelinde, BK yöntemine, Sobel testine ve Bootstrap yöntemine göre matematik kaygısı değişkeni aracılık etkisi göstermekte midir?



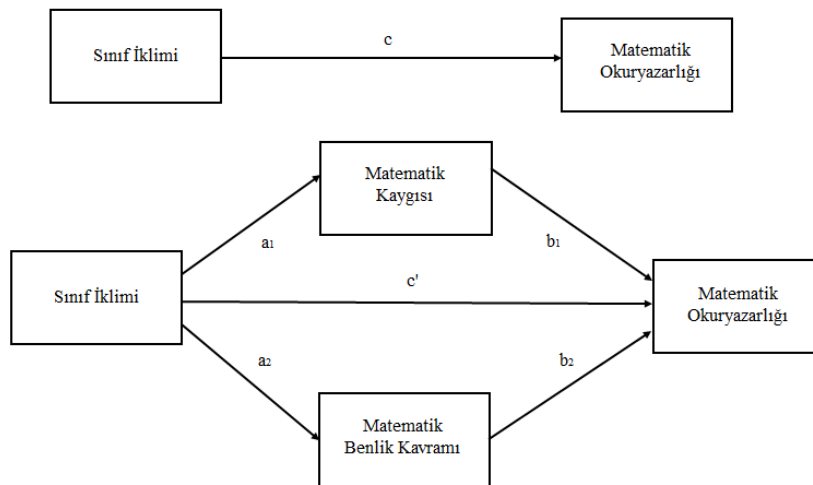
Şekil 1. Matematik kaygısı değişkeninin aracılık modeli

- 2) Sınıf iklimi, matematik benlik kavramı, matematik okuryazarlığı ile ilgili kurulan tekli aracılık modelinde, BK yöntemine, Sobel testine ve Bootstrap yöntemine göre matematik benlik kavramı değişkeni aracılık etkisi göstermekte midir?



Şekil 2. Matematik benlik kavramı değişkeninin aracılık modeli

- 3) Sınıf iklimi, matematik kaygısı, matematik benlik kavramı ve matematik okuryazarlığı ile ilgili kurulan çoklu aracılık modelinde, BK yöntemine, Sobel testine ve Bootstrap yöntemine göre matematik kaygısı ve matematik benlik kavramı değişkeni aracılık etkisi göstermekte midir?



Şekil 3. Matematik kaygısı ve matematik benlik kavramının çoklu aracılık modeli

Yöntem

Araştırmanın Modeli

Araştırmada, matematik okuryazarlığıyla ilişkili olan aracı değişkenlerin belirlenmesi amaçlandığından araştırma bu yönüyle ilişkisel tarama modelindedir. Tarama yoluyla bulunan ilişkiler, gerçek bir neden-sonuç ilişkisi olarak yorumlanamaz ancak, o yönde bazı ipuçları vererek bir değişkendeki durumun bilinmesi halinde ötekinin kestirilmesinde yararlı sonuçlar verebilir.

Değişkenler arası ilişki, karşılıklı bağımlılık ya da kısmi bağımlılık şeklinde olabileceği gibi, her ikisini de etkileyen üçüncü bir değişkenden dolayı da olabilir (Karasar, 2008).

Evren ve Örneklem

Bu araştırmanın genel amacı doğrultusunda, araştırmanın evrenini PISA 2012 uygulamasına katılan Türk öğrenciler oluşturmaktadır. Araştırma örneklemini ise, Türkiye’den 15 yaş grubundaki 7. sınıf ve daha üst sınıf düzeyinde öğrenim gören 965736 öğrenciden seçilen 4848 öğrenci oluşturmaktadır (MEB, 2013). Ükelere ait örneklem, iki aşamalı tabakalı örnekleme yöntemine göre belirlenmiştir.

Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada, PISA 2012 verileri ele alındığından herhangi bir veri toplama aracı hazırlanmamıştır. Araştırma, PISA 2012 uygulamasında Türkiye örnekleminde yer alan öğrencilerin matematik okuryazarlık testine ve öğrenci anketine verdikleri yanıtlar üzerinden yürütülmüştür. Araştırmada kullanılan PISA 2012 verileri OECD’nin resmi web sitesinden elde edilmiştir. Veriler, SPSS programına aktararak Türkiye’ye ait olanlar belirlenmiştir.

PISA 2012 uygulamasında, matematik okuryazarlığı testinin asıl formunda 109, fen bilimleri okuryazarlığı testinde 44, okuma becerileri testinde 53 madde olmak üzere toplam 206 madde yer almaktadır. Bu maddeler, sistematik bir örüntüye bağlı olarak 13 test kitapçığına yerleştirilmiştir. Farklı öğrenciler farklı soru kitapçıklarını aldıkları için öğrenciler, her alandaki maddelerin tamamını yanıtlamamaktadır. Öğrencilerin testlerden alacakları puanlar, tüm maddelere verebileceği olası yanıtların Madde Tepki Kuramı (MTK)’nın 1 Parametrelili Lojistik Modeli’ne göre kestirimi yapılarak beş farklı olası değer (plausible values) olarak belirlenmektedir (OECD, 2013b). Bu araştırma kapsamında, öğrencilerin olası beş matematik okuryazarlık puanlarının (PV1MATH-PV5MATH) ortalaması dikkate alınmıştır.

PISA uygulamasında, bilişsel testlerin yanı sıra yaklaşık 30 dakika süren anket uygulanmaktadır. Öğrenciler tarafından yanıtlanan bu anket ile öğrencilerin bireysel özellikleri, sosyoekonomik altyapısı, eğitim geçmişi, tutumları, öğrenme stratejileri, öğrenmeye yönelik güdülleri, öğretimin etkililiği, sınıf ve okul iklimi gibi birçok boyuta ilişkin veriler toplanmaktadır. Öğrenci anketinden elde edilen veriler indekslenerek değerlendirilmektedir. Bu amaçla, basit ve ölçek indeksleri geliştirilmiştir. Basit indeksler, tek bir maddeye verilen yanıtlardan, ölçek indeksleri ise birden fazla maddenin bir parametrelili lojistik model kullanılarak ölçeklenmesinden oluşmaktadır (OECD, 2013b). Bu indeks değerlerinin ortalaması 0, standart sapması 1’dir (OECD, 2014). Bu araştırmada analizler, öğrencilerin matematikle ilgili kaygıları, akademik benlik kavramları ve sınıf iklimi değişkenlerine ilişkin ölçek indeksleri üzerinden yürütülmüştür.

Verilerin Analizi

Araştırmanın sorularına yanıt bulabilmek için aracılık analizlerinden yararlanılmıştır. Aracılık analizlerinde temel amaç, iki değişken arasındaki ilişkinin aslında başka bir değişkenin varlığıyla bağlantısını ortaya koymaktır. Araştırma kapsamında ele alınan aracılık analiz yöntemlerinden, BK yöntemiyle aracılığın incelenmesinde regresyon analizlerinden; Sobel testi ve Bootstrap yöntemiyle aracılıkların test edilmesinde Preacher ve Hayes (2004) tarafından geliştirilen, Andrew F. Hayes'ın web sitesinde yer alan SPSS makrolarından (<http://processmacro.org/index.html>) yararlanılmıştır.

BK yöntemi olarak da bilinen nedensel adım yaklaşımı aracılık hipotezinin test edilmesinde kabul gören ve en sık kullanılan yöntemlerden biridir. Bu yaklaşımda aracılık modelinde söz konusu aracılık ilişkilerinin kurulabilmesi dört adımda (üç regresyon denklemiyle) gerçekleşmektedir. Baron ve Kenny (1986) bu adımları şöyle açıklamışlardır:

1. Bağımsız değişken bağımlı değişkeni manidar bir şekilde yordar ($H_0: c=0$).
2. Bağımsız değişken aracı değişken olduğu iddia edilen değişkeni manidar bir şekilde yordar ($H_0: a=0$).
3. Bağımsız değişkenin etkisi kontrol edildiğinde, aracı değişken(ler) bağımlı değişkeni manidar bir şekilde yordar ($H_0: b=0$).
4. Aracı değişkenin etkisi kontrol edildiğinde, bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ilişkinin miktarında manidar bir azalma olur ya da ilişki artık manidar olmaz ($H_0: c'=0$).

Bu adımlardaki c katsayısı, X 'in Y üzerindeki toplam etkisini, c' katsayısı ise, X 'in Y üzerindeki aracı değişkenin kontrolündeki dolaylı etkisini göstermektedir. Aracı değişken varlığı, c' katsayısının, X 'in Y üzerinde c ile gösterilen etkisinden farklılaşması ve bu etkinin bir bölümünün aracı değişken tarafından paylaşılması olarak yorumlanmaktadır (Hayes, 2013; MacKinnon vd., 2007; Preacher ve Hayes, 2008). Baron ve Kenny (1986) c katsayısı ile c' katsayısı arasındaki fark ne kadar büyük olursa, aracılık derecesinin o kadar büyük olacağını ifade etmişlerdir. Aracılık modellerinde bireysel yollar yerine ürün terimi ab değerine (mantıksal olarak bu değer toplam etki ile doğrudan etki arasındaki farka eşittir) odaklanmaktadır. a ve b katsayılarının çarpımına dayanan ve katsayıların çarpımı yaklaşımı olarak bilinen Sobel testi (Sobel, 1982) alanyazında en sık kullanılan bir diğer yöntemdir (MacKinnon ve diğerleri, 2002). Sobel testi, a ve b katsayı tahminlerinin çarpımının, o çarpımın standart hatasına oranını içermektedir. Hesaplama sonucunda aracılık etkisinin Z değeri elde edilmektedir. Bu değer, standart normal dağılıma karşılık gelen olasılıklar kullanılarak, aracılık etkisinin istatistiksel olarak manidar olup olmadığının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Z değeri 1.96'dan büyükse, aracılık etkisinin .05 düzeyinde manidar olduğu yorumu yapılmaktadır (MacKinnon ve diğerleri, 2002; Mallinckrodt, Abraham, Rucker, Preacher, Tormala ve Petty, 2006).

Özellikle küçük örneklemelerde yapılan aracılık analizlerinde yukarıda açıklanan klasik yöntemlerin aracılık etkilerini belirleyemediği ifade edilmektedir. Parametrik olmayan yeniden örnekleme yöntemi olan Bootstrap, aracılığı test etmek için örnekleme dağılımının normallik varsayımını gerektirmeyen farklı bir yöntemdir. Bootstrap, veri kümesinden tekrar tekrar örnekleme ve yeniden örneklenmiş her veri kümesindeki dolaylı etkiyi tahmin etmeyi içeren, hesaplama kısmı yoğun bir yöntemdir. Shrout ve Bolger (2002), aracılık etkilerinin örneklem dağılımı sıfırdan farklı ya da çarpık olduğunda Bootstrap yönteminin güçlü olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan analizler sonucunda, anlamlı bulunan aracılık etkilerinin gücünü belirlemek için etki büyüklüğü ölçüleri kullanılmaktadır. Etki büyüklüğü ölçüleri, bir etkinin büyüklüğünün ve öneminin, örneklem büyüklüğüne bağlı olmayan bir göstergesi olarak tanımlanmaktadır. Yapılan araştırmada, alanyazında en yaygın kullanılan etki büyüklüğü ölçüsü olan dolaylı etkinin toplam etkiye bölünmesi $(1-c)/c$ ya da $ab/(c+ab)$ sonucu elde edilen değer kullanılmıştır. Hesaplanan bu oran 0 ile 1 arasında yer almaktadır ve toplam etkinin ne kadarlık bir kısmının dolaylı etki tarafından açıklandığını göstermektedir (Jose, 2013; MacKinnon, 2008).

Verilerin çözümlenmesine geçmeden önce veri seti kayıp değerler ve uç değerler bakımından incelenmiş, ardından aracılık analiz yöntemlerinin varsayımları test edilmiştir. Matematik okuryazarlığı değişkeninde kayıp veri bulunmadığı, diğer değişkenlerde ise kayıp veri oranlarının %30'un üzerinde olduğu görülmüştür. Van Buuren (2011) kayıp veri oranı %30'dan düşük ise atama yapılabileceğini, %30 ve üzerinde ise kayıpları silmek gerektiğini belirtmektedir. Örneklem büyüklüğünün yeterli olması nedeniyle değişkenlere ait kayıp veriler çıkarılarak 3167 kişilik veri seti elde edilmiştir. Standart puan olarak kestirilen indeks değerlerinin tek değişkenli uç değer incelemesi sonucunda ± 4 aralığının dışında bir değer gözlenmemiştir. Çok değişkenli uç değerlerin belirlenebilmesi için Mahalanobis Uzaklığı istatistiğinden yararlanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda .001 düzeyinde manidar olan 34 Mahalanobis uzaklık değeri analiz dışı bırakılmıştır. Kayıp veri ve uç değer incelemelerinden sonra veri setinde kalan 3133 öğrenci üzerinden analizler yürütülmüştür.

Araştırmanın Etik İzinleri

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 hiçbirisi gerçekleştirilmemiştir.

Bulgular ve Yorum

Tekli aracılık modelinde, sınıf iklimi ile matematik okuryazarlığı arasındaki ilişkiye matematik kaygısı değişkeninin aracılık edip etmediğinin BK yöntemi, Sobel testi, Bootstrap yöntemine göre incelenmesi sonucunda elde edilen bulgular ve aracılık etkisinin etki büyüklüğü değeri Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1. Tekli aracılık modelinde matematik kaygısı değişkeninin aracılık etkisi

Katsayı	BK Yöntemi			Sobel Testi			Bootstrap Yöntemi			Etki Büyüklüğü
	B	SH _B	p	^z Değeri	SH _z	p	^M Değeri	SH _M	Bootstrap Güven Aralığı	(ab/c)
c	25,641	1,708	,000	9,926	0,590	,000	5,958	0,62	4,767 7,218	0,232
a	-0,247	0,019	,000							
b	-24,119	1,507	,000							
c'	19,683	1,684	,000							

Tablo 1'deki araştırma bulguları incelendiğinde, BK yönteminin birinci adımda sınıf iklimi değişkeninin matematik okuryazarlığını (c katsayısı), ikinci adımda, sınıf iklimi değişkeninin matematik kaygısını (a katsayısı), üçüncü adımda matematik kaygısı değişkeninin matematik okuryazarlığını (b katsayısı) manidar düzeyde yordadığı görülmektedir ($p<.05$). İlk üç adımdaki katsayı değerlerinin istatistiksel olarak manidar olması BK yönteminin koşullarının sağlandığını göstermektedir. Kurulan path diyagramında ve aracılık analizlerinde standardize edilmemiş regresyon katsayısı beta katsayısına tercih edilmektedir. Çünkü aracılık analizlerinde dolaylı etkinin hesaplanmasında ve Sobel z değerinin hesaplanmasında standart hata kestiriminden dolayı B katsayısı kullanılmaktadır (Jose, 2013; MacKinnon, 2008). Sınıf iklimi değişkeni ile matematik okuryazarlığı değişkeni arasındaki toplam etkiyi gösteren c katsayısı ($B=25.64$) ile doğrudan etkiyi gösteren c' katsayısı ($B=19.68$) karşılaştırıldığında, sınıf ikliminin matematik okuryazarlığını yordama gücünde azalma olduğu görülmektedir. Baron ve Kenny (1986)'nin en yaygın kullanılan aracılık tanımına göre, bir değişkenin aracı olabilmesi için, aracı değişken eklendiği durumda elde edilen regresyon eşitliğindeki c' katsayısı aracı değişken eklenmeden önceki c katsayısından düşük olmalıdır. Aracı değişken kontrol edildiğinde, bağımsız değişken bağımlı değişkenin artık manidar bir yordayıcısı değilse bu durum tam aracılığı, hem bağımsız değişken hem aracı değişken bağımlı değişkenin manidar birer yordayıcısıysa bu durum kısmi aracılığı desteklemektedir. BK yöntemine göre matematik kaygısı değişkeninin sınıf iklimi ile matematik okuryazarlığı arasında kısmi aracı değişken olduğunu göstermektedir. Sobel testine göre aracılık sonuçları incelendiğinde, Sobel z değerinin istatistiksel olarak manidar olduğu görülmektedir ($p<.05$). Sobel test sonuçları matematik kaygısı değişkeninin, sınıf iklimi ile matematik okuryazarlığı arasındaki ilişkiye aracılık ettiğini göstermektedir. Bootstrap yönteminden elde edilen sonuçlar incelendiğinde de %95 olasılıkla güven aralığı değerlerinin sıfır değerini içermediği görülmektedir. Bu yöntemle elde edilen değerler de matematik kaygısı değişkeninin manidar aracılık etkisini desteklemektedir. Elde edilen sonuçlar, öğrencilerin bulunduğu matematik dersindeki sınıf ortamının olumlu olmasının onların ders kaygısını azalttığını, kaygının azalması ile de matematik başarılarının arttığını göstermektedir. Ayrıca sınıf ikliminin matematik okuryazarlığı üzerinde doğrudan bir etki yarattığı da belirlenmiştir.

Tablo 1'de görüldüğü gibi, standardize edilmiş regresyon katsayılarına dayalı dolaylı etki/toplam etki oranı 0.232 olarak elde edilmiştir. Bu oran, sınıf ikliminin matematik okuryazarlığı

üzerindeki toplam etkisinin %23'ünün matematik kaygısı aracı değişkeni tarafından oluşturulan dolaylı etki ile açıklandığını ifade etmektedir. Sonuç olarak, öğrencilerin bulunduğu olumlu bir sınıf ortamı, öğrencilerin matematik okuryazarlığını arttırmakta ve bu artışın %23'lük bir kısmı olumlu sınıf ortamının öğrencilerin matematik kaygısını azaltmasıyla açıklanmaktadır.

Tekli aracılık modelinde, sınıf iklimi ile matematik okuryazarlığı arasındaki ilişkiye matematik benlik kavramı değişkeninin aracılık edip etmediğinin BK yöntemi, Sobel testi, Bootstrap yöntemine göre incelenmesi sonucunda elde edilen bulgular ve aracılık etkisinin etki büyüklüğü değeri Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2. Tekli aracılık modelinde matematik benlik kavramı değişkeninin aracılık etkisi

Katsayı	BK Yöntemi			Sobel Testi			Bootstrap Yöntemi			Etki Büyüklüğü
	B	SH _B	p	z Değeri	SH _z	p	M Değeri	SH _M	Bootstrap Güven Aralığı	
c	25,641	1,708	,000	6,705	0,459	,000	3,074	0,48	2,148 4,041	0,121
a	0,147	0,019	,000							
b	20,890	1,572	,000							
c'	22,567	1,678	,000							

Tablo 2'deki araştırma bulguları incelendiğinde, BK yönteminin birinci adımında sınıf iklimi değişkeninin matematik okuryazarlığını (c katsayısı) manidar yordadığı ($p < .05$) görülmektedir. İkinci adımda, sınıf iklimi değişkeni matematik benlik kavramını (a katsayısı), üçüncü adımda matematik benlik kavramı matematik okuryazarlığını (b katsayısı) manidar yordamaktadır ($p < .05$). İlk üç adımdaki katsayı değerlerinin istatistiksel olarak manidar olması BK yönteminin koşullarının sağlandığını göstermektedir. Sınıf iklimi değişkeni ile matematik okuryazarlığı değişkeni arasındaki c katsayısı ($B=25.64$) ile c' katsayısı ($B=19.68$) karşılaştırıldığında, sınıf ikliminin matematik okuryazarlığını yordama gücünde azalma olduğu görülmektedir. c' katsayısının c katsayısından küçük olması ve doğrudan etki olarak tanımlanan c' katsayısının aracı değişken eklendiğinde de manidar olması, matematik benlik kavramı değişkeninin sınıf iklimi ile matematik okuryazarlığı arasında kısmi aracı değişken olduğunu göstermektedir. Tablodaki Sobel z değerinin istatistiksel olarak manidar olduğu görülmektedir ($p < .05$). Sobel test sonuçları da matematik benlik kavramı değişkeninin, sınıf iklimi ile matematik okuryazarlığı arasındaki ilişkide aracılık ettiğini göstermektedir. Bootstrap yönteminden elde edilen sonuçlar incelendiğinde de %95 olasılıkla güven aralığı değerlerinin sıfır değerini içermediği görülmektedir. Bu yöntemle elde edilen değerler de matematik kaygısı değişkenin manidar aracılık etkisini desteklemektedir. Elde edilen sonuçlar, öğrencilerin algıladıkları matematik dersindeki sınıf ortamının olumlu olmasının öğrencilerin matematik dersinde kendilerine olan yeterlik inançlarını artırdığını, bu durumun da matematik okuryazarlığını artırdığını göstermektedir. Ayrıca sınıf ikliminin matematik okuryazarlığını üzerinde doğrudan bir etki yarattığı da belirlenmiştir.

Tablo 2’de görüldüğü gibi, dolaylı etki/toplam etki oranı 0.121 olarak elde edilmiştir. Bu oran, sınıf ikliminin matematik okuryazarlığı üzerindeki toplam etkisinin %12’sinin matematik benlik kavramı aracı değişkeni tarafından oluşan dolaylı etki ile açıklandığını ifade etmektedir. Sonuç olarak, öğrencilerin bulunduğu olumlu bir sınıf ortamı, öğrencilerin matematik okuryazarlığını arttırmakta ve bu artışın bir kısmı olumlu sınıf ortamının matematik benlik kavramını arttırmasıyla açıklanmaktadır.

Çoklu aracılık modelinde, sınıf iklimi ile matematik okuryazarlığı arasındaki ilişkiye matematik kaygısı ve matematik benlik kavramı değişkeninin aracılık edip etmediğinin BK yöntemi, Sobel testi, Bootstrap yöntemine göre incelenmesi sonucunda elde edilen bulgular ve aracılık etkilerinin etki büyüklüğü değeri Tablo 3, Tablo 4, Tablo 5 ve Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 3. Çoklu aracılık modelinde matematik kaygısı ve matematik benlik kavramı değişkeninin BK yöntemine göre aracılık etkisi

Katsayı	B	SH _B	β	t	p
c	25,641	1,708	0,259	15,009	,000
a ₁	-0,247	0,019	-0,221	-12,677	,000
a ₂	0,147	0,019	0,138	7,788	,000
b ₁	-18,905	1,960	-0,214	-9,648	,000
b ₂	8,376	2,021	0,090	4,145	,000
c’	19,738	1,680	0,199	11,748	,000

Tablo 3’teki araştırma bulguları incelendiğinde, BK yönteminin birinci adımdaki bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni manidar yordaması gerektiği koşulu sağlanmaktadır. İkinci adımda sınıf iklimi değişkeninin matematik kaygısını (a₁), üçüncü adımda da matematik benlik kavramını (a₂) manidar yordadığı görülmektedir. BK yönteminin, bağımsız değişken, aracı değişkenlerin manidar yordayıcısı olması koşulu da sağlanmaktadır. Sınıf iklimi değişkeni kontrol edildiğinde, matematik kaygısı (b₁) ve matematik benlik kavramı (b₂) değişkenlerinin matematik okuryazarlığını manidar yordadığı görülmektedir. Böylece, bağımsız değişken etkisi kontrol edildiğinde aracı değişkenler bağımlı değişkeni manidar şekilde yordar koşulu da sağlanmaktadır. Sınıf iklimi değişkeni ile matematik okuryazarlığı değişkeni arasındaki toplam etki olan c katsayısı (B=25.64) ile doğrudan etki olan c’ katsayısı (B=19.74) karşılaştırıldığında, sınıf ikliminin matematik okuryazarlığını yordama gücünde azalma olduğu görülmektedir. c’ katsayısının c katsayısından küçük olması ve doğrudan etki olarak tanımlanan c’ katsayısının aracı değişkenler eklendiğinde de manidar olması, matematik kaygısı ve matematik benlik kavramı değişkenlerinin sınıf iklimi ile matematik okuryazarlığı arasında kısmi aracılık sağladığını göstermektedir.

Tablo 4. Çoklu aracılık modelinde matematik kaygısı ve matematik benlik kavramı değişkeninin Sobel Testine göre aracılık etkisi

	Katsayı	z Değeri	SH	p	Simetrik Güven Aralığı		Asimetrik Güven Aralığı	
a ₁ b ₁	4,67	7,662	0,610	,000	3,474	5,866	3,682	6,043
a ₂ b ₂	1,233	3,636	0,339	,000	0,569	1,897	0,684	1,996

Sobel test sonuçları incelendiğinde, çoklu aracılık modelinde hem matematik kaygısı değişkeninin hem de matematik benlik kavramı değişkeninin dolaylı etkisinin istatistiksel olarak manidar olduğu görülmektedir ($p < .05$). Sınıf ikliminin matematik okuryazarlığı üzerindeki toplam dolaylı etkisi $4.670 + 1.233 = 5.903$ 'tür. Bu değer, sınıf iklimindeki 1 birimlik değişimin iki aracı değişkenin aracılığıyla matematik okuryazarlığı üzerinde 5.903 kadar etkili olduğunu göstermektedir. Değişkenlerin öznel dolaylı etkileri incelendiğinde ise, matematik kaygısı değişkeninin dolaylı etkisi matematik benlik kavramı değişkeninin dolaylı etkisinden daha büyük olduğu söylenebilir. Bu durumda, öğrencilerin matematik kaygısındaki azalma matematik başarılarını daha fazla arttıracaktır.

Tablo 5. Çoklu aracılık modelinde matematik kaygısı ve matematik benlik kavramı değişkeninin Bootstrap yöntemine göre aracılık etkisi

Bootstrap	M	SH	Bootstrap Güven Aralığı	
a ₁ b ₁	4,67	0,601	3,545	5,912
a ₂ b ₂	1,233	0,337	0,621	1,946
Σab	5,903	0,633	4,706	7,2

Bootstrap yönteminden elde edilen %95 olasılıkla güven aralığı değerlerinin sıfır değerini içermediği görülmektedir. Bu yöntemle matematik kaygısı ve matematik benlik kavramı değişkenlerinin dolaylı etkileri için elde edilen katsayıların da manidar olduğu görülmüştür.

Tablo 6. Çoklu aracılık modelinde matematik kaygısı ve matematik benlik kavramı değişkeninin aracılık etkisinin büyüklüğü

Katsayı	Standardize Edilmiş Katsayılar ve etki büyüklüğü
c	0,259
a ₁ b ₁	0,047
a ₂ b ₂	0,013
Σab	0,06
a ₁ b ₁ /c	0,182
a ₂ b ₂ /c	0,048
$\Sigma ab/c$	0,23

Tablo 6'daki a₁b₁/c oranı matematik kaygısı değişkeninin, a₂b₂/c oranı matematik benlik kavramı değişkeninin özgül dolaylı etkisini, $\Sigma ab/c$ oranı da toplam dolaylı etkiyi göstermektedir. Matematik kaygısı değişkeninin dolaylı etkisinin toplam etkiye oranı 0.18, matematik benlik kavramı değişkeninin dolaylı etkisinin toplam etkiye oranı 0.05 olarak elde edilmiştir. Bu durum, sınıf ikliminin matematik okuryazarlığına etkisinin yaklaşık %18'lik bir kısmının matematik kaygısı tarafından, yaklaşık %5'lik bir kısmının da matematik benlik kavramı tarafından açıklandığını

göstermektedir. Genel olarak başarı üzerindeki etkilerin %23'lük bir kısmı aracı değişkenler tarafından açıklanmıştır. Tekli aracılık modellerinde, matematik kaygısının etki büyüklüğü 0.23 iken, çoklu aracılık modelinde bu oran 0.18, matematik benlik kavramı değişkeninin etki büyüklüğü 0.12 iken çoklu aracılık modelinde 0.05 olarak elde edilmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Sınıf iklimi ile matematik okuryazarlığı arasında matematik kaygısı değişkeninin aracılığının incelenmesi için yapılan tekli aracılık modeli analizinde, BK yöntemine, Sobel testine ve Bootstrap yöntemine göre matematik kaygısı değişkenin aracılık etkisi bulunmuştur. Matematik kaygısı aracı değişkeninin etki büyüklüğü değeri 0.23 olarak belirlenmiştir. Yani, sınıf ikliminin matematik okuryazarlığı üzerindeki toplam etkisinin %23'ü matematik kaygısı aracı değişkeni tarafından oluşturulan dolaylı etki ile açıklanmaktadır. Sonuç olarak, öğrencilerin bulunduğu olumlu bir sınıf ortamı, öğrencilerin matematik okuryazarlığını arttırmakta ve bu artışın bir kısmı olumlu sınıf ortamının matematik kaygısını azaltmasıyla açıklanmaktadır. Elde edilen bulgular, Eccles ve diğerleri (1983)'nın başarı güdüsünün beklenti-değer modeli ile tutarlı olarak, öğrencilerin sınıf ortamını ve öğretmen davranışlarını algılamalarının öğrencilerin duyuşsal ve güdüye dayalı inançlarını etkilediğini ve bu nedenle de matematik başarısı üzerinde potansiyel bir role sahip olduğu görüşünü desteklemektedir. Daha önceki araştırmaların büyük kısmı bireysel olarak matematik kaygısı ile matematik performansı arasındaki ilişkiye odaklanmasına rağmen, bu araştırmadan ve son yıllarda yapılan bazı araştırmalardan elde edilen bulgular (Chang ve Beilock, 2016; Yıldırım, 2012) matematik kaygısının sınıf ortamı, öğretmenler, veliler gibi daha geniş bağlamda ele alınmasının yararlı olduğunu göstermektedir. Manidar aracılık etkisinin bulunması, OECD (2013)'ün raporunda yer alan öğrencilerin akademik başarısı üzerindeki tüm etkilerin doğrudan olduğunu varsaymanın doğru olmadığı, öğrencilerin akademik başarılarını doğrudan etkileyen değişkenlerin yanı sıra dolaylı etkileyen değişkenlerin de söz konusu olduğu ifadelerini desteklemektedir.

Sınıf iklimi ile matematik okuryazarlığı arasında matematik benlik kavramı değişkeninin aracılığının incelenmesi için yapılan tekli aracılık modeli analizinde her üç yöntemine göre matematik benlik kavramı değişkeninin aracılık etkisi belirlenmiştir. Matematik benlik kavramı aracı değişkeninin etki büyüklüğü değeri 0.12 olarak belirlenmiştir. Yani, sınıf ikliminin matematik okuryazarlığı üzerindeki toplam etkisinin %12'si matematik benlik kavramı aracı değişkeni tarafından oluşan dolaylı etki ile açıklanmaktadır. Sonuç olarak, öğrencilerin bulunduğu olumlu bir sınıf ortamının, öğrencilerin matematik okuryazarlığını arttırdığı ve bu artışın bir kısmının olumlu sınıf ortamının matematik benlik kavramını arttırmasıyla açıklandığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar, Marsh ve Parker (1984)'ün "Big Fish Little Pond Effect" ilkesiyle de benzerlikler göstermektedir. Bu ilke, öğrencilerin akademik benlik algılarının büyük oranda çevresel karşılaştırma süreciyle şekillendiğini, öğrencilerin kendi başarılarını arkadaşlarının başarılarıyla (dışsal) ve bir alandaki başarısını diğer

alandaki başarısıyla (içsel) karşılaştırdıklarını ifade etmektedir. Matematik alanında kendi başarısını akranlarından daha yüksek gören bir öğrencinin matematik benlik kavramı bu algıdan olumlu etkilenmektedir. Böylece yetenekli öğrenciler, karışık yetenek grubundaki öğrenciler arasında, tüm öğrencilerin parlak olduğu seçici bir ortamdan daha yüksek akademik benlik kavramına sahip olacaktır. PISA sonuçları, matematik kaygı düzeyinde olduğu gibi Türk öğrencilerin matematik benlik kavramı düzeylerinin de uygulamaya katılan diğer ülkelerin çoğundaki öğrencilerden daha düşük olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle yalnızca sınıfta olumlu bir disiplin ortamının sağlanması matematik benlik algısını artırmak için yeterli olmayabilir.

İki değişkenin birlikte ele alındığı çoklu aracılık modelinde, her üç yönetime göre yapılan analizlerde her iki değişkenin, sınıf iklimi ile matematik okuryazarlığı arasında manidar aracılık etkisi gösterdiği belirlenmiştir. Hem tekli hem de çoklu aracılık modellerinde, matematik kaygısı değişkeninin etki büyüklüğünün matematik benlik kavramının etki büyüklüğünden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Matematik dersinde olumlu bir sınıf ortamı öğrencilerin kaygılarını düşürmekte ve bu düşüş matematik başarısındaki artışta matematik benlik kavramına göre daha önemli rol oynamaktadır. Ayrıca, her iki değişkenin etki büyüklüğü değerlerinin çoklu aracılık modelinde tekli aracılık modelinden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durum değişkenleri birbirini etkilemesinden kaynaklanıyor olabilir.

Sınıfta olumlu bir disiplin ortamının sağlanması öğrencilerin kaygılarının azalmasına ve kendilerini matematik alanında daha yeterli görmelerine neden olduğu için, öğretmenlerin sınıfa hakim olmaları ve sınıf yönetim becerilerinin yüksek olması gerekmektedir. Bu nedenle öğretmenlere, öğretmen yetiştirme programında verilen “Sınıf Yönetimi” vb. derslerin daha etkili, verimli olması sağlanabilir. Bunun yanı sıra, etkili bir sınıf yönetimi ile ilgili öğretmenlere seminerler verilebilir ya da hizmet içi eğitim çalışmaları yapılabilir. Olumlu bir sınıf ortamı ya da sınıf ortamındaki destekleyici ilişkiler öğrencilerin kaygı, benlik kavramı gibi güdüye dayalı inançlarını dolayısıyla da öğrenmelerini etkilediği için öğretmen ve öğrencilerin yer aldığı sosyal etkinliklerin planlanarak öğrenci-öğretmen arasındaki ilişkilerin güçlendirilmesi, öğrencilerin başarılarını arttırmak açısından yararlı olabilir.

Matematik okuryazarlığı ile kurulan modellerde sınıf iklimi, matematik kaygısı, benlik kavramı değişkenleri ele alınmıştır. PISA anketlerinde öğrenciler, veliler ve okullarla ilgili birçok bilgi toplanmaktadır. Matematik okuryazarlığını etkileyen farklı değişkenlerin de aracılık etkileri incelenebilir. Matematik okuryazarlığı açısından farklı ülkelerin verileri ile Türkiye verileri ele alınarak ülkeler arasında karşılaştırmalı çalışmalar yapılabilir. Araştırmada PISA matematik okuryazarlığını etkileyen aracı değişkenler incelenmiştir. Öğrencilerin fen okuryazarlığını ve okuma becerilerini etkileyen aracı değişkenlerle de araştırmalar yapılabilir.

Yapılan bu çalışmada, ele alınan BK yöntemi, Sobel testi ve Bootstrap yöntemine göre manidar aracılık etkileri belirlenmiştir. Ayrıca, Sobel testiyle Bootstrap yönteminin standart hataları birbirine yakın değerler almakla birlikte BK yöntemiyle elde edilen katsayıların standart hata değerlerinden daha düşük olduğu görülmüştür. BK yöntemi ayrı ayrı katsayıların değerlendirilmesine odaklandığında, doğrudan ab çarpımını dikkate almadığından Sobel testi ve Bootstrap yöntemi tercih edilmelidir. Aracılık analiz yöntemleriyle ilgili karşılaştırmalı en kapsamlı çalışma olan MacKinnon ve diğerleri (2002)'nin çalışmasında, BK yönteminin tüm koşullarda yüksek standart hata ürettiği, Sobel testinin büyük örneklerde güvenilir sonuçlar verdiği ancak küçük örneklerde yüksek standart hata ürettiğine dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Cheung ve Lau (2008) yaptıkları çalışmada Bootstrap yönteminin Sobel testine göre daha iyi sonuçlar üretebileceğine işaret etmişlerdir. Hayes (2009) ise, küçük örneklerde Bootstrap yönteminin en yüksek güce sahip olduğunu ve en iyi I. tip hata kontrolünün sağladığını ifade etmiştir. Alanyazındaki araştırma bulguları dikkate alınarak bu üç yöntemin güçlü ve zayıf yönleri farklı örneklem büyüklüklerinde ve farklı simülatif koşullarda incelenebilir.


<http://kefad.ahievran.edu.tr>

Ahi Evran University Journal of Kırşehir Education Faculty

ISSN: 2147 - 1037

ENGLISH VERSION

Introduction

One of the most important subjects of educational research is the factors affecting academic achievement. In some literature studies (Chang and Beilock, 2016; Eccles and Wigfield, 2002; Yıldırım, 2012) and a report published by the Organization of Economic Development and Co-operation (OECD, 2013a), it is stated that it is not correct to assume that all the effects on students' academic achievement are direct, and in addition to direct variables, there are also indirect variables that affect the achievement level of students. In educational psychology, the "expectancy-value theory of motivation" developed by Eccles et al. (1983) link the variables of teacher behavior and student performance with the assumption that it is mediated by students' motivational beliefs (Eccles and Wigfield, 2002). In other words, it is presumed that the success of students is influenced by their motivational beliefs, which are affected by students' perception of and attitude toward classroom environment and teacher behaviors. For example, a positive classroom environment or supportive relationships in the classroom can improve students' motivational beliefs, such as anxiety, self-concept, and self-efficacy, thus it has a positive impact on their learning. Research shows that classroom environment and teacher behaviors play an important role in motivational structures. When students perceive their teachers as supportive, they are less likely to feel anxiety about classroom activities and tend to be more interested in them (Eccles, 2007; Wentzel, 1998; as cited in Yıldırım, 2012).

According to the findings of the studies in the literature, it is concluded that the variables of mathematics anxiety and mathematical self-concept directly influence mathematical literacy while other variables, such as classroom climate have an indirect effect on mathematical literacy through the mediation of student-specific variables. A review of the studies investigating the variables affecting student achievement shows that they mostly aim to determine variables that directly affect mathematical literacy, and only a few researchers have attempted to examine mediator variables (e.g., Ahmed, Minnaert, van der Werf, and Kuyper, 2010; Koğar, 2015; Yıldırım, 2012).

Mediator variables are behavioral, biological, psychological or social structures that transfer the effect of one variable to another. Mediation is a way for a researcher to explain the process or system in which a variable affects another variable (MacKinnon, Fairchild, and Fritz, 2007). The main purpose of mediation tests is to reveal the connection between the relationship of two variables with the presence of another variable. The concept of mediation refers to a causal chain, through which the effect of one or more independent variables is transferred to a dependent variable through a third variable or variables. In the simplest case, mediation is used to indicate that the effect of an independent variable (X) is conveyed to a dependent variable (Y) via a third mediator variable (M) (MacKinnon et al., 2007). For example, in psychology, revealing the impact of environment on human behavior, personality traits or opinions of people have led to significant advances in psychology studies. Therefore, investigation of the effects of other variables beyond the relationship patterns that appear to be very clear is one of the most important conditions of scientific progress. As a result, a mediation test appears to be an effective method in proving how the relationships between variables occur (Şimşek, 2007).

In the literature, different methods have been utilized for the analysis of mediator variables (Hayes, 2013; Jose, 2013; MacKinnon, Lockwood, Hoffman, West, and Sheets, 2002; MacKinnon, 2008; Preacher and Hayes, 2008; Shrout and Bolger, 2002), and the most comprehensive study belongs to MacKinnon et al. (2002), who examined 14 different methods used in various disciplines to test mediation models. This method diversity also shows that there is no common approach among different disciplines concerning how to determine the effect of a mediator variable. Although, different methods have been developed for the determination of mediator effects in mediation models and have been tested in simulation studies in recent years, there is still no consensus in the literature regarding the methods/tests to be used for specific conditions, as well as the limitations and advantages of these methods. It is also noteworthy that comparison of methods used to determine mediator effects is generally undertaken based on artificial data and a single mediation model involving a sole mediator variable. Furthermore, in Turkey, no study has been conducted to examine mediator effects using a different method. Apart from the limited number of researchers that investigated mediator variables related to mathematics literacy (Koğar, 2015; Usta and Şimşek, 2014; Yıldırım, 2012), there is no study in the literature that attempted to analyze the relationships between motivational beliefs, classroom environment and academic achievement using mediation models. Therefore, it is considered to be important to conduct research to determine the effect of mediator variables that have an indirect effect on student achievement, and the effect of the mediating variables that play an indirect role on the students' achievements based on established models using the BK method, the Sobel test, and bootstrapping technique.

Determining the direct and indirect variables affecting student achievement through scientific research is a prerequisite for identifying appropriate training solutions to increase success. Therefore,

research about student and school characteristics is important in ensuring the academic development of students and proposing solutions. In this regard, the current research is significant in terms of addressing variables related to students and those concerning classroom or school together. It is considered that this research will serve as a guide for the Ministry of National Education (MEB) that introduce new practices to the education policy at certain intervals and school administrators by providing an insight into the necessary changes that need to be made to classroom applications, thus increasing the quality of education. In addition, it is thought that teachers, having a deeper understanding of the effects of student, classroom and teacher characteristics on student achievement, will be able to better organize teaching activities. In the literature, different results have been obtained regarding many variables that are considered to be related to mathematics achievement, which proves that it is not that simple to determine the relationships between these variables. A basic correlation between mathematics achievement and a variable thought to be related to achievement may not be sufficient to make a valid interpretation. It should be noted that the factors associated with mathematics achievement are also interrelated. Therefore, it is important to establish a causal model for the variables related to mathematics achievement and examine the direct and indirect effects of these variables on student achievement. In addition, it is expected that the results of this study will help future researchers explore the ways to increase students' mathematics achievement, as well as assisting the appropriate authorities in regulation of educational policies.

This study aimed to determine the mediating effects of mathematics anxiety and mathematical self-concept variables on the relationship between classroom climate and mathematical literacy using the BK, Sobel, and bootstrapping methods based on single and multiple mediation models. In accordance with this purpose, this research sought answers to the following questions:

- 1) In a single mediation model for classroom climate, mathematics anxiety, and mathematical literacy, does the mathematics anxiety variable have a mediator effect according to the BK method, the Sobel test, and the bootstrapping technique?

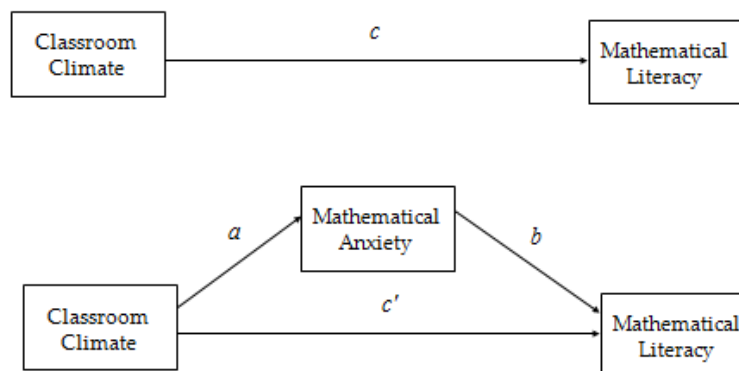


Figure 1. Single mediation model of the mathematics anxiety variable

- 2) In a single mediation model for classroom climate, mathematical self-concept, and mathematical literacy, does the mathematical self-concept variable have a mediator effect according to the BK method, the Sobel test, and the bootstrapping technique?

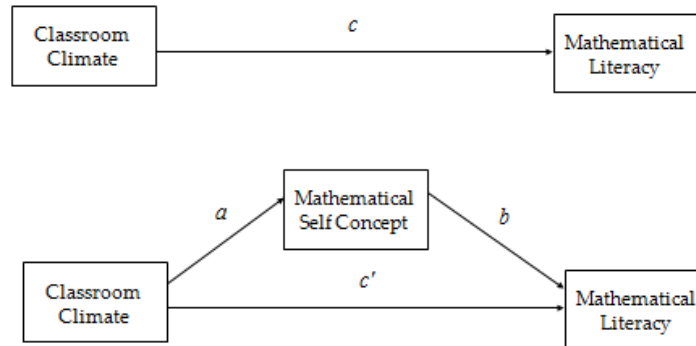


Figure 2. Single mediation model of the mathematical self-concept variable

- 3) In a multiple mediation model for classroom climate, mathematics anxiety, mathematical self-concept, and mathematical literacy, do the variables of mathematics anxiety and mathematical self-concept have a mediator effect according to the BK method, the Sobel test, and the bootstrapping technique?

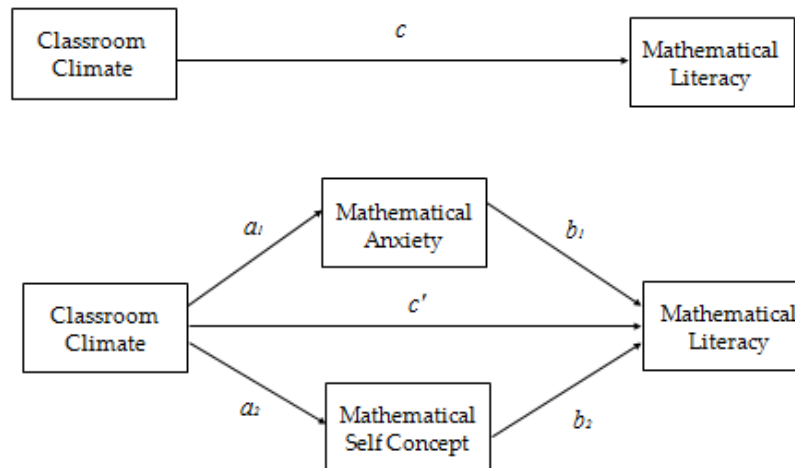


Figure 3. Multiple mediation model of the mathematics anxiety and mathematical self-concept variables

Method

Research Model

Since the aim of this study was to determine the mediator variables related to mathematical literacy, it was based on a relational survey model. Relationships determined through screening

cannot be interpreted as a true cause-effect relationship, but may provide useful clues for predicting the situation of a variable based on the knowledge of another variable. The relationship between two variables can be interdependence or partial dependence, or it may emerge as a result of a third variable that affects both variables (Karasar, 2008).

Population and Sample

In line with the general purpose of this study, the population of the study was composed of 965,736 Turkish students that participated in the PISA 2012 application, and the study sample was selected as 4,848 students in the 15-year-old age group attending grades seven or higher in Turkey (Ministry of National Education [MEB], 2013). The samples of the countries were determined according to the two-stage stratified sampling method.

Data Collection Tools

Since this research aimed to evaluate PISA 2012 data, no additional data collection instrument was developed. The research was conducted on the data obtained from the responses of the participant students to the mathematical literacy test and student questionnaire included in PISA 2012. The PISA 2012 data used in the study were obtained from the official website of OECD. The data were transferred to SPSS and the section belonging to Turkey was identified.

In the PISA 2012 application, there are a total of 206 items, of which 109 are in the main form of the mathematical literacy test, 44 in the science literacy test, and 53 in the reading literacy test. These items are placed in 13 test booklets based on a systematic pattern. Since students receive different booklets, they do not respond to all the items in each area. The scores of the students in the tests are determined as five different plausible values based on a prediction according to the one-parameter logistic model of the item response theory (IRT) (OECD, 2013b). Within the scope of this research, the average of the five plausible mathematical literacy scores (PV1MATH-PV5MATH) was taken into consideration.

In addition to cognitive tests, PISA includes a student questionnaire that takes about 30 minutes to complete. This questionnaire collects data on many dimensions, such as individual characteristics, socio-economic background, educational background, attitudes, learning strategies, learning motivation, teaching efficacy, and classroom and school climate. The data obtained from the student questionnaire are indexed and evaluated. For this purpose, simple and scale indexes have been developed with consisting of responses to a single item for the former and scaling multiple items using a parameterized logistic model for the latter (OECD, 2013b). The average of these index values is 0 and standard deviation is 1 (OECD, 2014). In this research, analyses were performed based on the scale indexes of the variables of students' mathematics anxiety, mathematics self-concept and classroom climate.

Data Analysis

To find answers to the research questions, mediation analyses was used. The main purpose of mediation analysis is to reveal the connection between the relationship of two variables with the presence of another variable. In this study, regression analyses were employed for the analysis of mediators through the BK method, and SPSS macros developed by Preacher and Hayes (2004) and obtained from the website of Andrew F. Hayes (<http://processmacro.org/index.html>) were utilized to test mediation through the Sobel test and bootstrapping method.

The BK method, also known as the causal step approach, is one of the most commonly accepted and used methods for testing a mediating hypothesis. In this approach, a mediation model can be established in four steps (with three regression equations). Baron and Kenny (1986) explained these steps as follows:

1. The independent variable significantly predicts the dependent variable ($H_0: c=0$).
2. The independent variable significantly predicts the variable that is hypothesized to be a mediator ($H_0: a=0$).
3. When the effect of the independent variable is controlled, the mediator variable(s) significantly predicts the dependent variable ($H_0: b=0$).
4. When the effect of the mediator variable is controlled, the relationship between the independent variable and dependent variable is significantly reduced or the effect of the former on the latter is no longer significant ($H_0: c'=0$).

The coefficient c in these steps shows the total effect of X on Y , and the coefficient c' indicates the indirect effect of X on the control of the mediating variable on Y . The presence of a mediator variable is the difference between the coefficient c' and the effect of X on Y indicated by c , and a part of this effect is interpreted as sharing by the mediating variable (Hayes, 2013; MacKinnon vd., 2007; Preacher and Hayes, 2008). Baron and Kenny (1986) stated that the greater the difference between c coefficient and c' coefficient, the greater the degree of mediation.

In mediation models, the term product instead of individual paths focuses on the value of ab (logically this value is equal to the difference between the total effect and the direct effect). The Sobel test (Sobel, 1982), which is based on the multiplication of coefficient a and b , is the most commonly used method in the literature (MacKinnon et al., 2002). The Sobel test involves the calculation of the ratio of the multiplication of a and b coefficient estimates to the standard error of multiplication. The resulting ratio is the z -score of the mediating effect. This value is used to evaluate whether the mediating effect is statistically significant based on the assumptions corresponding to the standard normal distribution. If the z -score is greater than 1.96, the mediating effect is interpreted as being

significant at the .05 level (MacKinnon et al., 2002; Mallinckrodt, Abraham, Rucker, Preacher, Tormala, and Petty, 2006).

It is stated that the classical mediation analysis methods described above do not sufficiently determine mediating effects, especially in small samples. Bootstrapping, a nonparametric resampling method, is different in terms of not requiring the normality assumption of sample distribution to test mediation. Bootstrapping is a computationally intensive method, which involves repeating sampling from the dataset and estimating the indirect effect in each resampled data set. Shrout and Bolger (2002) reported that the bootstrapping method was particularly powerful when the sample distribution of the mediation effects was not zero or was skewed. In order to determine the power of the mediation of significant variables, effect size measurements are undertaken. Effect size measures are defined as an indication of the magnitude and importance of an effect, independent of sample size. The current study utilized the effect size measure that is most commonly adopted in the literature, in which the indirect effect is divided by the total effect as follows: $(1 - c') / c$ or $ab / (c' + ab)$. Calculated this ratio is between 0 and 1 and shows how much of the total effect is explained by the indirect effect (Jose, 2013; MacKinnon, 2008).

Before the analysis of data, the data set was examined for missing values and extreme values, and then the assumptions of the mediation analysis methods were tested. There was no missing data in the mathematical literacy variable, but the rate of missing data was greater than 30% for the remaining variables. Van Buuren (2011) stated that if the missing data rate is less than 30%, value assignment can be made, but if it is 30% or more, the missing values should be removed. Since the sample size was sufficient, the students with missing data related to the variables were removed from the data set, which reduced the sample to 3,167 students. As a result of univariate extreme value analysis of index values estimated as standard points, no value other than ± 4 was observed. In order to determine the multivariate extreme values, Mahalanobis distance statistics were used. In line with the results of the analysis, 34 Mahalanobis distance values significant at the .001 level were also excluded. After the removal of missing data and extreme values, further analyses were performed on the data set comprising data from a total of 3,133 students.

Ethical Permits of the Research

In this study, all the rules stated in the "Higher Education Institutions Scientific Research and Publication Ethics Directive" were followed. None of the actions specified under the second section of the Directive, "Scientific Research and Publication Ethics Actions" have been carried out.

Results and Comments

Table 1 presents the effect of the mathematics anxiety variable on the relationship between classroom climate and mathematical literacy and the effect size of the mediation effect in the single mediation model according to the BK method, the Sobel test, and the bootstrapping method.

Table 1. *The mediation effect of the mathematics anxiety variable in the single mediation model*

Coefficient	BK Method			Sobel Test			Bootstrap Method			Effect Size (ab/c)
	B	SH _B	p	z Value	SH _z	p	M Value	SH _M	Bootstrap Confidence Interval	
c	25,641	1,708	,000	9,926	0,590	,000	5,958	0,62	4,767 7,218	0,232
a	-0,247	0,019	,000							
b	-24,119	1,507	,000							
c'	19,683	1,684	,000							

The results of the BK method (Table 1) revealed that the classroom climate variable significantly predicted mathematical literacy (coefficient c) in the first step and mathematics anxiety (coefficient a) in the second step, and the mathematics anxiety variable significantly predicted mathematical literacy (coefficient b) in the third step ($p < .05$). The statistical significance of the coefficient values in the first three steps shows that the conditions of the BK method were satisfied. The unstructured regression coefficient was preferred over beta coefficient in the established path diagram and mediation analyses since coefficient B is used to determine the indirect effect in mediation analyses and calculate the Sobel z-score ($z\text{-score} = ab/SH_{ab}$) due to standard error estimation (Jose, 2013; MacKinnon, 2008). When coefficient c ($B=25.64$) referring to the total effect on the relationship between the classroom climate and mathematical literacy variables is compared to coefficient c' ($B=19.68$) representing the direct effect, it is observed that there is a decrease in the predictive power of classroom climate for mathematical literacy. According to the most widely used mediation definition of Baron and Kenny (1986), in order for a variable to be a mediator, coefficient c' calculated in the regression equation when the mediator variable is added should be lower than coefficient c before adding the mediator variable. If the independent variable is no longer a significant predictor of the dependent variable when the mediator variable is controlled, this situation is referred to as full mediation, and if both the dependent variable and the mediator variable are significant predictors of the dependent variable, then this indicates partial mediation. According to the BK method, mathematics anxiety is a partial mediator variable between classroom climate and mathematical literacy. When the mediation analysis was undertaken using the Sobel test, it was determined that the Sobel z-score was statistically significant ($p < .05$), indicating that the mathematics anxiety variable mediated the relationship between classroom climate and mathematical literacy. The results of the bootstrapping method revealed that the 95% confidence interval values did not contain a zero value. This method also supported the significant mediator effect of the mathematics anxiety variable. All the results obtained from the three methods show that a positive classroom environment in the mathematics course decrease students' course anxiety, and reduced anxiety increases students' mathematics achievement. It was also determined that classroom climate had a direct effect on mathematical literacy.

As shown in Table 1, the indirect effect / total effect ratio based on standardized regression coefficients was calculated as 0.232. This ratio indicates that 23% of the total effect of classroom climate on mathematical literacy is explained by the indirect effect generated by the mediator variable of mathematics anxiety. As a result, a positive classroom environment increases students' mathematical literacy, and 23% of this increase is explained by this environment reducing students' mathematics anxiety.

Table 2 presents the results of the BK, Sobel and bootstrapping methods concerning whether mathematical self-concept mediated the relationship between classroom climate and mathematical literacy in the single mediation model and the effect size of the mediation effect.

Table 2. *The mediation effect of the mathematical self-concept variable in the single mediation model*

Coefficient	BK Method			Sobel Test			Bootstrap Method			Effect Size (ab/c)
	B	SH _B	p	z Value	SH _z	p	M Value	SH _M	Bootstrap Confidence Interval	
c	25,641	1,708	,000	6,705	0,459	,000	3,074	0,48	2,148 4,041	0,121
a	0,147	0,019	,000							
b	20,890	1,572	,000							
c'	22,567	1,678	,000							

According to the results of the BK method (Table 2), the classroom climate variable significantly predicted mathematical literacy (coefficient c) ($p < .05$) in the first step and mathematical self-concept (coefficient a) in the second step. In the third step, mathematical self-concept was a significant predictor of mathematical literacy (coefficient b) ($p < .05$). The statistical significance of the coefficient values in the first three steps confirms that the conditions of the BK method were met. Comparing coefficient c ($B=25.64$) and c' ($B=19.68$) respectively referring to the total and direct effects on the relationship between classroom climate and mathematical literacy ($B = 25.64$), the predictive power of classroom climate for mathematical literacy was reduced in the latter. The fact that coefficient c' was smaller than coefficient c but remained significant when the mediator variable was added indicates that the mathematical self-concept variable was a partial mediator between classroom climate and mathematical literacy. The second mediation analysis method, the Sobel test, also produced a statistically significant z-score ($p < .05$), confirming the mediator effect of mathematical self-concept on the relationship between classroom climate and mathematical literacy. Lastly, the results obtained from the bootstrapping method revealed that 95% confidence interval values did not contain a zero value, supporting the significant mediator effect of mathematical self-concept. All these results show that students' perception of a positive classroom environment in the mathematics course increases their self-efficacy beliefs in this course, which, in turn, improves their mathematical literacy. It was also determined that classroom climate had a direct effect on mathematical literacy.

The indirect effect / total effect ratio was 0.121 (Table 2). This ratio indicates that 12% of the total effect of classroom climate on mathematics literacy was explained by the indirect effect of the mediator variable of mathematical self-concept. As a result, a positive classroom environment increases students' mathematical literacy, and part of this increase was explained by this environment improving students' mathematical self-concept.

Table 3, Table 4, Table 5 and Table 6 shows the results of the BK, Sobel and bootstrapping methods regarding whether the mathematics anxiety and mathematical self-concept variables mediated the relationship between classroom climate and mathematical literacy in the multiple mediation model, as well as the effect size of such mediation.

Table 3. *The mediation effect of math anxiety and math self-concept variable according to BK method in multiple mediation model*

Coefficient	B	SH _B	β	t	p
C	25,641	1,708	0,259	15,009	,000
a ₁	-0,247	0,019	-0,221	-12,677	,000
a ₂	0,147	0,019	0,138	7,788	,000
b ₁	-18,905	1,960	-0,214	-9,648	,000
b ₂	8,376	2,021	0,090	4,145	,000
c'	19,738	1,680	0,199	11,748	,000

When the research findings in Table 3 are examined, it is seen that the condition of the first step; i.e., the independent variable must significantly predict the dependent variable, is satisfied. In the second and third steps, the classroom climate variable significantly predicted mathematics anxiety (a₁) and mathematical self-concept (a₂), respectively. Similarly, the assumption that the independent variable must be a significant predictor of the mediator variable is also met. When the classroom climate variable was controlled, mathematics anxiety (b₁) and mathematical self-concept (b₂) significantly predicted mathematical literacy. Thus, when the effect of the independent variable was controlled, the mediator variables significantly predicted the dependent variable. When coefficient c (B = 25.64) and coefficient c' (B = 19.74), respectively corresponding to the total and direct effect on the relationship between classroom climate and mathematical literacy are compared, it was observed that the predictive power of classroom climate for mathematical literacy was lower for the latter. The fact that coefficient c' was smaller than coefficient c but remained significant when the effect of the mediator variables was added shows that the variables of mathematics anxiety and mathematical self-concept provided a partial mediation for the relationship between classroom climate and mathematical literacy.

Table 4. *The mediation effect of math anxiety and math self-concept variable according to Sobel Test in multiple mediation model*

Coefficient	z Value	SH	p	Symmetric		Asymmetric	
				Confidence Interval		Confidence Interval	
a ₁ b ₁	4,67	7,662	,000	3,474	5,866	3,682	6,043
a ₂ b ₂	1,233	3,636	,000	0,569	1,897	0,684	1,996

Examination of the Sobel test results revealed that the indirect effect of both mathematics anxiety and mathematical self-concept in the multiple mediation model was statistically significant ($p < .05$). The total indirect effect of classroom climate on mathematical literacy was calculated as $4.670 + 1.233 = 5.903$. This value shows that a one-unit change in classroom climate had an effect equal to 5.903 on mathematical literacy through the two mediator variables. When the specific indirect effect of each variable was analyzed, it was found that the indirect effect of mathematics anxiety was greater than that of mathematical self-concept; i.e., a decrease in students' mathematics anxiety would increase their mathematical achievement to a greater extent.

Table 5. *The mediation effect of math anxiety and math self-concept variable according to Bootstrap Metod in multiple mediation model*

Bootstrap	M	SH	Bootstrap Confidence Interval	
a ₁ b ₁	4,67	0,601	3,545	5,912
a ₂ b ₂	1,233	0,337	0,621	1,946
Σab	5,903	0,633	4,706	7,2

The last method, bootstrapping, also provided similar results. The 95% confidence interval values obtained did not contain zero values, supporting the significant mediator effect of both mathematics anxiety and mathematical self-concept.

Table 6. *The mediation effect size of math anxiety and math self-concept variable in multiple mediation model*

Coefficient	Standardized Coefficients and effect size (ab/c)
C	0,259
a ₁ b ₁	0,047
a ₂ b ₂	0,013
Σab	0,06
a ₁ b ₁ /c	0,182
a ₂ b ₂ /c	0,048
$\Sigma ab/c$	0,23

In Table 6, the ratios of a₁b₁/c and a₂b₂/c refer to the specific indirect effects of mathematics anxiety and mathematical self-concept, respectively, and $\Sigma ab/c$ represents the total indirect effect. The ratio of the indirect effect of mathematics anxiety to the total effect was 0.18, and the indirect effect of mathematical self-concept to the total effect was 0.05. This shows that approximately 18% of the effect of classroom climate on mathematical literacy is explained by mathematics anxiety and about 5% by mathematical self-concept. In general, 23% of the effects on mathematical achievement is explained by the mediator variables. The effect size of mathematics anxiety was 0.23 for the single mediation model

and 0.18 for the multiple mediation model whereas that of mathematical self-concept was 0.12 and 0.05 for the single and multiple mediation models, respectively.

Conclusion and Recommendations

In the single mediation model analysis performed to investigate mathematics anxiety as the mediator variable for the relationship between classroom climate and mathematical literacy, the BK, Sobel and bootstrapping models all revealed that mathematics anxiety had a mediating effect. The effect size value of the mathematics anxiety mediator was determined as 0.23; i.e., 23% of the total effect of classroom climate on mathematical literacy was explained by the indirect effect generated by the mathematics anxiety variable. As a result, a positive classroom environment increased students' mathematical literacy, and part of this increase was explained by the effect of this environment on reducing mathematics anxiety. These findings are consistent with the expectancy-value theory of motivation proposed by Eccles et al. (1983), supporting the view that students' perceptions of classroom environment and teacher behaviors affect their affective and motivational beliefs, and thus have a potential role in their mathematical achievement. The students' mathematics anxiety was found to mediate the relationship between students' perceived classroom environment and mathematical literacy in PISA, albeit not to a very great extent. In contrast to much of the previous research that generally focused on the relationship between mathematics anxiety and mathematical performance on an individual basis, the findings from the current research, as well as some recent studies (Chang and Beilock, 2016; Yıldırım, 2012) suggest that it is more beneficial to address students' mathematics anxiety in a broader context comprising classroom environment, teachers, and parents. The presence of significant mediation effects supports the statement included in the report of OECD (2013) that it is not right to assume that all the effects on students' academic achievement are direct, and in addition to variables with direct effects, there are also variables that indirectly affect students' achievement.

The second single mediation model analysis undertaken in the study aimed to investigate the mediator role of mathematical self-concept in the relationship between classroom climate and mathematical literacy using three different mediation methods. The effect size value of the mathematical self-concept mediator was calculated as 0.12. That is to say, 12% of the total impact of classroom climate on mathematical literacy was explained by the indirect effect of the mathematical self-concept mediator. As a result, it was determined that a positive classroom environment increased students' mathematical literacy, and some of this increase was explained through the role of such an environment in increasing their mathematical self-concept. These results are similar to the big-fish-little-pond effect principle of Marsh and Parker (1984), which states that students' academic self-perceptions are shaped largely by an environmental comparison process, and students compare their achievements with the achievements of their peers (external) as well as their own success in other fields (internal). The mathematical self-concept of a student that considers her/his mathematics

achievement to be higher than that of another student is positively affected by this perception. Thus, gifted students will have a higher academic self-concept in an environment with students having different levels of abilities compared to a selective environment in which all students are successful. The results of PISA show that as in the case of mathematics anxiety level, the Turkish students' levels of mathematical self-concept are lower than the students in most other countries participating in this application. Therefore, achieving a positive disciplinary environment in the classroom may not be sufficient to increase mathematical self-perception.

In the multiple mediation model where two variables were considered together, analyses performed using three methods all showed that both variables had a significant mediation effect on the relationship between classroom climate and mathematical literacy. In both single and multiple mediation models, the effect size of mathematics anxiety was found to be higher than that of mathematical self-concept. Creating a positive classroom environment in mathematics course reduces students' anxiety levels, and this reduced anxiety has a more significant role in the increase of students' mathematics achievement compared to mathematical self-concept. In addition, the effect size values of both variables were determined to be lower in the multiple mediation model than in the single mediation model, probably due to the effects of these variables on each other.

Since providing a positive disciplinary environment in the classroom leads to a decrease in students' anxiety and improvement in their perception of their mathematics achievement, it is necessary for teachers to have a good control over the class and possess a high level of classroom management skills. For this reason, courses, such as "Classroom Management" that are offered in teacher education programs can be revised to be more effective and efficient. In addition, seminars or in-service training activities can be organized in relation to effective class management. Considering that a positive classroom environment or supportive relationships in this environment can help students to improve their motivational beliefs, such as anxiety and self-concepts, thus influencing teacher behaviors, it may be beneficial to undertake social activities with teachers and students to strengthen the relationship between them and further increase student achievement.

In the mathematical literacy models established in this study, classroom climate, mathematics anxiety, and mathematical self-concept variables were discussed. PISA surveys collect a large amount of information about students, parents and schools. In future studies, the mediating effects of different variables affecting mathematical literacy can be examined. The data obtained from different countries in relation to mathematical literacy can be compared to the Turkish sample. The focus of the current study was on mediator variables affecting PISA mathematical literacy. Other researchers can investigate other variables that have a mediator effect on science and / or reading literacy.

In this study, the BK, Sobel and bootstrapping methods revealed significant mediation effects for the investigated variables. In addition, standard errors calculated by the Sobel test and

bootstrapping method were close to each other, but the coefficients obtained by the BK method were lower than the standard error values. Since the BK method focuses on the evaluation of each coefficient separately and does not take into consideration the direct multiplication of ab , it is better to conduct similar analyses using the Sobel test or bootstrapping method. The most comprehensive comparative study on mediation analysis methods was undertaken by MacKinnon et al. (2002), who emphasized that the BK method resulted in high standard errors under all conditions whereas the Sobel test produced reliable values in large samples but high standard errors in small samples. In another study, Cheung and Lau (2008) reported that the bootstrapping method produced better results than the Sobel test. Hayes (2009) suggested that the bootstrapping method had the highest power and provided the best type I error control in small samples. Considering the research findings in the literature, the strengths and weaknesses of these three methods can be examined in different sample sizes and different simulative conditions.

Kaynakça

- Ahmed, W., Minnaert, A., van der Werf, G. & Kuyper, H. (2010). Perceived social support and early adolescents' achievement: The mediational roles of motivational beliefs and emotions. *Journal of Youth Adolescence*, (39), 36-46. doi: 10.1007/s10964-008-9367-7
- Baron, R. M. & Kenny, D. A. (1986). The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, (51), 1173-1182.
- Chang, H. & Beilock, S. L. (2016). The math anxiety-math performance link and its relation to individual and environmental factors: A review of current behavioral and psychophysiological research. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, (10), 33-38. doi: 10.1177/1094428107300343
- Cheung, G. W. & Lau, R. S. (2008). Testing mediation and suppression effects of latent variables: Bootstrapping with structural equation models. *Organizational Research Methods*, 11(2), 296-325. doi: 10.1177/1094428107300343
- Eccles, J. S. & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, (53), 109-132. doi: 0084-6570/02/0201-0109
- Hayes, A. F. (2009). Beyond Baron and Kenny: Statistical mediation analysis in the new millenium. *Communication Monographs*, 7(6), 408-420. doi: 10.1080/03637750903310360
- Hayes, A. F. (2013). *An introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis*. New York: The Guilford Press.
- Jose, P. E. (2013). *Doing statistical mediation and moderation*. Newyork: The Guilford Press.
- Karasar, N. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Koğar, H. (2015). PISA 2012 matematik okuryazarlığını etkileyen faktörlerin aracılık modeli ile incelenmesi. *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 40(179), 45-55. doi: 0.15390/EB.2015.4445
- MacKinnon, D. P. (2008). *Introduction to statistical mediation analysis*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- MacKinnon, D. P., Fairchild, A. J. & Fritz, M. S. (2007). Mediation analysis. *Annual Review of Psychology*, 58, 593-614. doi: 10.1146/annurev.psych.58.110405.085542
- MacKinnon, D. P., Lockwood, C. M., Hoffman, J. M., West, S. G. & Sheets, V. (2002). A comparison of methods to test mediation and other intervening variable effects. *Psychological Methods*, (7), 83-104. doi: 10.1037//1082-989X.7.1.83
- Mallinckrodt, B., Abraham, W. T., Wei, M. & Russell, D. W. (2006). Advances in testing the statistical significance of mediation effects. *Journal of Counseling Psychology*, (53), 372-378. doi: 10.1037/0022-0167.53.3.372

- Marsh, H. W. & Parker, J. (1984). Determinants of student self-concept: Is it better to be a relatively large fish in a small pond even if you don't learn to swim as well? *Journal of Personality and Social Psychology*, (47), 213-231.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). *PISA 2012 ulusal ön raporu*. Ankara: YEĞİTEK.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2013a). *PISA 2012 Assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy*. OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264190511-en>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2013b). *PISA 2012 Results: Ready to Learn: Students' engagement, drive and self-beliefs* (3). OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264201170-en>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2014). *PISA 2012 technical report*. OECD Publishing.
- Preacher, K. J. & Hayes, A. F. (2004). SPSS and SAS procedures for estimating indirect effects in simple mediation models. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers*, (36), 717-731. doi: 10.3758/BRM.40.3.879
- Preacher, K. J. & Hayes, A. F. (2008). Asymptotic and resampling strategies for assessing and comparing indirect effects in multiple mediator models. *Behavior Research Methods*, (40), 879-891.
- Shrout, P. E. & Bolger, N. (2002). Mediation in experimental and nonexperimental studies: New procedures and recommendations. *Psychological Methods*, (7), 422-445. doi: 10.1037//1082-989X.7.4.422
- Sobel, M. E. (1982). Asymptotic confidence intervals for indirect effects in structural equation models. In S. Leinhardt (Ed.), *Sociological methodology*, (pp. 290-312). Washington, DC: American Sociological Association.
- Şimşek, Ö. F. (2007). *Yapısal eşitlik modellemesine giriş: Temel ilkeler ve LISREL uygulamaları*. Ankara: Ekinoks Yayınları.
- Usta, H. G. & Şimşek, S. (2014). Okul büyüklüğü ile öğrenci başarısı arasındaki ilişkide aracı değişkenlerin etkisi: PISA 2012 Türkiye. IV. Ulusal Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Kongresi (ss. 34-36). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Van Buuren, S. (2011). Multiple imputation of multilevel data. In J. J. Hox and J. K. Roberts (Ed.). *The handbook of advanced multilevel analysis* (pp. 173-196). New York: Routledge.
- Yıldırım, S. (2012). Teacher support, motivation, learning strategy use, and achievement: A multilevel mediation model. *Journal of Experimental Education*, 80(2), 150-172. doi: 10.1080/00220973.2011.596855