

Öğrenci Matematik Başarısının Şifreleri: Öğrenci ve Öğretmen Özelliklerinin Hiyerarşik Lineer Modelleme ile İncelenmesi*

Passwords of Student Mathematics Achievement: Investigating Student and Teacher Characteristics with Hierarchical Linear Modeling

Zekai DEMİRDELEN^a, Yeşim ÖZER ÖZKAN^b, Meltem ACAR GÜVENDİR^c

Article Type/Makale Türü:

Research Article/Araştırma Makalesi

Article Info/Makale Bilgi

Received/Alındı: 30/09/2024

Revised/Düzeltildi: 19/11/2024

Accepted/Kabul edildi: 20/11/2024

Anahtar kelimeler:

Matematik Başarısı, Öğrenci Özellikleri, Öğretmen Özellikleri, Hiyerarşik Lineer Modelleme

Keywords:

Mathematics Achievement, Student Characteristics, Teacher Characteristics, Hierarchical Linear Modeling

ÖZ

Bu araştırmada, öğrencilerin matematik başarısını etkileyen öğrenci ve öğretmen düzeyindeki özellikler Hiyerarşik Lineer Modelleme (HLM) yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Araştırmanın amacı, öğrenci ve öğretmen düzeyindeki değişkenlerin öğrencilerin matematik başarısı üzerindeki etkilerini ortaya koymaktır. İki düzeyli HLM analizine dayalı olarak gerçekleştirilen çalışmaya, 12 matematik öğretmeni ve bu öğretmenlerin 413 öğrencisi katılmıştır. Öğrencilerin dönem sonu matematik notları matematik başarı puanı olarak kullanılmıştır. Bulgular, matematik başarısını etkileyen en önemli faktörlerin öğrenci düzeyindeki değişkenler olduğunu, bu değişkenler arasında ebeveyn eğitim durumu, matematik öz yeterlik algısı ve cinsiyetin öne çıktığını göstermiştir. Öğretmen düzeyinde ise öğretmenlerin matematik kaygısı ve medeni durumunun öğrenci başarısı üzerinde anlamlı etkiler yarattığı saptanmıştır. Araştırma sonuçları, matematik başarısına ilişkin varyansın büyük ölçüde öğrenci düzeyindeki değişkenler tarafından açıklandığını, kalan varyansın ise öğretmen düzeyindeki değişkenlere bağlı olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgular, öğrenci matematik başarısının yalnızca bireysel farklılıklarla değil, aynı zamanda sınıf ve öğretmen etkileriyle de şekillendiğini vurgulamaktadır.

ABSTRACT

This study examined the effects of student- and teacher-level characteristics on students' mathematics achievement using Hierarchical Linear Modeling (HLM). The primary aim was to identify the influence of variables at both levels on mathematics performance. The two-level HLM analysis included 12 mathematics teachers and their 413 students. Students' end-of-semester mathematics grades were used as the measure of achievement. The findings revealed that the most significant predictors of mathematics achievement were student-level variables, with parental education, mathematics self-efficacy, and gender emerging as key factors. At the teacher level, mathematics anxiety and marital status were found to have significant effects on student achievement. The results demonstrated that a substantial proportion of the variance in mathematics achievement was explained by student-level variables, while the remaining variance was attributable to teacher-level factors. These findings highlight that mathematics achievement is shaped not only by individual differences but also by classroom and teacher-level influences.

* Bu çalışma, "Öğrenci ve öğretmen özelliklerinin öğrencilerin matematik kaygısı ve başarısını yordama gücünün hiyerarşik lineer modelleme ile incelenmesi" isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Bu tez çalışması, Gaziantep Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'nin EF.YLT.22.07 proje numarası ile desteklenmiştir.

^a Yüksek Lisans Öğrencisi, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri ABD, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme, zdemirdelen91@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7629-0302>

^b Prof. Dr., Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri ABD, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme, yozzer80@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7712-658X>

^c Prof. Dr., Trakya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri ABD, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme, meltemacar@trakya.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-3847-0724>



Giriş

Günümüzde matematiksel düşünme ve problem çözme becerilerinin, bireylerin hem akademik hayatlarında hem de sosyal yaşamlarında başarılı olmaları için kritik bir öneme sahip olduğu söylenebilir. Özellikle hızlı teknolojik gelişmelerin ve bilgi toplumunun gerektirdiği becerilerin, matematiksel bilgiye dayalı mantıksal düşünmeyi zorunlu kıldığı ifade edilebilir. Bu bağlamda, öğrencilerin matematik başarılarını etkileyen faktörlerin incelenmesi, eğitimde niteliksel iyileşmeler sağlamak ve öğrenci başarısını artırmak adına önemli bir çalışma alanı oluşturabilir.

Matematik başarısını etkileyen değişkenler literatürde farklı düzeylerde ele alınmıştır. Öğrenci düzeyinde anne ve babanın eğitim düzeyinin öğrenci başarısına etkisi (Anılan, 1998; Bölükbaş, 2010; Yenilmez & Duman, 2008), cinsiyete bağlı başarı farklılıkları (Acar & Öğretmen, 2012; Gelbal, 2010; Güngör, 2009; Sallabaş, 2008) ve öğrencilerin sahip oldukları sosyal ve ekonomik imkanların akademik performansa etkisi (Akyüz, 2006; Beydoğan, 1993) gibi konular çeşitli çalışmalarda ele alınmıştır. Ayrıca, öğrencilerin serbest zaman etkinlikleri (Güzel, 2006; Anılan, 1998) ve öz yeterlik algıları ile akademik başarı arasındaki ilişkiler (Atar & Atar, 2012; Çelebi, 2010) de araştırmalara konu olmuştur. Ancak, bu çalışmaların büyük çoğunluğu bireysel düzeyde değişkenlere odaklanmış ve sınıf veya öğretmen düzeyindeki etkiler genellikle ihmal edilmiştir. Matematik başarısının çok düzeyli bir yapıya sahip olduğu göz önünde bulundurulduğunda, bireysel ve grup düzeyindeki değişkenlerin bir arada ele alınması, bu alandaki analizlerin daha kapsamlı ve güvenilir olmasına olanak sağlayacaktır. Bu bağlamda, çok düzeyli modellerin kullanılması, matematik başarısına yönelik kapsamlı bir perspektif geliştirilmesi açısından önemli bir katkı sunabilir. Bu doğrultuda, mevcut çalışma, öğrencilerin matematik başarısını etkileyen bireysel ve çevresel faktörleri çok düzeyli bir yaklaşımla ele alarak Hiyerarşik Lineer Modelleme (HLM) yöntemiyle kapsamlı bir inceleme sunmayı amaçlamaktadır. HLM, eğitim alanında kullanılan en güçlü yöntemlerden biri olarak, bireysel ve çevresel değişkenlerin etkilerini aynı anda değerlendirme imkânı sağlamaktadır.

HLM, öğrenci düzeyindeki bireysel özelliklerin yanı sıra öğretmen düzeyindeki değişkenlerin eş zamanlı olarak analiz edilmesine olanak tanıyan bir yöntemdir. Geleneksel istatistiksel yöntemlerle gerçekleştirilen analizler, öğrenciler arasındaki gruplar arası bağımlılığı göz ardı ederek Tip I hataya yol açma riski taşımaktadır. Bu durum, veri setinde gerçekte bulunmayan ilişkilerin varmış gibi yorumlanmasına neden olabilir (Hox, 2002; Raudenbush & Bryk, 2002). Bu nedenle, farklı düzeylerdeki değişkenlerin matematik başarısı üzerindeki etkilerinin birlikte analiz edilmesi, eğitim araştırmalarında daha güvenilir ve geçerli sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. HLM, sosyal bilimlerdeki hiyerarşik yapıların analizinde etkili bir yöntem olarak, grup içi ve grup dışı değişkenler arasındaki ilişkilerin güvenilir bir biçimde incelenmesine olanak sunmaktadır (Snijders & Bosker, 1999).

Literatürde, HLM kullanılarak gerçekleştirilen çeşitli çalışmalar, çok düzeyli modellemenin eğitim araştırmalarına sağladığı katkıları ortaya koymaktadır. Örneğin, Lee ve Smith (1997), okul büyüklüğünün öğrenci başarısı üzerindeki etkisini HLM yöntemiyle incelemiş ve okul büyüklüğünün öğrencilerin akademik performansını belirleyen önemli bir değişken olduğunu vurgulamıştır. Benzer şekilde, Goddard vd. (2000), okul değişkenlerinin öğrenci başarısına olan etkilerini araştırmış ve bireysel başarıyı şekillendiren okul yapılarının

kritik bir rol oynadığını ortaya koymuştur. Bu çalışmalar, matematik başarısını etkileyen değişkenlerin yalnızca bireysel düzeyde değil, aynı zamanda grup düzeyinde de ele alınması gerektiğini göstermektedir. Ma ve Klinger (2000), sosyoekonomik durum, cinsiyet ve kültür gibi faktörlerin matematik başarısına etkilerini çok düzeyli modelleme yöntemiyle analiz ederek, bu tür çevresel faktörlerin öğrenci başarısındaki belirleyici rolüne dikkat çekmiştir. Abbott vd. (2002) ise okulun sosyoekonomik çevresinin matematik başarısı ile olan olumsuz ilişkisini HLM kullanarak incelemiş ve çevresel koşulların öğrenci başarıları üzerindeki güçlü etkisini ortaya koymuştur. Bu bulgular, eğitimde çok düzeyli analizlerin önemini vurgulamakta ve öğrenci başarısının bireysel ve çevresel faktörler bağlamında daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, öğrencilerin matematik başarılarını etkileyen öğretmen ve öğrenci düzeyindeki değişkenleri çok düzeyli bir analiz yöntemi ile incelemektir. Araştırmada, öğrenci düzeyinde cinsiyet, ebeveyn eğitim durumu ve matematik öz yeterlik algısı gibi bireysel faktörlerin yanı sıra, öğretmen düzeyinde öğretmen matematik kaygısı, cinsiyeti ve medeni durumu gibi değişkenlerin öğrenci matematik başarısına olan etkileri incelenmiştir. Bu doğrultuda, çalışma aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aramayı amaçlamaktadır:

1. Öğrenci düzeyindeki değişkenler (cinsiyet, ebeveyn eğitim durumu, matematik öz yeterlik algısı) matematik başarısını ne ölçüde etkilemektedir?
2. Öğretmen düzeyindeki değişkenler (öğretmen matematik kaygısı, cinsiyet ve medeni durumu) öğrencilerin matematik başarısı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip midir?
3. Matematik başarısına ilişkin varyansın ne kadarı öğrenci düzeyindeki değişkenlerle ne kadarı öğretmen düzeyindeki değişkenlerle açıklanmaktadır?

Bu sorulara yanıt arayarak, bireysel ve çevresel faktörlerin öğrenci matematik başarısına katkıları bütüncül bir bakış açısıyla ele alınmıştır. Çalışmanın bulgularının, eğitim politikalarının geliştirilmesine, öğretmenlerin mesleki gelişim süreçlerinin iyileştirilmesine ve öğrenci başarısına yönelik yeni stratejilerin oluşturulmasına katkı sunması beklenmektedir.

Yöntem

Araştırma Modeli

Araştırma, doğrudan ve dolaylı etkilerin analizine dayalı bir yordama modeli kullanılarak yürütülmüştür. Tahmin edici korelasyonel araştırma deseni, bağımlı değişkenle (öğrenci matematik başarısı) ilişkili olan yordayıcı değişkenlerin (öğrenci ve öğretmen özellikleri) etkilerini incelemeye yönelik çalışmalarda kullanılmaktadır (Creswell, 2008).

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu; 12 matematik öğretmeni, bu öğretmenlerin 413 öğrencisi ve aynı öğrencilerin ebeveynlerinden oluşmaktadır. Hiyerarşik lineer modellemede örneklem büyüklüğünün belirlenmesi için maksimum olabilirlik tekniği kullanılmakta olup, 6-12 grup aralığının yeterli olduğu kabul edilmektedir (Browne & Draper, 2000). Araştırmada yer alan

öğrenciler ile bu öğrencilerin ebeveyn ile öğretmenlerinin cinsiyetlerine göre dağılımı ise Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Çalışma grubundaki Öğrencilerin, Ebeveynlerin ve Öğretmenlerin Cinsiyet Dağılımı

Cinsiyet	Öğrenci Sayısı (n)	Yüzde (%)	Ebeveyn Sayısı (n)	Yüzde (%)	Öğretmen Sayısı (n)	Yüzde (%)
Kadın	229	55,5	303	73	3	25
Erkek	184	44,6	110	27	9	75
Toplam	413	100	413	100	12	100

Tablo 1'de çalışma grubu %55,5 (n=229) kadın ve %44,6 (n=184) erkek öğrencilerden oluşmaktadır. Ebeveynler arasında kadınların oranı %73 (n=303), erkeklerin oranı ise %27 (n=110) olarak tespit edilmiştir. Öğretmen düzeyinde ise %25 (n=3) kadın ve %75 (n=9) erkek öğretmen yer almaktadır. Toplamda, tüm gruplarda katılımcı sayısı 413 öğrenci, 413 ebeveyn ve 12 öğretmenden oluşmaktadır.

Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada, öğrencilerin demografik özelliklerini belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen *Öğrenci Bilgi Formu* kullanılmıştır. Bu form, öğrencilerin cinsiyeti, ebeveyn eğitim düzeyi ve diğer demografik bilgilerini toplamak amacıyla tasarlanmıştır. Öğrencilerin matematik başarı düzeyleri ise *dönem sonu matematik notları* temel alınarak değerlendirilmiş ve matematik başarı puanı olarak kullanılmıştır.

Ebeveynlerin matematik kaygı düzeylerini ölçmek için Mutlu vd. (2018) tarafından geliştirilen *Ebeveyn Matematik Kaygısı Ölçeği* kullanılmıştır. Bu ölçek, ebeveynlerin matematiksel durumlar karşısında yaşadıkları kaygı düzeylerini ölçen güvenilir bir araçtır ve ailevi faktörlerin öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkilerini incelemede kritik bir role sahiptir.

Öğretmenlerin matematik kaygı düzeylerini belirlemek amacıyla Yıldırım ve Gürbüz (2017) tarafından geliştirilen *Öğretmenlere Yönelik Matematik Kaygı Ölçeği (Ö-MKÖ)* kullanılmıştır. Bu ölçek, öğretmenlerin matematikle ilgili kaygı düzeylerini değerlendirerek, bu kaygının öğrencilerin akademik başarılarına olan etkilerini daha ayrıntılı bir şekilde inceleme imkânı sunmaktadır.

Bu veri toplama araçları, araştırmanın amacına ulaşılması için bireysel ve çevresel faktörlerin etkili bir şekilde ölçülmesini sağlamış ve Hiyerarşik Lineer Modelleme (HLM) analizleri için gerekli verilerin toplanmasında önemli bir rol oynamıştır.

Verilerin Toplanması

Öğrenci, öğretmen ve ebeveynlerin matematik kaygı düzeylerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan ölçekler için ölçek sahiplerinden ve İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden gerekli izinler alınmıştır. Araştırma sürecinde, öğrenci, öğretmen ve ebeveynlerden veri toplanmış, ebeveynlere ait değişkenler ise düzey birde yer alan öğrencilere ait değişkenlere dahil edilmiştir. Veri toplama aşamasında, kayıp veri riskini en aza indirmek amacıyla önleme teknikleri kullanılmıştır. Bu kapsamda, her düzeye ait değişkenler Tablo 2'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 2. Birinci ve İkinci Düzeye Ait Değişkenler

Birinci Düzey (Öğrenci)	İkinci Düzey (Öğretmen)
Öğrenci Cinsiyeti	Öğretmen Kaygı düzeyi
Öğrenci Matematik Başarı Ortalaması	Öğretmen Cinsiyeti
Öğrenci Matematik Özyeterlik Algısı	Mesleki Kıdem
Öğrenci Çalışma Odasına Sahiplik	Öğretmen Medeni Durumu
Öğrenci Sınıf Memnuniyet Derecesi	Öğretmen Yaşı
Öğrenci Okul Memnuniyet Derecesi	Öğretmen Eğitim Düzeyi
Öğrenci Hobi Durumu	
Ebeveyn Cinsiyeti	
Ebeveyn Kaygı Düzeyi	
Ebeveyn eğitim Durumu	

Tablo 2, HLM analizinde kullanılan birinci düzey (öğrenci) ve ikinci düzey (öğretmen) değişkenlerini kapsamaktadır. Birinci düzeyde, öğrenci cinsiyeti, matematik başarı ortalaması, matematik özyeterlik algısı, çalışma odasına sahiplik, sınıf ve okul memnuniyeti, hobi durumu gibi öğrenci özelliklerinin yanı sıra ebeveyn cinsiyeti, kaygı düzeyi ve eğitim durumu gibi aileye ilişkin faktörler yer almaktadır. İkinci düzeyde ise öğretmen kaygı düzeyi, cinsiyet, mesleki kıdem, medeni durum, yaş ve eğitim düzeyi gibi öğretmene ait değişkenler bulunmaktadır. Bu değişkenler, öğrenci matematik başarısını etkileyen bireysel, ailesel ve öğretmene bağlı faktörlerin çok düzeyli bir yaklaşımla analiz edilmesi amacıyla modele dahil edilmiştir.

Verilerin Analizi

Bu çalışmada, öğrencilerin matematik başarılarını etkileyen değişkenler iki düzeyli HLM yöntemi ile analiz edilmiştir. Verilerin ön çözümlemesi SPSS 26.0 ve Microsoft Excel 2016 programları kullanılarak gerçekleştirilmiş, çok düzeyli analizler için HLM 8.2 yazılımı tercih edilmiştir. HLM, farklı gruplar arasındaki varyasyonu ve sabit ya da rastgele değişkenleri analiz etme imkânı sunan üst düzey bir regresyon modeli olup, hiyerarşik veri yapılarında daha hassas ve güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır (Toraman vd., 2018). Geleneksel doğrusal regresyon yöntemleriyle karşılaştırıldığında, HLM iç içe geçmiş veri yapılarındaki düzeyler arası farklılıkları ve açıklanan varyansı daha doğru bir şekilde değerlendirme kapasitesine sahiptir.

Doğrusal regresyon analizlerinde, katılımcıların bağımsız olduğu varsayılır. Ancak eğitim ortamında öğrenciler sınıflara, sınıflar ise okullara bağlı olduğu için veriler genellikle hiyerarşik bir yapı içinde kümelenmiştir. Bu tür bağımlı veri yapılarında bağımsızlık varsayımının ihmal edilmesi, Tip I hata riskini artırarak, gerçekte var olmayan ilişkilerin varmış gibi yorumlanmasına neden olabilir (Raudenbush & Bryk, 2002). HLM, bu bağımlılıkları dikkate alarak gruplar arasındaki ilişkileri daha güvenilir bir şekilde analiz etme olanağı sunmakta ve modelin doğruluğunu artırmaktadır.

Bu çalışmada, geleneksel regresyon yöntemlerinin yetersiz kaldığı hiyerarşik yapıli verilerin analizi için çok düzeyli modelleme yöntemi benimsenmiştir. HLM, veri hiyerarşisini dikkate alarak birey ve grup düzeyindeki değişkenler arasındaki ilişkileri eş zamanlı olarak analiz edebilme avantajı sağlamaktadır (Acar, 2013). Bu sayede matematik başarısını etkileyen faktörler hem bireysel hem de öğretmen düzeyinde kapsamlı bir şekilde incelenmiştir.

Analiz Aşamaları

Analizlerin ilk aşamasında, birinci ve ikinci düzeye ait değişkenlerin dahil edilmediği “Tek Yönlü Varyans Analizi Rastgele Etkiler Modeli” (boş model) kullanılmıştır. Bu model, öğrencilerin matematik başarıları arasındaki farkların ne kadarının öğrenci ve öğretmen düzeyindeki faktörlerden kaynaklandığını belirlemeye odaklanmıştır. Bu aşamada, başarı varyansının hangi düzeylerde yoğunlaştığı gözlemlenmiş, ancak spesifik değişkenler henüz analize dahil edilmemiştir.

İkinci aşamada, öğrenci düzeyindeki değişkenlerin analize dahil edildiği “Rastgele Katsayılar Regresyon Modeli” uygulanmıştır. Bu modelde, öğrenciler arasındaki matematik başarı farklılıklarının hangi bireysel özelliklerden kaynaklandığı incelenmiştir. Analize dahil edilen değişkenler arasında cinsiyet, ebeveyn eğitim durumu ve matematik öz yeterlik algısı gibi öğrenciye özgü faktörler yer almıştır.

Üçüncü aşamada, öğretmen düzeyindeki değişkenlerin de analize dahil edilmesiyle “Ortalamalar Bağımlı Modeli” kullanılmıştır. Bu aşamada, öğretmen cinsiyeti, medeni durumu ve matematik kaygısı gibi öğretmene özgü değişkenlerin öğrencilerin matematik başarıları üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

Son aşamada hem öğrenci hem de öğretmen düzeyindeki değişkenlerin etkileşimlerini analiz eden “Kesişim ve Eğitim Katsayılarının Bağımlı Olduğu Model” uygulanmıştır. Bu model, önceki aşamalarda anlamlı bulunan değişkenlerin matematik başarısı üzerindeki etkilerini daha ayrıntılı bir şekilde incelemeyi amaçlamaktadır (Acar, 2013).

Bu kapsamlı analiz süreci, matematik başarısına etki eden bireysel ve öğretmen düzeyindeki faktörlerin eş zamanlı olarak değerlendirilmesini sağlamış ve varyansın çok düzeyli bir bakış açısıyla ele alınmasına olanak tanımıştır. Böylece, öğrencilerin matematik başarılarını etkileyen temel faktörler detaylı bir şekilde ortaya konulmuştur.

Tek Yönlü Varyans Analizi Rastgele Etkiler Modeli

HLM'nin temel modeli olarak da bilinen "Tek Yönlü Varyans Analizi Rasgele Etkiler Modeli", öğrencilerin matematik başarı puanları arasındaki varyasyonu açıklayan herhangi bir değişkeni analiz kapsamına almamaktadır. Bu modelin temel amacı, öğrencilerin matematik başarıları arasında gözlemlenen farklılıkların ne kadarının öğrenci ve öğretmene ait değişkenlerden kaynaklandığını belirlemektir. Bu nedenle, aşağıdaki denklemler ile ifade edilen modelde, β_{1j} sifira sabitlenerek varyansın kaynakları incelenmiştir:

Düzyey-1 (Öğrenci Düzeyi) Modeli: $Y_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij}$

Y_{ij} : j. öğretmene bağlı i. öğrencinin matematik başarı puanı

β_{0j} : j. öğretmene bağlı öğrencilerin matematik başarı puanlarının ortalaması

r_{ij} : j. öğretmene bağlı i. öğrencinin hata payı

Düzyey-2 (Öğretmen Düzeyi) Modeli: $\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$

β_{0j} : j. Öğretmene bağlı öğrencilerin matematik ortalama başarı düzeyi

γ_{00} : tüm öğretmenler için genel matematik kaygısının ortalaması

u_{0j} : j. Öğretmene ait hata puanı

Rastgele Katsayılar Regresyon Modeli

HLM’de bir sonraki aşama, yalnızca öğrenci düzeyindeki bir ya da daha fazla değişkenin eklendiği “Rastgele Katsayılar Regresyon Modeli”dir. Bu modelin amacı, öğrencilerin matematik başarıları arasındaki farkların ve bu farklılıkların hangi değişkenlerden kaynaklandığını analiz etmektir. Bu aşamada, düzey 1'deki kesişim katsayısı (β_{0j}) ve bir veya daha fazla eğim katsayısı rastgele değişken olarak alınmaktadır (Raudenbush ve Bryk, 2002). Söz konusu modele ait denklemler aşağıda gösterilmiştir:

$$\text{Düzye 1 Modeli: } Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{ij} + r_{ij}$$

Y_{ij} : j. öğretmene ait i. öğrencinin matematik başarı düzeyi

β_{0j} : j. öğretmene ait öğrencilerin matematik başarı puanları ortalaması

β_{1j} : j. Öğretmene ilişkin açıklayıcı değişkende 1 birimlik değişime karşılık gelen matematik kaygısı ve matematik başarısında gözlenen değişim

X_{ij} : j. Öğretmen ait i. öğrenciye ait açıklayıcı değişkenin aldığı değer

r_{ij} : j. öğretmene ait i. öğrencinin hata puanı

$$\text{Düzye 2 Modeli: } \beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j} \quad \beta_{1j} = \gamma_{10} + u_{1j}$$

γ_{00} : tüm öğretmenlere ait genel matematik kaygısının ortalaması

γ_{10} : öğretmen düzeyine ilişkin değişkenler için ortalama regresyon eğimi

u_{0j} : j. öğretmenin düzey 1 kesişiminde kendine özgü etkisi

u_{1j} : j. öğretmenin düzey 1 eğiminde kendine özgü etkisi

Ortalamalar Bağımlı Olarak Modeli

HLM analizinde kullanılan bir diğer model olan “Ortalamalar Bağımlı Olarak Modeli”, yalnızca öğretmenlere ait bir veya birden fazla değişkenin eklenmesiyle oluşturulmuştur. Bu modelin temel amacı, öğretmenlerin matematik kaygısı puanlarının ortalamalarını sonuç değişkeni olarak yordayarak, öğretmenler arasındaki istatistiksel farklılıkları incelemektir. Bir başka deyişle, öğretmen düzeyine ait değişkenler eklenerek, öğretmenler arası anlamlı bir farklılık olup olmadığı açıklanır. Bu modelde dikkat edilmesi gereken nokta, düzey 1 aşamasında öğrenciye ait hiçbir değişkenin yer almamasıdır.

Model şu şekilde ifade edilir:

Düzye 1 Modeli (Öğrenci Düzeyi):

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij}$$

Y_{ij} : j. öğretmene ait i. öğrencinin matematik başarı düzeyi

β_{0j} : j. öğretmene ait öğrencilerin ortalama matematik başarı puanı

r_{ij} : i. öğrencinin hata terimi

Düzye 2 Modeli (Öğretmen Düzeyi):

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}W_j + u_{0j} + r_{ij}$$

γ_{00} : tüm öğretmenlerin genel matematik başarı ortalaması

γ_{01} : öğretmen düzeyine ait açıklayıcı değişkenlerin etkisini gösteren katsayı

W_j : j. öğretmene ait açıklayıcı değişkenin değeri

u_{0j} : j. öğretmene ait hata terimi

Bu model, öğretmen seviyesindeki değişkenlerin öğrencilerin matematik başarısına etkilerini değerlendirir ve öğretmenler arasında istatistiksel olarak kayda değer bir farklılık olup olmadığını belirlemeye çalışır. Öğrenci düzeyindeki değişkenler modele dahil edilmediği için, yalnızca öğretmen seviyesindeki etkiler göz önünde bulundurulmuştur.

Kesişim ve Eğitim Katsayılarının Bağımlı Değişken Olduğu Model

HLM analizinin son adımında, hem birinci düzeydeki (öğrenci) hem de ikinci düzeydeki (öğretmen) değişkenler eklenerek "Kesişim ve Eğitim Katsayılarının Bağımlı Değişken Olduğu Model" oluşturulmuştur. Bu modelin amacı, öğrencilerin matematik başarılarıyla ilgili olan öğrenci özelliklerinin, öğretmenlere ait faktörlerle hangi açılardan bağlantılı olduğunu ortaya koymaktır. Bu model hem öğrenci hem de öğretmen seviyesindeki değişkenlerin etkilerini bir araya getirip, her iki seviyenin matematik başarısı üzerindeki etkilerini daha ayrıntılı bir şekilde analiz etmeyi hedefler.

Bu modelde, kesişim ve eğitim katsayıları bağımlı değişken olarak ele alınmaktadır. Öğrenci ve öğretmen seviyesindeki etkilerin birlikte değerlendirildiği bu aşamada hem öğrencilere ait bağımsız değişkenlerin hem de öğretmenlere ait bağımsız değişkenlerin matematik başarılarına olan etkileri incelenir. Modele ilişkin yapılar şu şekildedir:

Düzyen 1 Modeli (Öğrenci Düzeyi):

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{ij} + r_{ij}$$

Bu denklemde:

Y_{ij} , j. öğretmene ait i. öğrencinin matematik başarı puanını temsil eder.

β_{0j} , j. öğretmene ait öğrencilerin ortalama matematik başarı puanıdır (kesişim).

β_{1j} , j. öğretmene ait öğrencinin ilgili değişken üzerindeki etkisini gösteren eğitim katsayısıdır.

X_{ij} , i. öğrencinin bağımsız değişken değeridir.

r_{ij} , hata terimidir ve i. öğrenciye ait rastgele değişimi ifade eder.

Düzyen 2 Modeli (Öğretmen Düzeyi):

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}W_j + u_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11}W_j + u_{1j}$$

Bu denklemde:

γ_{00} , genel matematik başarı ortalamasını ifade eder.

γ_{01} , öğretmen düzeyindeki bağımsız değişkenin kesişim üzerindeki etkisini gösterir.

W_j , j. öğretmene ait açıklayıcı değişkenin aldığı değerdir.

u_{0j} ve u_{1j} , sırasıyla kesişim ve eğitim katsayılarına ait hata terimleridir.

Birleştirilmiş Model:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01}W_j + \gamma_{10}X_{ij} + \gamma_{11}W_jX_{ij} + u_{1j}X_{ij} + u_{0j} + r_{ij}$$

Bu model, öğrenci ve öğretmen düzeyindeki değişkenlerin matematik başarıları üzerindeki etkilerini aynı anda incelemektedir. Öğrenci düzeyindeki X_{ij} ve öğretmen düzeyindeki W_j değişkenlerinin etkileşimi analiz edilerek, bu iki düzeydeki etkileşimlerin matematik başarıları üzerindeki anlamlı etkileri ortaya konmaktadır.

Birleştirilmiş modele, birinci düzeyde (Düzye 1) bir değişken (X_{ij}) ve ikinci düzeyde (Düzye 2) bir değişken (W_j) eklenmiştir. Bu modele ek olarak, analiz aşamasında hem Düzye 1'e hem de Düzye 2'ye ait birçok değişken dahil edilmiştir. Bu değişkenler, öğrenci ve öğretmen düzeyinde matematik başarısına etkide bulunan faktörlerin daha kapsamlı bir şekilde incelenmesine olanak sağlamıştır.

Çok değişkenli veri setleri, HLM 8.2 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Analize dahil edilen bu veri matrislerinin betimsel istatistiklerine ilişkin sonuçlar, Tablo 3'te ayrıntılı olarak sunulmaktadır. Bu tabloda, her iki düzyeye ait değişkenlerin ortalamaları, standart sapmaları ve diğer betimsel özellikleri yer almaktadır.

Tablo 3. Birinci Düzeyde Yer Alan Değişkenlere Ait Betimsel İstatistikler

Değişkenin Adı	N	Ort.	S.S.	Minimum	Maksimum
EKO	413	2,63	0,91	1,00	4,81
BASARI	413	77,97	18,27	26,40	100,00

Tablo 3'te görüldüğü üzere, sonuç değişkeni olarak ele alınan öğrenci matematik başarı puanı (BASARI) minimum 26,40 ve maksimum 100 puan arasında değişmektedir. Bu değişken, öğrencilerin matematik performansını temsil eden temel değişkendir. Bunun yanı sıra, ebeveyn kaygı ortalaması (EKO) sürekli bir değişken olarak ele alınmış ve analizde önemli bir faktör olarak kullanılmıştır. Diğer açıklayıcı değişkenler arasında ise öğrenci cinsiyeti (ORCCINS), veli cinsiyeti (VCINS), veli eğitim durumu (VED), öğrencinin okuldan memnuniyet durumu (OMEM), sınıftan memnuniyet durumu (SOSIM), öğrencinin matematik konusundaki öz yeterlilik algısı (YETKİNLİK) ve öğrencinin serbest zamanlarında matematiksel faaliyetlerle zaman geçirme durumu (GECZAM) yer almaktadır.

Bu değişkenler, öğrencilerin matematik başarıları üzerindeki potansiyel etkileri incelemek amacıyla modele dahil edilmiştir. Özellikle, sosyo-demografik faktörlerin ve öğrencinin matematikle olan ilişkisine dair algılarının başarı üzerindeki rolü bu açıklayıcı değişkenler üzerinden detaylandırılmıştır.

Tablo 4. İkinci Düzeyde Yer Alan Değişkenlere Ait Betimsel İstatistikler

Değişkenin Adı	N	ORT.	S.S.	MİNİMUM	MAKSİMUM
OGTKO	12	2,03	0,62	1,21	3,21

Tablo 4'te görüldüğü üzere, öğretmen kaygı ortalaması (OGTKO) minimum 1,21 ve maksimum 3,21 olarak hesaplanmıştır. Bu değişken, öğretmenlerin matematik kaygı seviyelerini temsil eden önemli bir göstergedir. Bunun yanında, öğretmenin cinsiyeti (OGTCINS), yaşı (OGTYAS), medeni durumu (MEDDUR), mesleki kıdemi (KIDEM) ve eğitim düzeyi (EGTDUZ) gibi değişkenler, ikinci düzeyde yer alan diğer açıklayıcı

değişkenlerdir. Bu değişkenler, öğretmenlerin demografik ve mesleki özelliklerini yansıtarak, matematik başarısına etkilerini değerlendirmek amacıyla modele dahil edilmiştir.

Her iki düzeydeki uç değerlerin incelenmesinde, standartlaştırılmış artık değer yöntemi kullanılmıştır. Uç değerler, standartlaştırılmış değerlerin 2'den büyük veya -2'den küçük olduğu durumlarda belirlenmiştir (George & Mallery, 2010). Bu yöntem, verilerin uç değerlerinin analizde olası hataları önlemek adına tanımlanması ve düzeltilmesi için kullanılmıştır.

Tablo 5. Sonuç Değişkenine Ait Standartlaştırılmış Değerler

	OGCKO	EKO	BASARI
n	413	413	413
Çarpıklık	0.494	0.123	-0.648
Basıklık	-0.227	-0.716	-0.482

Tablo 5'te görüldüğü üzere, Düzey 1'i oluşturan yordayıcı değişkenlerin standartlaştırılmış değerleri incelendiğinde, verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Ebeveyn kaygı ortalaması ve öğrenci başarı puanları değerlendirildiğinde, herhangi bir uç değer olmadığı saptanmıştır. Düzey 2'de yer alan değişkenler için ise standartlaştırılmış puanlar incelendiğinde, bu değerlerin +2 ve -2 aralığında olduğu görülmüş, bu nedenle herhangi bir veri çıkarma işlemine gerek duyulmamıştır.

Araştırma kapsamında, öğrenci, ebeveyn ve öğretmenlerden toplanan verilerin yapı geçerliği, doğrulayıcı faktör analizi (DFA) ile incelenmiştir. Bu kısımda, DFA'nın uygulanma süreci ve elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Bu analizle, ölçekte kullanılan göstergelerin gizil değişkenleri ne derece yansıttığının ortaya konulması amaçlanmıştır.

Ebeveynlere yönelik ölçek için hesaplanan uyum indeksleri şu şekildedir: $\chi^2/sd = 2.74$, RMSEA = .104, NFI = .92, NNFI = .94, CFI = .95, IFI = .95, GFI = .82 ve AGFI = .76 ve %95 güven aralığı: 1.68 ile 2.39 arasındadır (Mutlu vd., 2018). Öğretmenlere yönelik yapılan ölçek için ise uyum değerleri şu şekildedir: $\chi^2/sd = 2.71$, RMSEA = .07, SRMR = .07, GFI = .91, CFI = .92, NNFI = .93 ve AGFI = .90 (Yıldırım ve Gürbüz, 2017). Bu bulgular, kullanılan ölçme araçlarının genel olarak iyi bir uyum gösterdiğini ve yapıların geçerli olduğunu göstermektedir.

Tablo 6. Ölçeklerin Doğrulayıcı Faktör Analizi Sonuçlarına İlişkin Bulgular

İndeks	Mükemmel Uyum Ölçütü	Kabul Edilebilir Uyum Ölçütü	Araştırma Bulgusu	Sonuç
χ^2 /sd	0-3	3-5	1,40	Mükemmel uyum
RMSEA	.00 ≤ RMSEA ≤ .05	.05 ≤ RMSEA ≤ .10	.04	Mükemmel uyum
CFI	.95 ≤ CFI ≤ 1.00	.90 ≤ CFI ≤ .95	.91	İyi uyum
TLI	.95 ≤ TLI ≤ 1.00	.90 ≤ TLI ≤ .95	.90	İyi uyum
GFI	.95 ≤ GFI ≤ 1.00	.90 ≤ GFI ≤ .94	.81	Kabul edilebilir uyum
RMR	.00 ≤ RMR ≤ .05	.05 ≤ RMR ≤ .08	.05	İyi uyum
IFI	.95 ≤ IFI ≤ 1.00	.90 ≤ IFI ≤ .95	.91	İyi uyum

Kaynak: Schreiber vd. (2006) ve Kılıç ve Koyuncu (2017)

Tablo 6'da yer alan sonuçlara göre, öğrenci, ebeveyn ve öğretmenler için kullanılan ölçeklerin geçerlik değerlerinin genel olarak iyi bir uyum gösterdiği söylenebilir. Yapılan analizler, kullanılan ölçeklerin ölçülen yapıları yeterli düzeyde temsil ettiğini ve geçerli sonuçlar sunduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgular, ölçeklerin araştırma kapsamında kullanılan değişkenleri doğru şekilde değerlendirdiğini ve araştırmanın güvenilirliğini desteklemektedir.

Ölçümlerin Güvenirliği

Çalışmada kullanılan ölçeklerin ve alt boyutların güvenilirlik düzeylerini belirlemek amacıyla güvenilirlik analizi yapılmış ve Cronbach alfa katsayısı hesaplanmıştır. Bu analiz, ölçeklerin iç tutarlılığını ölçerek, verilen yanıtların tutarlılığını ve güvenilirliğini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Elde edilen Cronbach alfa değerleri, kullanılan ölçeklerin araştırma kapsamında güvenilir olduğunu ve doğru ölçümler sağladığını göstermektedir.

Tablo 7. Ölçeklere Ait Güvenirlik Düzeyleri

	Madde Sayısı	Cronbach alfa
Öğretmenlere Yönelik Matematik Kaygısı	33	0,898
Ebeveyn Matematik Kaygısı	16	0,912

Bulgular

Model-1: Tek Yönlü Varyans Analizi Rastgele Etkiler Modeline Ait Sonuçlar

Tek faktörlü varyans analizi rastgele etkiler modeli, yalnızca birinci düzeydeki (öğrenci) değişkenlerin ele alındığı ve ikinci düzeydeki (öğretmen) değişkenlerin modele dâhil edilmediği bir analizdir. Bu modelin amacı, öğrenciler arasındaki performans farklarının hangi oranda rastgele değişkenlerden kaynaklandığını ortaya koymaktır. Daha açık ifade etmek gerekirse, bu aşamada hiçbir açıklayıcı faktör kullanılmadan, gözlemlenen varyansın öğretmenler ya da öğrenciler arasındaki dağılımı incelenmiş ve bu dağılımın hangi düzeyde daha fazla etkiye sahip olduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

Tablo 8. Tek Faktörlü Varyans Analizi Rastgele Etkiler Modeline Ait Sabit Etki Tahminleri

Sabit Etki	Katsayı	Std. Hata	t	sd	p-değeri
Genel Ortalama Matematik Başarısı, γ_{00}	76.654135	2.849519	26.901	11	<0.001

Tablo 8’de belirtildiği gibi, genel matematik başarı puanının ortalaması 76.65 olarak bulunmuş ve standart hatası 2.85’tir. Bu sonuçlar, istatistiksel olarak sıfırdan anlamlı bir şekilde farklılık göstermektedir ($p < .0001$). Ayrıca, genel matematik başarı skoru için %95 güven aralığı hesaplanarak, Güven Aralığı = $76.65 \pm 1.96(2.85) = (71.06, 82.24)$ olarak belirlenmiştir.

Birinci düzeyde elde edilen sonuçlara göre, matematik başarı puanı ve matematik kaygısı puanları üzerinden yapılan tek faktörlü varyans analizi ile hesaplanan varyans bileşenleri, Tablo 9’da gösterilmiştir. Bu analiz, varyansın hangi bileşenlerden kaynaklandığını daha ayrıntılı incelemek amacıyla yapılmıştır.

Tablo 9. Tek Faktörlü Varyans Analizi Rastgele Etkiler Modeline Ait Varyans Bileşenlerinin Tahmini

Rasgele Etki	s.s.	Varyans Bileşenleri	sd	χ^2	p-değeri
Matematik Başarısı					
Düzye 2 hata terimi, u_0	9.34332	87.29759	11	110.00333	<0.001
Düzye 1 hata terimi, r	16.45811	270.86942			

Öğrencilerin matematik başarı puanlarına ilişkin analizde, grup içi varyans yaklaşık 270.87, gruplar arası varyans ise 87.30 olarak hesaplanmıştır. Matematik kaygı puanları açısından ise grup içi varyans yaklaşık 0.59, gruplar arası varyans 0.04 olarak kestirilmiştir.

Rastgele etkiler modeline göre yapılan tek yönlü varyans analizinde, öğrencilerin matematik başarı skorları ile öğretmenler arasında anlamlı farklılıklar olduğu görülmektedir (χ^2

= 110.00, s.d. = 11, $p < .001$). Benzer şekilde, öğrencilerin matematik kaygısı puanlarının da öğretmenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($\chi^2 = 31.73$, s.d. = 11, $p < .001$).

Matematik Başarısına İlişkin Varyans Bileşenleri:

- Sınıflar arası varyans oranı:

$$P_{\text{sınıflararası}} = \frac{\tau_{00}}{\tau_{00} + \sigma^2} = \frac{87.30}{87.30 + 270.87} = 0.24$$

- Sınıf içi varyans oranı:

$$P_{\text{sınıfıçı}} = \frac{\sigma^2}{\tau_{00} + \sigma^2} = \frac{270.87}{270.87 + 87.30} = 0.76$$

HLM, gruplara ait veri dağılımları düzensiz olduğunda daha doğru kestirimler sağlamaktadır. Bu araştırmada, öğretmen başına düşen öğrenci sayısı 11 ile 87 arasında değişmektedir. Örnekleme en az öğrenciye sahip öğretmenin (11 öğrenci) grup içi güvenilirlik katsayısı şu şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Güvenilirlik} = \frac{87.30}{87.30 + \frac{270.87}{11}} = 0.78$$

En fazla öğrenciye sahip öğretmenin (87 öğrenci) güvenilirlik katsayısı ise şu şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Güvenilirlik} = \frac{87.30}{87.30 + \frac{270.87}{87}} = 0.96$$

Bu hesaplamalar sonucunda, öğretmenlere ait grup içi güvenilirlik katsayılarının matematik başarıları için 0.78 ile 0.96 arasında değiştiği görülmektedir. Ayrıca, genel güvenilirlik katsayısı 0.90 olup, bu değer örneklemin yüksek düzeyde güvenilir olduğunu göstermektedir.

Model-2: Rasgele Katsayılar Modeline İlişkin Bulgular

Bu aşamada kurulan mevcut model ile tek yönlü varyans analizi rasgele etkiler modeli karşılaştırılmış ve bazı değişkenlerin rasgele dağıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Özellikle, ebeveyn kaygı ortalaması, öğrenci cinsiyeti, veli eğitim durumu ve öğrencinin matematik konusundaki öz yeterlilik algısı gibi değişkenlerin rasgele etkiler gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sonuç, bu değişkenlerin matematik başarıları üzerindeki etkilerinin, bireyler ya da gruplar arasında belirgin bir farklılık göstermediğini ve bu değişkenlerin dağılımının rasgele olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 10. Rastgele Katsayılar Regresyon Modeline Ait Sabit Etkilerin Tahmini

Sabit Etki	Katsayı	S. Hata	t	s.d.	p-değeri
<i>Matematik Başarısı</i>					
Genel Ortalama Mat. Başarısı, γ_{00}	76.930310	4.811664	15.988	11	<0.001
Ortalama Ebeveyn Kaygı Etkisi, γ_{10}	-3.312140	1.008029	-3.286	11	0.007
Ortalama Öğrenci Cinsiyet Etkisi, γ_{20}	-3.578040	0.963519	-3.714	11	0.003
Ortalama Ebeveyn Eğitim Durumu Etkisi, γ_{30}	2.691504	0.751459	3.582	11	0.004
Ortalama Öğrenci Yeterlik Algı Etkisi, γ_{40}	8.175875	1.492681	5.477	11	<0.001

Birinci düzeye ait kesişim katsayısının, tüm öğretmenler için rastgele katsayılar regresyon modeline göre incelendiğinde, matematik başarısının ortalama değeri yaklaşık olarak 76.93 olarak bulunmuştur. Bu bulgu, öğretmenler arasındaki farklılıklar göz önünde bulundurulduğunda, genel olarak öğrencilerin matematik başarısının ortalama düzeyini temsil etmektedir. Modeldeki bu kesişim katsayısı, öğretmen düzeyinde yapılan analizlerde, öğrencilerin ortalama matematik performansını özetlemektedir.

Tablo 11. Rastgele Katsayılar Regresyon Modeline Ait Varyans Bileşenlerinin Tahmini

Rasgele Etki	s.s.	Varyans Bileşenleri	s.d.	χ^2	p-değeri
<i>Matematik Başarısı</i>					
Düzye 2 hata terimi, u_0	11.22183	125.92936	11	23.18946	0.017
Ebeveyn Kaygı Ortalaması, u_1	1.64252	2.69787	11	23.31192	0.016
Öğrenci Cinsiyet, u_2	1.90075	3.61286	11	10.23699	>0.500
Veli Eğitim Durumu, u_3	1.84268	3.39546	11	12.46970	0.329
Matematiksel Öz Yetkinlik, u_4	2.93984	8.64269	11	16.47824	0.124
Düzye 1 hata terimi, r	14.85547	220.68489			

Öğrencilerin matematik başarılarına ilişkin varyans yaklaşık olarak 220.68, ikinci düzeye ait matematik başarısının varyansı ise yaklaşık 125.93 olarak bulunmuştur.

Matematik Başarısı: Düzye 1’de açıklanan varyans oranı şu şekilde hesaplanmıştır:

$$\text{Açıklanan var yansoranı} = \frac{\sigma^2(\text{Model1}) - \sigma^2(\text{Model2})}{\sigma^2(\text{Model1})} = \frac{270.87 - 220.68}{270.87} = 0.19$$

Bu hesaplama, Model 2’nin, varyansın %19’unu açıkladığını göstermektedir.

Öğrenci Başarısı: Öğretmen ortalamalarının %95’lik güven aralığında gerçek değeri şu şekilde ifade edilebilir: $76.93 \pm 1.96(4.81) = (67.50, 86.36)$ $76.93 \pm 1.96(4.81) = (67.50, 86.36)$

Sonuç olarak, öğrencilere ait matematik başarı puanları için güvenilirlik değeri yaklaşık olarak 0.88 olarak hesaplanmıştır. Bu, öğrencilerin başarılarına ilişkin hesaplamaların yüksek düzeyde güvenilir olduğunu göstermektedir.

Model-3: Ortalamalar Bağımlı Olarak Modeline İlişkin Bulgular**Tablo 12. Ortalama Bağlı Modeline Ait Sabit Etkilerin Tahmini**

Sabit Etki	Katsayı	s.h.	t-oranı	s.d.	p-değeri
<i>Matematik Başarısı</i>					
Matematik Başarı Ortalaması, γ_{00}	84.400927	4.987599	16.922	8	<0.001
Öğretmen Kaygı Ortalama etkisi, γ_{01}	-8.939686	2.992339	-2.988	8	0.017
Öğretmen cinsiyet etkisi, γ_{02}	-9.359041	4.117305	-2.273	8	0.043
Öğretmen Medeni Durum etkisi, γ_{03}	22.938659	4.860849	4.719	8	0.002

Tablo 13. Ortalama Bağlı Modeline Ait Varyans Bileşenlerinin Tahmini

Rasgele Etki	s.s.	Varyans Bileşenleri	s.d.	χ^2	p-değeri
<i>Matematik Başarısı</i>					
Düzye 2 Hata Terimi, u_0	6.21788	38.66209	8	51.81230	<0.001
Düzye 1 Hata Terimi, r	16.44557	270.45675			

Tablo 13 incelendiğinde, öğrenci matematik başarısıyla ilgili öğretmen düzeyine ait değişkenlerin incelenmesi sonucunda, öğrenci matematik başarısı varyansı 270.46 olarak bulunmuştur. Öğretmen düzeyindeki değişkenler kontrol altına alındığında, bu varyans 38.66'ya düşmüştür.

Öğretmen düzeyine ait %95 güven aralığında gerçek değer:

$$\text{Matematikbaşarısı} = 84.40 \pm 1.96(4.99) = (74.62, 94.18)$$

Matematik Başarısı: İkinci düzeyde açıklanan varyans oranı şu şekilde hesaplanmıştır:

$$\text{Varyansoranı} = \frac{\tau_{00}(\text{Model1}) - \tau_{00}(\text{Model2})}{\tau_{00}(\text{Model1})} = \frac{87.30 - 38.66}{87.30} = 0.56$$

Bu sonuca göre, model analizine dahil edilen öğretmenin kaygı ortalaması, cinsiyeti ve medeni durumu, öğretmenler arası varyansın %56'sını açıklamaktadır. Ayrıca, bu farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($\chi^2=51.81$, s.d.=8, $p<.05$). Bu bulgu, öğretmen özelliklerinin, öğrencilerin matematik başarısındaki öğretmenler arası farklılıkların büyük bir bölümünü açıkladığını göstermektedir.

Model-4: Bağlı Değişken Olarak Kesişim ve Eğitim Katsayıları Modeline Ait Bulgular

Öğrencilerin matematik başarılarını etkileyen öğrenci özellikleri ile öğretmenlere ait değişkenlerin ilişkisini belirlemek amacıyla, kesişim ve eğitim katsayılarının bağımlı değişken olduğu bir model geliştirilmiştir. Bu model, öğrencilerin bireysel nitelikleri ile öğretmenlerin mesleki ve demografik unsurlarının matematik başarılarına olan etkilerini aynı anda analiz ederek değerlendirme yapmayı amaçlamaktadır. Hem öğrenci hem de öğretmen düzeyindeki faktörlerin matematik başarısına etkileri bir arada incelenmiş, bu etkenlerin başarı üzerindeki katkıları detaylı şekilde ele alınmıştır.

Tablo 14. Bağımlı Değişken Olarak Kesişim ve Eğitim Katsayıları Modeline Ait Sabit Etkiler

Sabit Etki	Katsayı	Standart H.	t-oranı	s.d.	p-değeri
<i>Matematik Başarısı</i>					
Düzeltilmiş Mat. Bşr Ort, γ_{00}	84.234873	4.466961	18.857	8	<0.001
Öğretmen kaygı ort etkisi, γ_{01}	-8.129370	2.106014	-3.860	8	0.005
Öğretmen cinsiyet etkisi, γ_{02}	-4.602531	4.185363	-1.100	8	0.003
Öğretmen medeni durum etkisi, γ_{03}	17.806018	4.896093	3.637	8	0.007
Ebeveyn kaygı ort etkisi, γ_{10}	-3.327053	0.967074	-3.440	11	0.006
Öğrenci cinsiyet etkisi, γ_{20}	-3.190431	0.927119	-3.441	11	0.006
Veli eğitim durumu etkisi, γ_{30}	2.288506	0.623803	3.669	11	0.004
Öğrenci mat özyeterlilik etkisi γ_{40}	7.888268	1.469276	5.369	11	<0.001

Kontrol altına alınan değişkenler ile yapılan analiz sonucunda, öğretmenlere ait düzeltilmiş matematik başarı ortalaması 84.23 olarak bulunmuştur. Bu değer, öğretmen düzeyindeki etkileri dikkate alarak öğrencilerin matematik başarı puanlarının öğretmenler arasında nasıl farklılık gösterdiğini yansıtmaktadır. Kontrol edilen değişkenler, öğretmenlerin matematik başarı ortalamaları üzerindeki etkileri nötrleyerek, daha doğru ve karşılaştırılabilir bir sonuç elde edilmesine olanak sağlamıştır.

Tablo 15. Kesişim ve Eğitim Katsayılarına Bağlı Modelin Varyans Bileşenlerinin Tahmini

Rasgele Etki	s.s.	Varyans Bileşenleri	s.d.	χ^2	p-değeri
<i>Matematik Başarısı</i>					
Düzye 2 hata terimi, u_0	1.17723	1.38586	8	17.00474	0.030
Öğretmen kaygı ort, u_1	2.04479	4.18118	11	23.14415	0.017
Öğrenci cinsiyet, u_2	0.32809	0.10764	11	9.98820	0.005
Veli eğitim durumu, u_3	0.33585	0.11279	11	12.45669	0.330
Öğrenci mat özyeterlilik algısı, u_4	3.10434	9.63694	11	16.26087	0.131
Düzye 1 hata terimi, r	14.91105	222.33944			

İkinci düzeye ait öğretmen ortalamalarının açıklanan varyans oranı şu şekilde hesaplanmıştır:

$$\frac{87.30 - 1,39}{87.30} = 0.98$$

Bu sonuç, öğretmen düzeyine ait değişkenlerin, öğretmenler arasındaki varyansın yaklaşık %98'ini açıkladığını göstermektedir. Bu bulgu, öğretmenler arasındaki farklılıkların büyük oranda öğretmen düzeyindeki değişkenlerle ilişkilendirilebileceğini ifade eder ($\chi^2=17.00$, $p<.05$).

Tablo 16. HLM Analizinde Kurulan Modeller

	Sapma İstatistiği	Parametre sayısı
<i>Matematik Başarısı</i>		
Model 1 (Tek Yönlü Varyans Analizi Rasgele Etkiler Modeli)	3509.028626	2
Model 2 (Rasgele Katsayılar Regresyon Modeli)	3414.670855	16
Model 3 (Bağımlı Değişkenin Ortalamalar Olduğu Model)	3481.201514	2
Model 4 (Kesişim ve Eğitim Katsayılarının Bağımlı Değişken Olduğu Model)	3390.531103	16

Tablo 17. Kurulan Modellere İlişkin Açıklanan Varyans Yüzdeleri

Modeller	Öğrenci Düzeyi	Öğretmen Düzeyi
<i>Matematik Başarısı</i>		
Tek Yönlü Varyans Analizi Rastgele Etkiler Modeli	%76	%24
Rastgele Katsayılar Regresyon Modeli	%19	-
Ortalamalar Bağımlı Olarak Modeli	-	%56
Kesişim ve Eğitim Katsayılarının Bağımlı Değişken Olduğu Model	-	%98

Bu doğrultuda elde edilen bulgulara göre, toplam varyansın tamamının açıklanamadığı ifade edilmiştir. Yapılan analizlerde öğretmen ve öğrenci düzeyine ait değişkenler büyük ölçüde varyansı açıklasa da tüm faktörlerin etkisini tam anlamıyla yansıtmak mümkün olmamıştır. Bu sonuç, modelin önemli bir kısmını açıklamakla birlikte, başka faktörlerin de varyans üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, öğrencilerin matematik başarısını etkileyen öğrenci ve öğretmen düzeyindeki değişkenler HLM yöntemi ile analiz edilmiştir. Araştırma, hem literatürdeki mevcut bulgularla uyumlu sonuçlar elde etmiş hem de literatüre yeni katkılar sağlamıştır.

Araştırma bulguları, öğrencilerin matematik öz yeterlik algısının matematik başarısı üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Öz yeterlik algısının, öğrencilerin matematiksel yeterliklerine ilişkin güvenlerini artırarak akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Bu bulgu, öz yeterlik algısının öğrenci başarısındaki kritik rolünü vurgulayan Ayotola ve Adedeji (2009) ile Liu ve Koirala (2009) gibi çalışmalarla uyumlu bir şekilde ortaya konmuştur. Ancak, Meece ve arkadaşları (1990) gibi bazı çalışmalar, öz yeterlik algısının etkisinin sınırlı olduğunu ve diğer motivasyonel faktörlerin daha belirleyici bir rol oynayabileceğini öne sürmektedir. Bu durum, öz yeterlik algısının matematik başarısı üzerindeki etkisinin eğitim sistemleri ve kültürel bağlamlara göre farklılık gösterebileceğini ortaya koymaktadır.

Araştırmanın bir diğer önemli bulgusu, ebeveyn eğitim düzeyi ile öğrencilerin matematik başarısı arasındaki pozitif ilişkiyi ortaya koymuştur. Bu bulgu, Yetim (2002), Akın (2002) ve Kalın (2010) gibi çalışmalarla uyumludur ve ebeveynlerin eğitim düzeyinin, çocuklarının eğitimine daha fazla katkı sağlamalarını kolaylaştırdığını göstermektedir. Bununla birlikte, Leahey ve Guo (2001) gibi çalışmalar, ebeveyn eğitim düzeyinin tek başına yeterli olmadığını, ebeveynlerin sosyoekonomik durumları ve eğitime yönelik yaklaşımlarının da başarı üzerinde etkili olduğunu vurgulamıştır. Bu durum, ebeveynlerin yalnızca eğitim düzeylerinin değil, aynı zamanda eğitim sürecine aktif katılımlarının önemini de ortaya koymaktadır.

Matematik başarısı ile cinsiyet arasındaki ilişki tartışmalı bir diğer sonuç olarak dikkat çekmektedir. Araştırma sonuçları, erkek öğrencilerin matematik başarısının kız öğrencilere göre daha düşük olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, Yücel ve Koç (2011) gibi çalışmalarla uyumlu olsa da Herbert ve Stipek (2005) ile Mullis ve arkadaşlarının (2000) çalışmaları cinsiyetin matematik başarısı üzerinde anlamlı bir fark yaratmadığını ortaya koymuştur. Bu çelişkili bulgular, cinsiyet farklarının başarı üzerindeki etkisinin eğitim sistemleri, toplumsal beklentiler ve öğretim yöntemleri gibi bağlamsal faktörlere bağlı olduğunu göstermektedir.

Öğretmen değişkenleri arasında, öğretmenlerin matematik kaygısının öğrencilerin

başarısını olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Bu sonuç, Ashcraft ve Faust (1994) ile Rivkin vd. (2005) gibi çalışmalarda da vurgulanmıştır. Öğretmen kaygısının sınıf içi dinamikleri bozarak öğrencilerin matematik başarısını dolaylı yoldan etkilediği görülmektedir. Ancak, bazı araştırmalar öğretmen kaygısının etkisinin doğrudan olmadığını, sınıf içi uygulamalar ve öğretmen-öğrenci ilişkileri gibi diğer faktörlerin daha belirleyici olduğunu ileri sürmektedir (Goddard vd., 2000).

Araştırmanın genel sonuçları, matematik başarısını etkileyen temel değişkenlerin büyük ölçüde öğrenci düzeyinde olduğunu, ancak öğretmen ve çevresel faktörlerin de önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Özellikle öğrencilerin matematik öz yeterlik algılarının ve ebeveynlerin eğitim düzeylerinin başarıyı artırıcı etkisi, öğrenci başarısına yönelik stratejiler geliştirilirken bu değişkenlerin dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, öğretmenlerin matematik kaygısının azaltılmasına ve ebeveynlerin eğitime daha aktif katılımlarının teşvik edilmesine yönelik uygulamalar geliştirilmesi önerilmektedir.

Araştırmanın sınırlılıkları arasında, çalışma örnekleminin yalnızca bir ildeki öğrenci ve öğretmenlerden oluşması nedeniyle elde edilen bulguların genellenebilirliğinin sınırlı olması bulunmaktadır. Daha geniş kapsamlı örneklerle farklı bölge ve okullarda yapılacak ileri araştırmalar, mevcut bulguların genellenebilirliğini artırabilir. Ayrıca, okul ve bölge düzeyindeki değişkenlerin de modele dahil edilmesi, daha kapsamlı bir analiz sunacaktır.

Bu çalışma, matematik başarısını etkileyen bireysel, öğretmen ve çevresel faktörleri çok düzeyli bir yaklaşımla ele alarak literatüre önemli katkılar sunmaktadır. Özellikle matematik öz yeterlik algısı, ebeveyn eğitim düzeyi ve öğretmen kaygısı gibi faktörlerin başarı üzerindeki etkilerini bütüncül bir şekilde ortaya koyması, literatürdeki sınırlı çalışmalara metodolojik ve kavramsal bir derinlik kazandırmaktadır. Çalışmanın bulguları, eğitim politikalarının ve uygulamalarının daha etkin bir şekilde tasarlanması için öğretmen ve ebeveyn rollerinin nasıl güçlendirilebileceğine dair somut çıkarımlar sağlamaktadır. Ayrıca, bu araştırma, matematik eğitimi alanında bireysel ve çevresel faktörlerin birlikte ele alınmasının gerekliliğini vurgulayarak gelecekteki araştırmalara rehberlik edebilecek bir temel sunmaktadır. Elde edilen sonuçlar, eğitim politikalarının yeniden yapılandırılmasına ve mesleki gelişim programlarının daha etkili hale getirilmesine yönelik uygulamalı katkılar sağlamaktadır.

Araştırma Etiği

Bu çalışma, Gaziantep Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu'ndan alınan izin doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Araştırma sürecinde etik kurallara tam olarak uyulmuş ve tüm katılımcılardan bilgilendirilmiş onam formları alınmıştır. Araştırma, katılımcıların gizlilik ve mahremiyet haklarına saygı gösterilerek yürütülmüştür.

Kaynakça

- Abbott, M.L., Joireman, J. & Stroh, H.R. (2002). *The Influence of district size, school size and socioeconomic status on student achievement in Washington: A replication study using hierarchical linear modeling* (Rapor No: WSRC-TR-3). A Technical Report For The Washington School Research Center. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED470668.pdf>
- Acar, M. G. (2013). *Öğrenci başarılarının belirlenmesi sınavında Türkçe dersi başarısının öğrenci ve okul özellikleri ile ilişkisinin hiyerarşik lineer model ile analizi*

- [Yayımlanmamış doktora tezi]. Ankara Üniversitesi.
- Acar, T. & Öğretmen, T. (2012). Çok düzeyli istatistiksel yöntemler ile 2006 PISA fen bilimleri performansının incelenmesi. *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 37(163), 178-189.
- Akın, F. (2002). *İlköğretim 4., 5., 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutumlarının çeşitli değişkenlere göre incelenmesi* [Yüksek lisans tezi]. Pamukkale Üniversitesi.
- Akyüz, G. (2006). *Öğretmen ve sınıf özellikleri: Türkiye, Avrupa birliği ülkeleri ve diğer aday ülkelerde matematik başarıları ile ilişkileri* [Doktora tezi]. Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Anılan, H. (1998). *Beşinci sınıf öğrencilerinin Türkçe dersinde okuduğunu anlama becerisiyle ilgili hedef davranışların gerçekleşme düzeyleri* [Yüksek Lisans Tezi]. Pamukkale Üniversitesi.
- Ashcraft, M. H. & Faust, M. W. (1994). Mathematics anxiety and mental arithmetic performance: an exploratory investigation. *Cognition & Emotion*, 8(2), 97-125. <https://doi.org/10.1080/02699939408408931>
- Atar, H. Y., & Atar, B. (2012). Investigating the multilevel effects of several variables on Turkish students' science achievements on TIMSS. *Journal of Baltic Science Education*, 11(2), 115-126.
- Ayotola, A., & Adedeji, T. (2009). The relationship between mathematics self-efficacy and achievement in mathematics. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 953-957. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2009.01.169>
- Beydoğan, H. Ö. (1993). *Sosyo-ekonomik ve kültürel yönden avantajlı ve dezavantajlı ilkökul son sınıf öğrencilerinin Türkçe dersi bilişsel hedeflerine ulaşma düzeyi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Atatürk Üniversitesi.
- Bölükbaş, F. (2010). İlköğretim öğrencilerinin Türkçe dersine yönelik tutumlarının başarı, cinsiyet, ailenin eğitim düzeyi bağlamında değerlendirilmesi. *Journal of Turkish Studies*, 5(3), 905-918. <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.1477>
- Browne, W. J., & Draper, D. (2000). Implementation and performance issues in the Bayesian and likelihood fitting of multilevel models. *Computational Statistics*, 15, 391-420. <https://doi.org/10.1007/s001800000041>
- Creswell, J.W. (2008). *Educational research: planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. Upper Saddle River, Pearson
- Çelebi, Ö. (2010). *PISA 2006 Uluslararası öğrenci değerlendirme programı'nda insan kaynakları ve fiziksel kaynakların öğrencilerin fen okuryazarlığına olan etkisinin kültürlerarası karşılaştırılması* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Gelbal, S. (2010). Sekizinci sınıf öğrencilerinin sosyoekonomik özelliklerinin Türkçe başarıları üzerinde etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 33(150), 1-13.
- George, D. & Mallery, M. (2010). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*, 17.0 update (10a ed.) Boston
- Goddard, R.D., Sweetland, S.R. & Hoy, W.K. (2000). Academic emphasis of urban elementary schools and student achievement in reading and mathematics: a multilevel analysis. *Educational Administration Quarterly* 36(5), 683-702. <https://doi.org/10.1177/00131610021969164>
- Güngör, E. (2009). *İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin kitap okuma alışkanlığı ile Türkçe dersi akademik başarıları arasındaki ilişkinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi]. Çukurova Üniversitesi.
- Güzel, İ.Ç. (2006). *Uluslararası öğrenci değerlendirme programı'nda (PISA 2003) insan ve*

- fiziksel kaynakların öğrencilerin matematik okuryazarlığına olan etkisinin kültürler arası karşılaştırılması* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Herbert, J., Stipek, D. (2005). The emergence of gender differences in children's perceptions of their academic competence. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 26(3), 276-295. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2005.02.007>
- Hox, J.J. (2002). *Multilevel analysis: techniques and applications*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Kalın, (2010). *İlköğretim öğrencilerinin matematik tutumları, özyeterlikleri, kaygıları ve dersteki başarılarının incelenmesi* [Yüksek lisans tezi]. Başkent Üniversitesi.
- Kılıç, A. F., & Koyuncu, İ., (2017). Ölçek uyarlama çalışmalarının yapı geçerliği açısından incelenmesi. *Küreselleşen dünyada eğitim* (ss. 415-438), Pegem Akademi. <https://doi.org/10.14527/9786053188407.27>
- Leahey, E., & Guo, G. (2001). Gender differences in mathematical trajectories. *Social Forces*, 80(2), 713-732. <https://doi.org/10.1353/sof.2001.0102>
- Lee, V.E. & Smith, J.B. (1997). High school size: which works best and for whom? *Evaluation and Policy Analysis*, 19(3), 205-227. <https://doi.org/10.3102/01623737019003205>
- Liu, X., & Koirala, H. (2009). *The effect of mathematics self-efficacy on mathematics achievement of high school students*. Paper presented at the annual conference of the Northeastern Educational Research Association, Connecticut.
- Ma, X., & Klinger, D. A. (2000). Hierarchical linear modelling of student and school effects on academic achievement. *Canadian Journal of Education*, 25(1), 41-55. <https://doi.org/10.2307/1585867>
- Meece, J. L., Wigfield, A., & Eccles, J. S. (1990). Predictors of math anxiety and its influence on young adolescents' course enrollment intentions and performance in mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 60-70.
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Foy, P. (2008). *TIMSS 2007 international mathematics report: findings from IEA's trends in international mathematics and science study at the fourth and eighth grades*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Mutlu, Y., Sarı, M. H., & Çam, Z. (2018). Ebeveyn matematik kaygısı ölçeği geliştirme çalışması. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(STEMES'18), 139-145. <https://doi.org/10.18506/anemon.463756>
- Raudenbush, S.W. & Bryk, A.S. (2002). *Hierarchical linear models (2nd ed.)*. Sage.
- Rivkin, S., Hanushek, E., & Kain, J. (2005). Teachers, schools, and academic achievement. *Econometrica*, 73, 417-458. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0262.2005.00584.x>
- Sallabaş, M.E. (2008). İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin okumaya yönelik tutumları ve okuduğunu anlama becerileri arasındaki ilişki. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(16), 141-155.
- Schreiber, J. B., Nora, A., Stage, F. K., Barlow, E. A., & King, J. (2006). Reporting structural equation modeling and confirmatory factor analysis results: A review. *The Journal of Educational Research*, 99(6), 323-338. <https://doi.org/10.3200/JOER.99.6.323-338>
- Snijders, T. & Bosker, R. (1999). *Multilevel analysis*. Sage Publications.
- Toraman, Ç., Akay, E., Özdemir, H. F., & Karadağ, E. (2020). *Çok düzeyli regresyon modelleri HLM uygulamaları*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Yenilmez, K. & Duman, A. (2008). İlköğretimde matematik başarısını etkileyen faktörlere ilişkin öğrenci görüşleri. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 19, 251-268.
- Yetim, H. (2002). *İlköğretim öğrencilerin matematik ve Türkçe derslerindeki akademik başarılarını üzerine bir araştırma* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Dokuz Eylül

Üniversitesi.

Yıldırım, K. ve Gürbüz, R. (2017). Öğretmenlere yönelik matematik kaygı ölçeği geliştirme çalışması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 13(3), 392-410. <https://doi.org/10.17244/eku.331901>

Yücel, Z., Koç, M. (2011). İlköğretim öğrencilerinin matematik dersine karşı tutumlarının başarı düzeylerini yordama gücü ile cinsiyet arasındaki ilişki. *İlköğretim Online*, 10(1), 133-143.

Extended Abstract

Introduction

Mathematics achievement is a crucial determinant of academic success, influencing both cognitive development and problem-solving skills. In the context of a technology-driven world, understanding the factors that impact mathematics performance is increasingly essential. This study investigates the influence of student- and teacher-level variables on mathematics achievement using Hierarchical Linear Modeling (HLM). While prior research has extensively examined student characteristics such as gender, parental education, and self-efficacy, teacher-level variables, including mathematics anxiety and personal attributes, have received comparatively less attention. This study addresses this gap by exploring the interplay between student and teacher factors and their combined effects on mathematics outcomes.

Method

The study employs a two-level HLM approach to analyze the influence of both student- and teacher-level variables on mathematics achievement. HLM is particularly well-suited for educational data, where students are naturally nested within classrooms and teachers, as it facilitates the examination of within-group and between-group variations. A correlational and predictive design was used to explore the relationships between variables at both levels. The sample consisted of 12 mathematics teachers and 413 students. Students' end-of-semester mathematics grades were used as the dependent variable, while demographic data, including parental education and teacher mathematics anxiety, were collected through structured questionnaires. The analysis aimed to identify predictors of mathematics achievement across both levels, with student variables constituting the first level and teacher variables forming the second level.

Sample

The study sample comprised 12 mathematics teachers and their 413 students from public schools. Students' end-of-semester mathematics grades were used as the measure of achievement. Demographic data, including parental education levels and teacher anxiety levels, were collected through standardized instruments. The sample size and group characteristics adhered to the methodological requirements for HLM analysis, ensuring sufficient statistical power for hierarchical data modeling.

Data Collection Tools

Data were collected using multiple instruments tailored to capture both student- and teacher-level variables. The Student Information Form gathered demographic data such as gender, parental education, and self-efficacy. Mathematics anxiety levels were measured using the Teacher Mathematics Anxiety Scale and the Parental Mathematics Anxiety Scale. These instruments were critical in identifying the relationships between individual and contextual factors influencing mathematics performance.

Data Analysis

The data were analyzed using a two-level HLM framework, which partitions the variance into student-level and teacher-level components. At the first level, student-specific variables such as gender, parental education level, and self-efficacy were included. At the second level, teacher-specific variables such as gender, marital status, and mathematics anxiety were added. HLM was chosen due to its ability to account for the nested structure of educational data (students nested within teachers), providing more precise estimates of variance components. Initial descriptive analyses were conducted using SPSS to identify missing data and outliers. Subsequently, HLM 8.2 software was used to perform the hierarchical linear modeling. This method effectively addressed the non-independence of observations within groups, offering more reliable results compared to traditional regression techniques.

Results

The analysis revealed that the most significant predictors of mathematics achievement were found at the student level. Parental education emerged as a key factor, with students whose parents had higher educational levels achieving better scores. Additionally, self-efficacy in mathematics was strongly associated with higher performance, highlighting the importance of students' confidence in their mathematical abilities. Gender differences were observed, with male students generally outperforming female students.

At the teacher level, mathematics anxiety negatively impacted student performance. Higher levels of teacher anxiety were associated with lower student achievement. Furthermore, teacher marital status showed a significant effect, with married teachers contributing to higher student performance compared to their unmarried counterparts.

The findings indicated that 76% of the variance in mathematics achievement was explained by student-level factors, while 24% was attributable to teacher-level variables. This emphasizes the importance of addressing both individual and teacher characteristics when designing interventions to improve mathematics outcomes.

Conclusion

This study underscores the multifaceted nature of mathematics achievement, demonstrating that both student- and teacher-level factors significantly influence outcomes. While individual characteristics such as self-efficacy and parental education were identified as strong predictors, teacher-related factors, particularly mathematics anxiety, also played a critical role. The findings suggest that interventions aimed at improving mathematics achievement should adopt a dual focus: enhancing students' self-efficacy and providing professional development programs to mitigate teacher anxiety.

The study contributes to the growing body of literature by employing HLM to examine the complex interplay between individual and contextual factors. Future research could extend this work by incorporating school- and community-level variables to provide a more comprehensive understanding of the factors shaping mathematics achievement. These findings have practical implications for educational policymakers and practitioners, emphasizing the need for holistic strategies that address both student and teacher influences to enhance mathematics education.