



**T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı
Matematik Eğitimi Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

**MATEMATİK BAŞARISININ AİLE, OKUL VE SOSYOEKONOMİK
DEĞİŞKENLER AÇISINDAN AŞAMALI DOĞRUSAL MODELLEME (HLM) İLE
İNCELENMESİ: PISA 2022 DEĞERLENDİRMESİ**

Ertuğrul UYAR
ORCID: 0000-0001-9122-0292

Danışman
Doç. Dr. İbrahim ÇETİN
ORCID: 0000-0003-4807-3295

Konya – 2025

ÖN SÖZ

Araştırma sürecimde desteğini ve bilgisini esirgemeyen çok değerli hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. İbrahim ÇETİN'e, araştırma yöntemi konusunda bilgi ve deneyimini paylaştan çok değerli Doç. Dr. Mustafa AYDIN (ORCID: 0000-0001-8414-0008) hocama ve beni bugünlere getiren canım aileme sonsuz teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunarım.

Ertuğrul UYAR

Haziran 2025

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU.....	v
BİLİMSEL ETİK BEYANNAMESİ.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ÖZET.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Araştırmanın Amacı.....	4
1.3. Araştırmanın Önemi.....	5
1.4. Varsayımlar.....	10
1.5. Sınırlılıklar.....	10
1.6. Tanımlar.....	11
2. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	12
2.1. Uzak İlgili Araştırmalar.....	12
2.2. Yakın İlgili Araştırmalar.....	20
2.3. Literatür Çözümlemesi.....	33
3. YÖNTEM.....	37
3.1. Araştırmanın Modeli.....	37
3.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi.....	38
3.3. Veri Toplama Araç ve/veya Teknikleri.....	38
3.4. Verilerin Toplanması.....	45
3.5. Verilerin Analizi.....	48
3.5.1. Hiyerarşik Doğrusal Modelleme.....	49
3.5.2. Analiz edilen modeller.....	57
3.5.3. Varsayımların kontrolü.....	64
4. BULGULAR.....	66
4.1. Hiçbir Bağımsız Değişken Olmadan Elde Edilen Bulgular.....	66
4.1.1. Sabit etkilere dair bulgular.....	67
4.1.2. Rastgele etkilere dair bulgular.....	67
4.2. Öğrenci Düzeyindeki Anlamlı Bağımsız Değişkenlerle Elde Edilen Bulgular.....	68
4.2.1. Sabit etkilere dair bulgular.....	68
4.2.2. Rastgele etkilere dair bulgular.....	69
4.3. Okul Düzeyindeki Anlamlı Bağımsız Değişkenlerle Elde Edilen Bulgular.....	70
4.3.1. Sabit etkilere dair bulgular.....	70
4.3.2. Rastgele etkilere dair bulgular.....	72
4.4. Tüm Anlamlı Bağımsız Değişkenlerle Elde Edilen Bulgular.....	72

4.4.1. Sabit etkilere dair bulgular.....	72
4.4.2. Rastgele etkilere dair bulgular.....	75
5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	78
5.1. Hiçbir Etken Olmadan Okulların Ortalama Matematik Okuryazarlığı Durumu.....	78
5.2. Hiçbir Etken Olmadan Matematik Okuryazarlığındaki Farklılaşma Durumu.....	79
5.3. Etkenlerin Matematik Okuryazarlığı Üzerindeki Durumu.....	84
KAYNAKLAR.....	92
EKLER.....	98
EK-1: Bir Veri Setini Filtreleyen Kod Dosyasının İçeriği.....	98
EK-2: İki Veri Setini Birleştiren Kod Dosyasının İçeriği.....	100
EK-3: Kontrol Edilen Varsayımlara Dair Açıklama ve Şekiller.....	102
EK-3.1: Model-0.1 için varsayımların kontrolü.....	102
EK-3.2: Model-1.1.1 için varsayımların kontrolü.....	106
EK-3.3: Model-2.1.1 için varsayımların kontrolü.....	110
EK-3.4: Model-3.2.1 için varsayımların kontrolü.....	114

TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Matematik başarısının aile, okul ve sosyoekonomik değişkenler açısından aşamalı doğrusal modelleme (HLM) ile incelenmesi: PISA 2022 değerlendirmesi başlıklı tez çalışmamın toplam **95** sayfalık kısmına ilişkin, 13/06/2025 tarihinde tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı **%11** olarak belirlenmiştir.

Uygulanan filtrelemeler:

1. Tez çalışması orijinallik raporu sayfası hariç
2. Bilimsel etik beyannamesi sayfası hariç
3. Önsöz hariç
4. İçindekiler hariç
5. Simgeler ve kısaltmalar hariç
6. Kaynaklar hariç
7. Alıntılar dahil
8. 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Necmettin Erbakan Üniversitesi Tez Çalışması Orijinallik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim ve tez çalışmamın, bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranının (%30) altında olduğunu ve intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

13/06/2025

Ertuğrul UYAR

Doç. Dr. İbrahim ÇETİN

BİLİMSEL ETİK BEYANNAMESİ

Bu tezin tamamının kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar tüm aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez hazırlama kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını ve bu kaynakların kaynaklar listesine eklendiğini beyan ederim.

13/06/2025

Ertuğrul UYAR

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

AIC: Akaike Information Criterion (Akaike Bilgi Kriteri)

BIC: Bayesian Information Criterion (Bayesian Bilgi Kriteri) veya Schwarz Information Criterion (Schwarz Bilgi Kriteri)

ESCS: Economic, Social and Cultural Status

ESKD: Ekonomik, Sosyal ve Kültürel Durum

HDM: Hiyerarşik (Aşamalı) Doğrusal (Lineer) Modelleme

HLM: Hierarchical Linear Modeling (Multilevel Modeling/ Mixed modeling)

ICC: Intraclass Correlation Coefficient (Sınıflar İçi Korelasyon Katsayısı)

IEA: Uluslararası Eğitim Başarısını Değerlendirme Kuruluşu

MEB: Millî Eğitim Bakanlığı

ML: Maximum Likelihood (En Büyük Olabilirlik)

OECD: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı

OSF: Open Science Framework

PISA: Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı

REML: Restricted Maximum Likelihood (Kısıtlanmış En Büyük Olabilirlik)

SELS: Seoul Educational Longitudinal Study (Seul Eğitim Boylamsal Çalışması)

TIMSS: Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması

ÖZET

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı
Matematik Eğitimi Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

MATEMATİK BAŞARISININ AİLE, OKUL VE SOSYOEKONOMİK DEĞİŞKENLER AÇISINDAN AŞAMALI DOĞRUSAL MODELLEME (HLM) İLE İNCELENMESİ: PISA 2022 DEĞERLENDİRMESİ

Ertuğrul UYAR

PISA'nın amacı, öğrencilerin sosyal ve ekonomik hayata etkin ve tam katılımını sağlamada gerekli temel bilgi ve becerileri ne ölçüde edindiklerini değerlendirmek olup PISA 2022'de matematik okuryazarlığına odaklanılmıştır. Bu araştırmanın amacı, PISA'daki aile, okul ve sosyoekonomik durumla ilgili değişkenlerin öğrencilerin matematik başarısına etkisinin olup olmadığı ve varsa bu etkilerin düzeyini belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda ilişkisel tarama modeli kullanılarak nicel türde bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın örneklemini, PISA 2022'ye katılan Türkiye'deki 191 okulda yer alan 15 yaşındaki 7061 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmada PISA 2022 Türkiye ikincil verisi analiz edilmiştir. İkincil veriler R programlama dili kullanılarak analize hazır hale getirilmiştir. Araştırma sorularını cevaplamak üzere, öğrenci veya okul düzeyindeki etkenleri içeren 1 tanesi koşulsuz model olmak üzere 3 tane referans model ve 1 tane de nihai model olacak şekilde 4 tane model analiz edilmiştir. Analizler, jamovi yazılımındaki "GAMLj" adlı modül kullanılarak Hiyerarşik Doğrusal Modelleme (HDM) ile gerçekleştirilmiştir. Analizlerden elde edilen bulgular, tüm öğrencilerin matematik okuryazarlık puanlarının ortalamasının yaklaşık 449 olduğunu ve öğrencilerin puanları arasındaki farklılıkların yaklaşık %57'sinin okullar arasındaki bazı özelliklerdeki farklılıklardan kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Öğrencilerin okuldaki önce veya sonra para kazanmak için çalışmasının matematik okuryazarlıklarını olumsuz etkilediği, buna karşın ekonomik, sosyal ve kültürel durumlarının (ESKD) iyileşmesinin olumlu bir katkı sağladığı görülmüştür. Ayrıca, devlet okullarının özel okullara kıyasla daha yüksek ortalama matematik okuryazarlığı puanlarına sahip olduğu görülmüştür. İlginç bir şekilde, bir okuldaki sosyoekonomik olarak dezavantajlı evlerden gelen öğrencilerin oranındaki artışın okulların ortalama matematik okuryazarlıkları üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Sonuç olarak, tüm öğrencilerin matematik okuryazarlığı ortalamalarında son 5-10 yıl içerisinde belirgin bir değişimin görülmediği ve okul türü, okulun bulunduğu yerleşim yeri (nüfusa göre sınıflandırılmış), öğrencilerin okuldaki önce veya sonra para kazanmak için çalışması ile ESKD etkenlerinin matematik okuryazarlığındaki farklılıkları açıklamada çok önemli bir paya sahip olduğu görülmüştür. Ek olarak, çalışmadan çıkan çarpıcı sonuçlardan biri ise öğrenci düzeyindeki etkenlerin okul düzeyine taşındığında okulların ortalama matematik okuryazarlıklarındaki farklılaşmayı açıklamada çok daha etkili hale geldikleri görülmüştür. Bunlara dayanarak, gelecekteki araştırmaların üç beceri alanını bir arada ele alan bütüncül çalışmalara odaklanması önerilmektedir. Ayrıca, öğrenci, sınıf (veya öğretmen), okul ve ülke düzeylerini içeren üç veya dört düzeyli HDM araştırmalarının yürütülmesi önemli görülmektedir. Özellikle, sosyoekonomik durumun ötesine geçilerek kültürel etkenleri okul, ilçe, şehir ve ülke vb. farklı düzeylerde ele alan araştırmalar önerilmektedir. Bu bağlamda, daha kapsamlı bir bakış açısı elde edebilmek için aynı etkenin farklı düzeylerdeki etkilerinin birlikte incelenmesi önerilmektedir. Ayrıca, devlet ile özel okullar arasındaki dengenin son 10-12 yılda önemli bir değişim göstermesindeki nedenleri farklı boyutlarıyla ele alan HDM istatistiğiyle veya karma araştırma türünde detaylı araştırmaların yapılması önerilmektedir. Son olarak, ortaöğretime geçişte ikametgâha dayalı yerleştirme sisteminin yerine ya da yanında okullarda öğrencilerin ESKD'leri bakımından dağılımlarını dikkate alan alternatif yerleştirme süreçlerinin geliştirilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Öğrenci ve okul özellikleri, Hiyerarşik lineer modelleme (HLM), Çok düzeyli modelleme, Matematik okuryazarlığı, Sosyoekonomik statü (ESCS)

ABSTRACT

Necmettin Erbakan University, Graduate School of Educational Sciences
Department of Mathematics and Sciences Education
Mathematics Education Program
Master Thesis

INVESTIGATING MATHEMATICS ACHIEVEMENT IN TERMS OF FAMILY, SCHOOL AND SOCIOECONOMIC VARIABLES WITH HIERARCHICAL LINEAR MODELING (HLM): PISA 2022 ASSESSMENT

Ertuğrul UYAR

The aim of PISA is to assess the extent to which students have acquired the basic knowledge and skills necessary to participate effectively and fully in social and economic life, and PISA 2022 focuses on mathematical literacy. The study aims to investigate whether variables related to family, school and socioeconomic status in PISA have an effect on students' mathematics achievement and to determine the level of these effects, if any. For this purpose, a quantitative study was conducted using the correlational survey model. The sample of the study consisted of 7061 15-year-old students in 191 schools in Türkiye participating in PISA 2022. In the study, PISA 2022 Türkiye secondary data were analyzed. Secondary data were made ready for analysis using R programming language. In order to answer the research questions, 4 models were analyzed, including 3 reference models, 1 of which is an unconditional model, and 1 final model, which includes student or school level factors. The analyses were conducted with Hierarchical Linear Modeling (HLM) using the “GAMLj” module in jamovi software. The findings from the analysis revealed that the average mathematical literacy score of all students was approximately 449 and that 57% of the differences between students' scores were due to differences in some characteristics between schools. It was observed that students' working for pay before or after school had a negative impact on their mathematical literacy, whereas improving their economic, social and cultural status (ESCS) made a positive contribution. In addition, public schools had higher average math literacy scores than private schools. Interestingly, an increase in the proportion of students from socioeconomically disadvantaged homes in a school had no significant effect on the average mathematical literacy of schools. As a conclusion, it was observed that there was no significant change in the mathematical literacy averages of all students in the last 5-10 years, and that school type, school location (classified according to population), students working for pay before or after school, and ESCS had a significant contribution in explaining the differences in mathematical literacy. In addition, one of the striking conclusions of the study is that when student level factors are transferred to the school level, they become much more effective in explaining the differences in the average mathematical literacy of schools. On this basis, it is recommended that future research should focus on holistic studies that address all three skill domains together. In addition, it is important to conduct three or four-level HLM research that includes student, classroom (or teacher), school and country levels. In particular, research that goes beyond socioeconomic status and addresses cultural factors at different levels such as school, district, city and country is recommended. In this context, it is suggested to examine the effects of the same factor at different levels together in order to obtain a more comprehensive perspective. In addition, it is recommended to conduct detailed research using HLM statistics or mixed research to examine the reasons for the significant change in the balance between public and private schools in the last 10-12 years. Finally, it is recommended to develop alternative placement processes that take into account the distribution of students in terms of their ESCS in schools instead of or in addition to the residence-based placement system for transition to secondary education.

Keywords: Student and school characteristics, Hierarchical linear modeling (HLM), Multilevel modeling, Mathematical literacy, Socioeconomic status (ESCS)

BÖLÜM 1

1. GİRİŞ

Araştırmanın bu bölümünde; araştırmanın ortaya çıkmasında etkili olan problem durumlarından, bu doğrultuda araştırmanın amacından, araştırmanın literatüre, eğitime ve Türkiye'nin eğitim politikalarına sağlayacağı katkılardan bahsedilerek araştırmanın önemi ortaya konulmuştur. Devamında araştırmanın varsayımları ve sınırlılıkları açıklanmıştır. Son olarak, araştırmada önemli olan kavramlara okuyucunun aşinalığını sağlamak için çeşitli tanımlara yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Ülkeler, yerelde, eğitim sistemleri üzerinden aldıkları geri bildirimleri kullanarak başta eğitim programları olmak üzere eğitimin birçok parçasını düzenleyip geliştirirler. Ancak, yerelde aldıkları geri bildirimler ülkenin geleceğe bakışına göre şekillenir ve bu durum ülkelerin kendini referans alarak ilerlemelerini hep pozitif değerlendirmesine yol açabilir. Sonuç olarak, bu ülkelerin bireyleri yarınları yakalamada diğer ülkelerden geri kalabilir. Bu sebeplerden, ülkeler diğer ülkelerle kendini mukayese edebileceği uluslararası değerlendirmelere ihtiyaç duyarlar.

Günümüzde halen sürdürülmekte olan birçok uluslararası değerlendirmeler mevcuttur. Bunlar, gelecekte bireylerin sahip olması gereken beceriler ortak temasına sahip olsa da bu değerlendirmeyi farklı beceri alanlarına odaklanarak, becerileri daha farklı sınıflayarak veya farklı araştırma evrenlerine odaklanarak yapmaktadırlar. Bu araştırmayla yakından ilişkili olan Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) ve Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (TIMSS) değerlendirmelerine Türkiye düzenli olarak uzun zamandır katılmaktadır.

Uluslararası Eğitim Başarısını Değerlendirme Kuruluşu'nun (IEA) yürüttüğü TIMSS, dört yıllık döngülerle 1995 yılından bu zamana kadar gerçekleştirilen uluslararası bir değerlendirme programıdır. Bu değerlendirme programında 4. ve 8. sınıf öğrencilerinin matematik ve fen alanlarındaki bilgi ve becerileri değerlendirilmektedir. Türkiye, 1999 yılından bu zamana TIMSS'e katılmaktadır (Aydın, 2015, ss. 18-19).

PISA, ülkelerin eğitim programların karşılaştırmada referans ve uluslararası bir değerlendirme programı olup genel amacı bireylerin gelecekteki sahip olması beklenen bilgi

ve becerileri değerlendirmektir. PISA'nın özel amacı, öğrencilerin sosyal ve ekonomik hayata etkin ve tam katılımını sağlamada gerekli temel bilgi ve becerileri ne ölçüde edindiklerini değerlendirmektir. PISA, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD) tarafından 1997 yılında başlatılmış ve üç yıllık döngülerle 2000 yılından bu zamana kadar gerçekleştirilen uluslararası bir değerlendirme programıdır (OECD, 2023b, s. 38). Her döngüde, 15 yaşındaki öğrenciler üç farklı beceri alanı olan okuma, fen okuryazarlığı ve matematik okuryazarlığı beceri alanlarından birine daha yoğun odaklanarak değerlendirilmektedir (OECD, 2023b, s. 40).

Bahsi geçen okuryazarlık kavramı, “öğrencilerin temel konu alanlarındaki çeşitli durumlarda karşılaştıkları problemleri tanımlarken, yorumlarken ve çözerken; bilgi ve becerilerini kullanma, analiz etme, mantıksal çıkarımlar yapma ve etkili iletişim kurma yeterlikleri” şeklinde tanımlanmaktadır (MEB, 2023, s. 26). PISA 2022’de matematik okuryazarlığı, öğrencilerin matematiksel olarak akıl yürütme ve çeşitli gerçek dünya bağlamlarındaki problemleri çözmek için matematiği formüle etme, kullanma ve yorumlama kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Bu kavram; olguları tanımlamak, açıklamak ve tahmin etmek için kavramları, prosedürleri, gerçekleri ve araçları içerir. Sonuç olarak, bireylerin sağlam temellere dayanan yargılar ve kararlar vermelerine ve yaratıcı, katılımcı ve yansıtıcı 21. yüzyıl vatandaşları olmalarına yardımcı olur (MEB, 2023, s. 34; OECD, 2023b, s. 40).

PISA, bahsi geçen üç temel alanın yanında, ayrıca uygulanan anketlerle öğrencilerin kendileri, okul ve aileleri hakkında da veriler elde ederek öğrencilerin performanslarını etkileyen çevresel etkenleri de dikkate almaktadır (MEB, 2023, s. 27). Böylece PISA, sadece zorunlu eğitimlerinin sonunda öğrencilerin öğrendiklerinin kalıcılığını -öğrencilerin bilgiyi yeniden oluşturup oluşturamadıklarını- belirlemekle kalmaz; aynı zamanda öğrencilerin öğrendiklerinden çıkarım yapma düzeylerini ile bilgi ve becerilerini okul içinde ve dışında alışılmadık ortamlar ve durumlarda ne düzeyde kullanabildiklerini de incelemektedir. Nitekim bu yaklaşımda, bireylerin bildiklerinden çok bildikleriyle yapabildikleri şeyler önemlidir. (OECD, 2023b, s. 38, 2023a, s. 11).

Türkiye, PISA’ya 2003 yılından bu zamana katılmaktadır. En son 2021’de gerçekleşmesi gereken sekizinci PISA, COVID-19 pandemisi sebebiyle ertelenmiş ve sonuç olarak 2022 yılında gerçekleştirilmiştir ve Türkiye’de bu değerlendirme programına katılmıştır (MEB, 2023, s. 28; OECD, 2023b, ss. 38-40). PISA 2022’de, 2003 ve 2012’de olduğu gibi, matematik okuryazarlığına daha yoğun odaklanılmıştır; okuma, fen okuryazarlığı

ve yaratıcı düşünme alanları ikincil değerlendirme alanları olarak belirlenmiştir. Daha yoğun olarak odaklanılan alanda PISA, soru bakımından daha çok soru sorarak ve çevresel etkenler için uygulanan anketlerde de daha ayrıntılı sorular sorarak daha detaylı veriler elde etmektedir. Nitekim PISA 2022'deki sorulan soruların neredeyse yarısı odaklanılan alan üzerinedir ki ölçme süresinin yaklaşık yarısı da odaklanılan alana ayrılmaktadır (MEB, 2023, s. 27; OECD, 2023b, s. 40, 2023a, s. 11).

En son TIMSS 2019 değerlendirmesi yapılmış olup bir sonraki TIMSS değerlendirmesi 2023'te gerçekleştirilmiştir ancak 2024'e girildiğinde henüz sonuçları açıklanmamıştır. Bununla birlikte, PISA 2022 sonuçları 2024'e girmeden açıklanmıştır. Araştırmanın güncel uluslararası verilerle gerçekleştirilmesinin güncel bir çıkarım elde etmeyi sağlayacağı düşüncesiyle, araştırmanın PISA 2022 değerlendirmesi üzerinden gerçekleştirilmesine karar verilmiştir.

PISA 2022'de Türkiye'deki öğrencilerin matematik performansı OECD ortalamasına yakın olmakla birlikte OECD ortalamasının altında kalmıştır. Ayrıca, OECD ortalaması %69, Türkiye'de en az 2. yeterlilik düzeyinde olan öğrencilerin oranı %61 ile OECD ortalaması altında yer almıştır. “Öğrencilerin, doğrudan yönergeler verilmeden basit bir durumun matematiksel olarak gösterimini asgari düzeyde yorumlayabilir ve tanıyabilir.” şeklinde 2. yeterlilik düzeyi tanımlanmaktadır. PISA matematik testindeki 5. ve 6. düzeyler en üst düzeylerdir. “Bu düzeylerde öğrenciler karmaşık durumları matematiksel olarak modelleyebilir. Bu durumlarla başa çıkmak için uygun problem çözme stratejilerini seçebilir, karşılaştırabilir ve değerlendirebilir.” Bu çerçevede, OECD ortalaması %9, Türkiye'de yaklaşık olarak öğrencilerin %5'i bu düzeylerde yer alıp en iyi performans gösterenler arasında yer almıştır. Ayrıca, PISA 2022'ye katılan 81 ülkenin yaklaşık %20'si üst düzeyde olan öğrenci oranı bakımından %10'u geçebilmiştir. (MEB, 2023, ss. 17, 18).

PISA verileri ülkelerin geniş bir çerçevede mevcut durumlarını betimlemede önemli veriler sunmaktadır. Bu veriler işlendiğinde, ailelere, öğretmenlere, okul yöneticilerine ve politika yapıcılara önemli geri dönüşler verebilir. Aileler, çocuklarının sosyoekonomik durumlarına, kendi eğitim düzeylerine dair farkındalık içerisinde öz ve dışa dönük düzenlemeler gerçekleştirebilir. Öğretmenler, yine bu durumlarda eksik olan öğrencileri belirleyip ek desteklerde bulunabilirler. Okul yöneticileri, öğretmenlere bu konularda destek olabileceği gibi öğretmenleri yönlendirebilirler. Dahası, politika yapıcılar öğrencilerin bir üst

öğretim kademesine geçişindeki süreçlerini, bu süreçlerdeki sınavları, eğitim programlarını, okullara giden kaynakları ve bunların denetimi konularında düzenlemeler gerçekleştirebilirler.

Matematik okuryazarlığına odaklı PISA çalışması en son 2012 yılında gerçekleştirilmiş olup aradan geçen yaklaşık 13 yıllık süreçte matematik öğretim programında, öğrencilerin bir üst öğretim kademesine geçiş süreçlerinde, bu süreçlerde uygulanan sınavlarda ve ülkenin ekonomik durumunda ciddi değişiklikler meydana gelmiştir. Her ne kadar matematik okuryazarlığında sosyoekonomik etkenlerin etkisinin incelendiği çalışmalar literatürde görülse de bunların genellikle PISA 2012 verisini ele aldığı görülmektedir. Bu sebeplerle, güncel verilerle matematik okuryazarlığında sosyoekonomik etkenlerin etkisini ele alan bir araştırmaya ihtiyaç olduğu söylenebilir. Bahsedilen tüm bu durumların sonucunda bu çalışma ihtiyaç duyulmasının nedenleri “Araştırmanın Önemi” başlığında daha detaylı ve veriler ışığında açıklanmaya çalışılmıştır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmada, PISA 2022 verileriyle Türkiye’nin matematik performansında etkili olabilecek aile, okul ve sosyoekonomik etkenler incelenmek istenmektedir. Bu doğrultuda, araştırmanın amacı PISA’daki aile, okul ve sosyoekonomik durumla ilgili değişkenlerin öğrencilerin matematik başarısına etkisinin olup olmadığı ve varsa bu etkilerin düzeyini belirlemektir. Bu doğrultuda aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranmaya çalışılacaktır:

1. Hiçbir etken kontrol edilmediğinde (modele eklenmeyerek):

- 1.1. Matematik okuryazarlığında/başarısında tüm öğrencilerin genel ortalaması/okulların ortalaması nasıldır?
- 1.2. Matematik okuryazarlığındaki/başarısındaki varyansın öğrenci ve okul düzeylerindeki dağılımı nasıldır?

2. Öğrenci ve okul düzeyi etkenleri kontrol edildiğinde (modele eklenerek):

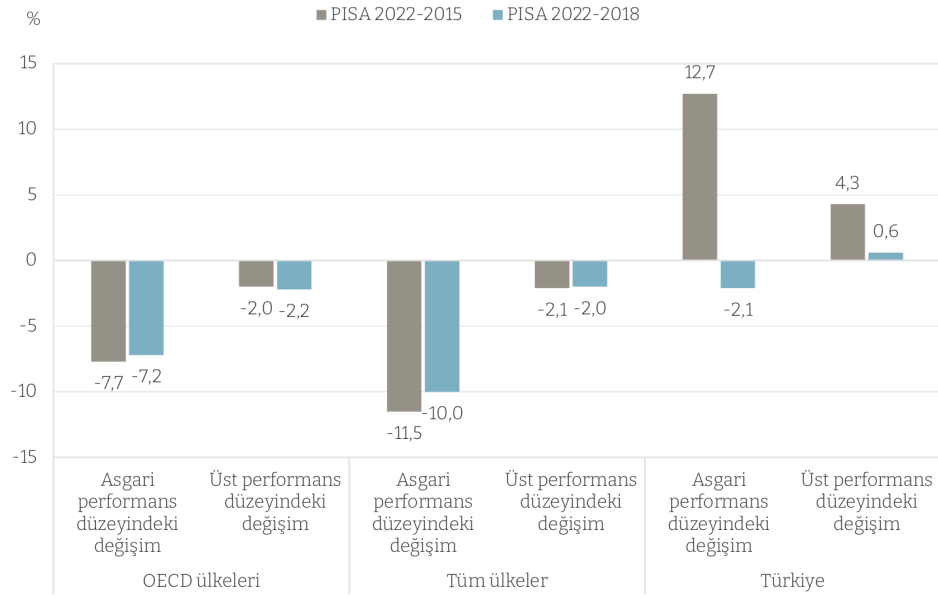
- 2.1. Matematik okuryazarlığında/başarısında hangi etkenlerin anlamlı düzeyde etkisi vardır?
- 2.2. Sadece okul düzeyindeki anlamlı düzeydeki etkenlerin -bütüncül olarak- okul düzeyindeki açıklanan varyans oranı (etki büyüklüğü) nedir?
- 2.3. Sadece öğrenci düzeyindeki anlamlı düzeydeki etkenlerin -bütüncül olarak- öğrenci veya okul düzeylerindeki açıklanan varyans oranları (etki büyüklükleri) nedir?
- 2.4. Anlamlı düzeydeki etkenlerin -bütüncül olarak- öğrenci veya okul düzeylerindeki açıklanan varyans oranları (etki büyüklükleri) nedir?

1.3. Araştırmanın Önemi

Matematik okuryazarlığı açısından OECD ortalamasının altında olmasına rağmen sadece sosyoekonomik pencereden bakıldığında Türkiye'nin matematik okuryazarlığı performansının beklenenden çok daha yüksek olduğu görülmüştür. Başka bir deyişle, Türkiye'nin sosyoekonomik durumu dikkate alındığında PISA sıralamasında daha yüksek puan alabileceği görülmüştür (Caro & Lenkeit, 2015). Bu nedenle, PISA 2022'deki "economic, social and cultural status (ESCS)" adıyla yer alan ekonomik, sosyal ve kültürel durum (ESKD) indeksi gibi değişkenlerin ayrıntılı analiz edilerek incelenmesi Türkiye'nin sosyoekonomik durumunun matematik okuryazarlığı üzerindeki etkisi hakkında önemli çıkarımlar elde edilmesini sağlarken aynı zamanda politika yapıcılara gelecek planlarında önemli argümanlar verebileceği düşünülmektedir.

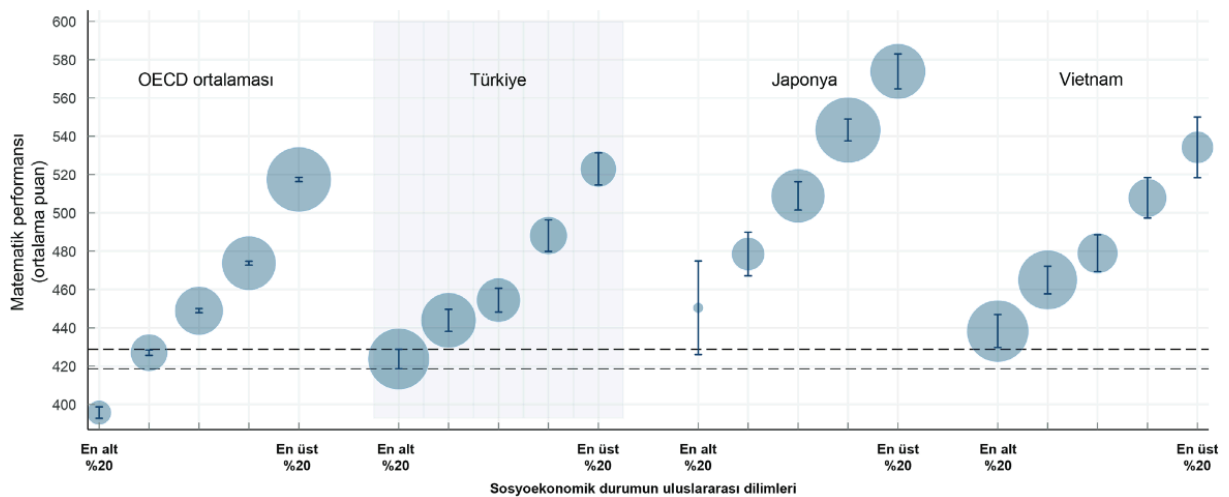
PISA'dan elde edilen sonuçlar, ülkelerin eğitim karnelerini fark etmede, dolayısıyla ileriki süreçte alacakları kararları belirlemelerinde önemli ve kapsamlı bir veri kaynağıdır. Bu nedenle, özellikle ülkelerin politika yapıcılarının PISA verilerinden yararlanması gerekmekte ve beklenmektedir. Bunun yanında yayımlanan PISA sonuçlarından yararlanarak veliler, öğretmenler, yöneticiler ve öğrenciler de yansıtıcı düşünme yoluyla kendilerini düzenleyerek faydalanabilirler.

PISA 2018 ile PISA 2022 bulguları göz önüne alındığında, tüm ülkeler ve OECD ülkeleri için matematik performansında bir düşüş gözlemlenirken Türkiye'nin matematik performansında anlamlı bir düşüş olmayıp neredeyse aynı düzeyde kaldığı görülmektedir (MEB, 2023, s. 42). Bu durum üzerinde COVID-19 salgınının etkisi olabileceği düşünülmekle birlikte buna rağmen Türkiye'nin matematik performansını koruyabilmesi dikkate değer bir durumdur. Varsayımsal olarak, COVID-19 salgını olmasaydı Türkiye'nin matematik performansının artmış olabileceği ihtimali üzerinde durulması gereken bir konudur. Ayrıca, 2018 yılından itibaren Millî Eğitim Bakanlığı'nın (MEB) beceri temelleri sorulara geçmesinin yanı sıra PISA örnekleminde yer alan fen lisesi gibi başarılı okulların oranının artması gibi çeşitli sebepler de bu durum üzerinde etkili olabileceği düşünülebilir. Bu sebeple, PISA 2022'de Türkiye'nin matematik performansına dair çeşitli araştırmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.



Şekil 1.1. PISA uygulamalarında matematik alanında asgari ve üst performans düzeylerine ulaşan öğrenci oranı değişimi

Şekil 1.1 incelendiğinde, PISA 2015’ten 2022’ye doğru kıyas yapıldığında OECD ülkeleri ve tüm ülkelerdeki asgari performans düzeyindeki öğrenci oranı azalırken Türkiye’de bu oranının arttığı görülmektedir. Bunun yanında, PISA 2018’den 2022’ye doğru kıyas yapıldığında OECD ülkeleri, tüm ülkelerde ve Türkiye’deki asgari performans düzeyindeki öğrenci oranı azalırken Türkiye’de bu azalmanın çok daha düşük olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra, hem PISA 2015’ten 2022’ye ve PISA 2018’den 2020’ye doğru kıyas yapıldığında OECD ülkeleri ve tüm ülkelerdeki üst performans düzeyindeki öğrenci oranı azalırken Türkiye’de bu oranının az miktarda arttığı görülmektedir (MEB, 2023, s. 49).



Şekil 1.2. Sosyoekonomik durumun uluslararası dilimlerine göre matematik performansı*

* “Grafikteki dikey çizgiler, %95 güven aralığındaki grupların puan aralıklarını göstermektedir. Yatay kesikli çizgiler; %95 güven aralığında Türkiye’deki öğrencilerin büyük bir kısmının yer aldığı alt %20’lik dilimdeki öğrencilerin ortalama puan aralıklarını göstermektedir. Kaynak: OECD, PISA 2022 Veri tabanı, Tablo I.B1.4.6 ve I.B1.4.8.” (MEB, 2023, s. 19)

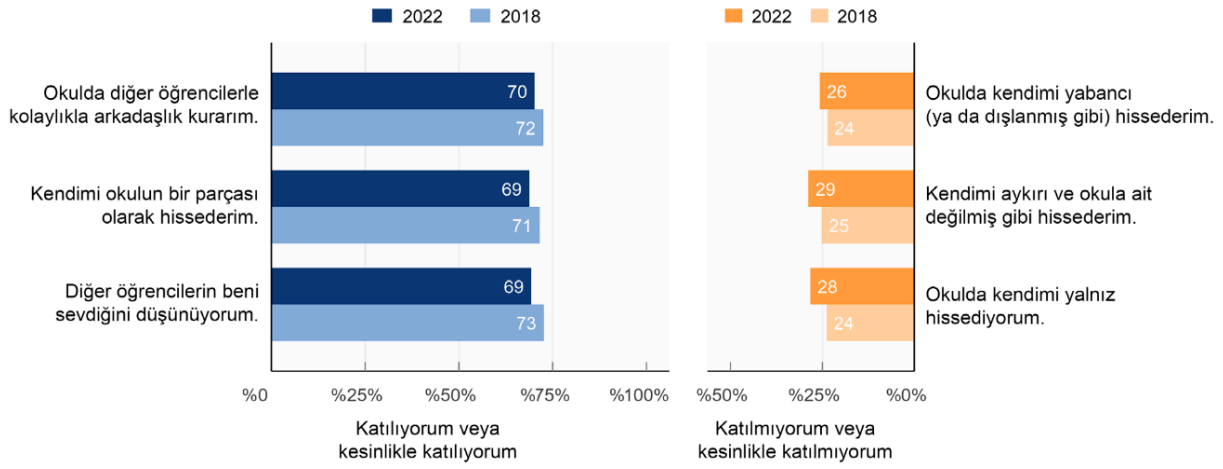
Şekil 1.2 incelendiğinde, ESKD indeksi farklı ülkelerdeki benzer sosyoekonomik durumdaki öğrencilerin performanslarını karşılaştırmada kullanılabilecek biçimde öğrencilerin yaşadıkları ülkeden bağımsız biçimde hesaplanmaktadır. Türkiye’de PISA uygulamasına 2022 yılında katılan en dezavantajlı öğrenciler Türkiye’deki tüm öğrencilerin yaklaşık olarak %33’ünü oluşturmaktadır. Bu öğrencilerin ortalama puanı OECD ülkelerindeki benzer sosyoekonomik durumdaki öğrencilerin ortalama puanına yakın olmakla birlikte daha düşüktür (MEB, 2023, s. 19). Bu durum, Türkiye’deki sosyoekonomik bakımdan dezavantajlı öğrencilerin oranının yüksek olduğunu dolayısıyla sosyoekonomik etkenlerin incelenmesinin bu öğrencilere yönelik gerçekleştirilecek politika ve aksiyonlara karar vermede katkı sağlayacağı düşünülebilir.

Şekil 1.2 incelendiğinde, ESKD indeksi 4 eş çeyreğe ayrıldığında en üst çeyrek (sosyoekonomik bakımdan en avantajlı öğrenciler) ile en alt çeyrek (sosyoekonomik bakımdan en dezavantajlı öğrenciler) arasındaki matematik performansı fark Türkiye’de OECD ülkeleri ortalamasından daha düşüktür. Bu durum 2012 ve 2022 yılları arasında OECD ülkelerinde olduğu gibi Türkiye’de de değişiklik göstermemiştir (MEB, 2023, s. 20). Bu nedenle, ESKD’nin matematik performansında önemli bir etki payı olabileceği ihtimalini düşündürmektedir.

Şekil 1.2 incelendiğinde, OECD ülkelerindeki sosyoekonomik bakımdan dezavantajlı öğrencilerin %10’u matematik performansı açısından üst düzeyde performans gösterebilirken Türkiye’de bu oran %12’dir (MEB, 2023, s. 20). Bu durum, sosyoekonomik faktörlerin olumsuz etkilerinin başka etkilerle dengelenebildiği çıkarımını akla getirmektedir. Bu bakımdan, sosyoekonomik faktörler yanında matematik performansına etki edebileceği düşünülen başka etkenlerin varlığının da sorgulanması ve incelenmesi gerektiği düşünülebilir.

Erkek ve kız öğrencilerin dünya genelinde ve Türkiye’de matematik performansı ortalama olarak birbirine yakındır. Türkiye için, matematik performansı alt düzeyde olan erkek öğrenci oranı (%38) ile kız öğrenci oranı (%39) birbirine yakın seyretmektedir. Ancak, üst düzey performans bakımından erkekler öğrenci oranının (%7) ve kız öğrenci oranından (%4) daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Ayrıca, 2012 ve 2022 yılları arasındaki değişime bakıldığında matematik performansı açısından erkek ve kız öğrencilerin başarı artışlarının benzer seviyede olduğu görülmektedir (MEB, 2023, s. 20). Bu nedenle, performansı düşük ve yüksek olan gruplardaki farklılığın araştırılmasının yanı sıra zamanla erkek ve kız öğrencilerin başarılarındaki artış miktarının her ne kadar benzer düzeyde olsa da

bu artışların cinsiyete göre farklı etkenlerden kaynaklanabileceği ihtimali göz önünde bulundurulmalıdır.



Şekil 1.3. Türkiye’deki öğrencilerin okula aidiyet duygusu*

* “Grafik içindeki rakamlar yüzdelik gösterimdir. Kaynak: OECD, PISA 2022 Veri tabanı, Tablo II.B1.1.4.” (MEB, 2023, s. 21)

Şekil 1.3 incelendiğinde PISA 2022’de Türkiye için, okula aidiyet hisseden ve kolayca arkadaş edinebildiğini düşünen öğrencilerin oranının OECD ortalamasının altında lakin yakın bir oranda olduğu görülmektedir. Bunun yanında, okula aidiyet hissi düşük olan ve yalnız olduğunu düşünen öğrenci oranı ise OECD ortalamasının neredeyse iki katı kadar üzerinde olduğu görülmektedir. Ayrıca, PISA 2018 ile karşılaştırıldığında PISA 2022’de öğrencilerin okula aidiyet duygusunun azaldığı gözlemlenmektedir. Öte yandan, öğrencilerin yaşam memnuniyetinin PISA 2018’e göre yaklaşık olarak %10 azaldığı görülmekteyken OECD ülkelerinde ise ortalama olarak bu oran %2’dir (MEB, 2023, ss. 20, 21). Bu durumların okul iklimiyle olabilecek ilişkisi göz önünde bulundurulduğunda okul iklimine dair etkenlerin incelenmesi gerektiği düşünülebilir.

PISA 2022’de Türkiye’de, öğretmenlerinin matematik dersinde her öğrencinin öğrenmesi için ilgi göstermesi ve gerektiğinde ekstra yardımda bulunması hakkında öğrencilerin oran olarak yaklaşık yarısından biraz fazlası olumlu yönde yanıt verirken PISA 2012’ye göre PISA 2022’de bu oranların düştüğü de gözlemlenmektedir. Öte yandan, öğrencilerin derslerinde genellikle verimli çalışmadıkları, öğretmenin anlattıklarını dinlemedikleri, dijital cihazlar tarafından doğrudan ya da arkadaşı aracılığıyla dolaylı olarak dikkatinin dağıldığı gibi disiplin durumları bakımından öğrencilerin matematik öğreniminin olumsuz etkilendiği görülmektedir (MEB, 2023, s. 21). Bu durumların sınıf iklimi dolayısıyla

okul iklimiyle olabilecek ilişkisi göz önünde bulundurulduğunda okul iklimine dair etkenlerin incelenmesi gerektiği düşünülebilir.

PISA 2022 verilerine göre; okula giderken, sınıflarında ve okulda kendilerini güvende hissetmeme bakımından Türkiye'deki öğrencilerin oranının OECD ortalamasına göre 1 kat daha fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca, yaklaşık olarak her 4 öğrenciden 1'inin ayda en az birkaç kez zorbalık yaşadıkları görülmektedir. Ancak, bu oran PISA 2018'e göre hem OECD ülkeleri genelinde hem de Türkiye'de azalmıştır. Bunun yanında, öğrencilerin başarılı ve öğrencilerin aidiyet duygusunun geliştiği okullarda kendilerini daha fazla güvende hissettikleri ve zorbalığa daha az maruz kaldıkları görülmektedir (MEB, 2023, ss. 21, 22). Bu durumların okul iklimiyle olabilecek ilişkisi göz önünde bulundurulduğunda okul iklimine dair etkenlerin incelenmesi gerektiği düşünülebilir.

PISA 2022'de PISA 2018'e göre öğrenmeye ve okul faaliyetlerine kendi ya da öğretmen inisiyatifiyle katılan ebeveynlerin oranı incelendiğinde diğer birçok ülkedeki önemli düşüşe rağmen Türkiye'de bu oranın çok düşmeyip neredeyse aynı kaldığı görülmektedir. Nitekim bu istikrarın matematik performansındaki istikrarı ve gelişimi olumlu etkilediği görülmüştür (MEB, 2023, s. 22). Bu nedenle, aile ile ilişkili etkenlerin araştırılarak bir çıkarımın elde edilmesinin eğitimde aileye dair önemli katkılar sağlayabileceği düşünülebilir.

PISA 2022 verilerine göre COVID-19 salgını nedeniyle Türkiye'de ve OECD ülkelerinde, öğrencilerin yarısından biraz daha fazlası uzun süreli okul kapanmaları yaşandığını belirtmiştir. Performansın yüksek olduğu ve öğrencilerin aidiyet duygusunun geliştiği ülkelerde, okul kapanmasından dolayı okula gitmediğini bildiren öğrenci sayısı daha azdır. Uzaktan eğitim sırasında, Türkiye'deki yaklaşık olarak her 3 öğrenciden 1'i haftada en az bir kez okul ödevlerini anlamakta ve yardımcı bulmakta sorun yaşamıştır. Okulları kapalıyken öğrencilerin ders çalışma konusundaki refahını sağlamaya yönelik ve duyuşsal anlamda yeterli destek verilememiştir. Gelecekte okulların tekrar kapanması durumunda OECD genelinde ve Türkiye'de yaklaşık olarak her 4 öğrenciden 1'i uzaktan öğrenme için dijital teknolojiyi kullanma konusunda kendine güvenmektedir ancak kendi öğrenmelerinin sorumluluğunu alma konusunda kendine güvenen öğrenci sayısı daha azdır (MEB, 2023, s. 22). Bir önceki PISA araştırmasına göre Türkiye'nin matematik performansını COVID-19 salgının etkilerine rağmen korumuş olması (MEB, 2023, s. 42) dikkat çekici olup bu salgın sürecinde okul ve aile mekânsal olarak iç içe girmiştir. Bu nedenle, okul iklimine dair etkenlerin incelenmesinin bu duruma katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

1.4. Varsayımlar

PISA 2022 değerlendirmesine dahil olan öğrencilerin sorulara ve anketlere bu değerlendirmeyi önemseyerek ve samimiyetle cevap verdikleri varsayılmıştır.

PISA 2022'deki test maddeleri ve anketleri İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmiştir. Yapılan bu çeviri sonucunda oluşabilecek anlam kayıpları ya da yanlış anlaşılmanın öğrencilerin performansına anlamlı ölçüde bir etkide bulunmadığı varsayılmıştır.

1.5. Sınırlılıklar

Araştırmada ilişkisel tarama modeli uygulanmıştır. Bu model, değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal bir yapı sunduğunu varsaymakla birlikte, bu ilişkinin üçüncü taraf bir değişkenin etkisinden kaynaklanabileceği ihtimalinden etkilenebilir. Bu nedenle, elde edilen ilişkiler kesin bir nedensellik ifade etmemekte, yalnızca bir tahmin olarak değerlendirilmelidir.

Araştırmada iki düzeyli Hiyerarşik Doğrusal Modelleme (HDM) tercih edilmiştir. Bu modellemede, sadece iki veri seti araştırmaya dahil edilebilmektedir. Araştırmada; öğrenci ve okul veri setleri kullanıldığından aile, okul ve öğrenciyle ilgili etkenlerden sosyoekonomik durumla ilişkili değişkenler incelenirken, veri setlerinin yapısal sınırlılığı nedeniyle, öğretmen veri seti kullanılamamıştır. Bu nedenle, doğrudan öğretmenle ilgili değişkenler -örneğin öğretmen yeterlilikleri, öğretim stratejileri, öğretmen öğrenci oranı vb.- araştırmaya dahil edilememiştir. Sonuç olarak, öğretmenle ilişkili matematik okuryazarlığına etkileyebilecek potansiyel değişkenler analiz dışında bırakıldığından öğretmen davranışları veya öğretim yöntemleri gibi faktörler incelenememiştir.

Araştırmanın örneklemi, yalnızca Türkiye'de PISA 2022 değerlendirmesine katılan belirli okullarda öğrenim gören öğrencilerle sınırlıdır. Bu durum, bulguların genellenebilirliğini yalnızca bu örneklem grubuyla sınırlandırmaktadır.

PISA örneklemi, Türkiye'deki genel öğrenci popülasyonunu temsil etmek üzere tasarlanmış olsa da bazı alt grupların -örneğin, özel ihtiyaçları olan öğrenciler veya kırsal bölgelerdeki öğrenciler- yeterince temsil edilmemiş olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Araştırma, sadece PISA 2022 değerlendirmesine dayalı verilere odaklanmıştır. Bu durum, geçmiş yıllarda elde edilen PISA verileriyle bir karşılaştırma yapılmasını veya boylamsal bir analiz gerçekleştirilmesini sınırlamaktadır.

1.6. Tanımlar

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development/ Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı): Üye ülkeleriyle birlikte günümüzün acil politika sorunlarını ele almak için dünya çapında diğer ülkeler, kuruluşlar ve paydaşlarla birlikte çalışan uluslararası bir forum, bilgi merkezi ve kuruluştur. Hükümetler, politika yapıcılar ve vatandaşlarla birlikte, kanıta dayalı uluslararası standartlar oluşturmak ve bir dizi sosyal, ekonomik ve çevresel soruna çözüm bulmak için çalışmaktadırlar (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2024).

PISA (Programme for International Student Assessment/ Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı): OECD tarafından 1997 yılında başlatılmış ve üç yıllık döngülerle gerçekleştirilen uluslararası bir değerlendirme programı olup genel amacı bireylerin gelecekteki sahip olması beklenen bilgi ve becerileri değerlendirmektir (OECD, 2023b, s. 38).

ESCS (Economic, Social and Cultural Status/ ESKD (Ekonomik, Sosyal ve Kültürel Durum)): PISA 2022’de yer alan bir değişken olup aile geçmişiyle ilgili ebeveynlerin yıl olarak en yüksek eğitimi (PAREDINT), ebeveynlerin en yüksek mesleki statüsü (HISEI) ve ev eşyaları (HOMEPOS) şeklinde üç göstergenin kombinasyonundan elde edilen bileşik bir puandır (OECD, 2023c, ss. 263, 264).

HDM (Hierarchical Linear Modeling (HLM)/ Multilevel Modeling/ Hiyerarşik Doğrusal Modelleme): Çok düzeyli (aşamalı), hiyerarşik ve iç içe geçmiş veri yapılarını analiz etmede etkili olabilen bir analiz tekniğidir.

BÖLÜM 2

2. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Araştırmanın bu bölümünde, ilk olarak, fen veya okuma okuryazarlığı (başarısı veya performansı) ile ilgili araştırmalar uzak ilgili araştırmalar şeklinde tanımlanıp bunlar hakkındaki bilgiler tablo halinde yıla göre uzak tarihten yakın tarihe doğru sırasıyla verilmiştir. Daha sonra, matematik okuryazarlığı (başarısı veya performansı) ile ilgili araştırmalar yakın ilgili araştırmalar şeklinde tanımlanıp bunlar hakkındaki bilgiler tablo halinde yıla göre uzak tarihten yakın tarihe doğru sırasıyla verilmiştir. Son olarak, bu araştırmanın değişkenleriyle ilgili olan bulgular anlamlı bir bütün olacak şekilde paragraflar halinde ifade edilmiştir.

2.1. Uzak İlgili Araştırmalar

Tablo 2.1. Uzak ilgili araştırmalar

Yayın Türü	Amaç	Örneklem	Veri Analizi Tekniği	Bulgular
Makale	Öğrencilerin fen bilimlerindeki akademik başarısı üzerindeki öğretmen, okul ve sosyoekonomik çerçevedeki çeşitli etkileri incelemek* (Heyneman & Loxley, 1983, ss. 1162, 1172).	Afrika, Asya, Latin Amerika ve Orta Doğu'daki 18 ülkede bulunan, yaklaşık, 10 000 tane ilkokulda yer alan 50 000 tane öğretmen ile 260 000 tane öğrenci (Heyneman & Loxley, 1983, ss. 1162, 1170).	Doğrusal Regresyon*	Öğrencilerin öğrenimi üzerindeki en büyük etkinin okulların ve öğretmenlerin kalitesi olduğu sonucu elde edilmiştir. Ek olarak, düşük gelirli ülkelerde, ilkokuldaki okul ve öğretmen kalitesi akademik başarı üzerindeki etkili bir faktördür. Ayrıca, ülkelerdeki kişi başına düşen gelir düştükçe ilkokula giden öğrenciler benzer sürede daha az şey öğrenmektedir (Heyneman & Loxley, 1983, s. 1162).

Tablo 2.1. Uzak ilgili araştırmalar

Yayın Türü	Amaç	Örneklem	Veri Analizi Tekniği	Bulgular
Makale	Dört tür okul bölgesi harcamasını ortalama okul başarı düzeyleri ve okullardaki başarının sosyal dağılımı ile ilişkilendirmek için on ikinci sınıf öğrencilerinden oluşan ulusal temsili bir veri tabanını analiz etmek (Wenglinsky, 1998, s. 8).	Ulusal Eğitimsel İlerleme Değerlendirmesi (National Assessment of Educational Progress (NAEP)), ABD Ortak Veri Çekirdeği (U.S. Common Core of Data (CCD)), Öğretmen Maliyet Endeksi (Teacher Cost Index (TCI)) ve Okul Bölgesi Veri Kitabı (School District Data Book (SDDDB)) adlı dört kaynaktan sentezlenen bir veri tabanıyla, 182 okulda yer alan 7 217 tane 12. sınıf öğrencisi (Wenglinsky, 1998, s. 12).	HDM (Wenglinsky, 1998, s. 13)	Öğretim ve sermaye harcamalarının ortalama başarı düzeyleriyle ilişkili olmadığı ancak sosyoekonomik statü (SES) grupları arasındaki başarı farklılıklarıyla ilişkili olduğu bulunmuştur. Şöyle ki, daha düşük harcoma düzeylerinin okullar arasında daha büyük başarı farklarıyla ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. (Wenglinsky, 1998, s. 0)
Makale	TIMSS verileri üzerinden Gana'da okul kalitesi ve eşitliğin iyileştirilmesi ile ilişkili faktörleri çok düzeyli modeller yoluyla belirlemek (Frempong, 2010, s. 52).	TIMSS 2003 Gana verisi kullanılmıştır (Frempong, 2010, s. 50). Örneklem sayıları ifade edilmemiştir.	HDM (Frempong, 2010, ss. 50, 53, 54)	Öğrencilerin matematik sonuçlarında okullar arasında önemli bir farklılık olduğu. En başarılı öğrencilerin, yüksek eğitimli ebeveynlere sahip erkek öğrenciler olduğu (Frempong, 2010, s. 50).
Makale	Okul kalitesi ile sosyoekonomik dezavantaj arasındaki ilişkiyi araştırmaktır (Frempong vd., 2011, s. 819).	Sistemik anketten elde edilen verilerle, 15'ten az öğrencili 6. sınıfı olan okullar ve özel eğitim ihtiyacı olan öğrenciler için tasarlanmış okullar hariç, 6. sınıfa sahip tüm Güney Afrika ana akım devlet okulları olacak şekilde 998 okulda yer alan 34 015 tane 6. sınıf öğrencisi (Frempong vd., 2011, s. 826).	HDM (Frempong vd., 2011, s. 828)	Okulların, öğrencilerin sosyoekonomik geçmişlerinin ötesinde bir fark yarattığı. Öğrenciler, kendilerinin ve ebeveynlerinin öğrenme süreçlerine aktif olarak dahil oldukları okullarda en başarılı olup bu özelliklere sahip okulların, öğrencilerin sosyoekonomik dezavantajını telafi etme eğiliminde olduğu. Dezavantajlı geçmişlerden gelen öğrencilerin okullarda daha az başarılı olduğu. SES'in öğrencilerin başarı düzeyleri üzerindeki etkisinin yüksek başarılı okullarda daha yüksek olduğu (Frempong vd., 2011, s. 819).

Tablo 2.1. Uzak ilgili araştırmalar

Yayın Türü	Amaç	Örneklem	Veri Analizi Tekniği	Bulgular
Makale	Hong Kong'daki öğrencilerin fen başarısını etkileyen faktörleri araştırmak (Sun vd., 2012, s. 2108).	PISA 2006 Hong Kong verisi kullanılmış olup bu veri 146 okuldaki 4 645 tane 7. ila 11. sınıf öğrencisini içermektedir (Sun vd., 2012, s. 2111).	HDM (Sun vd., 2012, s. 2111)	Erkek öğrencilerin, yüksek SES'e sahip ailelerden gelen öğrencilerin, motivasyonu yüksek ve öz yeterliliği yüksek olan öğrencilerin ve ebeveynleri bilime çok değer veren öğrencilerin fen bilimlerinde başarı gösterme olasılıklarının daha yüksek olduğu. Okulların fen başarısı farklılıklarının okulun öğrenci kapasitesi, okul SES yapısı ve haftalık öğretim süresi ile açıklanabileceği. Okulun öğrenci kapasitesi ile fen başarısı arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermiştir (Sun vd., 2012, s. 2107).
Makale	Önemli öğrenci öz geçmişi (arka planı) ve önceki başarı faktörlerini kontrol ederek, öğretmenle ilgili faktörlerin "toplu olarak" öğrenci başarısı üzerindeki etkisini araştırmak (Ekmekci vd., 2019, s. 64).	ABD'nin Teksas eyaletinde yüksek yoksulluk oranına sahip bir kentsel okul bölgesinden 34 tane ilkokul ve ortaokul matematik öğretmeni (Ekmekci vd., 2019, s. 65).	HDM (Ekmekci vd., 2019, s. 67)	Öğrencilerin önceki matematik başarılarının daha sonraki matematik başarıları üzerinde en belirleyici faktör olmasının yanı sıra, öğretmenlerin öğretime yönelik matematik bilgilerinin ve matematik alanında lisans derecesine sahip olmalarının öğrencilerin matematik başarıları üzerinde önemli pozitif etkileri olduğu (Ekmekci vd., 2019, s. 57).
Yüksek Lisans Tezi	"PISA 2015 verilerine göre Türkiye'deki öğrencilerin fen okuryazarlığı başarısı yüksek olanlar ve okuma becerileri başarısı yüksek olan öğrencilerin matematik okuryazarlığı ile arasındaki ilişkinin nasıl olduğunu ortaya koymak ve öğrenci değişkenleri arasında ilişkinin düzeyini araştırmak." (Uluğ, 2019, s. 4)	PISA 2015 veri setiyle, Türkiye'deki 187 okulda yer alan 5 895 tane 15 yaşındaki öğrenci (Uluğ, 2019, s. 30).	Kantil Regresyon (Uluğ, 2019, s. 37)	Tüm kantil aralıklarında yani fen okuryazarlığı puanı ile okuma becerileri puanı arasındaki fark ne olursa olsun matematik okuryazarlığı değişkeninin bu farkı açıklamada istatistiksel olarak anlamlı olduğu (Uluğ, 2019, s. iii).

Tablo 2.1. Uzak ilgili araştırmalar

Yayın Türü	Amaç	Örneklem	Veri Analizi Tekniği	Bulgular
Yüksek Lisans Tezi	“PISA 2015 Türkiye ve Finlandiya verilerine göre okul özellikleri ile öğrencilerin okuma becerileri arasındaki ilişkiyi incelemek” (Yüksel, 2019, s. 7)	PISA 2015 veri setiyle, Türkiye'deki 187 okulda yer alan 5 895 tane ve Finlandiya'daki 168 okulda yer alan 5 882 tane 15 yaşındaki öğrenci (Yüksel, 2019, s. 32).	Çoklu Regresyon (Yüksel, 2019, s. 33)	“Finlandiya'nın okuma becerilerinin kız öğrenci oranında anlamlı, okul büyüklüğü yerleşim yeri, eğitim kaynaklarının kalitesi, internete bağlı bilgisayar oranı, öğretmen başına düşen öğrenci sayısı, öğretmen eksikliği değişkenlerinde ise anlamlı olmadığı. Türkiye'de ise eğitim kaynaklarının kalitesi, internete bağlı bilgisayar oranı, öğretmen başına düşen öğrenci sayısı, öğretmen eksikliği, kız öğrenci oranı anlamlı; okul büyüklüğü yerleşim yeri değişkenlerinde ise anlamlı olmadığı” (Yüksel, 2019, s. ii)
Makale	Güney Afrika'da matematikte eğitim teknolojisi kullanımı ile matematik başarısı arasındaki ilişkiyi araştırmak (Saal vd., 2019, s. 407).	TIMSS 2015 veri setiyle, Güney Afrika'daki 298 ilkokuldan 5. sınıf matematik öğretmenleri ve müdürleri ile 10 932 tane 5. sınıf öğrencisi (Saal vd., 2019, s. 411).	HDM (Saal vd., 2019, s. 412)	Öğrencilerin sadece %10'u sınıfta bilgisayar kullanan öğretmenler tarafından eğitilirken bu öğretmenlerin ise çok az bir kısmının bilgisayarları matematik hakkında çeşitli amaçlarla neredeyse her gün kullandığı. Bilgisayarı olan matematik sınıflarındaki öğrencilerin genellikle bilgisayarı olmayanlardan daha iyi performans gösterdiği (Saal vd., 2019, s. 405).
Makale	“PISA 2015 verisi kullanılarak Türkiye'deki 15 yaşındaki öğrencilerin fen okuryazarlığını etkileyen öğrenci ve okul düzeyindeki değişkenlerin araştırılması” (Özdemir vd., 2019, s. 722)	PISA 2015 veri setiyle, Türkiye'deki 187 okulda yer alan 15 yaşındaki 5 895 tane öğrenci (Özdemir vd., 2019, s. 724).	HDM (Özdemir vd., 2019, s. 724)	“Öğrenci düzeyinde en etkili değişken öğrencilerin “haftalık fen dersi süresi” olurken okul düzeyinde öğrenci başarısını en güçlü yordayan değişken ise “okulun fen bilimlerine özgü kaynakları” olduğu. Ayrıca, dikkat çekici bir sonuç ise, öğrencilerin okul dışındaki toplam çalışma süresiyle fen okuryazarlığı seviyeleri arasındaki negatif ilişki olduğu” (Özdemir vd., 2019, s. 720).

Tablo 2.1. Uzak ilgili araştırmalar

Yayın Türü	Amaç	Örneklem	Veri Analizi Tekniği	Bulgular
Makale	Yüksek test puanları elde eden ülkelerin ilkokullarında matematik çalışma yönetiminin kalite değerlendirmesinde öğrenci karakteristik değişkenlerinin ve eğitim kurumu karakteristik değişkenlerinin etkilerini incelemek ve matematik çalışma yönetiminin kalite değerlendirmesinde öğrenci karakteristik değişkenlerinin ve eğitim kurumu karakteristik değişkenlerinin benzerliklerini ve farklılıklarını karşılaştırmak (Sirikit vd., 2020, s. 7228).	TIMSS 2015 veri setiyle, Kore Cumhuriyeti'ndeki 100 okuldan 4 669 tane öğrenci, Singapur'daki 100 okuldan 6 517 tane öğrenci ve Hong Kong'daki 100 okuldan 3 600 tane öğrenci (Sirikit vd., 2020, s. 7227).	HDM (Sirikit vd., 2020, s. 7227)	Singapur için, toplam varyansın %1.52'sinin öğrenci düzeyinde ve %72.50'sinin okul düzeyinde; Kore Cumhuriyeti için, toplam varyansın %21.83'ünün öğrenci düzeyinde ve %62.88'inin okul düzeyinde; Hong Kong için, toplam varyansın %14.77'sinin öğrenci düzeyinde ve %44.82'sinin okul düzeyinde olduğu. Bunun yanında, öğrenci düzeyindeki değişkenlerin çok düzeyli analizi, matematik çalışma yönetiminin kalitesini etkileyen 7 değişken olduğu (Sirikit vd., 2020, s. 7227).
Makale	Özellikle biçimlendirici değerlendirme geri bildirimi ve ödev geri bildirimine odaklanarak, öğretmenin değerlendirme yetkinliğinin öğrencilerin bireysel öğrenme süreleri ve matematik başarıları arasındaki ilişki üzerindeki etkileşim etkilerine ilişkin önemli bulgulara katkıda bulunmak (Byeon & Kim, 2020, s. 602).	Seul Büyükşehir Eğitim Ofisi tarafından yürütölen Seul Eğitim Boylamsal Çalışması'nın (Seoul Educational Longitudinal Study (SELS)) birinci, beşinci ve altıncı dalga veri setleriyle, Kore'deki 207 ortaokulda yer alan 2 942 tane öğrenci ile 426 tane öğretmen (Byeon & Kim, 2020, s. 605).	HDM (Byeon & Kim, 2020, s. 606)	Öğrenci, öğretmen ve okul düzeyindeki ortak değişkenler kontrol edildiğinde, bir öğretmenin biçimlendirici değerlendirme geri bildiriminin matematik performansı üzerinde pozitif bir farklılaştırıcı etkiye sahip olduğu. Ek olarak, bireysel öğrenme süresinin matematik başarıları üzerindeki etkisinin, öğretmenlerin ev ödevi geri bildirimlerine önemli ölçüde bağlı olduğu. Öğretmen geri bildiriminin öğrencinin kendi kendine öğrenmesini ve akademik başarılarını teşvik etmede önemli bir rol oynadığı (Byeon & Kim, 2020, s. 601).
Makale	PISA 2015'teki doğrudan fen bilimleri ile ilgili değişkenlerin Türkiye ve Singapur örneklemi üzerinden öğrencilerin fen okuryazarlığını ne düzeyde yordadığını araştırmak ve iki ülke açısından benzerlik ve farklılıkları ortaya koymak (Karakoç Alatlđ, 2020, s. 25).	PISA 2015 veri setiyle, Türkiye'deki 177 okulda yer alan 4 643 tane ve Singapur'daki 163 okulda yer alan 5 037 tane 15 yaş grubundaki öğrenci (Karakoç Alatlđ, 2020, s. 26).	HDM (Karakoç Alatlđ, 2020, s. 29)	Öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarındaki farkın Türkiye örneklemini için yaklaşık %52'sinin, Singapur örneklemini için ise %34'ünün okullar arasındaki farklılıklardan kaynaklandığı. Öğrenci düzeyinde fene yönelik ilgi, araştırma temelli fen öğretimi ve öğrenimi uygulamaları, fen derslerinde öğretmen desteği, fen öz yeterliği, öğretmen merkezli fen öğretimi değişkenleri ve okul düzeyinde fen öğretmeni oranının her iki ülkede de fen okuryazarlığının anlamlı bir yordayıcısı olduğu (Karakoç Alatlđ, 2020, s. 17).

Tablo 2.1. Uzak ilgili araştırmalar

Yayın Türü	Amaç	Örneklem	Veri Analizi Tekniği	Bulgular
Makale	“Öğrencilerin fen performansı ile öğrenme ortamı, duygusal özellikler ve demografik özelliklerle ilgili bir dizi değişken arasındaki ilişkiyi HDM yaklaşımı kullanarak incelemek.” (Yıldız vd., 2020, s. 451)	PISA 2015 veri setiyle, Türkiye’deki 159 okulda yer alan 5 581 tane 9 ve 10. sınıf öğrencisi (Yıldız vd., 2020, s. 451).	HDM (Yıldız vd., 2020, s. 451)	Öğrencilerin fen performansı ile demografik özellikleri arasındaki ilişkinin, fen performansı ile duyuşsal alan ve öğrenme ortamı arasındaki ilişkiden daha güçlü olduğu. Öğrencilerin demografik özelliklerinden sosyoekonomik durum, cinsiyet ve sınıf düzeyi ile fen performansı arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu (Yıldız vd., 2020, s. 452).
Makale	PISA 2015 verisiyle iki bilimsel okuryazarlık ölçütü (içerik bilgisi ve "prosedürel ve epistemik" bilgi) ile ilişkili ABD okullarının özelliklerini incelemek (You vd., 2021, s. 406).	PISA 2015 veri setiyle, ABD’deki 177 okulda yer alan 5 712 öğrenci (%50’si kız; yaklaşık %74’ü 10. sınıf ve gerisi 7-12. sınıf düzeyinde) (You vd., 2021, s. 419).	HDM (You vd., 2021, s. 420)	Fen performansındaki toplam varyansın yaklaşık %21’i okullar arasında olduğu. Okul faktörleri kontrol edildikten sonra, öğrenci düzeyindeki sınıf, zevk, motivasyon ve ESKD (ESCS) değişkenlerinin fen okuryazarlığı ile anlamlı ve pozitif ilişkiye sahip olduğu. Fen içeriği bilgisinde erkekler lehine anlamlı bir cinsiyet farkı olduğu. Okul düzeyinde, tam modelden elde edilen sonuçlar, okul ESKD, iklim ve okul türünün tüm öğrencilerin performansının önemli yordayıcıları olduğu. Okul büyüklüğü, öğretmenlik deneyimi, mesleki gelişim katılımı ve fene özgü kaynakların başarıya önemli bir katkısı olmadığı. Hem düşük hem de orta-yüksek başarılı öğrenciler için en önemli okul faktörü okulun ortalama ESKD’si olduğu. PD katılımı ve okul iklimi, yalnızca ortalama ve yüksek performanslı gruplar için öğrenci performansı ile önemli ölçüde ilişkili olduğu (You vd., 2021, s. 406).

Tablo 2.1. Uzak ilgili araştırmalar

Yayın Türü	Amaç	Örneklem	Veri Analizi Tekniği	Bulgular
Makale	Türkiye'deki öğrencilerin okuma okuryazarlığını etkileyen hem öğrenci hem de okul düzeyindeki faktörleri araştırmak (Ertem, 2021, s. 251).	PISA 2018 veri setiyle, Türkiye'deki 186 okulda yer alan 15 yaşındaki 6 890 tane öğrenci (Ertem, 2021, s. 252).	HDM (Ertem, 2021, s. 253)	Öğrenci düzeyindeki test dili derslerindeki disiplin iklimi, okumaktan zevk alma, bilgi ve toplum teknolojileri (BTT) yeterliliği, ebeveyn duygusal desteği, algılanan ayrımcı iklim ve algılanan iş birliği değişkenleri okuma okuryazarlığını anlamlı şekilde yordarken, okuma okuryazarlığı aynı zamanda okul düzeyindeki okula dahil olan ebeveyn oranı, eğitim materyali eksikliği, öğrenmeyi engelleyen öğrenci davranışı ve öğrenmeyi engelleyen öğretmen davranışı değişkenleri tarafından da yordandığı. Öğrencilerin okuma okuryazarlığı puanları arasındaki varyansın %57'si okullar arasındaki farklılıklardan kaynaklandığı. Öğrenci düzeyindeki değişkenler olan test dili derslerindeki disiplin iklimi, okumadan zevk alma, BTT yeterliliği, ebeveyn duygusal desteği, algılanan ayrımcı iklim ve algılanan işbirliği okuma okuryazarlığını anlamlı şekilde yordadığı. Okuma okuryazarlığını anlamlı şekilde yordayan okul düzeyindeki değişkenlerin, okula dahil olan ebeveyn oranı, eğitim materyali eksikliği, öğrenmeyi engelleyen öğrenci davranışı ve öğrenmeyi engelleyen öğretmen davranışı şeklinde olduğu (Ertem, 2021, s. 248).
Makale	Türkiye'de öğrencilerin fen performanslarının okulla ilgili ve öğrenciyle ilgili faktörlerden nasıl etkilendiğini ve okul ESKD indeksinin (ESCS değişkeni) bağımsız bir değişken olarak hesaplanıp belirlendiği göz önünde bulunduruluğunda, öğrencilerin fen performanslarının okulla ilgili faktörlerden nasıl etkilendiğini belirlemek (Yetişir & Batı, 2021, s. 172).	PISA 2015 veri setiyle, Türkiye'deki 187 okulda yer alan 15 yaşındaki 5 895 tane öğrenci (Yetişir & Batı, 2021, s. 172).	HDM (Yetişir & Batı, 2021, s. 176)	Okulla ilgili faktörlerin, özellikle de personel eksikliği, öğrenci davranışları ve okul ESKD (okul ESCS) indekslerinin öğrencilerin fen performansları ile istatistiksel olarak ilişkili olduğu. Okul ESKD değişkeni kontrol edildiğinde, okul düzeyindeki değişkenlerin öğrencilerin fen performansları üzerinde daha yüksek bir etkiye sahip olduğu (Yetişir & Batı, 2021, s. 170).

Tablo 2.1. Uzak ilgili araştırmalar

Yayın Türü	Amaç	Örneklem	Veri Analizi Tekniği	Bulgular
Makale	Bir dizi öğrenci, aile, sınıf ve okul değişkeninin Suudi öğrencilerin 4. (ilkokul) ve 8. (ortaokul) sınıflarda matematik ve fen bilimlerindeki genel başarılarını tahmin etmedeki katkısını ve bu değişkenlerin öğrencilerin bu derslerdeki performanslarında gözlemlenen büyük cinsiyet farkına ne ölçüde katkıda bulunduğunu incelemek (Elsayed vd., 2022, s. 3).	TIMSS 2019 veri setiyle, Suudi Arabistan'daki 220 devlet ya da özel okulda yer alan 5 453 tane 4. sınıf öğrencisi (ortalama yaş 9.9; %49.6 erkek) ile 209 okulda yer alan 5 680 tane 8. sınıf öğrencisi (ortalama yaş 13.9; %49.2 erkek). Ayrıca, bu analizleri destekleme amaçlı Suudi Arabistan'ın ulusal uygulaması olan NALO (National Assessment of Learning Outcomes) 2018 veri seti de ayrıca analiz edilmiş olup bu veri setinde 964 devlet okulu, özel okul ve Kur'an okulunda yer alan 27 985 tane 4. sınıf öğrencisi (%50.2 erkek) ile aynı şekilde 939 okulda yer alan 30 157 tane 8. sınıf öğrencisi vardır (%49.6 erkek) (Elsayed vd., 2022, s. 7).	HDM (Elsayed vd., 2022, s. 8)	Okul ikliminin hem matematik hem de fen bilimlerinde, 4. sınıfta, kızlara kıyasla erkeklerin başarısıyla daha güçlü bir şekilde ilişkili olduğu, okul ikliminin daha kötü olduğu okullara devam eden erkeklerin bu tür okullara devam eden kızlara kıyasla önemli ölçüde daha düşük performansa sahip olduğu. Daha yüksek okuryazarlık ve aritmetik hazırbulunuşluğu kız ve erkek öğrenciler arasında daha yüksek fen başarısıyla ilişkili olduğu. Öğrenci devamsızlığının, 4. sınıfta, özellikle erkekler arasında matematik başarısındaki düşüşlerle güçlü biçimde ilişkili olduğu. Cinsiyet ile öğrencilerin, 8. sınıfta, fen bilimlerinde kendilerine ne kadar güvendikleri, okulların akademik başarıya ne kadar önem verdikleri ve öğretmenlerin yaşları ile ilişkili olduğu (Elsayed vd., 2022, s. 1).

Tabloda; örneklem, veri analizi tekniği, amaç bakımından bu çalışmayla daha uzak ilişkili olan araştırmalar hakkında bilgiler yer almaktadır. Ayrıca, PISA ya da TIMSS verilerini kullanan bazı çalışmaların örneklemini kayıp veriler çıkarılmadan önceki -tam- haliyle ifade edilmiştir.

* Bu bilgi araştırmada açıkça belirtilmemiş olup incelemeler sonucu elde edilen çıkarımdır.

2.2. Yakın İlgili Araştırmalar

Tablo 2.2. Yakın ilgili araştırmalar

Yayın Türü	Amaç	Örneklem	Veri Analizi Tekniği	Bulgular
Doktora Tezi	“Türkiye, Avrupa Birliği üye ülkeleri ve Avrupa Birliği aday ülkeleri olmak üzere farklı kültürlerde, insan ve fiziksel kaynakların öğrencilerin PISA 2003’teki matematik okuryazarlığına olan etkisinin incelenmesi.” (İş Güzel, 2006, s. vi)	PISA 2003 veri setiyle, Türkiye’den 159 okuldaki 4 855 öğrenci (%43’ü kız), Avrupa Birliği üye ülkelerinden 189 okuldaki 5 129 öğrenci (%49.3’ü kız) ve Avrupa Birliği aday ülkelerinden 185 okuldaki 4 419 öğrenci (%50.4’ü kız) (İş Güzel, 2006, ss. 67-69).	HDM (İş Güzel, 2006, s. vi)	“Türkiye ve Avrupa Birliği üye ve aday ülkelerinde, matematik okuryazarlığında başarılı olan öğrencilerde bulunan niteliklerin: üst sınıflarda bulunan, evlerinde daha fazla eğitim kaynağı bulunan, matematikte kendini yeterli görme yeterlilikleri yüksek olan, matematikte kaygı veya sıkıntı düzeyleri düşük olan, matematikte öz güven düzeyleri yüksek olan, ezberleme ve tekrar stratejilerini daha az tercih eden ve matematik derslerinde daha pozitif sınıf ortamı bulunan öğrenciler olduğu. Ayrıca, matematikte kendini yeterli görme yeterlilikleri bakımından okul ortalaması yüksek olan okulların, matematik okuryazarlığında daha başarılı olduğu. Türkiye ve Avrupa Birliği üye ülkelerinde, sınıf düzeyinin ve matematik derslerindeki sınıf ortamının matematik okuryazarlığına etkilerinin okuldan okula değiştiği. Avrupa Birliği aday ülkelerinde ise sınıf düzeyine ve matematik derslerindeki sınıf ortamına ek olarak matematikte kendini yeterli görme yeterliliğinin etkilerinin de okuldan okula değiştiği. Bunlara ek olarak, Türkiye’de okul mevcudu ve okuldaki matematik öğrenci-öğretmen oranı, matematik derslerindeki sınıf ortamını etkilediği; Avrupa Birliği aday ülkelerinde ise okulun akademik seçim ile ilgili özerkliği, sınıf düzeyini ve matematikte kendini yeterli görme yeterliliğini etkilediği.” (İş Güzel, 2006, s. vi, vii)

Tablo 2.2. Yakın ilgili araştırmalar

Yayın Türü	Amaç	Örneklem	Veri Analizi Tekniği	Bulgular
Makale	Heyneman and Loxley 1983'te, düşük gelirli ülkelerde okul düzeyindeki faktörlerin öğrenci düzeyindeki faktörlerle kıyaslandığında öğrenci başarısındaki varyansın daha büyük bir kısmını açıklayabileceğini söyler. Bu durum Heyneman-Loxley (HL) etkisi adını almıştır. Araştırma, gelişmekte olan bir ülke olan Filipinler'de boylamsal bir örneklemle HL etkisinin varlığını araştırmaktır (Huang, 2010, s. 288).	Kuzey Carolina Üniversitesi Carolina Nüfus Merkezi ve Filipinler Cebu San Carlos Üniversitesi Nüfus Çalışmaları Vakfı'ndan araştırmacılar tarafından Filipinler'den toplanan Cebu Boylamsal Sağlık ve Beslenme Araştırması (Cebu Longitudinal Health and Nutrition Survey (CLHNS)) veri setiyle, Filipinler'deki 60 okulda yer alan 1 790 tane 11.5 yaşındaki öğrenci (Huang, 2010, ss. 288, 290).	HDM (Huang, 2010, s. 291)	Bulgular bu örneklemde HL etkisinin var olmadığını desteklemekte olup okul düzeyindeki faktörlerin toplam varyansın sadece %3-5'lik kısmını açıkladığı. Ancak, okulların yüksek başarı puanları için önemli olduğu (Huang, 2010, s. 288).

Doktora Tezi “PISA 2003 ve 2012 uygulamasına katılan Finli ve Türk öğrencilerin matematik okuryazarlığı performansları ile ilişkili öğrenci ve okul düzeyindeki faktörlerin belirlenmesi ve farklılıkların ortaya konulması.” (Usta, 2014, s. 29)

PISA 2003 veri setinden Türkiye’deki 7 643 okulda yer alan 481 279 tane öğrenci ve Finlandiya’daki 707 okulda yer alan 57 884 tane öğrenci ile PISA 2012 veri setinden Türkiye’deki 10 967 okulda yer alan 866 681 tane öğrenci ve Finlandiya’daki 857 okulda yer alan 60 047 tane öğrenci (Örnekleme ağırlıklandırma işlemi uygulanmış halidir.) (Usta, 2014, s. 35).

HDM (Usta, 2014, s. 54)

“Matematik okuryazarlığı ile ilişkili önemli değişkenlerin başında okul öncesi eğitim geldiği. Okul öncesi eğitim alan öğrencilerin matematik başarıları daha yüksek olduğu. PISA 2012 çalışması sonuçlarına göre Finlandiya için anne eğitim düzeyi ile matematik okuryazarlığı arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu. Aynı şekilde, üst sosyoekonomik düzeydeki mesleklere sahip ebeveynlerin çocuklarının matematik okuryazarlığının manidar bir şekilde yüksek olduğu. Buna ek olarak sosyokültürel indeks ile matematik okuryazarlığı arasında manidar bir ilişki olduğu. Evdeki eğitim kaynaklarının kalitesi arttıkça Türkiye PISA 2012 çalışmasına ve Finlandiya PISA 2003 çalışmasına göre matematik okuryazarlığı da arttı. Tüm verilere göre, matematikte kendini yeterli görme ile matematikteki öz güven değişkenleri arasında manidar bir ilişki olduğu. Matematik dersinde disiplin ortamının, tüm Türkiye ya da tüm Finlandiya verilerine göre matematik başarıları ile manidar ilişki gösterdiği. Teknolojiyi eğlenme amacı ile kullanma değişkeni ise Türkiye’de matematik başarıları ile ilişkili değilken Finlandiya’da her iki yılda da negatif ilişkilidir. Okulun bulunduğu yerleşim yeri büyüklüğünün matematik okuryazarlığı ile ilişkisinin incelenmesi sonucunda Türkiye için PISA 2003 verilerine göre pozitif bir ilişki bulunurken, Finlandiya için PISA 2012 verilerine göre negatif bir ilişki bulunmuştur. Okuldaki öğrenci sayısı değişkeni PISA 2012 verilerine göre Türkiye için negatif ilişkili iken Finlandiya için ilişkili olmadığı. Okulda yapılan değerlendirme sıklığı değişkeni PISA 2012 çalışması verilerine göre Türkiye için pozitif yönde manidar olduğu. Öğrenci ve okul düzeyi değişkenlerinin ortak etki sonuçları incelenmiştir. Buna göre, Türkiye PISA 2003 ve PISA 2012 sonuçlarına göre okulun bulunduğu bölge büyük şehre doğru gittikçe sınıf disiplini ve matematik ders çalışma süresinde artış gözlemlendi. Türkiye PISA 2012 sonuçlarına göre; okul öncesi eğitim alma, anne mesleği, sosyokültürel indeks ve evdeki eğitim kaynakları değişkenleri ile okulun bulunduğu bölge değişkeninin ayrı ayrı ortak etkilerinin manidar olduğu.” (Usta, 2014, s. iv, v)

Tablo 2.2. Yakın ilgili araştırmalar

Yayın Türü	Amaç	Örneklem	Veri Analizi Tekniği	Bulgular
Makale	PISA 2012 verisiyle öğrenci düzeyinde duyuşsal özelliklerle ilgili değişkenler, okul düzeyinde kümelenmiş değişkenler ve öğrencilerin matematik okuryazarlığı performansı arasındaki ilişkileri incelemek (Thien vd., 2015, s. 4).	PISA 2012 veri setiyle; Endonezya'daki 209 okulda yer alan 5 622 tane öğrenci, Malezya'daki 164 okulda yer alan 5 197 tane öğrenci ile Tayland'daki 239 okulda yer alan 6 606 tane öğrenci (Thien vd., 2015, s. 6).	HDM (Thien vd., 2015, s. 7)	Üç ülkede öğrenci ve okul düzeyindeki değişkenler ile matematik performansı arasında farklı ilişki örüntüleri olduğu. Ortak öğrenci düzeyi değişkeni olan öğrenme çıktılarına yönelik tutumların, Endonezya, Malezya ve Tayland modelleri için puanlarda bir artışı yordadığı. Öğrenci düzeyinde, matematik okuryazarlığı performansı üzerindeki en güçlü yordayıcının hem Endonezya hem de Malezya modelleri için matematik öz yeterliği ve Tayland Modeli için azim olduğu. Okul düzeyinde, okul matematik öz-yeterlik ortalamasının Endonezya modelinde matematik performansının en güçlü yordayıcısı olduğu; Tayland modelinde problem çözmeye açıklık ortalaması, okulun araçsal motivasyon ortalaması, matematik davranışı ve öğrenme çıktılarına yönelik tutum ortalamasının Malezya modeli için puanlarda düşüşü yordadığı (Thien vd., 2015, s. 1).

Tablo 2.2. Yakın ilgili araştırmalar

Yayın Türü	Amaç	Örneklem	Veri Analizi Tekniği	Bulgular
Makale	Malezyalı ve Singapurlu öğrencilerin duyuşsal özelliklerinin matematik öz-yeterliği, matematikte benlik algısı, araçsal motivasyon, içsel motivasyon ve matematik kaygısı açısından PISA 2012'deki OECD ortalamasına kıyasla ne ölçüde başarılı olduğunu incelemek. Bunun yanında, Malezya ve Singapur'daki öğrenci özgeçmiş faktörlerini kontrol ettikten sonra öğrencilerin duyuşsal özelliklerinin matematik performansı üzerindeki etkisini incelemek. Son olarak, ESKD (ESCS) ortalamasının ve okul düzeyindeki erkek öğrenci oranının matematik performansı üzerindeki etkisini incelemek (Thien & Ong, 2015, ss. 2, 3).	PISA 2012 veri setiyle, Malezya ve Singapur'daki sırasıyla 164 ve 172 tane okulda yer alan 5 197 ve 5 546 tane öğrenci (Cinsiyet oranı yaklaşık olarak yarı yarıyadır.) (Thien & Ong, 2015, s. 6).	HDM (Thien & Ong, 2015, s. 6)	Malezya ve Singapur'da ESKD (ESCS) indeksi, matematik öz-yeterliği ve matematik kaygısının öğrenci düzeyinde matematik performansı üzerinde anlamlı etkileri olduğu. Okul düzeyinde erkek öğrenci oranının hem Malezyalı hem de Singapurlu öğrenciler için matematik performansı üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı. Okul düzeyinde ESKD ortalamasının Malezya'da matematik performansı üzerinde pozitif ve anlamlı etkileri olduğu ancak Singapur'da olmadığı (Thien & Ong, 2015, s. 1).
Doktora Tezi	“Öğrenci ve okul kaynaklı faktörlerin, TIMSS matematik başarılarına etkisinin incelenmesi.” (Aydın, 2015, s. 28)	TIMSS 2011 veri setiyle, Türkiye'deki 239 okulda yer alan 8. sınıf düzeyindeki 6 928 tane öğrenci (Aydın, 2015, s. 81).	HDM (Aydın, 2015, s. 79)	“Öğrenci düzeyinde, öğrenci öz güven düzeyinin, sınıf düzeyinde öğretmenlerin okula ilişkin tutumlarının ve okul düzeyinde ise okulun ekonomik statüsünün ilgili düzeylerden matematik başarısını etkileyen en önemli değişkenler olduğu” (Aydın, 2015, s. V)
Makale	Literatürdeki eksiklikleri gidermek ve Türkiye'de PISA 2012 problem çözme başarısını okul ve öğrenci düzeyinde etkileyen değişkenleri belirlemek (Yavuz & Atar, 2016, s. 25).	PISA 2012 veri setiyle, Türkiye'deki 170 okulda yer alan 4 848 tane öğrenci (Yavuz & Atar, 2016, s. 25).	HDM (Yavuz & Atar, 2016, s. 26)	Öğrenci düzeyindeki değişkenler: cinsiyet, okula devam, problem çözmeye açıklık ve çözüme ulaşma azmi ve okul düzeyindeki değişkenler: okul türü, eğitim kaynakları, okul terk oranları ve öğrenci/matematik öğretmeni oranı şeklindedir. Açıklık ve azim dışındaki tüm değişkenlerin öğrencilerin problem çözme başarı puanları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu. Problem çözme başarı puanlarındaki toplam varyansın yüzde 54'ünün okulların ortalama başarıları arasındaki farklardan kaynaklandığı (Yavuz & Atar, 2016, s. 24).

Tablo 2.2. Yakın ilgili araştırmalar

Yayın Türü	Amaç	Örneklem	Veri Analizi Tekniği	Bulgular
Makale	PISA 2009 ve PISA 2012 veri setleriyle, Malezyalı öğrencilerin matematik okuryazarlığı performansını cinsiyet ve sosyoekonomik açılardan incelemek (Thien, 2016, s. 660).	PISA 2009 veri setinden, Malezya'daki 152 okulda yer alan 2 579'u kız ve 2 420'si erkek şeklinde toplam 4 999 tane öğrenci ile PISA 2012 veri setinden, Malezya'daki 164 okulda yer alan 2 452'si kız ve 2 745'i erkek şeklinde toplam 5 197 tane öğrenci (Thien, 2016, s. 660).	HDM (Thien, 2016, s. 660)	PISA 2012'de kızların matematik okuryazarlığında erkeklerden daha yüksek puan almasının yanı sıra kızların her üç matematiksel içerik kategorisinde ve süreçlerinde erkeklerden önemli ölçüde daha iyi performans gösterdiği. Öğrenci ve okul düzeyinde sosyoekonomik durum kontrol edildikten sonra kız ve erkek öğrencilerin eşit performans gösterdiği. PISA 2009 ve PISA 2012'de ESKD indeksindeki artışın öğrencilerin matematik okuryazarlığı performansını anlamlı düzeyde artırdığı. Aynı zamanda, okul düzeyinde de ortalama ESKD ile matematik okuryazarlığı performansı arasında anlamlı düzeyde pozitif bir ilişki olduğu. Analizler sonucunda, okullar arası açıklanan varyansın toplam varyansın yaklaşık yarısından fazlasını oluşturduğu (Thien, 2016, s. 657).
Makale	Hangi öğrenci, öğretmen ve okul düzeyindeki değişkenlerin Gana'daki 8. sınıf öğrencilerinin TIMSS 2011'deki performansına önemli ölçüde katkıda bulunduğunu ortaya koymak (Butakor vd., 2017, s. 318).	TIMSS 2011 veri setiyle, Gana'daki 163 okulda yer alan 170 tane matematik öğretmeni ile %52'si erkek 7 323 tane öğrenci (Butakor vd., 2017, s. 319).	HDM (Butakor vd., 2017, s. 320)	Gana'daki eğitim sisteminin diğer eğitim sistemlerine benzer olmasına rağmen diğer eğitim sistemlerinden farklı olarak, öğrencilerin matematik başarısındaki farklılığın esas olarak okul faktörlerinden kaynaklandığı. Öğrencilerin matematikteki düşük performansının öğretmenlerin yetersiz hazırlığına, düşük düşünme becerilerine odaklanılmasına, ev ödevlerinin tutarsız kullanımına, öğrencileri öğrenmeye dahil etmedeki başarısızlığa, kız öğrencilerin ilerleme kaydetmemesine, öğrencilerin matematiğe olan ilgi ve güven eksikliğine ve öğrencilerin düşük eğitim isteklerine atfedilebileceği (Butakor vd., 2017, s. 316).

Tablo 2.2. Yakın ilgili araştırmalar

Yayın Türü	Amaç	Örneklem	Veri Analizi Tekniği	Bulgular
Makale	PISA 2012’de Türk öğrencilerin matematik performanslarını izlemek için HDM kullanarak öğrenci ve okul düzeyinde çeşitli faktörleri incelemek (Atalay Kabasakal vd., 2017, s. 547).	PISA 2012 veri setiyle, nihai örneklem, Türkiye’deki 128 okulda yer alan 4 236 tane öğrenci (Atalay Kabasakal vd., 2017, s. 548).	HDM (Atalay Kabasakal vd., 2017, s. 550)	“Matematik başarısındaki değişiminin (varyansın) %64’ünün okullar arasındaki farklılıklardan oluştuğu. Matematiğe yönelik tutumlar ile ilişkili olan değişkenlerin matematik başarısı üzerine önemli etkileri olduğu. Matematik öz yeterliliğinin matematik başarısı üzerinde en çok etkiye sahip olan değişken olduğu. Okul düzeyinde değişkenlere bakıldığında; matematik öğretmenlerinin oranın, bir okulun ortalama matematik başarısının güçlü bir yordayıcısı olduğu. Öğrenci-öğretmen oranının okul düzeyindeki matematik başarısının tek negatif yordayıcısı olduğu. Okul düzeyi değişkenlerinin, ortalama matematik başarısındaki okullar arasındaki varyansın %44.1’ini açıkladığı.” (Atalay Kabasakal vd., 2017, s. 544)
Makale	“Türkiye örnekleminde öğrencilerin matematik okuryazarlığı performanslarının öğrenci ve okul düzeylerine göre farklılık gösterip göstermediğini belirlenmesi ve iki düzeyli bu yapıda hangi değişkenlerin anlamlı bir etkiye sahip olduğunun ortaya çıkarılması.” (Aksu vd., 2017, s. 250)	PISA 2012 veri setiyle, Türkiye’deki 170 okulda yer alan 4 848 tane öğrenci (%48.9’u kız) (Aksu vd., 2017, s. 251).	HDM (Aksu vd., 2017, s. 252)	“Öğrenci düzeyinde cinsiyet, okul türü, motivasyon, özyeterlik, tutum, davranış kontrolü, başarısızlık sebepleri, çalışma disiplini, anne eğitim, baba eğitim, bilgisayar sahipliği, yaş ve tablet sahipliği değişkenlerinin okullardaki matematik okuryazarlığı üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak manidar olduğu. Okul düzeyindeki değişkenlerden matematik okuryazarlığını yordamada okulun gelirleri, okuldaki matematik öğretmeni sayısı, okuldaki toplam öğrenci sayısı, okuldaki öğretmen öğrenci oranı ve öğretmenin morali değişkenlerinin anlamlı bir etkiye sahip olduğu. Öğrencilerin matematik okuryazarlığı puanları arasındaki farklılığın yaklaşık %63.17’sinin okullar arasındaki farklılıktan kaynaklandığı.” (Aksu vd., 2017, s. 247)

Tablo 2.2. Yakın ilgili araştırmalar

Yayın Türü	Amaç	Örneklem	Veri Analizi Tekniği	Bulgular
Makale	PISA 2012'ye Türkiye ve Hollanda'dan katılan öğrencilerin matematik başarılarına ilişkin örtük sınıfları belirlemek ve belirlenen sınıfları kullanarak i) matematik derslerinde öğretmen desteğinin, ii) öğretim sürecindeki öğretmen davranışlarının, iii) öğretmenlerin bilişsel aktivasyon stratejilerini kullanmalarının ve iv) öğretmenlerin öğrenci başarısına odaklanmalarının yordama gücünü çok düzeyli bir yaklaşımla tespit etmek (Yalçın, 2017, s. 175).	PISA 2012 veri setiyle, kayıp veriler halledildikten sonra, Hollanda'daki 156 okulda yer alan 2 541 tane öğrenci ile Türkiye'deki 168 okulda yer alan 3 210 tane öğrenci (Bu sayılar ham olup, öğrenci nihai ağırlıkları analizlere dahil edilerek analizler gerçekleştirilmiştir) (Yalçın, 2017, s. 176).	Çok düzeyli örtük sınıf analizi/ multilevel latent class analysis (MLCA) (Yalçın, 2017, s. 176)	Her iki ülke için de öğrenci odaklılık, öğretmenin öğrenci başarısına odaklanması ve biçimlendirici değerlendirme ile ilgili öğretmen davranışlarının matematik başarısını yordadığı. Türkiye için çok düşük, düşük ve düşük-orta düzeylerde, Hollanda için ise orta ve orta-yüksek düzeylerde öğrenci odaklılık ve biçimlendirici değerlendirmeye ilişkin öğretmen davranışının yüksek olmasının okul başarısında önemli bir rol oynadığı. Ayrıca, düşük veya orta düzeyde başarıya sahip öğrencilerin öğretmen özelliklerinden/davranışlarından daha fazla etkilendikleri (Yalçın, 2017, s. 174).
Makale	ABD'nin Teksas eyaletindeki 5. ve 8. sınıf öğrencilerinin matematik performansına ilişkin veriyle bölge düzeyindeki değişkenlerin iki geçiş sınıfı düzeyinde öğrencilerin matematik başarıları üzerindeki etkisini araştırmak (Tang vd., 2020, s. 2).	STAAR (State of Texas Assessments of Academic Readiness) matematik testi veri setiyle, üç akademik yıl boyunca (2016-2019) ABD'nin Teksas eyaletindeki 1 170 devlet okulunda yer alan, 2016-2017'de öğrenim gören 1140 tane 5. sınıf ve 1109 tane 8. sınıf öğrencisi, 2017-2018'de öğrenim gören 1146 tane 5. sınıf ve 1113 tane 8. sınıf öğrencisi ile 2018-2019'da öğrenim gören 1148 tane 5. sınıf ve 1120 tane 8. sınıf öğrencisi (Tang vd., 2020, ss. 4, 5).	HDM (Tang vd., 2020, s. 5)	Teksas okul bölgelerinin zaman içinde üç performans düzeyinde de öğrencilerin yüzdesinde olumlu yönde gelişme olduğu. Önemli pozitif faktörlerin İngilizce öğrenen öğrencilerin yüzdesi ve müdürün deneyim yılı; önemli negatif faktörlerin ise ekonomik açıdan zor durumdaki öğrencilerin yüzdesi, öğrenci hareketlilik oranı ve öğretmen değişimi oranı olduğu (Tang vd., 2020, s. 1).

Tablo 2.2. Yakın ilgili araştırmalar

Yayın Türü	Amaç	Örneklem	Veri Analizi Tekniği	Bulgular
Yüksek Lisans Tezi	Türkiye'de matematik alanındaki bölgesel başarı farklarını araştırmak ve her bir bölge için matematik alanındaki başarı farkını açıklayabilecek değişkenleri bulmak (Tunç, 2020, s. 8).	PISA 2015 veri setiyle, Türkiye'nin 61 ilinden ve 12 bölgeyi temsil eden 187 okulda yer alan 15 yaşındaki 5 895 tane öğrenci (Tunç, 2020, s. 59).	HDM (Tunç, 2020, s. 47)	“Ege Bölgesi’ndeki öğrencilerin matematik başarıları ile Orta Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu’daki öğrencilerin başarıları arasında anlamlı düzeyde fark olduğu. Ayrıca, Doğu Karadeniz Bölgesi’ndeki öğrencilerin başarıları ile Ege Bölgesi’ndeki öğrencilerin başarıları arasında sınırda olan bir anlamlı farklılık olduğu. Aile değişkenleri kontrol edildiğinde; sadece Ege Bölgesi ve Doğu Karadeniz Bölgesi arasında anlamlı düzeyde farklılık olduğu, Ege Bölgesi ile Orta Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri arasındaki anlamlı farkın ortadan kalktığı. Okul değişkenleri kontrol edildiğinde; Ege Bölgesi ile Orta Doğu Anadolu ve Güney Doğu Anadolu Bölgeleri arasında anlamlı farklılığın devam ettiği, diğer taraftan, Ege Bölgesi ile Doğu Karadeniz Bölgesi arasındaki sınırda anlamlı farklılığın ortadan kalktığı. Hem aile hem okul değişkenleri kontrol edildiğinde Ege Bölgesi ile diğer hiçbir bölge arasında öğrencilerin matematik başarıları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı.” (Tunç, 2020, s. vi, vii)
Yüksek Lisans Tezi	Çeşitli ülkelerdeki öğrencilerin matematik okuryazarlığı düzeylerini açıklayan matematikle ilgili duyuşsal faktörler (matematik öz-inançları: matematik öz-yeterliliği, matematik öz-kavram (matematikte benlik algısı) ve matematik kaygısı; matematikle ilgili etkinliklere eğilim ve katılım; matematik niyetleri ve matematik davranışları; motivasyonel faktörler: matematik için araçsal motivasyon ve matematik ilgisi) arasındaki ilişkileri araştırmak (Barut, 2020, s. 5).	PISA 2012 veri setiyle, Brezilya’dan 5506, Norveç’ten 4686, Singapur’dan 5546 ve Türkiye’den 4848 tane öğrenci (Barut, 2020, s. 32).	Çoklu Doğrusal Regresyon (Barut, 2020, s. 43)	“Bağımsız değişkenler matematik ile ilgili duyuşsal faktörler olup bunlar: matematiksel davranış, matematik öz-yeterlilik algısı, matematik öz-kavram, matematik kaygısı, matematiğe yönelik araçsal motivasyon, matematik çalışma ahlakı ve matematik ilgisi şeklindedir. Her ülke için tüm faktörlerin öğrencilerin matematik okuryazarlığı üzerinde önemli bir etkisi olduğu. Genel olarak, seçilen dört ülke için matematiğe yönelik araçsal motivasyon, matematik çalışma ahlakı ve matematik ilgisi değişkenlerinin matematik okuryazarlığı ile aynı doğrultuda ilişkiye sahip olduğu, matematiksel davranış, matematik öz-yeterlilik algısı, matematik öz-kavram (matematikte benlik algısı) ve matematik kaygısı değişkenlerinin matematik okuryazarlığı ile ilişkisinin seçilen ülkeler için farklılıklar gösterdiği.” (Barut, 2020, s. iv)

Tablo 2.2. Yakın ilgili araştırmalar

Yayın Türü	Amaç	Örneklem	Veri Analizi Tekniği	Bulgular
Makale	SES ile matematik başarısı arasındaki ilişkinin büyüklüğünü ortaya koymak ve SES'in ötesinde öğrenci ve okul düzeyindeki faktörlerin rolünü incelemek (Ersan & Rodriguez, 2020, s. 9).	TIMSS 2015 veri setiyle, Türkiye'deki 242 okulda yer alan, %49.2'si kız, 6 456 tane 4. sınıf öğrencisi (Ersan & Rodriguez, 2020, s. 11).	HDM (Ersan & Rodriguez, 2020, s. 13)	Hem öğrenci hem de okul düzeyinde SES'in matematik başarısı ile ilgili baskın bir faktör olduğu ve okul düzeyinde çok daha güçlü bir yordayıcı olduğu. Erken okuryazarlık ve aritmetik etkinlikleri, okul öncesi eğitim, içsel motivasyon ve öğretime katılımın okullarda daha yüksek başarı ile anlamlı ve pozitif ilişkili olduğu. Okul düzeyindeki değişkenler arasında, SES'in varlığında, okulların matematik puanları ile öğretim kalitesi ve okula hazır bulunuşluk arasında anlamlı ve pozitif ilişkiler olduğu (Ersan & Rodriguez, 2020, s. 1).
Makale	Türkiye'nin farklı bölgelerinde yer alan okullarda öğrenci, aile ve okulla ilişkili faktörlerin her birinin 4. sınıf öğrencilerinin matematik başarısını diğer(ler)inden ne kadar iyi yordadığını belirlemek (Tomul vd., 2021, s. 7).	TIMSS 2015 veri setiyle, Türkiye'deki 260 okulda yer alan 6 435 tane 4. sınıf öğrencisi (Tomul vd., 2021, s. 8).	Tek Düzeyli Çoklu Doğrusal Regresyon (Tomul vd., 2021, s. 13)	En fazla varyansın (%52) köy okullarında, en az varyansın (%44) ise kentsel alanda bulunan okullarda açıkladığı. Öğrenci, aile ve okulla ilgili tüm özellik setleri başarı ile anlamlı şekilde ilişkili olup öğrenciyle ilgili özelliklerin başarıdaki en büyük varyans miktarını açıkladığı. Öğrencilerin matematiğe olan güveni neredeyse en yüksek açıklanan varyansa sahip olduğu ve erken sayısal görevler, okula devamsızlık, ebeveynlerin en yüksek eğitim seviyesi, ebeveynlerin en yüksek meslek seviyesi, okul öncesi erken sayısal faaliyetler tüm bölgelerdeki okullarda öğrencilerin matematik başarısında küçük miktarlarda varyans açıkladıkları (Tomul vd., 2021, s. 1).
Makale	"Türkiye'de PISA 2012 uygulamasına katılan 15 yaş öğrencilerin matematik dersine yönelik duyuşsal ve sosyoekonomik özelliklerin matematik başarısını hem ayrı ayrı hem de birlikte etkileşimli olarak yordama durumunu belirlemek." (Okatan & Tomul, 2021, s. 107)	PISA 2012 veri setiyle, İstatistikî Bölge Birimleri Sınıflaması (İBBS) Düzey 1'e göre 12 bölgeyi temsil eden Türkiye'nin 57 ilindeki 170 okulda yer alan 4 848 tane öğrenci (Okatan & Tomul, 2021, ss. 107, 108).	Hiyerarşik Çoklu Doğrusal Regresyon (Okatan & Tomul, 2021, s. 109)	"Öğrencinin matematik dersine ilişkin sosyoekonomik ve duyuşsal özelliklerinin birlikte ve ayrı ayrı matematik başarısını anlamlı yordadığı. Annenin eğitim durumunun babanın eğitim durumuna göre matematik başarısını daha iyi yordadığı. Matematik başarısı üzerinde sosyoekonomik özelliklerden öğrencinin ESKD (ESCS) indeksi değişkeninin, duyuşsal özelliklerden ise matematik öz-yeterlik değişkeninin diğer değişkenlerden daha etkili olduğu." (Okatan & Tomul, 2021, s. 98)

Tablo 2.2. Yakın ilgili araştırmalar

Yayın Türü	Amaç	Örneklem	Veri Analizi Tekniği	Bulgular
Makale	Finlandiyalı ve Danimarkalı öğrencilerin matematik başarılarının farklılaşıp farklılaşmadığını ve varsa hangi öğrenci düzeyindeki faktörlerin başarı farklarını açıkladığını ve okul düzeyindeki faktörlerden öğretmenlerin karar alma sürecine katılımının ve öğretmen moralinin Finlandiya ve Danimarka'daki başarı farklarını açıklayıp açıklamadığını araştırmak (Seo & Kim, 2022, s. 162).	PISA 2012 veri setiyle, nihai örneklem, Danimarka'daki 240 okulda yer alan tane 4 809 öğrenci ile Finlandiya'daki 250 okulda yer alan 6 682 tane öğrenci (Seo & Kim, 2022, s. 166).	HDM (Seo & Kim, 2022, s. 167)	Finlandiyalı öğrencilerin matematik başarısında Danimarkalı akranlarından daha iyi performans gösterdiği ve okullar arası homojenlik ve cinsiyet eşitliğinin Finlandiya'da Danimarka'ya göre daha belirgin olduğu. Bununla birlikte, hem öğretmenlerin karar alma sürecine katılımının hem de öğretmen moralinin Finlandiya ve Danimarka'daki öğrencilerin matematik başarısıyla ilişkili olmadığı. Çeşitli öğrenci ve okul düzeyindeki faktörler ayarlandığında, hem öğretmenlerin karar alma sürecine katılımının hem de öğretmen moralinin 15 yaşındaki Finlandiyalı ve Danimarkalı öğrenciler arasında doğrudan öğrenci başarısında iyileşmeye dönüşmediği (Seo & Kim, 2022, s. 162).
Makale	Bilgi ve İletişim Teknolojisi (BİT/ Information and Communication Technology (ICT)) altyapısı, okul içinde ve dışında BİT kullanımı ve erişilebilirliği ile öğrencilerin BİT'e yönelik tutumları ve son on yıldaki tüm PISA anketlerinde (2009, 2012, 2015 ve 2018) ölçülen öğrencilerin matematik ve fen becerileri arasındaki ilişkiyi araştırmak (Courtney vd., 2022, s. 2).	PISA 2009, 2012, 2015 ve 2018 veri setleriyle, eksik veriler halledildikten ve 10'dan az öğrencisi olan okullar çıkarıldıktan sonra, sırasıyla dört veri setindeki 44, 43, 45 ve 49 ülkedeki 9 123, 9 923, 7 726 ve 8 261 okulda yer alan 247 352, 243 060, 194 399 ve 212 652 tane öğrenci (Courtney vd., 2022, ss. 7, 8).	HDM (Courtney vd., 2022, s. 12)	BİT erişilebilirliğindeki ve hem okul içinde hem de dışında BİT kullanımındaki artışın öğrenme çıktılarıyla negatif bir ilişkisi olduğu, öğrencilerin BİT'e yönelik olumlu tutumlarının ise güçlü bir pozitif ilişki gösterdiği. Ancak, öğrencilerin BİT kullanımıyla ilgili özerklik algıları akademik performansla en güçlü ilişkiye sahip olduğu. Hem okul içinde hem de dışında ve konuyla ilgili olsun ya da olmasın, öğrencilerin BİT kullanımının neredeyse tüm biçimlerinin matematik veya fen bilimlerindeki öğrenci performansı ile önemli bir pozitif ilişkisi olmadığı. Buna karşılık, öğrencilerin BİT'e yönelik daha yüksek tutumu, BİT'e olan güveni, BİT'in faydasına olan inancı ve özerk kullanımı -çalışmanın dört yılının her biri için- daha yüksek matematik ve fen performansı ile ilişkili olduğu. Ayrıca, ülkenin kişi başına düşen Gayrisafi Yurt İçi Hasılasının (GSYİH/ Gross domestic product (GDP)) öğrenci performansı ile tutarlı bir ilişkisi olmazken, bir okulun müfredat dışı faaliyetler sunmasının ilişkili olduğu (Courtney vd., 2022, ss. 1, 8).

Tablo 2.2. Yakın ilgili araştırmalar

Yayın Türü	Amaç	Örneklem	Veri Analizi Tekniği	Bulgular
Makale	Türkiye PISA 2018 örnekleminde ekonomik, sosyal ve kültürel kaynaklar ile akademik başarı arasındaki yordayıcı ilişkiyi incelemek (Esen & Adıgüzel, 2023, s. 931).	PISA 2018 veri setiyle, Türkiye’deki 12 bölgeden 186 okulda yer alan 6 890 tane öğrenci (Esen & Adıgüzel, 2023, s. 931).	Basit ve Çoklu Doğrusal Regresyon (Esen & Adıgüzel, 2023, ss. 933, 934)	“ESKD (ESCS) indeksinin hem devlet okulu hem de özel okullar bağlamında öğrencilerin okuma, matematik ve fen okuryazarlığı puanlarının istatistiksel olarak anlamlı bir yordayıcısı olduğu. ESKD indeksinin özel okullar bağlamında devlet okullarına göre akademik başarının daha etkili bir yordayıcısı olduğu. ESKD değişkenleri açısından bilişim (ICT) kaynakları indeksinin üç puan türünde de akademik başarının anlamlı bir yordayıcısı olduğu. Bilişim (ICT) kaynakları indeksinin diğer ESKD değişkenleri olan eğitim kaynakları indeksi, ebeveyn eğitim düzeyi ve ebeveyn mesleki düzeyine kıyasla akademik başarının açıklanmasında daha etkili bir yordayıcı olduğu.” (Esen & Adıgüzel, 2023, s. 925)
Makale	PISA 2012 verilerini kullanarak, öğrenci-öğretmen ilişkilerinin (STR) AB ülkeleri arasında matematik motivasyonunu nasıl etkilediğini araştırmak (Desmet vd., 2023, s. 271).	PISA 2012 veri setiyle, 24 Avrupa Birliği üyesi ülkedeki (Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, Macaristan, İrlanda, İtalya, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Hollanda, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, Slovenya, İspanya, İsveç ve Birleşik Krallık) %49.7’si kız 183 277 tane öğrenci (Desmet vd., 2023, ss. 277, 278).	HDM (Desmet vd., 2023, s. 279)	Pozitif STR’nin (öğrenci-öğretmen ilişkisi) daha yüksek motivasyonla ilişkili olduğu. Yüksek yetenekli öğrenciler, erkekler ve yüksek ESKD (ESCS) öğrencilerinin daha yüksek motivasyona sahip olduğu ancak STR ile düşük veya yüksek yetenek arasında istatistiksel olarak anlamlı bir etkileşim olmadığı. Sınıf mevcudu, yetenek gruplaması ve öğretmen niyetlerinin matematik motivasyonu üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olmadığı. Genel olarak, olumlu STR algılarının matematikte öğrenci motivasyonunu olumlu yönde etkileyebileceği ve bu etkinin farklı demografik gruplar arasında tutarlı olduğu. Dolayısıyla, STR ve motivasyonla ilgili genel eğilimler yüksek başarılı popülasyonlar için de geçerli olduğu (Desmet vd., 2023, s. 271).
Makale	Lübnanlı öğrencilerin TIMSS verilerini, dil ve diğer ev faktörlerinin öğrencilerin matematik performansı üzerindeki etkisini daha iyi anlamak için incelemek (Younes vd., 2023, s. 6).	TIMSS 2015 ve 2019 veri setleriyle, sırasıyla Lübnan’daki 138 okulda yer alan 3 873 tane ile 204 okulda yer alan 4 730 tane öğrenci (Younes vd., 2023, s. 6).	Bağımsız T-testi ve HDM (Younes vd., 2023, s. 7)	Evde test dilinin konuşulmamasının ve SES ile ilgili diğer faktörlerin öğrencilerin matematik puanlarına farklı ancak çoğunlukla anlamlı katkıları olduğu (Younes vd., 2023, s. 1).

Tablo 2.2. Yakın ilgili araştırmalar

Yayın Türü	Amaç	Örneklem	Veri Analizi Tekniği	Bulgular
Yüksek Lisans Tezi	“PISA 2018’de okuldaki rekabet ortamıyla ilgili öğrenci görüşlerinin ve okul olanaklarının, öğrencilerin Matematik okuryazarlıkları ile ilişkisini incelemek.” (İşbildi, 2023, s. 7)	PISA 2018 veri setiyle, Türkiye’deki 12 bölgeden 186 okulda yer alan 6 890 tane öğrenci (İşbildi, 2023, s. 66).	HDM (İşbildi, 2023, s. 70)	Öğrencilerin birbiriyle yarışıyor gibi görünmesi değişkeninin matematik okuryazarlığı ile ilişkili olmadığı. “Öğrencilerin rekabete değer veriyor gibi görünmesi ve öğrencilerin birbiriyle karşılaştırıldığını düşünmesi durumu arttıkça matematik okuryazarlığının arttığı. Öğrencilerin birbiriyle rekabet etmenin önemli olduğu hissini paylaşıyor gibi görünmesi durumu arttıkça matematik okuryazarlığının azaldığı. Okul türü, kız öğrenci sayısı, erkek öğrenci sayısı, toplam öğretmen sayısı, okulda çalışma alanı bulunması, öğrenci-öğretmen oranı, okul büyüklüğü, internete bağlı bilgisayar sayısı, sınıf büyüklüğü ve personel yetersizliğinin matematik okuryazarlığı ile ilişkili olmadığı. Eğitim materyali yetersizliği ve okulun sosyoekonomik düzeyi arttıkça matematik okuryazarlığının düştüğü. Okuldaki aktivitelerin sayısı arttıkça matematik okuryazarlığının arttığı.” (İşbildi, 2023, s. i , ii)

Tabloda; örneklem, veri analizi tekniği, amaç bakımından bu çalışmayla daha uzak ilişkili olan araştırmalar hakkında bilgiler yer almaktadır. Ayrıca, PISA ya da TIMSS verilerini kullanan bazı çalışmaların örneklemini kayıp veriler çıkarılmadan önceki -tam- haliyle ifade edilmiştir.

* Bu bilgi araştırmada açıkça belirtilmemiş olup incelemeler sonucu elde edilen çıkarımdır.

2.3. Literatür Çözümlemesi

Matematik okuryazarlığına etki eden hem öğrenci hem de okul düzeyinde farklı faktörler mevcut olup bu faktörler örneklemden örnekleme de çeşitli ilişki örüntüleriyle kendilerini gösterebilmektedir (Thien vd., 2015, s. 1). Öğrenci düzeyinde, matematikte kendini yeterli gören (öz yeterlilik algısı) (Atalay Kabasakal vd., 2017, s. 559; Barut, 2020, s. 47; İş Güzel, 2006, s. vii; Okatan & Tomul, 2021, s. 111; Thien vd., 2015, ss. 9, 10; Thien & Ong, 2015, s. 9; Usta, 2014, s. 101) ve öz güvenleri (Aydın, 2015, s. 125; Butakor vd., 2017, s. 321; İş Güzel, 2006, s. vii; Tomul vd., 2021, s. 19; Usta, 2014, s. 101) yüksek olan öğrencilerin matematik okuryazarlığının daha yüksek olabildiği görülmektedir. Nitekim, öğrencilerin matematiğe olan öz güvenlerinin en yüksek açıklanan varyansa sahip olabildiği görülmüştür (Tomul vd., 2021, ss. 1, 24, 25). Dahası, okul düzeyinde, matematikte kendini yeterli görme yeterliliklerinin (öz-yeterlilik) ortalaması yüksek olan öğrencilerin bulunduğu okulların, matematik okuryazarlığında daha başarılı olabildiği de görülmektedir (İş Güzel, 2006, s. vii; Thien vd., 2015, s. 10).

Matematiğe yönelik tutumlarla ilişkili değişkenlerin matematik okuryazarlığı üzerinde önemli etkileri olabildiği görülmektedir (Atalay Kabasakal vd., 2017, s. 544). Özel olarak, öğrencilerin matematiğe karşı kaygı veya sıkıntı düzeylerinin öğrencilerin matematik okuryazarlığını negatif yönde etkileyebildiği görülmüştür (Barut, 2020, s. 47; İş Güzel, 2006, s. vii; Thien & Ong, 2015, s. 9). Ayrıca, farklı örneklemelerde, öğrenme çıktılarına yönelik tutum (Aksu vd., 2017, s. 257) ve azim faktörlerinin de matematik okuryazarlığının pozitif ilişkili önemli yordayıcıları arasında olabildikleri görülmüştür (Thien vd., 2015, ss. 9, 10, 11).

Okul düzeyinde erkek öğrenci oranının farklı örneklemelerde matematik performansı üzerinde anlamlı bir etkisinin olamadığı görülürken (Thien & Ong, 2015, s. 1) öğrenci düzeyinde cinsiyet değişkeninin okullardaki matematik okuryazarlığı üzerinde anlamlı düzeyde güçlü bir etkisinin olabildiği, dolayısıyla kızlar ile erkekler arasında anlamlı fark olabildiği görülmektedir (Aksu vd., 2017, s. 258). Özel olarak, kızların matematik okuryazarlığında erkeklerden genelde ve her üç matematiksel içerik kategorisi ve süreçlerinde erkeklerden önemli ölçüde daha iyi performans gösterebildiği görülmektedir. Ancak, öğrenci ve okul düzeyinde sosyoekonomik durum kontrol edildiğinde kız ve erkek öğrencilerin eşit performans gösterebildiği de görülmektedir (Thien, 2016, s. 657). Ayrıca, kız öğrenci ve erkek öğrenci sayısının matematik okuryazarlığıyla ilişkili olamadığı da görülmüştür (İşbildi, 2023, s. i , ii).

Erken okuryazarlık ve aritmetik etkinlikleri (Ersan & Rodriguez, 2020, s. 1), okul öncesi erken sayısal görevler ve faaliyetler (Tomul vd., 2021, ss. 19, 20) ve okul öncesi eğitim alma (Ersan & Rodriguez, 2020, s. 1; Usta, 2014, s. iv) durumlarının matematik okuryazarlığını pozitif yönde etkileyen önemli faktörler olabildikleri görülmektedir. Ayrıca, okul öncesi eğitim alma durumu ile okulun bulunduğu bölge faktörlerinin ortak etkisinin de anlamlı düzeyde olabildiği görülmektedir (Usta, 2014, s. v). Ek olarak, öğrenci düzeyinde, üst sınıflarda bulunan (İş Güzel, 2006, s. vi) ya da yaşı büyük öğrencilerin (Aksu vd., 2017, s. 255) matematik okuryazarlığının daha yüksek olabildiği görülmektedir.

Öğrencilerin evlerindeki eğitim kaynaklarının miktarı (İş Güzel, 2006, s. vi) ya da kalitesi (Usta, 2014, s. iv, v) arttıkça öğrencinin matematik okuryazarlığının arttığı görülmektedir. Ayrıca, evdeki eğitim kaynakları ile okulun bulunduğu bölge faktörlerinin ortak etkisinin de anlamlı düzeyde olabildiği görülmektedir (Usta, 2014, s. v). Buna ek olarak, ikisi de pozitif yönde etkili olmakla birlikte, bilişim (ICT) kaynakları indeksinin eğitim kaynakları indeksinden daha da etkili olabildiği de görülmüştür (Esen & Adıgüzel, 2023, s. 925). Özel olarak, bilgisayar sahipliği (negatif ilişkili) ve tablet sahipliği (pozitif ilişkili) faktörlerinin de (Aksu vd., 2017, s. 255) matematik okuryazarlığı üzerinde anlamlı düzeyde güçlü bir etkiye sahip olabildiği görülürken internete bağlı bilgisayar sayısının etkili olamadığı görülmüştür (İşbildi, 2023, s. i, ii). Ayrıca, evde test dilinin konuşulmamasının matematik okuryazarlığı üzerinde genellikle anlamlı düzeyde etkili bir faktör olabildiği görülmektedir ancak evdeki yüksek eğitilmiş diğer bireylerin bu etkiyi ortadan kaldırabileceği ihtimali de düşünülmektedir (Younes vd., 2023, ss. 1, 14).

Matematik okuryazarlığını etkileyen faktörler arasında sosyoekonomik durum da önemli bir role sahiptir. Nitekim hem öğrenci hem de okul düzeyinde sosyoekonomik durum (PISA'daki ESCS ya da TIMSS'deki SES ile ilişkili değişkenler) değişkeninin, matematik okuryazarlığıyla ilişkili önemli ve baskın bir pozitif faktör olabildiği görülmüştür. Bunun yanında, sosyoekonomik durumun okul düzeyinde daha da etkili pozitif bir yordayıcı olabildiği genellikle görülmekle birlikte (Aydın, 2015, s. v; Ersan & Rodriguez, 2020, s. 1; İşbildi, 2023, s. i, ii; Okatan & Tomul, 2021, s. 112; Thien, 2016, s. 657; Thien & Ong, 2015, ss. 1, 7, 8, 9; Younes vd., 2023, s. 1) etkili olamadığı (Thien & Ong, 2015, s. 1) ya da negatif etkili olabildiği de (İşbildi, 2023, s. i, ii) görülmüştür. Ayrıca, sosyoekonomik ve duyuşsal özellikler ayrı ayrı olmasının yanı sıra birlikte de matematik okuryazarlığının pozitif yönde anlamlı yordayıcıları olabildikleri görülmüştür (Okatan & Tomul, 2021, s. 111). Buna ek olarak, özelde, ekonomik açıdan zor durumdaki öğrencilerin yüzdesi ile matematik

okuryazarlığı arasında negatif yönlü bir ilişki olabildiği görülmüştür (Tang vd., 2020, s. 9). Ayrıca, üst sosyoekonomik düzeydeki mesleklere sahip ebeveynlerin çocuklarının matematik okuryazarlığı düzeylerinin anlamı düzeyde daha yüksek olabildiği görülmekle beraber sosyokültürel indeks ile okulun bulunduğu bölge faktörlerinin ortak etkisinin de anlamlı düzeyde olabildiği görülmektedir (Usta, 2014, s. v).

Toplam varyansın -HDM için ideale yakın bir değer olan- yaklaşık yarısının okul düzeyinde açıklanabildiği görülmüş (Aksu vd., 2017, s. 247; Atalay Kabasakal vd., 2017, s. 544; Thien, 2016, s. 657) dolayısıyla okul düzeyindeki faktörlerin de önemli olabildiği görülmektedir (Butakor vd., 2017, s. 316; Tunç, 2020, s. vi , vii). Okulda sunulan müfredat dışı aktiviteler (pozitif yönde) ve okulun ortalama ESKD indeksinin (genellikle pozitif yönde) matematik okuryazarlığını etkileyen okul düzeyindeki önemli faktörler arasındadır (Courtney vd., 2022, s. 19; İşbildi, 2023, s. i , ii). Ancak, farklı örneklemelere göre ESKD indeksinin pozitif ve anlamlı bir etkiye sahip olabilmesinin yanı sıra anlamlı bir etkiye sahip olamadığı (Thien & Ong, 2015, s. 1), hatta negatif yönde bir etkiye sahip olabildiği de görülmektedir (İşbildi, 2023, s. i , ii). Ayrıca, ESKD açısından daha zayıf olan köy okullarından kentsel alandaki okullara doğru gidildikçe toplam varyanstaki okulların açıkladığı varyans oranının düştüğü görülmekte olup dolayısıyla okulların ESKD durumu düştükçe okul düzeyindeki değişkenlerin daha çok etkili olmaya doğru eğilim gösterdikleri ve bu yüzden okul düzeyinde ESKD'nin önemli bir payı olduğu çıkarılabilir (Tomul vd., 2021, ss. 1, 21).

ESKD ile ilişkili olma çerçevesinde özel olarak, okulun bulunduğu yerleşim yeri büyüklüğünün matematik okuryazarlığıyla ilişkisinin farklı örneklemelere göre negatif ya da pozitif yönde olabildiği de görülmüştür (Usta, 2014, s. v). Bunun yanında, okulun gelirinin matematik okuryazarlığı üzerinde pozitif yönlü bir etkisi olabildiği görülürken toplam öğrenci sayısının negatif bir etkiye sahip olabildiği (Aksu vd., 2017, ss. 256, 257, 258) ve okul iklimiyle ilişki denilebilecek okul türü, okulda çalışma alanı bulunması, okul büyüklüğü, sınıf büyüklüğü ve personel yetersizliğinin matematik okuryazarlığıyla anlamlı düzeyde ilişkili olamadığı görülmektedir (İşbildi, 2023, s. i , ii). Ayrıca, öğrenci-öğretmen oranı ile okul düzeyindeki matematik başarısı arasında negatif ilişkili bir yordama durumunun olabildiği görülmekle beraber (Aksu vd., 2017, ss. 256, 257, 258; Atalay Kabasakal vd., 2017, s. 544) ilişkili olamadığı da görülmektedir (İşbildi, 2023, s. i , ii). Ayrıca, ülkenin kişi başına düşen Gayrisafi Yurt İçi Hasılasının (GSYİH/ Gross domestic product (GDP)) öğrencinin matematik performansı ile tutarlı bir ilişkisi olamadığı da görülmektedir (Courtney vd., 2022, ss. 1, 8).

Aile ile ilgili değişkenlerin de önemli etkilere sahip olabileceği görölmüştür (Tunç, 2020, s. vi, vii). Özel olarak, annenin mesleği ve babanın mesleği değişkenlerinin de matematik başarısını pozitif yönde etkileyen faktörler arasında olabileceği görölmüştür (Usta, 2014, s. iv). Bunun yanında, ebeveynlerin en yüksek meslek seviyesinin de etkili faktörlerden olabileceği görölmektedir (Tomul vd., 2021, s. 23). Bununla birlikte, anne mesleği ile okulun bulunduğu bölge faktörlerinin ortak etkisinin de anlamlı düzeyde olabileceği görölmektedir (Usta, 2014, s. v). Ayrıca, annenin eğitim düzeyi değişkeninin $p > .01$ iken anlamlı değil ancak $p < .05$ için anlamlı düzeyde matematik başarısını pozitif yönde etkileyen faktörler arasında olabileceği görülürken (Aksu vd., 2017, ss. 257, 258; Usta, 2014, s. iv) babanın eğitim düzeyi değişkeninin negatif yönlü bir faktör olabileceği görölmektedir (Aksu vd., 2017, ss. 257, 258). Bunun yanında, ebeveynlerin en yüksek eğitim seviyesinin de etkili faktörlerden olabileceği görölmektedir (Tomul vd., 2021, s. 23). Bununla birlikte, kıyaslama yapıldığında, annenin eğitim durumunun babanın eğitim durumuna göre matematik başarısını daha iyi yordayabildiği de görölmüştür (Okatan & Tomul, 2021, s. 112). Ayrıca, ebeveyn eğitim düzeyi ve ebeveyn mesleki düzeyine kıyasla bilişim (ICT) kaynakları indeksinin daha etkili bir yordayıcı olabileceği de görölmektedir (Esen & Adıgüzel, 2023, s. 925).

Bulgular araştırmadan araştırmaya çeşitlilik göstermekle beraber; matematiğe yönelik araçsal (dışsal) motivasyon -farklı örneklemelerde genellikle negatif ilişkili-, içsel motivasyon (pozitif ilişkili) ve matematiğe yönelik ilgi (farklı örneklemelerde genellikle negatif ilişkili) ve katılım (farklı örneklemelerde negatif ya da pozitif ilişkili) faktörlerinin matematik okuryazarlığının anlamlı düzeyde yordayıcıları olabildikleri görölmüştür (Barut, 2020, s. iv; Butakor vd., 2017, s. 316; Ersan & Rodriguez, 2020, s. 1). Ek olarak, motivasyon değişkeninin matematik okuryazarlığı üzerinde pozitif yönde etkili olabileceği görölmektedir (Aksu vd., 2017, s. 257). Bunun yanında, okulun araçsal motivasyon ortalaması ile matematik okuryazarlığı arasında negatif bir ilişki olabileceği görölmektedir (Thien vd., 2015, s. 1).

Matematik başarısını etkileyen diğer faktörler arasında; okul içindeki ve dışındaki Bilgi ve İletişim Teknolojisi (BİT/ Information and Communication Technology (ICT)) kullanımı (negatif yönde), erişilebilirliği (negatif yönde), öğrencilerin BİT'e yönelik olumlu tutumları (pozitif yönde), güvenleri (pozitif yönde), BİT'in faydasına olan inançları (pozitif yönde), özerk kullanımı (pozitif yönde) ve BİT kullanımındaki özerklik algıları (pozitif yönde) yer almaktadır (Courtney vd., 2022, ss. 1, 8). Ayrıca, teknolojiyi eğlenme amacıyla kullanmanın -farklı örneklemelere göre değişmekle birlikte- ya anlamlı bir etkisinin olmadığı ya da negatif bir etkisinin olabileceği görölmektedir (Usta, 2014, s. v).

BÖLÜM 3

3. YÖNTEM

Araştırmanın bu bölümünde; araştırmanın modeli, araştırmanın evreni ve örnekleme, veri toplama araç ve/veya teknikleri, verilerin toplanması ve verilerin analizi hakkında açıklamalara yer verilmiştir.

3.1. Araştırmanın Modeli

Araştırma, PISA 2022 Türkiye -ikincil- verisi analiz edilerek öğrencilerin matematik okuryazarlığı becerisi ile bunu etkileyebilen öğrenci ve okul düzeyindeki bazı değişkenler arasındaki ilişkinin incelenmesi ve var olan ilişkilerin düzeylerinin belirlenmesini amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda ilişkisel tarama modeli kullanılarak nicel türde bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Çünkü ilişkisel tarama modeli, iki ya da daha fazla sayıdaki değişkenler arasında mevcut bir ilişkinin (korelasyonun/ birlikte değişimin) olup olmadığını belirlemenin yanı sıra eğer ilişki varsa bu ilişkinin düzeyini de belirlemeyi amaçlayan bir yaklaşıma sahiptir (Karasar, 2023, s. 114).

İlişkisel tarama modelinde verilerin analizi (çözümlemesi) dolayısıyla ilişki durumunun belirlenmesi, korelasyon ve karşılaştırma şeklinde iki yolla gerçekleştirilebilir. Bunlar arasındaki temel fark, karşılaştırma yoluyla elde edilen sonuçlar korelasyon yoluyla elde edilen sonuçlarda olduğu gibi bir düzey (0.2; 0.7 vb.) belirtmeyip sadece ilişkinin varlığı ya da yokluğunu ifade etmesidir (Karasar, 2023, s. 117).

Korelasyon yoluyla gerçekleştirilen analizlerde ilişki durumunun belirlenmesi değişkenler arasında birlikte değişimin olup olmadığının istatistiksel tespiti ve eğer varsa, bu değişimin nasıl gerçekleştiğinin araştırılması süreçlerini içerir. Bunun sonucunda, istatistiksel tahmine dayanan üç durum ortaya çıkabilir (Karasar, 2023, ss. 115, 116):

1. İki değişken arasında düzenli bir ilişki (korelasyon) yoktur.
2. İki değişken arasında doğru orantı vardır.
3. İki değişken arasında ters orantı vardır.

Karşılaştırma yoluyla gerçekleştirilen analizlerde ilişki durumunun belirlenmesi bağımsız değişken gruplandırılması ve bu gruplar arasında bağımlı değişkene göre bir farklılığın olup olmadığı gözlemlenmesi süreçlerini içerir. Sonuç olarak, gözlem sonucunda, bir farklılık varsa bağımsız değişken ile bağımlı değişken arasında ilişkinin var olduğu, bir

farklılık yoksa da ilişkinin olmadığı yönünde tahmini bir çıkarım yapılır (Karasar, 2023, s. 117).

3.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini, Türkiye’deki 15 yaşındaki öğrenciler oluşturmaktadır. PISA’da örneklem, birinci aşama okul örnekleminin belirlenmesi ve ikinci aşama öğrenci örnekleminin belirlenmesi şeklinde iki aşamada gerçekleşmektedir. PISA 2022’de; okul örneklemini -okul türü, İstatistikî Bölge Birimleri Sınıflaması (İBBS) Düzey 1, okulun idari biçimi, okulun konumu ve cinsiyet dağılımı tabakalarıyla -tabakalı seçkisiz örnekleme yöntemiyle ve ardından öğrenci örneklemini ise seçkisiz olarak belirlenmiştir. PISA 2022 Türkiye veri seti 196 okulda yer alan 7250 öğrenciden oluşmaktadır. Araştırmanın örneklemini, öğrenci ve okul düzeyindeki kayıp veriler ve 79200090 kimlik numaralı okuldaki 2 öğrenci verisi filtrelenerek hariç tutulduktan sonra, 191 okulda yer alan 7061 öğrenci oluşturmaktadır (MEB, 2023, s. 31).

3.3. Veri Toplama Araç ve/veya Teknikleri

Bilgisayar tabanlı değerlendirmenin kullanıldığı PISA 2022, her öğrenci için toplam iki saat süren testlerden oluşmaktadır. Toplam 15 saatten fazla test maddesi içeren test maddesi havuzundan öğrenciler farklı test maddesi kombinasyonları üzerinden ölçülmüştür. Test maddeleri çoktan seçmeli sorular ve öğrencilerin kendi yanıtlarını oluşturmalarını gerektiren sorulardan oluşmaktadır. Bu maddeler, gerçek hayattaki bir durumu içeren bir pasaja dayalı olarak gruplar halinde düzenlenmiştir. Öğrenciler ayrıca tamamlanması 35 dakika süren -öğrencilerin kendileri, evleri, okul ve öğrenim deneyimleri hakkında bilgi istenen- bir arka plan anketini de yanıtlamışlardır. Bunun yanında, okul müdürleri, okul sistemi ve öğrenme ortamını kapsayan bir anket doldurmuştur. Ek olarak, katılımcı eğitim sistemlerinde öğrencilerin öğrenimine ve refahına yönelik COVID-19 kaynaklı aksaklıklar hakkında bilgi toplamak için yeni bir Küresel Kriz Modülü de eklenmiştir (OECD, 2023a, s. 12).

OECD tarafından uygulanan PISA 2022’de, öğrenci ve okul müdürlerine dağıtılan anketler ile öğretmen ve ailelere isteğe bağlı dağıtılan anketler kullanılmıştır. Bu anketlerden elde edilen veriler, öğrenci ve okul anketleri verisi olarak yayınlanmakta olup aile ile ilgili sorular da içermektedirler. Bu araştırmada, öğrenci, okul ve aile anketlerinin bilgisayar tabanlı değerlendirme uygulamasıyla 19.04.2023-13.05.2023 tarihleri arasında Türkiye’de gerçekleştirilmesi sonucunda elde edilen veriler kullanılmıştır. (MEB, 2023, s. 31; OECD,

2023a, s. 11). Türkiye’de gerçekleştirilen PISA 2022 uygulamasının sreleri özetle aşağıdaki gibidir (MEB, 2023, s. 31):

1. Örneklem tabakalarının belirlenmesi, buna göre okulların seçilmesi.
2. Geliştirilen yeni test maddeleri ve anket sorularının çevrilip uzmanlarca incelenmesi.
3. İl yöneticileri, okul yöneticileri ve branş öğretmenleriyle bilgilendirme toplantılarının düzenlenmesi.
4. Bilgisayar tabanlı değerlendirme için okulların teknik altyapısının güçlendirilmesi ve rehberlik ziyaretlerinin gerçekleştirilmesi.
5. Uygulama standartlarına uygunluk için MEB ve lme Değerlendirme Merkezlerinden test uygulayıcılarının seçilmesi.
6. Alan uzmanları tarafından, ğrenci cevaplarının kodlanması ve verilerin Uluslararası Merkeze aktarılması.

Araştırmaya dahil edilen değişkenler ve bunlar hakkında bazı bilgiler Tablo 3.1’de yer almaktadır.

Tablo 3.1. Araştırmaya dahil edilen değişkenler ve bunlar hakkında bazı bilgiler

Değişkenin Kodu	Merkezileştirme İşlemi	Değişkenin İngilizce Tanımı	Değişkenin Türkçe Tanımı	Değişkenin Olası Değerleri ve Bu Değerlerin Açıklamaları	Değişkenin Oluşturulmasındaki Kaynak Değişkenler / Ölçek Maddeleri
Düzy-1 (Öğrenci Düzy) Değişkenleri					
CNTSCHID	---	Intl. School ID	Uluslararası Okul Kimlik Numarası	CNTSCHID, üç basamaklı ülke kodu ile rastgele belirlenmiş beş basamaklı okul kimlik numarasının birleşiminden oluşur ve tüm ülkelerde benzersizdir (OECD, 2024, s. 491).	---
PV1MATH	Yapılmadı.	Plausible Value in Mathematics	Matematikte Olası Değer	($-\infty, \infty$) aralığında sürekli değişken Değerlendirilen alanlar için olası değerler, çok değişkenli gizli regresyon modellerinden tahmin edilen sonsal dağılımlara normal yaklaşımlardan elde edilmiştir. Alanlar için olası değer değişkenleri PV1<alan> ile PV10<alan> arasındaki adlandırma kuralını takip eder, burada “<alan>” aşağıdaki şekli almıştır (OECD, 2024, s. 234): - Matematik için MATH - Okuma için READ - Fen için SCIE - Yaratıcı düşünme için CRTH_NC9 - Finansal okuryazarlık için FLIT	---

Tablo 3.1. Araştırmaya dahil edilen değişkenler ve bunlar hakkında bazı bilgiler

Değişkenin Kodu	Merkezileştirme İşlemi	Değişkenin İngilizce Tanımı	Değişkenin Türkçe Tanımı	Değişkenin Olası Değerleri ve Bu Değerlerin Açıklamaları	Değişkenin Oluşturulmasındaki Kaynak Değişkenler / Ölçek Maddeleri
WORKPAY	Yapılmadı.	Working for pay before or after school	Okuldan önce veya sonra para kazanmak için çalışma	0 - 10 0: Para kazanmak için çalışma yok 1: Haftada 1 kez para kazanmak için çalışma 2: Haftada 2 kez para kazanmak için çalışma 3: Haftada 3 kez para kazanmak için çalışma 4: Haftada 4 kez para kazanmak için çalışma 5: Haftada 5 kez para kazanmak için çalışma 6: Haftada 6 kez para kazanmak için çalışma 7: Haftada 7 kez para kazanmak için çalışma 8: Haftada 8 kez para kazanmak için çalışma 9: Haftada 9 kez para kazanmak için çalışma 10: Haftada 10 kez para kazanmak için çalışma	ST294: Normal bir okul haftasında, haftanın kaç günü okula gitmeden önce aşağıdakilerin her birini yapıyorsunuz? ST294Q04: Para kazanmak için çalışma* ST295: Normal bir okul haftasında, haftanın kaç günü okuldan geldikten sonra aşağıdakilerin her birini yapıyorsunuz? ST295Q04: Para kazanmak için çalışma* * Her madde altı yanıt seçeneği (“0 gün”, “1 gün”, “2 gün”, “3 gün”, “4 gün”, “5 veya daha fazla gün”) içermektedir (OECD, 2024, s. 397).
ESCS	Grup ortalamasına göre standart z puanına dönüştürüldü. *	Index of economic, social and cultural status	Ekonomik, sosyal ve kültürel durum indeksi	($-\infty, \infty$) aralığında sürekli değişken	Aile geçmişiyle ilgili üç göstergenin kombinasyonundan elde edilen bileşik bir puandır: Ebeveynlerin yıl olarak en yüksek eğitimi (PAREDINT), ebeveynlerin en yüksek mesleki statüsü (HISEI) ve ev eşyaları (HOMEPOS) (OECD, 2023c, ss. 263, 264).
Düzey-2 (Okul Düzeyi) Değişkenleri					
CNTSCHID	---	Intl. School ID	Uluslararası Okul Kimlik Numarası	CNTSCHID, üç basamaklı ülke kodu ile rastgele belirlenmiş beş basamaklı okul kimlik numarasının birleşiminden oluşur ve tüm ülkelerde benzersizdir (OECD, 2024, s. 491).	---

Tablo 3.1. Araştırmaya dahil edilen değişkenler ve bunlar hakkında bazı bilgiler

Değişkenin Kodu	Merkezileştirme İşlemi	Değişkenin İngilizce Tanımı	Değişkenin Türkçe Tanımı	Değişkenin Olası Değerleri ve Bu Değerlerin Açıklamaları	Değişkenin Oluşturulmasındaki Kaynak Değişkenler / Ölçek Maddeleri
MEAN_ESCS	Genel ortalamaya göre standart z puanına dönüştürüldü. *	Mean index of economic, social and cultural status (ESCS) of schools by Intl. School ID (CNTSCHID)	Uluslararası Okul Kimlik Numarası'na (CNTSCHID) göre okulların ortalama ekonomik, sosyal ve kültürel durum (ESKD) indeksi	$(-\infty, \infty)$ aralığında sürekli değişken	ESCS değişkeninin her grup için ortalamasına karşılık gelen araştırmacı tarafından veri setine sonradan eklenmiş bir düzey-2 değişkenidir.
SC211Q03JA	Yapılmadı.	Percentage [15-year-old modal grade] students who: Students from socioeconomically disadvantaged homes	Öğrencilerin yüzdesi [15 yaş ortalaması]: Sosyoekonomik olarak dezavantajlı evlerden gelen öğrenciler	$(-\infty, \infty)$ aralığında sürekli değişken	SC211: Okulunuzdaki 10. sınıf öğrencilerinin yaklaşık yüzde kaç aşağıdaki özelliklere sahiptir? SC211Q03: Sosyoekonomik açıdan dezavantajlı ailelerden gelen öğrenciler. SC211Q03JA01: [0, 100]
EDUSHORT	Genel ortalamaya göre standart z puanına dönüştürüldü. *	Shortage of educational material (WLE)	Eğitim materyali eksikliği (WLE)	$(-\infty, \infty)$ aralığında sürekli değişken	SC017: Okulunuzun eğitim öğretim verme imkânı aşağıdaki sorunlar nedeniyle aksadı mı? SC017'de müdürlere okullarındaki eğitim materyallerinin eksikliğinin öğretimi ne ölçüde engellediği sorulmuştur (örneğin, “Eğitim materyali eksikliği (örneğin, ders kitapları, BT ekipmanı, kütüphane veya laboratuvar materyali)”, “Yetersiz veya düşük kaliteli eğitim materyali (örneğin, ders kitapları, BT ekipmanı, kütüphane veya laboratuvar materyali)”) (OECD, 2024, s. 427).

Tablo 3.1. Araştırmaya dahil edilen değişkenler ve bunlar hakkında bazı bilgiler

Değişkenin Kodu	Merkezileştirme İşlemi	Değişkenin İngilizce Tanımı	Değişkenin Türkçe Tanımı	Değişkenin Olası Değerleri ve Bu Değerlerin Açıklamaları	Değişkenin Oluşturulmasındaki Kaynak Değişkenler / Ölçek Maddeleri
STAFFSHORT	Genel ortalamaya göre standart z puanına dönüştürüldü. *	Shortage of educational staff (WLE)	Eğitim personeli eksikliği (WLE)	($-\infty, \infty$) aralığında sürekli değişken	SC017: Okulunuzun eğitim öğretim verme imkânı aşağıdaki sorunlar nedeniyle aksadı mı? SC017'de müdürlere okullarındaki eğitim personeli eksikliğinin öğretimi ne ölçüde engellediği sorulmuştur (örneğin, “Öğretim personeli eksikliği”, “Yetersiz veya düşük nitelikli yardımcı personel”) (OECD, 2024, s. 427).
SC001Q01TA	Sınıflama ölçeğinde süresiz bir değişken olduğundan sınıfların nasıl bir sistemle karşılaştırılacağını belirleyen faktör kodlaması işlemi yapıldı. Faktör kodlaması yöntemi: Yinelemeli (Repeated) **	Which of the following definitions best describes the community in which your school is located?	Aşağıdaki ifadelerden hangisi okulunuzun bulunduğu yerleşim yerini en iyi şekilde tanımlamaktadır?	1 - 6 1: Köy, mezra ya da kırsal kesim (nüfusu 3000'den az) 2: Kasaba, belde ya da küçük ilçe (nüfusu yaklaşık 3000 - 15 000 arasında) 3: İlçe ya da küçük şehir (nüfusu yaklaşık 15 000 - 100 000 arasında) 4: Şehir (nüfusu yaklaşık 100 000 - 1 000 000 arasında) 5: Büyükşehir (nüfusu yaklaşık 1 000 000 - 10 000 000 arasında) 6: Mega şehir (nüfusu 10 000 000'dan fazla)	SC001: Aşağıdaki ifadelerden hangisi okulunuzun bulunduğu yerleşim yerini en iyi şekilde tanımlamaktadır? SC001Q01TA01: Köy, mezra ya da kırsal kesim (nüfusu 3000'den az) SC001Q01TA02: Kasaba, belde ya da küçük ilçe (nüfusu yaklaşık 3000 - 15 000 arasında) SC001Q01TA03: İlçe ya da küçük şehir (nüfusu yaklaşık 15 000 - 100 000 arasında) SC001Q01TA04: Şehir (nüfusu yaklaşık 100 000 - 1 000 000 arasında) SC001Q01TA05: Büyükşehir (nüfusu yaklaşık 1 000 000 - 10 000 000 arasında) SC001Q01TA06: Mega şehir (nüfusu 10 000 000'dan fazla)

Tablo 3.1. Araştırmaya dahil edilen değişkenler ve bunlar hakkında bazı bilgiler

Değişkenin Kodu	Merkezileştirme İşlemi	Değişkenin İngilizce Tanımı	Değişkenin Türkçe Tanımı	Değişkenin Olası Değerleri ve Bu Değerlerin Açıklamaları	Değişkenin Oluşturulmasındaki Kaynak Değişkenler / Ölçek Maddeleri
SC013Q01TA	Sınıflama ölçeğinde süreksiz bir değişken olduğundan sınıfların nasıl bir sistemle karşılaştırılacağını belirleyen faktör kodlaması işlemi yapıldı. Faktör kodlaması yöntemi: Basit (Simple) **	Is your school a public or a private school?	Okulunuz devlet okulu mu yoksa özel okul mu?	1 - 2 1: Devlet okulu (Bu okullar, doğrudan veya dolaylı olarak kamu kurum ve kuruluşları, devlet kurumları ya da devlet veya kamu kurumunun belirlediği yetkili birimler tarafından yönetilen okullardır.) 2: Özel okul (Bu okullar ticaret birliği, iş veya diğer özel enstitüler gibi kamuya ait olmayan kuruluşlar tarafından dolaylı veya direkt olarak yönetilen okullardır.)	SC013: Okulunuz devlet okulu mu yoksa özel okul mu? SC013Q01TA01: Devlet okulu (Bu okullar, doğrudan veya dolaylı olarak kamu kurum ve kuruluşları, devlet kurumları ya da devlet veya kamu kurumunun belirlediği yetkili birimler tarafından yönetilen okullardır.) SC013Q01TA02: Özel okul (Bu okullar ticaret birliği, iş veya diğer özel enstitüler gibi kamuya ait olmayan kuruluşlar tarafından dolaylı veya direkt olarak yönetilen okullardır.)

* Sürekli değişkenlerin ölçeklendirilmesi (merkezileştirme) hakkında ayrıntılı bilgi için şu adresi ziyaret edebilirsiniz: “<https://gamlj.github.io/mixed.html#covariates-scaling>”

** Faktör (Sınıflama ölçeğindeki süreksiz değişkenler) kodlaması yöntemleri hakkında ayrıntılı bilgi için “<https://gamlj.github.io/mixed.html#factors-coding>” ve “https://gamlj.github.io/rosetta_contrasts.html” adreslerini ziyaret edebilirsiniz

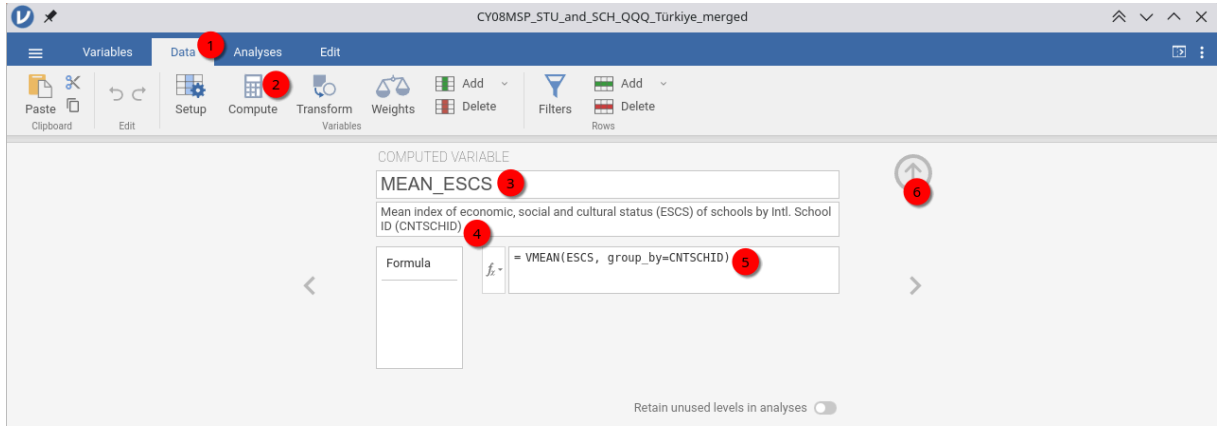
3.4. Verilerin Toplanması

Araştırmada ihtiyaç duyulan materyaller OECD'nin resmî web sitesinden (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2023) araştırmacı tarafından Aralık 2022 tarihinin sonlarında elde edilmiştir. Buradan PISA 2022 öğrenci ve okul verileri (.sav formatında) ile uygulanan anketlerin Türkçe ve İngilizceleri indirilmiştir. Ardından, literatürde yapılan çalışmalar ve uygulanan anketler incelenerek araştırmaya dahil edilecek değişkenler belirlenmiştir. Ayrıca, öğrenci verisindeki matematik okuryazarlığını ifade eden 10 tane olası değerden (PV1MATH, PV2MATH, PV3MATH, PV4MATH, PV5MATH, PV6MATH, PV7MATH, PV8MATH, PV9MATH, PV10MATH) -ilgili yazılımda hepsi aynı anda analiz edilemediği için- PV1MATH olası değeri bağımlı değişken olarak seçilmiştir.

Verilerin satırlar ve sütunlara göre filtrelenerek “.sav” formatında yeni veri setleri oluşturmak için “haven (Wickham vd., 2023)” paketi kullanılarak araştırmacı tarafından ChatGPT (OpenAI, 2023) yardımıyla kod dosyası hazırlanmıştır. Bunun için öncelikle, RStudio (Posit team, 2023) yazılımında R (R Core Team, 2021) programlama dilindeki EK-1’de verilen kod dosyasıyla veri setleri sadece araştırmaya dahil edilen değişkenlerin olduğu ve sadece Türkiye (CNTRYID = 792) verilerini içeren yeni veri setleri olarak farklı dosyalara “.sav” formatında kaydedilmiştir. Bunun için, öncelikle bu kod EK-1’deki haliyle çalıştırılarak öğrenci düzeyi veri seti elde edilmiştir. Ardından ilgili koddaki dosya yolları ve veri setinden seçilen sütunları -yani değişkenleri- belirten satırlar düzenlendikten sonra kod tekrardan çalıştırılarak okul düzeyi veri seti de elde edilmiştir. Böylece, sadece analize dahil edilecek değişkenleri içeren bir okul veri seti ve bir de öğrenci veri seti elde edilmiştir.

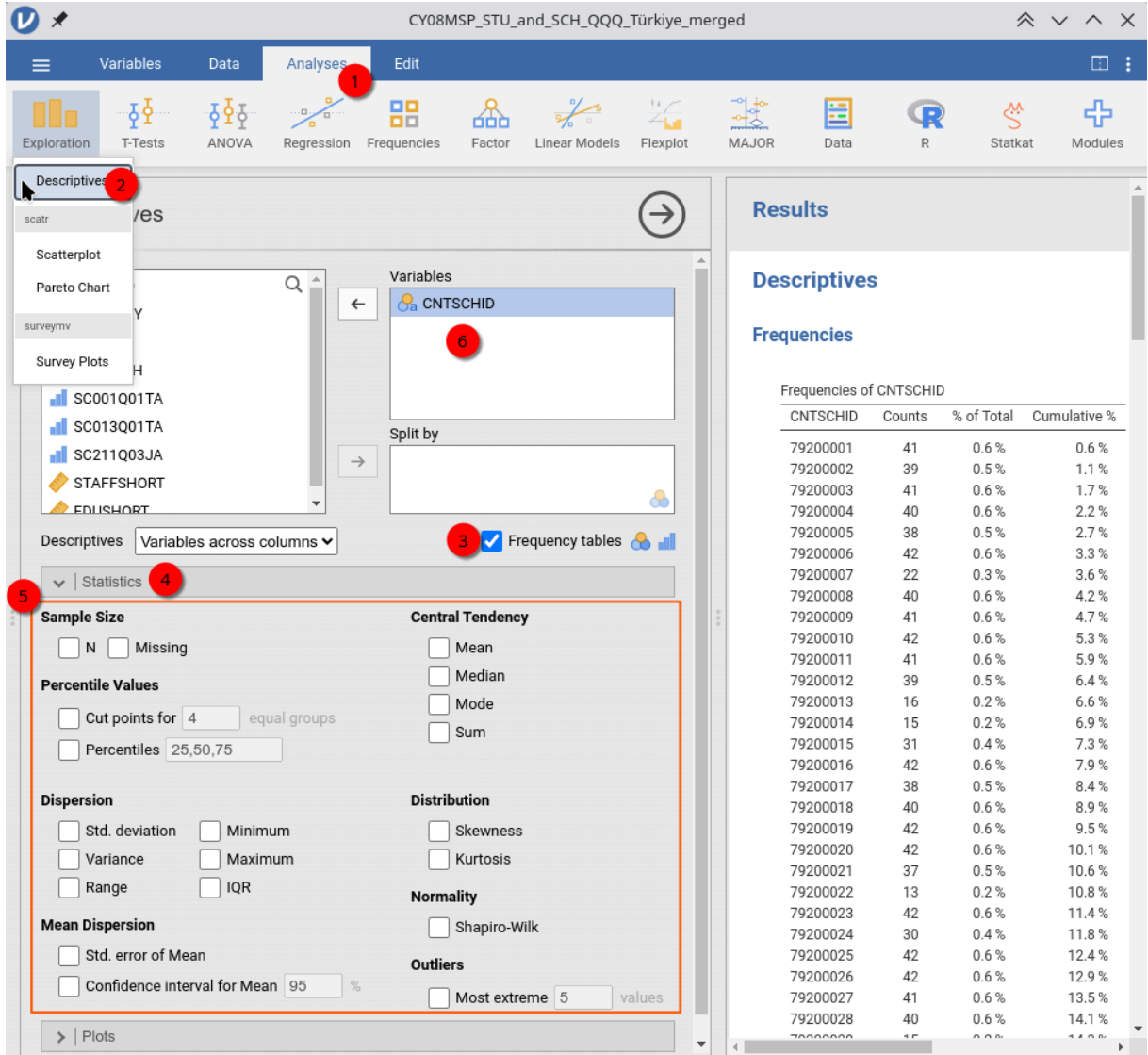
Elde edilen iki ayrı veri setinin ilgili analiz yazılımında analiz edilebilmesi için okul kimlik numarası (CNTSCHID) değişkenine göre birden çoğa (one-to-many) yöntemiyle birleştirilmeleri gerekmektedir. Bu işlem, yine aynı paket kullanılarak aşağıda verilen araştırmacının ChatGPT (OpenAI, 2023) yardımıyla yazdığı EK-2’de yer alan diğer bir kod dosyasıyla gerçekleştirilmiştir.

Birleştirilmiş veri seti jamovi (The jamovi project, 2024) yazılımında açılarak düzey-2 veri setinde hazır olarak sunulmayan okulların ortalama ESCS değerini ifade eden “MEAN_ESCS” bağımsız değişkeni “VMEAN(ESCS, group_by=CNTRYID)” formülüyle hesaplanarak yeni bir değişken olarak birleştirilmiş veri setine kaydedilmiştir (Şekil 3.1’e bakınız.). Bu kod, ESCS sütununu dikey olarak yani satırlar boyunca okul kimlik numarasına (CNTSCHID) göre gruplayarak ortalama değerleri hesaplamaktadır.



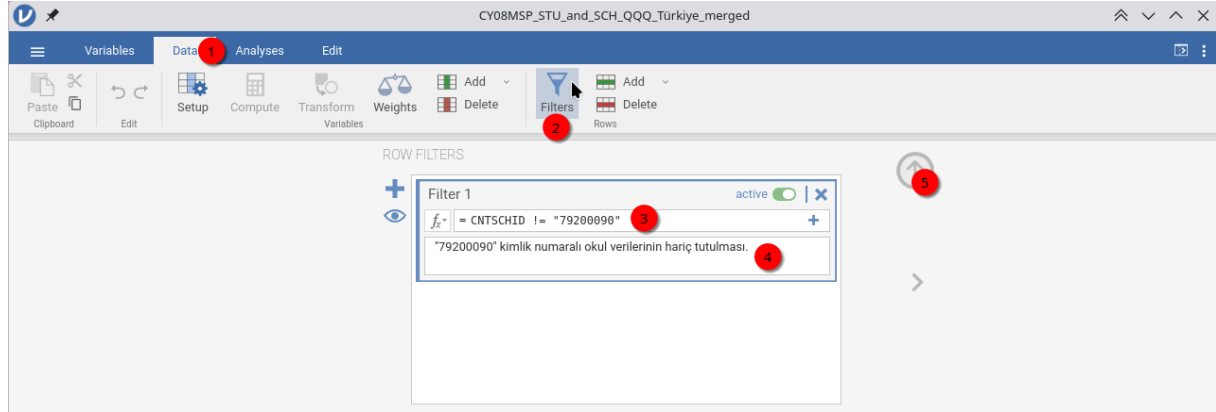
Şekil 3.1. Jamovi’de "Data > Compute" penceresi (The jamovi project, 2024)

Hangi okulda kaç öğrenci yer aldığını kontrol edebilmek için “CNTSCHID” değişkeni için “Sıklık tablosu (Frequency table)” oluşturulmuştur (Şekil 3.2’ye bakınız.).



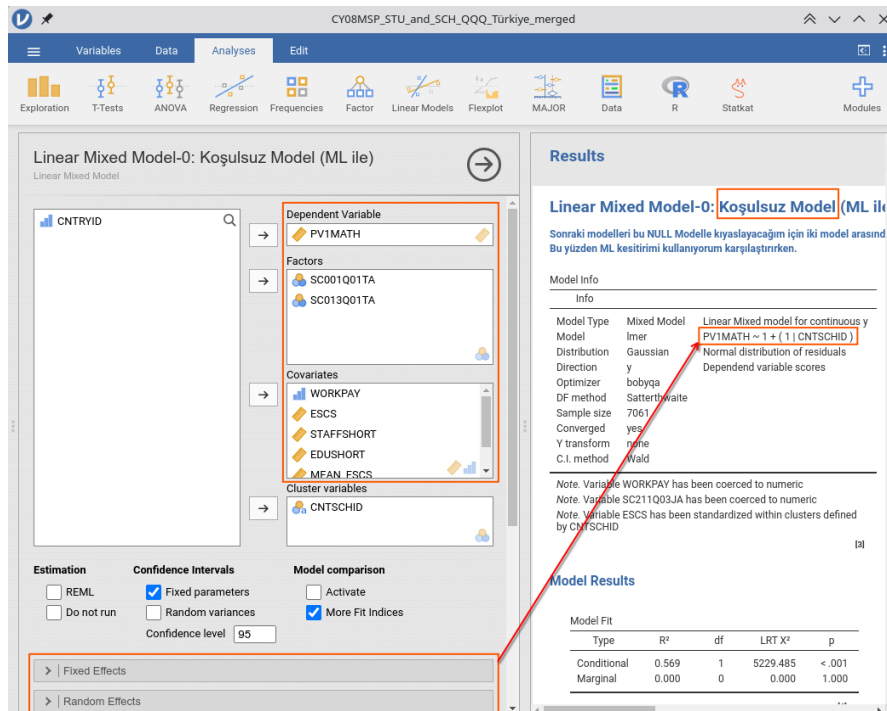
Şekil 3.2. Jamovi’de "Analyses > Exploration > Descriptives" penceresi (The jamovi project, 2024)

Sıklık tablosunda “79200090” numaralı okulda 2 öğrenci olduğu görülmüştür. Bu sayı yetersiz olduğundan HDM analizinin daha sağlıklı olması için bu okula ait veriler “CNTSCHID != "79200090"” formülüyle filtrelenerek analiz dışında bırakılmıştır (Şekil 3.3’e bakınız.). Diğer okulların verisi, en az 10 öğrenciye sahip oldukları ve bu sayının özellikle 191 gibi büyük bir sayıda düzey-2 verisi olmasından dolayı yeterli görülmüştür.



Şekil 3.3. Jamovi’de "Data > Filters" penceresi (The jamovi project, 2024)

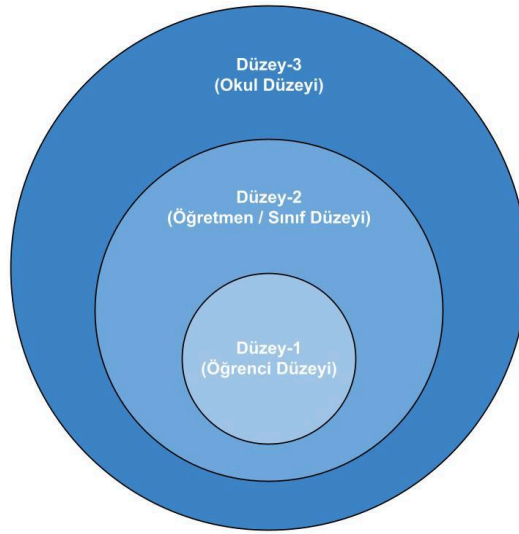
Araştırmada liste boyunca silme (listwise deletion) mantığında kayıp veriler otomatik olarak -silinmeden- analiz dışında bırakılmıştır (Şekil 3.4’e bakınız.). Sonuç olarak, yapılan analizler 191 okuldaki 7061 öğrenciyle gerçekleşmiştir. Bu sayede, yapılan bütün analizlerde aynı verilerin -ve aynı sayıda verinin- yer alması sağlanmıştır. Son olarak, “Menu > Save” yoluyla “.omv” uzantılı analizlerin de kaydedileceği veri seti dosyası elde edilmiştir.



Şekil 3.4. GAMLj3 (Gallucci, 2024) modülünün arayüzü

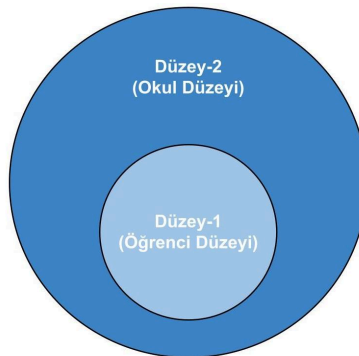
3.5. Verilerin Analizi

PISA’da veriler iç içe ve hiyerarşik bir yapıdadır çünkü örneklemeler öğrenci, öğretmen ve okullardan oluşmakta olup her okulun ya da öğretmenin öğrencileri vardır. Bu şekilde bir kümelenme söz konusu olup aynı zamanda bu yapı bir hiyerarşi içermektedir. HDM ile bu yapıdaki veriler analiz edilirken her bir hiyerarşi “düzey-n” (n: düzey numarası) şeklinde adlandırılmaktadır. Analiz, kaç düzey içeriyorsa bu durum iki, üç ya da dört düzeyli şeklinde belirtilmektedir. PISA verisi için üç düzeyli bir durum Şekil 3.5’teki gibi olabilir.



Şekil 3.5. PISA verisi için üç düzeyli bir HDM durumu

Bu araştırma, araştırmanın amacı doğrultusunda öğrenci ve okul veri setleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde birden fazla düzeye sahip iç içe kümelenmiş verilerin olduğu durumlarda çok düzeyli modelleme (HDM) yaklaşımının dikkate alınması önerilir (Luke, 2020, ss. 2-4; Woltman vd., 2012, s. 52). Bunun için öğrenci ve okul düzeyi şeklinde iki düzeyli bir HDM yaklaşımı kullanılmış olup analizler jamovi (The jamovi project, 2024) yazılımı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada gerçekleştirilmiş olan öğrenci ve okul düzeylerinden oluşan iki düzeyli HDM yaklaşımı Şekil 3.6’daki gibidir.



Şekil 3.6. PISA verisi için iki düzeyli bir HDM durumu

3.5.1. Hiyerarşik Doğrusal Modelleme

Sosyal bilimlerde, birçok örneklem durumu hiyerarşik ve iç içe geçmiş veri yapılarını içerir. Örnek olarak, okullarda sınıflar ve sınıflarda öğrencilerin olduğu bir veri yapısı verilebilir. Bu durumda, bunların her biri bir düzeyi ifade eder. Bu şekilde iki, üç ya da dört düzeyli veri yapıları olabileceği (Huta, 2014, s. 13) gibi tekrarlı gözlemlerin aynı öğrenciler üzerinde yapıldığı boylamsal bir veri yapısı da olabilir. Bu durumda, her bir ölçüm zamanına ait veriler (düzey-1) öğrenciler (düzey-2) içerisinde kümelenmiş olup iki düzeyli bir veri yapısı vardır (Raudenbush & Bryk, 2002, ss. 3, 4). Dikkat edilmesi gereken diğer bir konu ise grupların rastgele seçilmiş olması gerektiğidir. Çünkü, amaç örneklemden evrene dair çıkarım yapmaktır. Örneğin, bir çalışma her birinde birden fazla sayıda öğrenci içeren 10 okulu örneklem olarak seçmiş olsun. Gruplar yani okullar rastgele seçilerek 10 okul üzerinden elde edilen çıkarımlar ile evrendeki tüm okullara dair çıkarım elde edilmek istenirken gruplar yani okullar araştırmacı tarafından bilerek rastgele seçilmezlerse elde edilen çıkarımlar ancak ve ancak yalnızca bu örneklem için geçerli olup evrene genellenemezler ve sonuç olarak ANOVA analizi gerçekleştirilir. Kısaca grupların rastgele bir faktörü ifade etmesi gerekmektedir (Huta, 2014, s. 13). Bu durumda, varsayımlar sağlandığında hem gruplar arasındaki hem de grup içindeki ilişkileri analiz edebilen HDM tercih edilir. Daha özet biçimde, daha üst düzeyde olan özelliklerin veya süreçlerin daha alt düzeyde olan özellikleri veya süreçleri etkilemesidir (Luke, 2020, s. 1). Örneğin, okulların araç-gereç bakımından yeterliliği öğrencilerin başarısını etkileyebilir. Ya da okulların ekonomisindeki artış ya da azalışın öğrenci başarısını artırabilmesi ya da azaltabilmesi durumu örnek olabilir.

Türkçe literatürde “hiyerarşik” kelimesi yerine “aşamalı” kelimesi ve “doğrusal” kelimesi yerine “lineer” kelimesi de tercih edilmektedir. Bunun yanında, “çok düzeyli modelleme (multilevel modeling)”, “karma modelleme (mixed modeling)” ya da “rastgele katsayı modelleme (random coefficient modeling)” adlandırmalarıyla da bilinir (Huta, 2014, s. 13). HDM, çok düzeyli (hiyerarşik) ve iç içe veri yapılarına göre geliştirilmiş özel regresyon tekniklerinden oluşan (Raudenbush & Bryk, 2002, s. 16), regresyonun genişletilmiş bir hali olup (Huta, 2014, s. 13) değişkenler arasındaki ilişkiler (korelasyon) ve bu ilişkilerin nedenlerini yordamada etkili bir analiz tekniğidir (Şahin, 2021, s. 8).

HDM analizi sürecinde, birçok aday model analiz edilir ve her defasında son olası nihai model olarak seçilen model ile son analiz edilen model çeşitli bilgi kriterleri veya istatistiksel yollarla karşılaştırılır. Bunun sonucunda, verilere en uyumlu model nihai model

olarak seçilir ve bu nihai modelin bulguları raporlanır. Bu süreçte, kayıp veriler çeşitli yollarla giderilerek araştırmanın istatistik açısından uygunluğu sağlanır. Diğer yandan, gözlenen verilerde gerçekten 0 değeri olmaması durumunda yani sürekli bir bağımsız değişkenin anlamlı bir 0 değerine sahip değilse, araştırmanın bulgularının gerçek hayatla bağdaşması için bazı bağımsız (açıklayıcı) sürekli değişkenlere merkezileştirme (merkezleme/ centering) işlemi uygulanabilir. Merkezileştirme işlemi, her bir verinin belirli bir değere göre merkezlenerek yeniden ölçeklenmesi veya dönüştürülmesi sonucu verilere yeni ölçü değerleri atanmasıdır.

Rastgele ve sabit etkiler

Bağımlı değişkeni dolaylı ya da doğrudan etkileyen bağımsız değişkenler olabilir. Bunlar, bağımlı değişken üzerinde sabit etkili (fixed effect) ya da rastgele (değişken) etkili (random effect) olabilir. Etkilerin sabit ya da rastgele oluşu modelin yorumlanmasında yaptığı etki itibarıyla önemlidir (Dibek, 2021, s. 422).

Bir etkinin sabit ya da rastgele oluşunu formülde yer alan artık değerler (hatalar) belirler. Düzey-1’de yer alan bir bağımsız değişkenin rastgele (değişken) etkiye sahip olabilmesi için bu değişkenin eğim katsayısı düzey-2 formülünde artık değeri içermelidir. Tam tersi şekilde, Düzey-1’de yer alan bir bağımsız değişkenin sabit etkiye sahip olabilmesi için bu değişkenin eğim katsayısı düzey-2 formülünde artık değeri içermemelidir. Eğer artık değer varsa bu, bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisinin (yani bu bağımsız değişkenin eğiminin) düzey-2 verileri arasında rastgelelik (değişkenlik) gösterdiği yoksa bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisinin (yani bu bağımsız değişkenin eğiminin) düzey-2 verileri arasında rastgelelik (değişkenlik) göstermeyip sabit bir değere sahip olduğu anlamına gelir (Dibek, 2021, ss. 422, 423).

Verilerin analizi sürecinde, analiz edilecek modellerdeki değişkenlerin sabit mi yoksa rastgele etkili mi olacağına ilk başta literatürden ipuçları alınarak ve daha sonra her analizde bu değişkenlere ait artık değerlerin anlamlılığına (manidarlığına) bakılır (Aydın, 2015, s. 115). Bu süreçte, bu şekilde birçok aday model analiz edilir ve her defasında son olası nihai model olarak seçilen model ile son model karşılaştırılır. Bunun sonucunda, verilere en uyumlu model nihai model olarak seçilir ve bu nihai modelin sonuçları raporlanır. Model uyumu, karşılaştırma ve nihai model seçimi süreci daha sonra ayrıntılı olarak açıklanacaktır.

Varyanslar ve sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC)

Bağımsız değişken içermeyen HDM modelleri koşulsuz (unconditional, null, ANOVA, empty veya boş) model olarak adlandırılır.

İki düzeyli koşulsuz HDM modelinin formülü:

Düzyey-1:

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij} \quad (I)$$

Düzyey-2:

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j} \quad (II)$$

Birleştirilmiş formül:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + u_{0j} + r_{ij}$$

İki düzeyli koşulsuz modelde toplam varyans aşağıdaki gibi iki parçaya ayrılır:

$$Var_{toplam} = Var(Y_{ij}) = Var(r_{ij}) + Var(u_{0j}) = \sigma^2 + \tau^2$$

- σ^2 (σ_{r0}^2 ; $\hat{\sigma}^2$) : Düzyey-1'dekilerin artık değerlerindeki varyans / Gruplar içi varyans
- τ^2 (τ_{00}^2 ; τ_{00} ; σ_{u0}^2 ; $\hat{\sigma}_{u0}^2$): Düzyey-2'dekilerin artık değerlerindeki varyans / Gruplar arası varyans / Kesenlerin (intercepts) varyansı

Düzyey-2'dekilerin (Grupların) artık değerlerindeki varyans (kesenlerin (intercepts) varyansı) gruplar arası varyansı verir. Düzyey-1'dekilerin (Grup içindekilerin) artık değerlerindeki varyans gruplar içi varyansı verir. Bu varyanslar üzerinden ICC değeri hesaplanır. Örnek bir durum üzerinde düşünülürse, öğrencilerin matematik başarılarının genel ortalamadan farklılaşmasının ne kadarının bireysel farklılıklardan (düzyey-1 yani öğrenci düzeyinden) ne kadarının gruplar arası farklılıklardan (düzyey-2 yani okul düzeyinden) kaynaklandığını ortaya koymada ICC değeri önemlidir. Koşulsuz model bu yönüyle, nihai modelin seçilmesi sürecindeki aşağıdan yukarıya yaklaşımı tercih edildiğinde, ilk başta analiz edilen modeldir. ICC, toplam varyansın ne kadarının düzyey-2'den kaynaklandığını ifade eden

bir katsayıdır, değerdir. Dolaylı olarak, ne kadarının düzey-1'den kaynaklandığını da ortaya koymaktadır. ICC değeri şu şekilde hesaplanır (Dibek, 2021, s. 440):

$$ICC = \frac{Var(u_{0j})}{Var(Y_{ij})} = \frac{Var(u_{0j})}{Var(r_{ij}) + Var(u_{0j})} = \frac{\tau^2}{\sigma^2 + \tau^2}$$

Nihai modelin koşulsuz modele göre düzey-1 ve düzey-2'deki varyans miktarlarındaki değişim gözlemlenerek eklenen bağımsız değişkenin toplam, düzey-1 ve düzey-2 varyanslarına olan katkısı yüzde biçiminde hesaplanır. Bu sayede, eklenen bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisi bütüncül ve analitik (yani düzeylerde) biçimde betimlenir.

Açıklanan varyans oranı

Açıklanan varyans oranı, iki model arasındaki düzey-1 ya da düzey-2'deki varyanslardaki değişimin ilk modelin varyansına oranıdır. Bu değişim oranı, ikinci modelde birinci modelden farklı olarak bulunan düzey-1 varyansı değişimi için sadece düzey-1'deki rastgele etkilere ve düzey-2 varyansı değişimi için düzey-1 veya düzey-2'deki rastgele etkilere atfedilir. Kısaca, varyansın atfedilmesinde iki modeldeki bağımsız değişkenlerin varlığı ve sabit ya da rastgele etkili olmaları durumları incelenir. Düzey-1 ve düzey-2'deki açıklanan varyans oranları şu şekilde hesaplanır:

Düzey-1'deki açıklanan varyans oranı (Wang vd., 2012, s. 31):

$$\frac{Model-1_{Düzey-1-varyans} - Model-2_{Düzey-1-varyans}}{Model-1_{Düzey-1-varyans}} = \frac{\sigma^2_{Model-1} - \sigma^2_{Model-2}}{\sigma^2_{Model-1}}$$

Düzey-2'deki açıklanan varyans oranı (Wang vd., 2012, s. 31):

$$\frac{Model-1_{Düzey-2-varyans} - Model-2_{Düzey-2-varyans}}{Model-1_{Düzey-2-varyans}} = \frac{\tau^2_{Model-1} - \tau^2_{Model-2}}{\tau^2_{Model-1}}$$

Yorumlarken, bir düzeye eklenen bağımsız değişken sabit etkili de olsa rastgele etkili de olsa her durumda eklendiği düzeyin açıklanan varyans oranının kaynağı/nedeni olabilir çünkü her bağımsız değişken modele eklendiği düzeyde rastgele verilere yani rastgeleliğe sahiptir; ancak eklendiği düzeyin bir üstündeki düzeyde de rastgele dağılıyorsa bu bir üstündeki düzeyin açıklanan varyans oranının kaynağı/nedeni olabilir. Ayrıca, açıklanan

varyans oranı sadece anlamlı düzeyde etkiye sahip değişkenler için söz konusu olduğundan “olabilir” sözcüğü kullanılarak kesin ifadelerden kaçınılmıştır. Nitekim, söz konusu bağımsız değişken anlamlı bir etkiye de sahipse açıklanan varyans oranının kaynağı/nedeni olur (Wang vd., 2012, ss. 31, 32). Bu açıklamalar Şekil 3.7’de şema halinde gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Açıklanan varyans oranının kaynağının/nedeninin tespit edilmesi

Varsayımlar ve kontrolü

Çok düzeyli bir modelin uygunluğunu, yeterliliğini veya geçerliliğini belirlemede önemli bir bölüm, modelin dayandığı varsayımların veriler için geçerli olup olmadığını kontrol etmektir (Luke, 2020, s. 38). İki düzeyli HDM için bazı varsayımların analiz edilen veriler için geçerli olup olmadığı kontrol edilmelidir (Raudenbush & Bryk, 2002, s. 255). Ancak, bu varsayımların analiz edilen modelden modele değişkenlik gösterebilmesinin yanında dağılımla ilgili varsayımlar makul değerler çerçevesinde daha az önemlidir. En önemli olan şey, modelin iyi belirlenmesidir ki HDM bahsedilen değişkenliklere karşı güçlüdür. Bundan dolayı, dağılımla ilgili varsayımlar objektif olarak ihlal edilse bile hiyerarşik doğrusal modeller kullanılabilir. Ancak, buna sığınarak, araştırmacılar modellerini dikkatli bir şekilde değerlendirme sorumluluğundan kaçınmamalıdır (Schielzeth vd., 2020, s. 1142). Bu varsayımlar aşağıdaki gibi özetlenebilir (Raudenbush & Bryk, 2002, s. 255):

1. Düzy-1'deki (grup içindeki) artık değerler (hatalar/ residuals) birbirinden bağımsızdır ve 0 ortalamalı σ^2 varyanslı olacak şekilde normal dağılım gösterirler.
2. Düzy-1'deki bağımsız değişkenler (yordayıcılar) bu düzeyin artık değerlerinden bağımsızdır.
3. Düzy-1'deki rastgele bağımsız değişkenlerin rastgele olan eğim vektörlerinin (katsayılarının) düzy-2'de formüle edilen artık değerleri birbirinden bağımsızdır ve çok değişkenli normal dağılım gösterirler. Bu normal dağılımda ortalama 0'dır ve bir miktar varyansla birlikte bu rastgele bağımsız değişkenler arasındaki kovaryans mevcuttur. Kısaca, rastgele olan bağımsız değişkenlerin rastgele katsayıları birbirinden

bağımsızdırlar ve 0 ortalama ile normal dağılım gösterirler. Bir başka ifadeyle, düzey-1'deki rastgele etkili her bir bağımsız değişken için düzey-2'deki formüllerde yer alan artık değerlerin her biri birbirinden bağımsızdır ve her biri 0 ortalama ile normal dağılım gösterir.

4. Düzey-2'deki bağımsız değişkenler (yordayıcılar) bu düzeyin artık değerlerinden bağımsızdır.
5. Düzey-1 ile düzey-2 artık değerleri birbirinden bağımsızdır.
6. Her düzeydeki bağımsız (yordayıcı) değişkenler, bulundukları düzey dışındaki rastgele etkilerle ilişkili (korelasyonlu) olmayıp bağımsızdırlar. Bir başka ifadeyle, düzey-1'deki bağımsız değişkenler ile düzey-2'nin artık değerleri ve düzey-2'deki bağımsız değişkenler ile düzey-1'in artık değerleri korelasyon içinde olmayıp birbirinden bağımsızdırlar.

Bahsedilen bu varsayımların kontrolü için kısaca kontrol edilmesi yeterli olan varsayımlar ve bunlar için gerçekleştirilebilecek istatistiksel testler veya grafikler şu şekildedir:

1. Varyansların homojenliği (homoskedastisite (homoscedasticity)/ eş varyanslılık/ aynıserpilimsellik/ eş değişkenlik) yani artık değerlerin varyansının tahmin edilen değerler etrafında değişiklik göstermediği, yani artık değerlerin tahmin edilen değerler etrafında model tahminleri (tahmin edilen değerler) boyunca aşağı yukarı aynı mesafede yayılmasıdır. Modelde kategorik (sınıflama ya da sıralama ölçeğinde) bağımsız değişkenlerin olduğu durumlarda ise ek olarak düzey-1'deki varyansların gruplara (düzey-2 birimlerine) olabildiğince eşit yani homojen dağılması anlamına da gelir. Bu varsayım, model bulgularındaki sabit etki tahminlerindeki standart hataların doğruluğu açısından önemlidir. Bunun için Levene testi, Bartlett testi, Breusch-Pagan testi, Kruskal-Wallis H istatistiği, histogram grafiği, Q-Q grafiği ya da saçılım grafiği kullanılabilir (Gallucci, 2023).
2. Düzey-1 artık değerleri (hataları/ residuals) birbirinden bağımsızdır: Bunun için saçılım grafiği kullanılabilir.
3. Düzey-1 artık değerleri normal dağılım göstermektedir: Bunun için çarpıklık ve basıklık katsayıları, Shapiro-Wilk istatistiği, Kolmogorov-Smirnov istatistiği, histogram grafiği ya da Q-Q grafiği kullanılabilir.

4. Düzey-2 artık değerleri çok değişkenli normal dağılım göstermektedir: Bunun için histogram grafiği ya da Q-Q grafikleri (mahalanobis uzaklığı ve beklenen değer için oluşturulan iki ayrı grafik kıyaslanarak) kullanılabilir.
5. Düzey-2'deki artık değerlerin her biri birbirinden bağımsızdır: Bunun için, araştırmada analizlerin gerçekleştirildiği yazılımda yer alan, rastgele etkilerin korelasyonunu ifade eden "Random Parameters correlations" tablosu kullanılabilir.
6. Rastgele etki olarak modellenen bağımsız değişkenlerin rastgele (düzey-2'de rastgele olan) etkilerini ifade eden artık değerleri normal dağılım göstermektedir (rastgele katsayıları için normallik varsayımı): Bunun için çarpıklık ve basıklık katsayıları, Shapiro-Wilk istatistiği, Kolmogorov-Smirnov istatistiği, histogram grafiği ya da Q-Q grafiği kullanılabilir.

Merkezileştirme işlemi

Merkezileştirme (merkezleme) işlemi, 0 noktasını referans alan (varsayılan), sürekli değişkenlerin referans noktasının değiştirilmesidir. Bu referans noktası bireylerin verisinin bu bireylerin bulundukları grubun ortalaması, tüm bireylerin ortalaması (tüm grupların ortalaması veya genel ortalama) ya da tamamen teorik bilgilere dayanan belirli bir değer olabilir. Ayrıca, bunlara ek olarak, bireylerin verisinin bu bireylerin bulundukları grubun ortalamasına ya da tüm bireylerin ortalamasına (genel ortalamaya) göre standart z puanına da dönüştürülebilir (Dibek, 2021, s. 422).

Merkezileştirme işlemi, ilgili bağımsız değişken için varsayılan referans noktası olan 0'ın gerçek dünyada bir karşılığının olmaması durumunda tercih edilmesi zorunludur. Aksi takdirde, gerçek dünya ile örtüşmeyen çıkarımlar ortaya çıkabilir. Örneğin, örneklemdeki bireylerin boylarını cm ile ifade eden bir bağımsız değişken için 0 değeri anlamsızdır ki 0 cm uzunluğa sahip bir bireyin gerçek dünyada bir karşılığı yoktur. Bu durumda, merkezileştirme işlemi yapılarak referans noktasının gerçek dünyada karşılığı olan bir değer olması sağlanır. Buna ek olarak, merkezileştirme işlemi yapıldığında hesaplamadaki hata daha az olur. Bu yüzden, referans noktasında sorun olmasa bile merkezileştirme işleminin yapılması önerilmektedir. Literatüre göre, düzey-1'deki sürekli değişkenler için grup ortalamasına ve düzey-2'deki sürekli değişkenler içinse genel ortalamaya göre merkezileştirme yapılması önerilmektedir (Raudenbush & Bryk, 2002, akt. Dibek, 2021, s. 421).

Böylece -standart z puanlarına çevirme işleminin sağladığı- farklı şartlardaki grupların başarılarının daha mantıklı ve doğru biçimde kıyaslanabilmesinden de faydalanılabilir.

Nitekim, PISA verileri de çeşitli şartlardaki birçok okuldan elde edilmektedir. Bu yüzden bu araştırmada, düzey-1'deki sürekli değişkenler için grup ortalamasına ve düzey-2'deki sürekli değişkenler içinse genel ortalama göre standart z puanlarına dönüştürülerek merkezileştirme işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Kestirim yöntemleri

Kestirim yöntemleri, “En Büyük Olabilirlik” (ML (Maximum Likelihood)) ve “Kısıtlanmış En Büyük Olabilirlik” (REML (Restricted Maximum Likelihood)) şeklindedir. “En Büyük Olabilirlik” yöntemi hesabında hem sabit hem de rastgele etkiler dikkate alınırken “Kısıtlanmış En Büyük Olabilirlik” yöntemi hesabında daha çok rastgele etkilere odaklanılıp sabit etkiler nüanstır. Bu yüzden, “En Büyük Olabilirlik” yöntemi “Kısıtlanmış En Büyük Olabilirlik” yöntemini kapsamaktadır. Ayrıca, veri seti büyüdükçe bu iki yöntemin sonuçları arasındaki farklılık azalmaktadır.

Modellerin karşılaştırılması, model uyumu ve nihai model

HDM modellerinin veriye uyumluluğunu ifade eden çeşitli bilgi kriterleri vardır. Bunlardan en bilindikleri, Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ve Bayesian Bilgi Kriteri (BIC) şeklindedir. Bu değerler analizdeki hata miktarını ifade eden çeşitli hesaplamalardır ve pozitif ya da negatif değerler olabilirler. Bu yüzden, hata miktarı (AIC veya BIC değerleri) 0'a yakın olan modeller -mutlak değeri daha küçük olan modeller- veriye daha uyumludur denir. Dolayısıyla, kıyaslanan modellerden veriye daha uyumlu olan model olası nihai model olarak seçilir ve bu model üzerinden devam edilir. Bu kıyaslama sürecinin sonunda karar kılınan modele nihai model denir ve bu model “Kısıtlanmış En Büyük Olabilirlik” yöntemiyle tekrar analiz edilerek elde edilen bu sonuçlar raporlanır.

Alternatif olarak, karşılaştırılan iki modelin sapma (deviance) ve kestirilen (tahmin edilen) parametre sayısı değerleri kullanılarak da karşılaştırma işlemi yapılabilir. Bunun için sapma değerleri arasındaki fark (Ki-kare istatistiği) ve kestirilen (tahmin edilen) parametre sayıları arasındaki fark (serbestlik derecesi) kullanılarak elde edilen istatistiğin anlamlılık değeri (p değeri) 0.05'ten küçük ise sapma (deviance) değeri daha küçük olan model veriye daha uyumlu modeldir denir ve bu model seçilir.

Modellerin karşılaştırılması sürecinde, iki model arasında sadece rastgele etkilerde farklılık varsa iki model “Kısıtlanmış En Büyük Olabilirlik” yöntemiyle çalıştırılarak karşılaştırılmalıdır. Ancak, sabit etkilerde (Ek olarak rastgele etkilerde de olabilir.) bir

farklılık varsa iki model “En Büyük Olabilirlik” yöntemiyle çalıştırılarak karşılaştırılmalıdır. Özellikle küçük veri setlerinde daha doğru sonuçlar için bu duruma dikkat edilmelidir fakat veri seti büyüdükçe bu iki yöntemin sonuçları arasındaki farklılık azaldığından veri seti büyükse sorun olmayacaktır. Ayrıca, kolaylık açısından, “En Büyük Olabilirlik” yöntemi “Kısıtlanmış En Büyük Olabilirlik” yöntemini kapsadığı için model kıyaslama sürecinde bütün modellerin “En Büyük Olabilirlik” yöntemiyle analiz edilmesi tavsiye edilmektedir. Özellikle, büyük veri setlerin bu durum çok büyük bir sorun oluşturmayacağı ifade edilmektedir. Bu iki yöntemde birbirini kapsama durumu olduğu için küçük veri setleri için de bu durum uygulanabilir.

Kayıp verilerin ele alınması

HDM analizi için hem düzey-1 hem de düzey-2 için kayıp veri olmamalıdır. Bunun için liste boyunca silme (listwise deletion), eşleşme boyunca silme ya da verileri doldurma yöntemlerine başvurulabilir. Eşleşme boyunca silme (pairwise deletion) işleminde sadece HDM modelinde yer alan değişkenlerdeki kayıp veriler silinirken liste boyunca silme (listwise deletion) işleminde ise veri setinde yer alan bütün değişkenlerdeki kayıp veriler silinmektedir.

3.5.2. Analiz edilen modeller

Hiçbir bağımsız değişken olmadan analiz edilen modeller

Bu modeller “1.1. Hiçbir etken kontrol edilmediğinde (modele eklenmeyerek), matematik okuryazarlığında/başarısında tüm öğrencilerin genel ortalaması/okulların ortalaması nasıldır?”, “1.2. Hiçbir etken kontrol edilmediğinde (modele eklenmeyerek), matematik okuryazarlığındaki/başarısındaki varyansın öğrenci ve okul düzeylerindeki dağılımı nasıldır?” araştırma sorularına cevap aramak için analiz edilmiştir.

Analiz edilen modeller sırasıyla numaralarla indeksleme yoluyla sistematik biçimde adlandırılmıştır. Bir önceki modele göre modelde bir değişiklik yapıldığında indeksler yine sıfırdan başlayacak şekilde derinleşmektedir. Bir önceki modele göre modelde etkenler bakımından bir değişiklik yapılmadığında ve sadece analizin kestirim yöntemi “En Büyük Olabilirlik” yönteminden “Kısıtlanmış En Büyük Olabilirlik” yöntemine olacak şekilde değiştirildiğinde bir önceki modelin adının sonuna “.1” şeklinde bir ekleme yapılarak model yeniden adlandırılmıştır.

Araştırmada, bulguları kullanılan modeller; hiçbir bağımsız değişkenin olmadığı Model-0.1 (koşulsuz model), sadece öğrenci düzeyindeki anlamlı bağımsız değişkenlerin olduğu Model-1.1.1 ve sadece okul düzeyindeki anlamlı bağımsız değişkenlerin olduğu Model-2.1.1 adlı referans modeller ile öğrenci ve okul düzeyindeki tüm anlamlı bağımsız değişkenlerin olduğu Model-3.2.1 adlı nihai model şeklindedir.

Analizlere Model-0 adlı model analiz edilerek başlanmıştır. Bu model koşulsuz veya boş model olup hem kendinden sonraki modellerle hem de nihai modelle kıyaslarken referans konumunda olan modeldir. Ayrıca, bu model ileriki modellerle kıyaslanarak analiz süreci ilerleyeceğinden ve kıyaslanan iki model arasında sabit etkilerde farklılık olduğu için “En Büyük Olabilirlik” kestirim yöntemiyle analiz edilmiştir.

Düzy-1:

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij} \quad (I)$$

Düzy-2:

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j} \quad (II)$$

R (R Core Team, 2021) *programlama dilindeki lme4* (Bates vd., 2015) *paketinde yer alan “lmer()” fonksiyonu karşılığı:*

PV1MATH ~ 1 + (1 | CNTSCHID)

Analizlere Model-0.1 adlı modelle devam edilmiştir. Bu model koşulsuz veya boş model olup hem kendinden sonraki modellerle hem de nihai modelle kıyaslarken referans konumunda olan modeldir. Burada, açıklanan varyans oranı hesabındaki nihai model ile bu referans modelin varyans değerleri kullanılarak nihai modelle karşılaştırma yapılacağından bu model Model-0’ın “Kısıtlanmış En Büyük Olabilirlik” kestirim yöntemiyle analiz edilmiş halidir.

Okul düzeyindeki bağımsız değişkenlerle analiz edilen modeller

Bu modeller, “2.2. Öğrenci ve okul düzeyi etkenleri kontrol edildiğinde (modele eklenerek), sadece okul düzeyindeki anlamlı düzeydeki etkenlerin -bütüncül olarak- okul düzeyindeki açıklanan varyans oranı (etki büyüklüğü) nedir?” araştırma sorusuna cevap aramak için analiz edilmiştir.

Analizlere Model-1 adlı modelle devam edilmiştir. Bu model referans model olup bir önceki modele ek olarak sadece okul düzeyindeki değişkenleri içeren modeldir. Ayrıca, bu model ileriki modellerle kıyaslanarak analiz süreci ilerleyeceğinden ve kıyaslanan iki model arasında sabit etkilerde farklılık olduğu için “En Büyük Olabilirlik” kestirim yöntemiyle analiz edilmiştir.

Düzyey-1:

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}WORKPAY_{ij} + \beta_{2j}ESCS_{ij} + r_{ij} \quad (I)$$

Düzyey-2:

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j} \quad (II)$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + u_{1j} \quad (III)$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20} + u_{2j} \quad (iv)$$

R (R Core Team, 2021) *programlama dilindeki lme4* (Bates vd., 2015) *paketinde yer alan “lmer()” fonksiyonu karşılığı:*

$$PV1MATH \sim 1 + WORKPAY + ESCS + (1 + WORKPAY + ESCS | CNTSCHID)$$

Analizlere Model-1.1 adlı modelle devam edilmiştir. Bu model referans model olup bir önceki modele ek olarak sadece okul düzeyindeki değişkenleri içeren modeldir. Ayrıca, bu model ileriki modellerle kıyaslanarak analiz süreci ilerleyeceğinden ve kıyaslanan iki model arasında sabit etkilerde farklılık olduğu için “En Büyük Olabilirlik” kestirim yöntemiyle analiz edilmiştir. Ek olarak, nihai model analizi son halini aldığında WORKPAY adlı düzey-1 bağımsız değişkeninin rastgele etkisinin anlamlı düzeyde olmadığı ve buna ek olarak Model-1 analizi bulgularında düzey-1’deki WORKPAY ile ESCS bağımsız değişkenleri arasındaki korelasyonun (-0.848) oldukça güçlü olduğu görülmüştür. Nitekim, geri dönülerek bu değişkenin sabit etkili olarak modellendiği bu model analizi analizlere eklenmiştir.

Düzyey-1:

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}WORKPAY_{ij} + \beta_{2j}ESCS_{ij} + r_{ij} \quad (I)$$

Düzyey-2:

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j} \quad (II)$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} \quad (\text{III})$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20} + u_{2j} \quad (\text{iv})$$

R (R Core Team, 2021) *programlama dilindeki lme4* (Bates vd., 2015) *paketinde yer alan “lmer()” fonksiyonu karşılığı:*

$$PV1MATH \sim 1 + WORKPAY + ESCS + (1 + ESCS | CNTSCHID)$$

Analizlere Model-1.1.1 adlı modelle devam edilmiştir. Bu model referans model olup bir önceki modele ek olarak sadece okul düzeyindeki değişkenleri içeren modeldir. Burada, açıklanan varyans oranı hesabındaki nihai model ile bu referans modelin varyans değerleri kullanılarak nihai modelle karşılaştırma yapılacağından bu model Model-0’ın “Kısıtlanmış En Büyük Olabilirlik” kestirim yöntemiyle analiz edilmiş halidir.

Öğrenci düzeyindeki bağımsız değişkenlerle analiz edilen modeller

Bu modeller, “2.3. Öğrenci ve okul düzeyi etkenleri kontrol edildiğinde (modele eklenerek), sadece öğrenci düzeyindeki anlamlı düzeydeki etkenlerin -bütüncül olarak- öğrenci veya okul düzeylerindeki açıklanan varyans oranları (etki büyüklükleri) nedir?” araştırma sorusuna cevap aramak için analiz edilmiştir.

Analizlere Model-2 adlı modelle devam edilmiştir. Bu model referans model olup bir önceki modele ek olarak sadece öğrenci düzeyindeki değişkenleri içeren modeldir. Ayrıca, bu model ileriki modellerle kıyaslanarak analiz süreci ilerleyeceğinden ve kıyaslanan iki model arasında sabit etkilerde farklılık olduğu için “En Büyük Olabilirlik” kestirim yöntemiyle analiz edilmiştir.

Düzyey-1:

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij} \quad (\text{I})$$

Düzyey-2:

$$\begin{aligned} \beta_{0j} = & \gamma_{00} + \gamma_{01}SC001Q01TA_j + \gamma_{02}SC013Q01TA_j + \gamma_{03}STAFFSHORT_j \\ & + \gamma_{04}EDUSHORT_j + \gamma_{05}MEAN_ESCS_j + \gamma_{06}SC211Q03JA_j + u_{0j} \quad (\text{II}) \end{aligned}$$

R (R Core Team, 2021) *programlama dilindeki lme4* (Bates vd., 2015) *paketinde yer alan “lmer()” fonksiyonu karşılığı:*

PV1MATH ~ 1 + SC001Q01TA + SC013Q01TA + STAFFSHORT + EDUSHORT + MEAN_ESCS + SC211Q03JA + (1 | CNTSCHID)

Analizlerin bu kısmında Model-2’de STAFFSHORT, EDUSHORT ve SC211Q03JA değişkenlerinin sabit etkilerinin anlamlı düzeyde olmadığı görülmüştür. Bu yüzden, bu değişkenlerin geriye kalan 6 kombinasyonla eklenerek anlamlı olma durumu olup olmadıkları sırasıyla kontrol edilmiştir. Model-2.0.1’den Model-2.0.6’ya kadar olan aradaki modeller, Model-2 üzerinden farklı değişkenlerin çıkarılmasıyla oluşturulmuş varyasyonlardır. Bu çerçevede Model-2.0.1, Model-2’den yalnızca SC211Q03JA değişkeni çıkarılarak; Model-2.0.2, yalnızca EDUSHORT değişkeni çıkarılarak; Model-2.0.3, yalnızca STAFFSHORT değişkeni çıkarılarak; Model-2.0.4, EDUSHORT ve SC211Q03JA birlikte çıkarılarak; Model-2.0.5, STAFFSHORT ve SC211Q03JA birlikte çıkarılarak; Model-2.0.6 ise EDUSHORT ve STAFFSHORT birlikte çıkarılarak oluşturulmuştur.

Analizlere Model-2.1 adlı modelle devam edilmiştir. Bu model referans model olup bir önceki modele ek olarak sadece anlamlı düzeyde etkiye sahip öğrenci düzeyindeki değişkenleri içeren modeldir. Model-2’den STAFFSHORT, EDUSHORT ve SC211Q03JA değişkenlerinin çıkarılmış halidir.

Düzyey-1:

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij} \quad (I)$$

Düzyey-2:

$$\begin{aligned} \beta_{0j} = & \gamma_{00} + \gamma_{01}SC001Q01TA_j + \gamma_{02}SC013Q01TA_j \\ & + \gamma_{03}MEAN_ESCS_j + u_{0j} \quad (II) \end{aligned}$$

R (R Core Team, 2021) *programlama dilindeki lme4* (Bates vd., 2015) *paketinde yer alan “lmer()” fonksiyonu karşılığı:*

PV1MATH ~ 1 + SC001Q01TA + SC013Q01TA + MEAN_ESCS + (1 | CNTSCHID)

Analizlere Model-2.1.1 adlı modelle devam edilmiştir. Bu model referans model olup bir önceki modele ek olarak sadece anlamlı düzeyde etkiye sahip öğrenci düzeyindeki değişkenleri içeren modeldir. Burada, açıklanan varyans oranı hesabındaki nihai model ile bu referans modelin varyans değerleri kullanılarak nihai modelle karşılaştırma yapılacağından bu

model Model-0'ın “Kısıtlanmış En Büyük Olabilirlik” kestirim yöntemiyle analiz edilmiş halidir.

Öğrenci ve okul düzeyindeki bağımsız değişkenlerle analiz edilen modeller

Bu modeller, “2.1. Öğrenci ve okul düzeyi etkenleri kontrol edildiğinde (modele eklenerek), matematik okuryazarlığında/başarısında hangi etkenlerin anlamlı düzeyde etkisi vardır?” ve “2.4. Öğrenci ve okul düzeyi etkenleri kontrol edildiğinde (modele eklenerek), anlamlı düzeydeki etkenlerin -bütüncül olarak- öğrenci veya okul düzeylerindeki açıklanan varyans oranları (etki büyüklükleri) nedir?” araştırma sorularına cevap aramak için analiz edilmiştir.

Analizlere Model-3 adlı modelle devam edilmiştir. Bu model referans model olup bir önceki modele ek olarak hem öğrenci hem de okul düzeyindeki değişkenleri içeren modeldir. Ayrıca, bu model ileriki modellerle kıyaslanarak analiz süreci ilerleyeceğinden ve kıyaslanan iki model arasında sabit etkilerde farklılık olduğu için “En Büyük Olabilirlik” kestirim yöntemiyle analiz edilmiştir.

Düzyey-1:

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}WORKPAY_{ij} + \beta_{2j}ESCS_{ij} + r_{ij} \quad (I)$$

Düzyey-2:

$$\begin{aligned} \beta_{0j} = & \gamma_{00} + \gamma_{01}SC001Q01TA_j + \gamma_{02}SC013Q01TA_j + \gamma_{03}STAFFSHORT_j \\ & + \gamma_{04}EDUSHORT_j + \gamma_{05}MEAN_ESCS_j + \gamma_{06}SC211Q03JA_j + u_{0j} \quad (II) \end{aligned}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + u_{1j} \quad (III)$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20} + u_{2j} \quad (iv)$$

R (R Core Team, 2021) *programlama dilindeki lme4* (Bates vd., 2015) *paketinde yer alan “lmer()” fonksiyonu karşılığı:*

PV1MATH ~ 1 + WORKPAY + ESCS + SC001Q01TA + SC013Q01TA + STAFFSHORT + EDUSHORT + MEAN_ESCS + SC211Q03JA + (1 + WORKPAY + ESCS | CNTSCHID)

Analizlerin bu kısmında Model-2’de STAFFSHORT, EDUSHORT ve SC211Q03JA değişkenlerinin sabit etkilerinin anlamlı düzeyde olmadığı görülmüştür. Bu yüzden, bu değişkenlerin geriye kalan 6 kombinasyonla eklenerek anlamlı olma durumu olup olmadıkları

sırasıyla kontrol edilmiştir. Model-3.0.1'den Model-3.0.6'ya kadar olan aradaki modeller, Model-3 üzerinden farklı değişkenlerin çıkarılmasıyla oluşturulmuş varyasyonlardır. Bu çerçevede Model-3.0.1, Model-3'ten yalnızca SC211Q03JA değişkeni çıkarılarak; Model-3.0.2, yalnızca EDUSHORT değişkeni çıkarılarak; Model-3.0.3, yalnızca STAFFSHORT değişkeni çıkarılarak; Model-3.0.4, EDUSHORT ve SC211Q03JA birlikte çıkarılarak; Model-3.0.5, STAFFSHORT ve SC211Q03JA birlikte çıkarılarak; Model-3.0.6 ise EDUSHORT ve STAFFSHORT birlikte çıkarılarak oluşturulmuştur.

Analizlere Model-3.1 adlı modelle devam edilmiştir. Bu model referans model olup bir önceki modele ek olarak sadece anlamlı düzeyde etkiye sahip olan hem öğrenci hem de okul düzeyindeki değişkenleri içeren modeldir. Model-3'ten STAFFSHORT, EDUSHORT ve SC211Q03JA değişkenlerinin çıkarılmış halidir.

Düzyey-1:

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}WORKPAY_{ij} + \beta_{2j}ESCS_{ij} + r_{ij} \quad (I)$$

Düzyey-2:

$$\begin{aligned} \beta_{0j} = & \gamma_{00} + \gamma_{01}SC001Q01TA_j + \gamma_{02}SC013Q01TA_j \\ & + \gamma_{03}MEAN_ESCS_j + u_{0j} \quad (II) \end{aligned}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + u_{1j} \quad (III)$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20} + u_{2j} \quad (iv)$$

R (R Core Team, 2021) *programlama dilindeki lme4* (Bates vd., 2015) *paketinde yer alan “lmer()” fonksiyonu karşılığı:*

PV1MATH ~ 1 + WORKPAY + ESCS + SC001Q01TA + SC013Q01TA + MEAN_ESCS + (1 + WORKPAY + ESCS | CNTSCHID)

Analizlere Model-3.1.0.1 adlı modelle devam edilmiştir. Bu kısım, Model-3'ten WORKPAY değişkeninin rastgele ve sabit etki olarak eklendiği iki modelin kıyaslandığı analizdir. Model-3.1 analizinin çıktılarındaki “Random Effect LRT” tablosunda WORKPAY değişkeninin sabit etkili olarak eklenmesinin daha uyumlu bir model elde edilmesinin sağlayacağına yönelik LRT (Loglikelihood Ratio Test) testinin sonucu görülmektedir.

Analizlere Model-3.2 adlı modelle devam edilmiştir. Bu model nihai model olup boş model referans alınarak kıyaslama yapılan modeldir. Model-3.1'den WORKPAY değişkeninin sadece rastgele etkisinin çıkarılmış halidir. Bir başka deyişle, Model-3.1'den farklı olarak WORKPAY değişkeninin sabit etkili olarak modele eklenmiştir.

Düze-1:

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}WORKPAY_{ij} + \beta_{2j}ESCS_{ij} + r_{ij} \quad (I)$$

Düze-2:

$$\begin{aligned} \beta_{0j} = & \gamma_{00} + \gamma_{01}SC001Q01TA_j + \gamma_{02}SC013Q01TA_j \\ & + \gamma_{03}MEAN_ESCS_j + u_{0j} \quad (II) \end{aligned}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} \quad (III)$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20} + u_{2j} \quad (iv)$$

R (R Core Team, 2021) *programlama dilindeki lme4* (Bates vd., 2015) *paketinde yer alan “lmer()” fonksiyonu karşılığı:*

$$PV1MATH \sim 1 + WORKPAY + ESCS + SC001Q01TA + SC013Q01TA + MEAN_ESCS + (1 + ESCS | CNTSCHID)$$

Analizler Model-3.2.1 adlı modelle bitirilmiştir. Bu model nihai model olup boş model referans alınarak kıyaslama yapılan modeldir. Burada, açıklanan varyans oranı hesabındaki referans modeller ile bu nihai modelin varyans değerleri kullanılarak nihai modelle karşılaştırma yapılacağından bu model Model-0'ın “Kısıtlanmış En Büyük Olabilirlik” kestirim yöntemiyle analiz edilmiş halidir.

3.5.3. Varsayımların kontrolü

Bu başlıkta, HDM varsayımlarının her bir model için kontrolüne dair bilgiler yer almaktadır. Burada, literatürde sadece nihai model için varsayımların kontrol edildiği görülse de hem açıklanan varyans oranı hem de ICC'nin hesaplanmasında koşulsuz model ile bazı diğer referans modellerin de bulguları kullanılmakta olup bu bulguların da gerçekçiliğine dair varsayımların kontrol edilmesi gerektiği düşünüldüğünden bu modeller için de varsayımlar kontrol edilmiştir.

İlgili varsayımlar ve bunların kontrol etmek için kullanılan araçlar şu şekilde olup ilgili kontrollere dair açıklama ve şekiller EK-3'te yer almaktadır:

- A. Varyansların homojenliği (homoskedastisite) varsayımı, her iki düzey için de "Artık değerler - Tahmin edilen (Residuals-Predicted)" saçılım grafiği (scatter plot) kullanılarak kontrol edilmiştir.
- B. Düzey-1 artık değerleri birbirinden bağımsızdır varsayımı, "Artık değerler - Tahmin edilen (Residuals-Predicted)" saçılım grafiği (scatter plot) kullanılarak kontrol edilmiştir.
- C. Düzey-1 artık değerlerinin normallik varsayımı, Kolmogorov-Smirnov istatistiği, histogram ve Q-Q grafikleri kullanılarak kontrol edilmiştir.
- D. Düzey-2 artık değerlerinin çok değişkenli normallik varsayımı, histogram grafiği kullanılarak kontrol edilmiştir.
- E. Düzey-2'deki artık değerlerin her biri birbirinden bağımsızdır varsayımı, modelde birden fazla -kesenin eğimi dışında- rastgele etki olduğu durumlarda, rastgele etkilerin korelasyonunu ifade eden "Random Parameters correlations" tablosu kullanılarak kontrol edilmiştir.
- F. Rastgele etki olarak modellenen bağımsız değişkenlerin rastgele katsayıları için normallik varsayımı, modelde rastgele etki olarak modellenen bağımsız değişken olduğu durumlarda, histogram grafiği kullanılarak kontrol edilmiştir.

BÖLÜM 4

4. BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde; hiçbir bağımsız değişkenin olmadığı Model-0.1 (koşulsuz model), sadece öğrenci düzeyindeki anlamlı bağımsız değişkenlerin olduğu Model-1.1.1 ve sadece okul düzeyindeki anlamlı bağımsız değişkenlerin olduğu Model-2.1.1 adlı referans modeller ile öğrenci ve okul düzeyindeki tüm anlamlı bağımsız değişkenlerin olduğu Model-3.2.1 adlı nihai modele dair bulgular yer almaktadır.

Araştırmada, PV1MATH bağımlı değişkenine ve sıralama ölçeğindeki bağımsız değişkenlerden “WORKPAY” ve “SC211Q03JA” adlı değişkenlere merkezileştirme işlemi yapılmamıştır. Düzey-1 bağımsız değişkeni “ESCS”ye grup ortalamasına göre standart z puanına dönüştürülerek merkezileştirme işlemi yapılmıştır. Düzey-2 bağımsız değişkenleri “MEAN_ESCS”, “EDUSHORT” ve “STAFFSHORT”a genel ortalamaya göre standart z puanına dönüştürülerek merkezileştirme işlemi yapılmıştır. Son olarak, düzey-2’deki sınıflama ölçeğindeki “SC001Q01TA” ve “SC013Q01TA” bağımsız değişkenlerine (faktörlerine) sınıfların nasıl bir sistemle karşılaştırılacağını belirleyen faktör kodlaması işlemi yapılmıştır. Bunlardan “SC001Q01TA” değişkeninde “yinelemeli (repeated)” ve “SC013Q01TA” değişkeninde “basit (simple)” adlı yöntem kullanılmıştır. Bu konuda ayrıntılı bilgiler “3.3. Veri Toplama Araç ve/veya Teknikleri” adlı alt başlığın sonunda yer alan Tablo 3.1’de yer almaktadır.

Araştırmanın analizlerinden elde edilen bulguların yer aldığı tablolardaki sabit etkilere dair bulgular elde edilirken kullanılan jamovi (The jamovi project, 2024) yazılımındaki GAMLj3 (Gallucci, 2024) modülü, “parameters (Lüdecke vd., 2020)” adlı R (R Core Team, 2024) paketini (kütüphanesini) kullanmaktadır.

4.1. Hiçbir Bağımsız Değişken Olmadan Elde Edilen Bulgular

Bu alt başlıkta, Model-0.1 (koşulsuz model) adlı referans model için sabit ve rastgele etkilere dair bulgular yer almaktadır. Sabit ve rastgele etkilere dair bulgular için ayrı alt başlıklar açılmış ve ilgili tablolar verilerek devamında tablodaki bulgular yazılı olarak ifade edilmiştir.

4.1.1. Sabit etkilere dair bulgular

Tablo 4.1’de Model-0.1 (koşulsuz model) adlı referans model için sabit etkilere dair bulgular yer almaktadır.

Tablo 4.1. Model-0.1 (koşulsuz model) için sabit etkilere dair bulgular

Sabit Etkiler		Model-0.1				
		%95 Güvenilirlik Aralığı				
Değişken	Etki	Tahmini Değer	Standart Hata	Alt	Üst	p
	Kesen, γ_{00}	449.297	4.933	439.628	458.967	<.001

Model-0.1’in (koşulsuz modelin) sabit etkilerine dair bulgular, öğrencilerin matematik okuryazarlığı puanlarının genel ortalamasının sıfırdan anlamlı düzeyde farklı olup tahminen 449.297 puan olduğunu göstermektedir ($\gamma_{00} = 449.297$, $p < .001$). Bu puanın gerçek değeri %95 olasılıkla 439.628 ile 458.967 değerleri arasındadır. Bir başka ifadeyle, öğrencilerin matematik performanslarının genel ortalaması yaklaşık 449 puandır.

4.1.2. Rastgele etkilere dair bulgular

Tablo 4.2’de Model-0.1 (koşulsuz model) adlı referans model için rastgele etkilere dair bulgular yer almaktadır.

Tablo 4.2. Model-0.1 (koşulsuz model) için rastgele etkilere dair bulgular

Rastgele Etkiler		Model-0.1			
Değişken	Etki	Varyans	Standart Sapma	p	ICC
	Düzyey-1 Artık Değeri (Hatası), r_{ij}	3420.908	58.489	<.001	0.571
	Düzyey-2 (Kesen) Artık Değeri (Hatası), u_{0j}	4547.553	67.436		

Model-0.1’in (koşulsuz modelin) rastgele etkilerine dair bulgular, öğrencilerin (düzyey-1’deki) matematik okuryazarlığı puanları arasındaki varyansın 3420.908 ve okulların (düzyey-2’deki) ortalama matematik okuryazarlığı puanları arasındaki varyansın 4547.553 olduğunu göstermektedir ($p < .001$). Buradan ICC’nin $4547.553 / (3420.908 + 4547.553) = 0.571$ olduğu görülmektedir. Bir başka ifadeyle, toplam varyansın yaklaşık %57’si okullar arasındaki ortalama matematik performansı farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Bir başka

deyişle, matematik performansındaki farklılıkların yaklaşık %57'sini okullar arasındaki farklılıklar oluşturmaktadır.

4.2. Öğrenci Düzeyindeki Anlamlı Bağımsız Değişkenlerle Elde Edilen Bulgular

Bu alt başlıkta, Model-1.1.1 adlı referans model için sabit ve rastgele etkilere dair bulgular yer almaktadır. Sabit ve rastgele etkilere dair bulgular için ayrı alt başlıklar açılmış ve ilgili tablolar verilerek devamında tablodaki bulgular yazılı olarak ifade edilmiştir.

4.2.1. Sabit etkilere dair bulgular

Tablo 4.3'te Model-1.1.1 adlı referans model için sabit etkilere dair bulgular yer almaktadır.

Tablo 4.3. Model-1.1.1 adlı referans model için sabit etkilere dair bulgular

Sabit Etkiler		Model-1.1.1				
		%95 Güvenilirlik Aralığı				
Değişken	Etki	Tahmini Değer	Standart Hata	Alt	Üst	p
	Kesen, γ_{00}	451.742	4.842	442.251	461.233	<.001
Düzy-1 (Öğrenci Düzeyi)						
WORKPAY, γ_{10}	WORKPAY, γ_{10}	-2.493	0.300	-3.082	-1.904	<.001
ESCS, γ_{20}	ESCS, γ_{20}	4.532	0.814	2.937	6.127	<.001

Model-1.1.1 adlı referans modelin sabit etkilerine dair bulgular, öğrencilerin matematik okuryazarlığı puanlarının genel ortalamasının sıfırdan anlamlı düzeyde farklı olup tahminen 451.742 puan olduğunu göstermektedir ($\gamma_{00} = 451.742$, $p < .001$). Bu puanın gerçek değeri %95 olasılıkla 442.251 ile 461.233 değerleri arasındadır. Bir başka ifadeyle, modeldeki bağımsız değişkenler 0 (sıfır) değerine sahip olduğunda -Modele eklendikleri halleriyle yani merkezileştirme uygulanmış ise merkezileştirilmiş halinin değeri 0'dır.- öğrencilerin matematik performanslarının genel ortalaması yaklaşık 452 puandır. Bir başka deyişle, öğrencilerin matematik performanslarının genel ortalaması yaklaşık 452 puandır.

“WORKPAY” bağımsız değişkeninin öğrencilerin matematik okuryazarlığı puanları üzerinde sıfırdan anlamlı düzeyde farklı ve negatif yönde bir etkisi vardır ($\gamma_{10} = -2.493$, $p < .001$). Bu puanın gerçek değeri %95 olasılıkla -3.082 ile -1.904 değerleri arasındadır. Bir

başka ifadeyle, öğrencilerin para kazanmak için haftada bir kez (gün) daha fazla çalışması matematik performanslarını yaklaşık 2.5 puan düşürmektedir.

“ESCS” bağımsız değişkeninin öğrencilerin matematik okuryazarlığı puanları üzerinde sıfırdan anlamlı düzeyde farklı ve pozitif yönde bir etkisi vardır ($\gamma_{20} = 4.532$, $p < .001$). Bu puanın gerçek değeri %95 olasılıkla 2.937 ile 6.127 değerleri arasındadır. Bir başka ifadeyle, öğrencilerin ESKD’sinin bulundukları okulların ortalama ESKD durumuna (grup ortalamasına) göre 1 standart z puanı kadar yüksek olması matematik performanslarını yaklaşık 4.5 puan yükseltmektedir.

4.2.2. Rastgele etkilere dair bulgular

Tablo 4.4’te Model-1.1.1 adlı referans model için rastgele etkilere dair bulgular yer almaktadır.

Tablo 4.4. Model-1.1.1 adlı referans model için rastgele etkilere dair bulgular

Rastgele Etkiler			Model-1.1.1		
Değişken	Etki	Varyans	Standart Sapma	p	ICC
	Düzey-1 Artık Değeri (Hatası), r_{ij}	3337.850	57.774		0.567
	Düzey-2 (Kesen) Artık Değeri (Hatası), u_{0j}	4363.634	66.058		
Düzey-1 (Öğrenci Düzeyi)					
ESCS, u_{2j}	ESCS, u_{2j}	32.510	5.702	0.006	

Model-1.1.1 adlı referans modelin rastgele etkilerine dair bulgular, öğrencilerin (düzyey-1’deki) matematik okuryazarlığı puanları arasındaki varyansın 3337.850 ve okulların (düzyey-2’deki) ortalama matematik okuryazarlığı puanları arasındaki varyansın 4363.634 olduğunu göstermektedir ($p < .05$). Buradan ICC’nin $4363.634 / (3337.850 + 4363.634) = 0.567$ olduğu görülmektedir. Bir başka ifadeyle, toplam varyansın yaklaşık %57’si okullar arasındaki ortalama matematik performansı farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Bir başka deyişle, matematik performansındaki farklılıkların yaklaşık %57’sini okullar arasındaki farklılıklar oluşturmaktadır.

Model-0.1 (koşulsuz model) adlı referans modele göre, eklenen “ESCS” adlı öğrenci düzeyindeki (düzyey-1’deki) bağımsız değişkenin rastgele etkisinin (u_{2j}) yani varyansa etkisinin sıfırdan anlamlı düzeyde farklı olduğu görülmektedir ($p < .05$). Bir başka ifadeyle,

modelde rastgele etki olarak kalmasının sabit etki olarak eklenmesine göre model uyumunu sıfırdan anlamlı düzeyde olumlu yönde etkilediği görülmektedir. Bir başka deyişle, “ESCS” adlı öğrenci düzeyindeki değişkeninin rastgele etkili biçimde eklenmesinin anlamlı olduğu görülmektedir.

4.3. Okul Düzeyindeki Anlamlı Bağımsız Değişkenlerle Elde Edilen Bulgular

Bu alt başlıkta, Model-2.1.1 adlı referans model için sabit ve rastgele etkilere dair bulgular yer almaktadır. Sabit ve rastgele etkilere dair bulgular için ayrı alt başlıklar açılmış ve ilgili tablolar verilerek devamında tablodaki bulgular yazılı olarak ifade edilmiştir.

4.3.1. Sabit etkilere dair bulgular

Tablo 4.5’te Model-2.1.1 adlı referans model için sabit etkilere dair bulgular yer almaktadır.

Tablo 4.5. Model-2.1.1 adlı referans model için sabit etkilere dair bulgular

Sabit Etkiler		Model-2.1.1				
		Tahmini Değer	Standart Hata	%95 Güvenilirlik Aralığı		p
Değişken	Etki			Alt	Üst	
	Kesen, γ_{00}	410.946	6.429	398.343	423.550	<.001
Düzy-2 (Okul Düzeyi)						
SC001Q01TA, γ_{01}	SC001Q01TA1: Kasaba, belde ya da küçük ilçe (nüfusu yaklaşık 3000 - 15 000 arasında) - İlçe ya da küçük şehir (nüfusu yaklaşık 15 000 - 100 000 arasında)	-5.486	20.618	-45.904	34.932	0.790
SC001Q01TA, γ_{01}	SC001Q01TA2: İlçe ya da küçük şehir (nüfusu yaklaşık 15 000 - 100 000 arasında) - Şehir (nüfusu yaklaşık 100 000 - 1 000 000 arasında)	-6.126	8.979	-23.727	11.475	0.496
SC001Q01TA, γ_{01}	SC001Q01TA3: Şehir (nüfusu yaklaşık 100 000 - 1 000 000 arasında) - Büyükşehir (nüfusu yaklaşık 1 000 000 - 10 000 000 arasında)	4.121	7.982	-11.527	19.769	0.606
SC001Q01TA, γ_{01}	SC001Q01TA4: Büyükşehir (nüfusu yaklaşık 1 000 000 - 10 000 000 arasında) - Mega şehir (nüfusu 10 000 000'dan fazla)	25.423	10.545	4.752	46.094	0.017
SC013Q01TA, γ_{02}	SC013Q01TA1: Özel okul - Devlet okulu	-89.052	11.141	-110.892	-67.213	<.001
MEAN_ESCS, γ_{03}	MEAN_ESCS, γ_{03}	59.884	3.610	52.808	66.959	<.001

Model-2.1.1 adlı referans modelin sabit etkilerine dair bulgular, öğrencilerin matematik okuryazarlığı puanlarının genel ortalamasının sıfırdan anlamlı düzeyde farklı olup tahminen 410.946 puan olduğunu göstermektedir ($\gamma_{00} = 410.946$, $p < .001$). Bu puanın gerçek değeri %95 olasılıkla 398.343 ile 423.550 değerleri arasındadır. Bir başka ifadeyle, modeldeki bağımsız değişkenler 0 (sıfır) değerine sahip olduğunda -Modele eklendikleri halleriyle yani merkezileştirme uygulanmış ise merkezileştirilmiş halinin değeri 0'dır.- öğrencilerin matematik performanslarının genel ortalaması yaklaşık 411 puandır. Bir başka deyişle, öğrencilerin matematik performanslarının genel ortalaması yaklaşık 411 puandır.

Sınıflama ölçeğindeki “SC001Q01TA” bağımsız değişkeninin SC001Q01TA1, SC001Q01TA2 ve SC001Q01TA3 adlı ikili karşılaştırmalarında okulların ortalama matematik okuryazarlığı puanlarında sıfırdan anlamlı düzeyde bir farklılık olmadığı görülürken ($p > .05$) SC001Q01TA4 adlı ikili karşılaştırmada okulların ortalama matematik okuryazarlığı puanlarında sıfırdan anlamlı düzeyde bir farklılık olup tahmini 25.423 puanlık bu farklılığın ikili karşılaştırmadaki “Büyükşehir” adlı grup lehine olduğu görülmektedir ($\gamma_{01} = 25.423$, $p < .05$). Bu puanın gerçek değeri %95 olasılıkla 4.752 ile 46.094 değerleri arasındadır. Bir başka ifadeyle, büyükşehirdeki okulların mega şehirdeki okullara göre ortalama matematik performansları yaklaşık 25.5 puan daha yüksektir.

Sınıflama ölçeğindeki “SC013Q01TA” bağımsız değişkeninin SC013Q01TA1 adlı ikili karşılaştırmada okulların ortalama matematik okuryazarlığı puanlarında sıfırdan anlamlı düzeyde bir farklılık olup tahmini 89.052 puanlık bu farklılığın ikili karşılaştırmadaki “Devlet okulu” adlı grup lehine olduğu görülmektedir ($\gamma_{02} = -89.052$, $p < .001$). Bu puanın gerçek değeri %95 olasılıkla -110.892 ile -67.213 değerleri arasındadır. Bir başka ifadeyle, devlet okullarının özel okullara göre ortalama matematik performansları yaklaşık 89 puan daha yüksektir.

“MEAN_ESCS” bağımsız değişkeninin okulların ortalama matematik okuryazarlığı puanları üzerinde sıfırdan anlamlı düzeyde farklı ve pozitif yönde bir etkisi vardır ($\gamma_{03} = 59.884$, $p < .001$). Bu puanın gerçek değeri %95 olasılıkla 52.808 ile 66.959 değerleri arasındadır. Bir başka ifadeyle, okulların ortalama ESKD'sinin tüm okulların ortalama ESKD durumuna (genel ortalamaya) göre 1 standart z puanı kadar yüksek olması okulların ortalama matematik performanslarını yaklaşık 60 puan yükseltmektedir.

4.3.2. Rastgele etkilere dair bulgular

Tablo 4.6’da Model-2.1.1 adlı referans model için rastgele etkilere dair bulgular yer almaktadır.

Tablo 4.6. Model-2.1.1 adlı referans model için rastgele etkilere dair bulgular

Rastgele Etkiler		Model-2.1.1			
Değişken	Etki	Varyans	Standart Sapma	p	ICC
	Düze-1 Artık Değeri (Hatası), r_{ij}	3420.884	58.488	<.001	0.339
	Düze-2 (Kesen) Artık Değeri (Hatası), u_{0j}	1756.612	41.912		

Model-2.1.1 adlı referans modelin rastgele etkilerine dair bulgular, öğrencilerin (düze-1’deki) matematik okuryazarlığı puanları arasındaki varyansın 3420.884 ve okulların (düze-2’deki) ortalama matematik okuryazarlığı puanları arasındaki varyansın 1756.612 olduğunu göstermektedir ($p<.001$). Buradan ICC’nin $1756.612 / (3420.884 + 1756.612) = 0.339$ olduğu görülmektedir. Bir başka ifadeyle, toplam varyansın yaklaşık %34’ü okullar arasındaki ortalama matematik performansı farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Bir başka deyişle, matematik performansındaki farklılıkların yaklaşık %34’ünü okullar arasındaki farklılıklar oluşturmaktadır.

4.4. Tüm Anlamli Bağımsız Değişkenlerle Elde Edilen Bulgular

Bu alt başlıkta, Model-3.2.1 adlı nihai model için sabit ve rastgele etkilere dair bulgular yer almaktadır. Sabit ve rastgele etkilere dair bulgular için ayrı alt başlıklar açılmış ve ilgili tablolar verilerek devamında tablodaki bulgular yazılı olarak ifade edilmiştir.

4.4.1. Sabit etkilere dair bulgular

Tablo 4.7’de Model-3.2.1 adlı nihai model için sabit etkilere dair bulgular yer almaktadır.

Tablo 4.7. Model-3.2.1 adlı nihai model için sabit etkilere dair bulgular

Sabit Etkiler		Model-3.2.1				
		Tahmini Değer	Standart Hata	%95 Güvenilirlik Aralığı		p
Değişken	Etki			Alt	Üst	
	Kesen, γ_{00}	415.056	6.331	402.644	427.467	<.001
Düzey-1 (Öğrenci Düzeyi)						
WORKPAY, γ_{10}	WORKPAY, γ_{10}	-2.461	0.300	-3.049	-1.872	<.001
ESCS, γ_{20}	ESCS, γ_{20}	4.611	0.813	3.018	6.205	<.001
Düzey-2 (Okul Düzeyi)						
SC001Q01TA, γ_{01}	SC001Q01TA1: Kasaba, belde ya da küçük ilçe (nüfusu yaklaşık 3000 - 15 000 arasında) - İlçe ya da küçük şehir (nüfusu yaklaşık 15 000 - 100 000 arasında)	-3.221	20.254	-42.926	36.483	0.874
SC001Q01TA, γ_{01}	SC001Q01TA2: İlçe ya da küçük şehir (nüfusu yaklaşık 15 000 - 100 000 arasında) - Şehir (nüfusu yaklaşık 100 000 - 1 000 000 arasında)	-5.247	8.815	-22.527	12.034	0.552
SC001Q01TA, γ_{01}	SC001Q01TA3: Şehir (nüfusu yaklaşık 100 000 - 1 000 000 arasında) - Büyükşehir (nüfusu yaklaşık 1 000 000 - 10 000 000 arasında)	4.152	7.837	-11.211	19.514	0.597
SC001Q01TA, γ_{01}	SC001Q01TA4: Büyükşehir (nüfusu yaklaşık 1 000 000 - 10 000 000 arasında) - Mega şehir (nüfusu 10 000 000'dan fazla)	25.126	10.353	4.831	45.420	0.016
SC013Q01TA, γ_{02}	SC013Q01TA1: Özel okul - Devlet okulu	-86.056	10.944	-107.510	-64.603	<.001
MEAN_ESCS, γ_{03}	MEAN_ESCS, γ_{03}	59.193	3.547	52.239	66.146	<.001

Model-3.2.1 adlı nihai modelin sabit etkilerine dair bulgular, öğrencilerin matematik okuryazarlığı puanlarının genel ortalamasının sıfırdan anlamlı düzeyde farklı olup tahminen 415.056 puan olduğunu göstermektedir ($\gamma_{00} = 415.056$, $p < .001$). Bu puanın gerçek değeri %95 olasılıkla 402.644 ile 427.467 değerleri arasındadır. Bir başka ifadeyle, modeldeki bağımsız değişkenler 0 (sıfır) değerine sahip olduğunda -Modele eklendikleri halleriyle yani merkezileştirme uygulanmış ise merkezileştirilmiş halinin değeri 0'dır.- öğrencilerin matematik performanslarının genel ortalaması yaklaşık 415 puandır. Bir başka deyişle, öğrencilerin matematik performanslarının genel ortalaması yaklaşık 415 puandır.

“WORKPAY” bağımsız değişkeninin öğrencilerin matematik okuryazarlığı puanları üzerinde sıfırdan anlamlı düzeyde farklı ve negatif yönde bir etkisi vardır ($\gamma_{10} = -2.461$, $p < .001$). Bu puanın gerçek değeri %95 olasılıkla -3.049 ile -1.872 değerleri arasındadır. Bir başka ifadeyle, öğrencilerin para kazanmak için haftada bir kez (gün) daha fazla çalışması matematik performanslarını yaklaşık 2.5 puan düşürmektedir.

“ESCS” bağımsız değişkeninin öğrencilerin matematik okuryazarlığı puanları üzerinde sıfırdan anlamlı düzeyde farklı ve pozitif yönde bir etkisi vardır ($\gamma_{20} = 4.611$, $p < .001$). Bu puanın gerçek değeri %95 olasılıkla 3.018 ile 6.205 değerleri arasındadır. Bir başka ifadeyle, öğrencilerin ESKD’sinin bulundukları okulların ortalama ESKD durumuna (grup ortalamasına) göre 1 standart z puanı kadar yüksek olması matematik performanslarını yaklaşık 4.5 puan yükseltmektedir.

Sınıflama ölçeğindeki “SC001Q01TA” bağımsız değişkeninin SC001Q01TA1, SC001Q01TA2 ve SC001Q01TA3 adlı ikili karşılaştırmalarında okulların ortalama matematik okuryazarlığı puanlarında sıfırdan anlamlı düzeyde bir farklılık olmadığı görülürken ($p > .05$) SC001Q01TA4 adlı ikili karşılaştırmada okulların ortalama matematik okuryazarlığı puanlarında sıfırdan anlamlı düzeyde bir farklılık olup tahmini 25.126 puanlık bu farklılığın ikili karşılaştırmadaki “Büyükşehir” adlı grup lehine olduğu görülmektedir ($\gamma_{01} = 25.126$, $p < .05$). Bu puanın gerçek değeri %95 olasılıkla 4.831 ile 45.420 değerleri arasındadır. Bir başka ifadeyle, büyükşehirdeki okulların mega şehirdeki okullara göre ortalama matematik performansları yaklaşık 25 puan daha yüksektir.

Sınıflama ölçeğindeki “SC013Q01TA” bağımsız değişkeninin SC013Q01TA1 adlı ikili karşılaştırmada okulların ortalama matematik okuryazarlığı puanlarında sıfırdan anlamlı düzeyde bir farklılık olup tahmini 86.056 puanlık bu farklılığın ikili karşılaştırmadaki “Devlet okulu” adlı grup lehine olduğu görülmektedir ($\gamma_{02} = -86.056$, $p < .001$). Bu puanın gerçek değeri %95 olasılıkla -107.510 ile -64.603 değerleri arasındadır. Bir başka ifadeyle, devlet okullarının özel okullara göre ortalama matematik performansları yaklaşık 86 puan daha yüksektir.

“MEAN_ESCS” bağımsız değişkeninin öğrencilerin matematik okuryazarlığı puanları üzerinde sıfırdan anlamlı düzeyde farklı ve pozitif yönde bir etkisi vardır ($\gamma_{03} = 59.193$, $p < .001$). Bu puanın gerçek değeri %95 olasılıkla 52.239 ile 66.146 değerleri arasındadır. Bir

başka ifadeyle, okulların ortalama ESKD'sinin tüm okulların ortalama ESKD durumuna (genel ortalamaya) göre 1 standart z puanı kadar yüksek olması okulların ortalama matematik performanslarını yaklaşık 59 puan yükseltmektedir.

4.4.2. Rastgele etkilere dair bulgular

Tablo 4.8'de Model-3.2.1 adlı nihai model için rastgele etkilere dair bulgular yer almaktadır.

Tablo 4.8. Model-3.2.1 adlı nihai model için rastgele etkilere dair bulgular

Rastgele Etkiler			Model-3.2.1		
Değişken	Etki	Varyans	Standart Sapma	p	ICC
	Düzey-1 Artık Değeri (Hatası), r_{ij}	3338.021	57.776		0.338
	Düzey-2 (Kesen) Artık Değeri (Hatası), u_{0j}	1700.923	41.242		
Düzey-1 (Öğrenci Düzeyi)					
ESCS, u_{2j}	ESCS, u_{2j}	32.192	5.674	0.008	

Model-2.1.1 adlı nihai modelin rastgele etkilerine dair bulgular, öğrencilerin (düzyey-1'deki) matematik okuryazarlığı puanları arasındaki varyansın 3338.021 ve okulların (düzyey-2'deki) ortalama matematik okuryazarlığı puanları arasındaki varyansın 1700.923 olduğunu göstermektedir ($p<.05$). Buradan ICC'nin $1700.923 / (3338.021 + 1700.923) = 0.338$ olduğu görülmektedir. Bir başka ifadeyle, toplam varyansın yaklaşık %34'ü okullar arasındaki ortalama matematik performansı farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Bir başka deyişle, matematik performansındaki farklılıkların yaklaşık %34'ünü okullar arasındaki farklılıklar oluşturmaktadır.

Model-0.1 (koşulsuz model) adlı referans modele göre, eklenen “ESCS” adlı öğrenci düzeyindeki (düzyey-1'deki) bağımsız değişkenin rastgele etkisinin (u_{2j}) yani varyansa etkisinin sıfırdan anlamlı düzeyde farklı olduğu görülmektedir ($p<.05$). Bir başka ifadeyle, modelde rastgele etki olarak kalmasının sabit etki olarak eklenmesine göre model uyumunu sıfırdan anlamlı düzeyde olumlu yönde etkilediği görülmektedir. Bir başka deyişle, “ESCS” adlı öğrenci düzeyindeki değişkeninin rastgele etkili biçimde eklenmesinin anlamlı olduğu görülmektedir.

Model-0.1 (koşulsuz model) adlı referans modele göre karşılaştırıldığında, öğrenci düzeyinde (düzey-1’de) açıklanan varyans oranının $(3420.908 - 3338.021) / 3420.908 \approx 0.024$ ve okul düzeyinde (düzey-2’de) açıklanan varyans oranının $(4547.553 - 1700.923) / 4547.553 \approx 0.626$ olduğu görülmektedir. Bir başka ifadeyle, eklenen “WORKPAY” ve “ESCS” adlı öğrenci düzeyindeki bağımsız değişkenler öğrencilerin matematik okuryazarlığı puanları arasındaki varyansın yaklaşık %2’sini ve rastgele etkili şekilde eklenen “ESCS” adlı öğrenci düzeyindeki ile “SC001Q01TA”, “SC013Q01TA” ve “MEAN_ESCS” adlı okul düzeyindeki bağımsız değişkenler okulların ortalama matematik okuryazarlığı puanları arasındaki varyansın yaklaşık %63’ünü açıklamaktadır. Buradaki “WORKPAY” adlı öğrenci düzeyindeki (düzey-1’deki) bağımsız değişken sabit etkili olarak modele eklendiği için okulların (düzey-2’deki) ortalama matematik okuryazarlığı puanları arasındaki varyansı açıklayamaz. Bir başka deyişle, öğrenci düzeyindeki eklenen bağımsız değişkenler öğrencilerin matematik performansındaki farklılıkların yaklaşık %2’sine; öğrenci düzeyindeki rastgele etkili biçimde eklenen ve okul düzeyindeki eklenen bağımsız değişkenler okulların matematik performansındaki farklılıkların yaklaşık %63’üne kaynaklık etmektedir.

Model-1.1.1 adlı referans modele göre karşılaştırıldığında, öğrenci düzeyinde (düzey-1’de) açıklanan varyans oranının $(3337.850 - 3338.021) / 3337.850 \approx 0.0$ ve okul düzeyinde (düzey-2’de) açıklanan varyans oranının $(4363.634 - 1700.923) / 4363.634 \approx 0.610$ olduğu görülmektedir. Bir başka ifadeyle, sadece eklenen “SC001Q01TA”, “SC013Q01TA” ve “MEAN_ESCS” adlı okul düzeyindeki bağımsız değişkenler öğrencilerin matematik okuryazarlığı puanları arasındaki varyansın yaklaşık %0’ını ve okulların ortalama matematik okuryazarlığı puanları arasındaki varyansın yaklaşık %61’ini açıklamaktadır. Bir başka deyişle, okul düzeyindeki eklenen bağımsız değişkenler öğrencilerin matematik performansındaki farklılıkların yaklaşık %0’ına; okulların matematik performansındaki farklılıkların yaklaşık %61’ine kaynaklık etmektedir. Burada iki düzeyli bir HDM analizi söz konusu olduğundan düzey-2 değişkenlerinin yalnızca sabit etkili olarak modellenebileceği unutulmamalıdır.

Model-2.1.1 adlı referans modele göre karşılaştırıldığında, öğrenci düzeyinde (düzey-1’de) açıklanan varyans oranının $(3420.884 - 3338.021) / 3420.884 \approx 0.024$ ve okul düzeyinde (düzey-2’de) açıklanan varyans oranının $(1756.612 - 1700.923) / 1756.612 \approx 0.032$ olduğu görülmektedir. Bir başka ifadeyle, sadece eklenen “WORKPAY” ve “ESCS”

adlı öğrenci düzeyindeki bağımsız değişkenler öğrencilerin matematik okuryazarlığı puanları arasındaki varyansın yaklaşık %2'sini ve sadece eklenen “ESCS” adlı öğrenci düzeyindeki bağımsız değişken okulların ortalama matematik okuryazarlığı puanları arasındaki varyansın yaklaşık %3'ünü açıklamaktadır. Buradaki “WORKPAY” adlı öğrenci düzeyindeki (düzey-1'deki) bağımsız değişken sabit etkili olarak modele eklendiği için okulların (düzey-2'deki) ortalama matematik okuryazarlığı puanları arasındaki varyansı açıklayamaz. Bir başka deyişle, öğrenci düzeyindeki eklenen bağımsız değişkenler öğrencilerin matematik performansındaki farklılıkların yaklaşık %2'sine; öğrenci düzeyindeki rastgele etkili biçimde eklenen bağımsız değişken okulların matematik performansındaki farklılıkların yaklaşık %3'üne kaynaklık etmektedir.

BÖLÜM 5

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada PISA'daki aile, okul ve sosyoekonomik durumla ilgili değişkenlerin öğrencilerin matematik başarısına etkisinin olup olmadığı ve varsa bu etkilerin düzeyini belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, araştırmanın bu bölümünde, gerçekleştirilen analizlerden elde edilen bulgular literatürle tartışılıp yorumlanarak çeşitli çıkarımlar elde edildikten sonra ileride yapılabilecek benzer çalışmalara veya politika geliştiricilere yönelik birtakım önerilerde bulunulmuştur.

5.1. Hiçbir Etken Olmadan Okulların Ortalama Matematik Okuryazarlığı Durumu

Bu alt başlıkta, “Hiçbir etken kontrol edilmediğinde (modele eklenmeyerek), matematik okuryazarlığında/başarısında tüm öğrencilerin genel ortalaması/okulların ortalaması nasıldır?” adlı araştırma problemine cevap verebilmek için analiz edilen “Model-0.1” adlı HDM modelinden elde edilen bulgular literatürle karşılaştırılarak bazı çıkarımlar yapılmış ve bu çıkarımlardan yola çıkarak çeşitli öneriler yapılmıştır.

Bu araştırma sorusu kapsamındaki bulgu, tüm öğrencilerin matematik okuryazarlığı puanlarının ortalamasının yaklaşık 449 olduğu şeklindedir. Türkiye verisiyle matematik okuryazarlığı/başarısı üzerine gerçekleştirilen çalışmalar kapsamında literatüre bakıldığında; PISA ve TIMSS verileri üzerinden matematik okuryazarlığı ve matematik başarısı üzerine yapılan çalışmalarda farklı dönemlerde elde edilen puan ortalamalarının değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Matematik okuryazarlığı alanında; PISA 2003 verisiyle yapılan çalışmalarda ortalamanın yaklaşık 419-420 olduğu (İş Güzel, 2006, ss. 131, 132; Usta, 2014, s. 62), PISA 2012 verisiyle yapılan çalışmalarda ortalamanın artarak yaklaşık 439-455 olduğu görülmüştür (Aksu vd., 2017, s. 253; Atalay Kabasakal vd., 2017, s. 553; Usta, 2014, ss. 78, 79), Ancak, PISA 2015'te bu ortalamanın yaklaşık 408'e gerilediği (Tunç, 2020, s. 70), ve PISA 2018'de tekrar artarak 448'e ulaştığı görülmektedir (İşbildi, 2023, s. 77). Matematik başarısının değerlendirildiği TIMSS verilerine bakıldığında 2011 yılında ortalamanın yaklaşık 455 olduğu bildirilirken (Aydın, 2015, s. 119) 2015 yılında bu ortalamanın yaklaşık 468'e yükseldiği görülmektedir (Ersan & Rodriguez, 2020, s. 18), Bu sonuçlar, matematik alanındaki performansın yıllar içinde dalgalanabildiğini ve kullanılan değerlendirme yöntemleri ve değerlendirmeye dahil edilen etkenlerle bağlama göre farklılıklar gösterebileceğini ortaya koymaktadır.

PISA 2022 matematik okuryazarlığı beceri alanında OECD ortalaması 472’dir (OECD, 2023b, s. 310). Bu bilgilerden hareketle, Türkiye için, tüm öğrencilerin matematik okuryazarlığı puanlarının ortalamasının son 20 yıldan son 10 yıla kadar belirgin bir artışın olduğu görülmekle birlikte son 5-10 yıl içerisinde -standart hataya bağlı %5’lik hata payları da göz önüne alındığında- belirgin bir artış ya da düşüşün görülmediği söylenebilir. Bu nedenle, özellikle son 5-10 yılın verisi ayrı ayrı ya da bütün bir şekilde incelenerek matematik okuryazarlığı/başarısı üzerine yordamaya dayalı gerçekleştirilecek çalışmalar ile bu ortalamayı artırmaya yönelik yapılabilecek politikalara geri bildirim sağlayacak çıkarımlar üretilebilir.

Türkiye verisiyle fen okuryazarlığı veya okuma beceri alanları üzerine gerçekleştirilen çalışmalar kapsamında literatüre bakıldığında; PISA 2015 ve 2018 verilerine dayalı yapılan çeşitli çalışmalarda fen okuryazarlığı ve okuma beceri alanlarında da elde edilen puan ortalamalarının farklılık gösterebildiği görülmektedir. Fen okuryazarlığı açısından, PISA 2015 verileriyle yapılan çalışmalarda ortalama puanlar yaklaşık olarak 410 ile 425 arasında değişmekte olduğu görülmüştür (Karakoç Alatl, 2020, s. 31; Özdemir vd., 2019, s. 724; Yetişir & Batı, 2021, s. 178; Yıldız vd., 2020, s. 467). Bu farklılıklar analiz süreçleri ve örneklem gruplarındaki değişkenliklerden kaynaklanabilir. Öte yandan, PISA 2018 verilerine dayalı okuma beceri alanında yapılan bir çalışmada ise ortalamanın 463 olarak ifade edildiği görülmektedir (Ertem, 2021, s. 254).

PISA 2022 fen okuryazarlığı ve okuma beceri alanlarında OECD ortalaması sırasıyla 485 ve 476’dir (OECD, 2023b, ss. 312, 314). Bu bilgilerden hareketle, Türkiye fen okuryazarlığı ve okuma beceri alanlarında -matematik okuryazarlığında olduğu gibi- OECD ortalamasının altında olup Türkiye için diğer beceri alanlarında da matematik okuryazarlığına benzer bir durum olduğu görülmektedir. Bundan dolayı, söz konusu beceri alanlarının birbirini etkileyebileceği göz önüne alınırsa, bütüncül biçimde üç beceri alanını birden inceleyen araştırmalar gerçekleştirilerek eğitim sistemine, politika yapıcılara vb. daha bütüncül geri bildirimler verilebilir.

5.2. Hiçbir Etken Olmadan Matematik Okuryazarlığındaki Farklılaşma Durumu

Bu alt başlıkta, “Hiçbir etken kontrol edilmediğinde (modele eklenmeyerek), matematik okuryazarlığındaki/başarısındaki varyansın öğrenci ve okul düzeylerindeki dağılımı nasıldır?” adlı araştırma problemine cevap verebilmek için analiz edilen “Model-0.1”

adlı HDM modelinden elde edilen bulgular literatürle karşılaştırılarak bazı çıkarımlar yapılmış ve bu çıkarımlardan yola çıkarak çeşitli öneriler yapılmıştır.

Okullar arasındaki farklılaşmayı gözlemleyerek bu farklılıklara kaynaklık edebilecek etkenlere dair çıkarımlarda bulunmayı amaçlayan PISA ve TIMSS gibi geniş ölçekli çalışmalar özellikle eğitimde fırsat eşitliği çerçevesinde değerli bilgiler elde edilmesini sağlamaktadır (Aydın, 2015, ss. 141, 143).

Bu araştırma sorusu kapsamındaki bulgu, öğrencilerin matematik okuryazarlıkları arasındaki farklılığın yaklaşık olarak %57'sinin okullar arasındaki farklılıklardan kaynaklandığı şeklindedir. Türkiye verisiyle matematik okuryazarlığı/başarısı üzerine gerçekleştirilen çalışmalar kapsamında literatüre bakıldığında; PISA ve TIMSS verilerine dayalı olarak matematik okuryazarlığı ve matematik başarısı üzerine yapılan çalışmalarda bahsedilen oranın yıllar içinde kullanılan veri setine ve aynı veri setinde incelenen etkenlere göre önemli farklılıklar gösterebildiği görülmektedir. Aynı zamanda, bu oranın yıllar boyunca varlığını dolayısıyla önemini koruduğu söylenebilir. PISA 2003 verisiyle matematik okuryazarlığı üzerine yapılan çalışmalarda bu oran yaklaşık %45 ile %49 arasında değişirken (İş Güzel, 2006, s. 132; Usta, 2014, s. 63) PISA 2012 verisinde bu oranların farklı çalışmalar arasında %26 ile %64 arasında değiştiği dikkat çekmektedir (Aksu vd., 2017, s. 254; Atalay Kabasakal vd., 2017, s. 553; Okatan & Tomul, 2021, s. 111; Usta, 2014, s. 79). PISA 2015 verisinde bu oran yaklaşık %51 olarak rapor edilirken (Tunç, 2020, ss. 69, 70) PISA 2018'de bu oranın %66'ya yükseldiği görülmektedir (İşbildi, 2023, s. 78). TIMSS verilerine bakıldığında, bahsedilen oranın 2011 yılında yaklaşık %35 (Aydın, 2015, s. 120) ve 2015 yılında ise yaklaşık %39 olduğu görülmüştür (Ersan & Rodriguez, 2020, s. 17). Bu oranlar; çalışmanın bağlamına, kullanılan metodolojilere ve örneklem farklılıklarına bağlı olarak değişkenlik gösterebilmekte ve matematik okuryazarlığı ya da başarısının hem ulusal hem de uluslararası karşılaştırmalar için önemli bir gösterge olduğunu ortaya koymaktadır. Eğitim politikalarının bu oranlara etkisi ve sonuçların gelecekteki iyileştirmelere yön vermesi açısından ele alınması gerekmektedir.

Bu bilgilerden hareketle, Türkiye'deki öğrencilerin matematik okuryazarlıkları arasındaki farklılığın önemli bir kısmının okullar arasındaki farklılıklardan kaynaklandığı görülmektedir. Bir başka deyişle, bağımsız değişkenler tarafından, toplam açıklanamayan varyansın önemli bir kısmının okulların -grupların- özelliklerinden (okullara dair etkenlerden)

kaynaklanabileceği söylenebilir ancak bir o kadarının da öğrencilerin -bireylerin- özelliklerinden (öğrencilere dair etkenlerden) kaynaklanabileceği göz ardı edilmemelidir.

Türkiye dışındaki ülkelerin verisiyle matematik okuryazarlığı/başarısı üzerine gerçekleştirilen çalışmalar kapsamında literatüre bakıldığında; matematik okuryazarlığı ve matematik başarısı üzerine yapılan uluslararası çalışmalarda bu oranın farklı ülkeler ve bölgeler için önemli farklılıklar gösterdiği görülmektedir. PISA 2003 verileriyle yapılan bir çalışmada, Avrupa Birliği Ülkeleri ve Avrupa Birliği Aday Ülkeleri için bu oranların sırasıyla yaklaşık %57 ve %54 olduğu görülmüştür (İş Güzel, 2006, ss. 161, 189). Finlandiya özelinde, PISA 2003 ve 2012 verilerinde bu oranın sırasıyla %63 ve %71 olduğu belirtilmiştir (Usta, 2014, ss. 63, 79). Aynı dönemde, PISA 2012 verileriyle Endonezya, Malezya ve Tayland için bu oran sırasıyla %47, %35 ve %58 olarak ifade edilmiştir (Thien vd., 2015, s. 8). Benzer şekilde, Malezya için bu oranı PISA 2009 ve 2012’de sırasıyla %29 ve %34-35 olacak şekilde bir artış göstermiştir (Thien, 2016, s. 661; Thien & Ong, 2015, s. 9). Aynı dönemde, şaşırtıcı bir şekilde, sosyoekonomik olarak daha iyi durumda olan Singapur için bu oranın yaklaşık %35 olup Malezya ile benzer duruma sahip olduğu görülmüştür (Thien & Ong, 2015, s. 9). Bunun yanı sıra, Danimarka ve Finlandiya gibi ülkelerde bu oranın sırasıyla yaklaşık %18 ve %6 şeklinde daha düşük bir değerde olduğu dikkat çekmektedir (Seo & Kim, 2022, s. 168). Avrupa Birliği üye ülkeleri için PISA 2012 verisiyle yapılan üç düzeyli HDM analizinde (öğrenci, okul ve ülke düzeyi) bu oranın okul düzeyi için %12, ülke düzeyi için ise %2 olduğu görülmüştür (Desmet vd., 2023, s. 281). Matematik başarısı özelinde TIMSS verileri değerlendirildiğinde, 2003’te Gana için bu oran %32 olarak görülürken (Frempong, 2010, s. 59) 2011’de bu oranın %40’a yükseldiği görülmüştür (Butakor vd., 2017, s. 321). TIMSS 2015 verilerinde, Güney Afrika için bu oranın %58’e ulaşmış olduğu (Saal vd., 2019, s. 415) ve yüksek puanlı ülkeler olan Singapur, Güney Kore ve Hong Kong için ise bu oranın sırasıyla %73, %63 ve %45 olduğu görülmüştür (Sirikit vd., 2020, s. 7230). Ek olarak, Lübnan için TIMSS 2015 ve 2019 verilerinde matematik başarısının %30’un üzerinde olduğu görülmüştür (Younes vd., 2023, s. 9). Son olarak, Güney Kore’nin başkenti Seul Özel Metropol Şehri’nde yapılan SELS (Seoul Educational Longitudinal Study) 1, 5 ve 6. dalga verileriyle matematik başarısı üzerine yapılan üç düzeyli HDM çalışmasında bu oranın öğretmen düzeyi için %8, okul düzeyi için ise %15 olduğu görülmüştür (Byeon & Kim, 2020, s. 608).

Bu bilgilerden hareketle, Türkiye dışındaki ülkelerde de Türkiye'ye benzer biçimde hem öğrenci hem de okul düzeyinde açıklanamayan varyanslar olduğu, dolayısıyla her iki düzeyin de araştırmaya açık olduğu söylenebilir. Buna ek olarak, düzey sayısının arttığı çalışmalara bakıldığında birinci düzey dışındaki varyansın paylaşıldığı söylenebilir. Buradan üç düzeyli (öğrenci - sınıf (ya da öğretmen) - okul ya da öğrenci - okul - ülke (ya da bölge) gibi) veya dört düzeyli (öğrenci - sınıf (ya da öğretmen) - okul - ülke (ya da bölge) gibi) HDM araştırmaları gerçekleştirilerek daha detaylı ve kapsamlı çıkarımlar elde edilebileceği söylenebilir. Bu sayede politika yapıcılarının Türkiye'nin gelecek durumu hakkında daha isabetli ve yapıcı kararlar verebilmelerine katkı sağlanabilir.

Türkiye verisiyle fen okuryazarlığı veya okuma beceri alanları üzerine gerçekleştirilen çalışmalar kapsamında literatüre bakıldığında; PISA 2015 ve 2018 verileriyle fen okuryazarlığı ve okuma beceri alanları üzerine yapılan çalışmalar, bahsedilen oranın %47-57 gibi dar bir aralığa yerleştiğini ortaya koymaktadır (Ertem, 2021, s. 254; Karakoç Alatl, 2020, s. 31; Özdemir vd., 2019, s. 725; Yetişir & Batı, 2021, s. 178; Yıldız vd., 2020, s. 469). Bu oranlardaki farklılık; çalışmaların örneklemeleri, yöntemleri ve analiz süreçlerindeki değişkenliklerden kaynaklanıyor olabilir.

Bu bilgilerden hareketle, uluslararası ölçekte karşılaştırmalar yapılırken dikkat edilmesi gereken yöntemsel farklılıkların önemi görülmekle birlikte Türkiye için diğer beceri alanlarında da matematik okuryazarlığına benzer bir durum olduğu görülmektedir. Bundan dolayı, söz konusu beceri alanlarının birbirini etkileyebileceği göz önüne alınırsa, bütüncül biçimde üç beceri alanını birden inceleyen araştırmalar gerçekleştirilerek eğitim sistemine, politika yapıcılara vb. daha bütüncül geri bildirimler vererek gelecekteki iyileştirme çalışmalarına olumlu katkılar sağlayabilir.

Türkiye dışındaki ülkelerin verisiyle fen okuryazarlığı veya okuma beceri alanları üzerine gerçekleştirilen çalışmalar kapsamında literatüre bakıldığında; PISA verileriyle fen okuryazarlığı üzerine yapılan çalışmalar, ülkeler arasında önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir. PISA 2006 verisiyle yapılan bir çalışmada Hong Kong için bahsedilen oranın yaklaşık %37 olduğu görülmüştür (Sun vd., 2012, s. 2115). PISA 2015 verilerinde ise ABD için bu oran %21 iken (You vd., 2021, s. 406) Singapur için yaklaşık %34 olarak rapor edilmiştir (Karakoç Alatl, 2020, s. 31).

Bu bilgilerden hareketle, Hong Kong ve Singapur gibi Asya ülkelerinin fen okuryazarlığı oranlarının ABD'ye kıyasla daha yüksek olması, bu ülkelerdeki eğitim yaklaşımlarının fen okuryazarlığını destekleyici etkisini vurguladığı söylenebilir. Bu veriler, fen okuryazarlığının geliştirilmesi için ülkeler arasındaki iyi uygulamaların karşılaştırılmasının önemini ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, Türkiye dışındaki ülkeler için de diğer beceri alanlarında matematik okuryazarlığına benzer bir durum olduğu görülmektedir. Bundan dolayı, bütüncül biçimde üç beceri alanını birden Türkiye ile karşılaştırma yaparak inceleyen araştırmalar gerçekleştirilerek eğitim sistemine, politika yapıcılara vb. daha bütüncül geri bildirimler verilebilir.

PISA 2009, PISA 2012, PISA 2015 ve PISA 2018 verilerinin birleştirilerek öğrenci, okul ve ülke düzeyleri şeklinde üç düzeyli HDM kullanılıp hem matematik hem de fen okuryazarlığı becerileri üzerine gerçekleştirilen benzer bir çalışmada: Matematik okuryazarlığı için ülke düzeyinde bahsedilen oranın sırasıyla yaklaşık %21, %20, %20 ve %20 olup okul düzeyindeyse %30, %31, %21 ve %21 olduğu; fen okuryazarlığı için ülke düzeyinde bahsedilen oranın sırasıyla yaklaşık %18, %16, %16 ve %17 olup okul düzeyindeyse %30, %31, %22 ve %21 olduğu görülmüştür (Courtney vd., 2022, s. 13). Bu bilgilerden hareketle, tüm dünyada da Türkiye'de olduğu gibi, öğrencilerin matematik okuryazarlıkları arasındaki farklılığın önemli bir kısmının okullar arasındaki farklılıklardan kaynaklandığı görülmektedir.

Okullar arasında açıklanamayan varyansın çok olduğu sonucu doğrudan fırsat eşitliğinde bir adaletsizlik olduğu çıkarımına götüremese de bu konuyla ilişkili etkenlerin akademik araştırmalarla incelenerek açığa kavuşturulması gerektiği söylenebilir (Aydın, 2015, s. 143). Tüm bu bilgilerden hareketle, öğrencilerin matematik okuryazarlıkları arasındaki farklılığın hem öğrenci hem de okul düzeyindeki etkenlerden kaynaklanabileceği görülmektedir. Bu nedenle, öğrenci ve okul düzeyini ayrı ayrı ele alan çalışmalardan ziyade her iki düzeye dair etkenleri inceleyen özellikle aynı etkenin bütün düzeyler için (hem öğrenci hem de okul düzeyinde gibi) etkilerinin incelenmesi önerilebilir. Bu sayede hem öğrenci hem de okul düzeyinde açıklanamayan bu varyansın bir kısmını açıklayabilen etkenler ortaya çıkarılabilir. Buradan hareketle ilgili politika yapıcılar bu etkenleri bütüncül biçimde ele alarak daha isabetli dolayısıyla daha yapıcı politikalar gerçekleştirebilirler.

5.3. Etkenlerin Matematik Okuryazarlığı Üzerindeki Durumu

Bu alt başlıkta; “2.1. Öğrenci ve okul düzeyi etkenleri kontrol edildiğinde (modele eklenerek), matematik okuryazarlığında/başarısında hangi etkenlerin anlamlı düzeyde etkisi vardır?”, “2.2. Öğrenci ve okul düzeyi etkenleri kontrol edildiğinde (modele eklenerek), sadece okul düzeyindeki anlamlı düzeydeki etkenlerin -bütüncül olarak- okul düzeyindeki açıklanan varyans oranı (etki büyüklüğü) nedir?”, “2.3. Öğrenci ve okul düzeyi etkenleri kontrol edildiğinde (modele eklenerek), sadece öğrenci düzeyindeki anlamlı düzeydeki etkenlerin -bütüncül olarak- öğrenci veya okul düzeylerindeki açıklanan varyans oranları (etki büyüklükleri) nedir?”, “2.4. Öğrenci ve okul düzeyi etkenleri kontrol edildiğinde (modele eklenerek), anlamlı düzeydeki etkenlerin -bütüncül olarak- öğrenci veya okul düzeylerindeki açıklanan varyans oranları (etki büyüklükleri) nedir?” şeklindeki araştırma problemlerine cevap verebilmek için analiz edilen “Model-0.1”, “Model-1.1.1”, “Model-2.1.1” ve “Model-3.2.1” adlı HDM modellerinden elde edilen bulgular literatürle karşılaştırılarak bazı çıkarımlar yapılmış ve bu çıkarımlardan yola çıkarak çeşitli öneriler yapılmıştır.

Öğrenci ve okul düzeyindeki anlamlı düzeyde etkisi olabilen etkenlere dair bulgular, öğrencilerin matematik okuryazarlığını etkileyen faktörler hakkında derinlemesine bir analiz sunmaktadır. WORKPAY adlı etkene bakıldığında, bir öğrencinin okuldan önce veya sonra para kazanmak için haftada 1 kez fazla çalışmasının bu öğrencinin matematik okuryazarlığı puanında yaklaşık 3 puan azalışa neden olabileceği görülmektedir. Bu durum, ekonomik zorluk ve zorunlulukların öğrencilerin matematik okuryazarlığına olumsuz etkisi olabileceğini ortaya koymaktadır. Bir başka ifadeyle, çalışma gerekliliğinin öğrencilerin akademik odaklanmalarını zayıflattığını ve öğrenme süreçlerini sekteye uğratabileceğini göstermektedir.

ESCS adlı etkene bakıldığında; bir öğrencinin ESKD indeksindeki, öğrencinin bulunduğu okulun ortalama ESKD indeksinden 1 standart sapma kadar artışın bu öğrencinin matematik okuryazarlığı puanında yaklaşık 4.6 puan artışa neden olabileceği görülmektedir. Bu durum, sosyoekonomik durumun eğitim-öğretimin başarısında belirleyici bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

SC001Q01TA adlı etkene bakıldığında, yerleşim yerinin okulların ortalama matematik okuryazarlığına etkisine dair bulgular ilginç bir tablo sunmaktadır. Bir okulun; kasaba, belde ya da küçük ilçe (nüfusu yaklaşık 3000 - 15 000 arasında) kategorisindeki bir yerleşim yerinde bulunması ile ilçe ya da küçük şehir (nüfusu yaklaşık 15 000 - 100 000 arasında) kategorisindeki bir yerleşim yerinde bulunması arasında bu okuldaki öğrencilerin ortalama

matematik okuryazarlığı puanı bakımından anlamlı düzeyde bir farklılığın olamayabileceği görülmektedir. Devamında, bir okulun; ilçe ya da küçük şehir (nüfusu yaklaşık 15 000 - 100 000 arasında) kategorisindeki bir yerleşim yerinde bulunması ile şehir (nüfusu yaklaşık 100 000 - 1 000 000 arasında) kategorisindeki bir yerleşim yerinde bulunması arasında bu okuldaki öğrencilerin ortalama matematik okuryazarlığı puanı bakımından anlamlı düzeyde bir farklılığın olamayabileceği görülmektedir. Ek olarak, bir okulun; şehir (nüfusu yaklaşık 100 000 - 1 000 000 arasında) kategorisindeki bir yerleşim yerinde bulunması ile büyükşehir (nüfusu yaklaşık 1 000 000 - 10 000 000 arasında) kategorisindeki bir yerleşim yerinde bulunması arasında bu okuldaki öğrencilerin ortalama matematik okuryazarlığı puanı bakımından anlamlı düzeyde bir farklılığın olamayabileceği görülmektedir. Son olarak, bir okulun; büyükşehir (nüfusu yaklaşık 1 000 000 - 10 000 000 arasında) kategorisindeki bir yerleşim yerinde bulunması ile mega şehir (nüfusu 10 000 000'dan fazla) kategorisindeki bir yerleşim yerinde bulunması arasında bu okuldaki öğrencilerin ortalama matematik okuryazarlığı puanı bakımından büyükşehirdeki okullar lehine olacak şekilde yaklaşık 25 puanlık anlamlı düzeyde bir farklılığın olabileceği görülmektedir. Kısaca başka bir ifadeyle; kasaba, ilçe, şehir ve büyükşehir gibi farklı yerleşim yerlerinde bulunan okulların öğrencilerinin matematik okuryazarlığı puanları arasında anlamlı bir fark bulunmazken, büyükşehir ile mega şehir kategorisindeki okullar arasında büyükşehir lehine yaklaşık 25 puanlık bir fark olması dikkat çekicidir. Bu durum, mega şehirlerdeki yoğun nüfusun ve karmaşık sosyal yapının, öğrencilerin matematik okuryazarlığını olumsuz etkileyebileceği şeklinde yorumlanabilir. Bu sonuç, mega şehirlerdeki yoğun sosyal ve fiziksel karmaşanın eğitim-öğretim üzerindeki olumsuz etkisine işaret etmektedir.

SC013Q01TA adlı etkene bakıldığında, özel okullar ile devlet okulları arasındaki fark da çarpıcıdır. Bir okulun; devlet okulu olması ile özel okul olması arasında bu okuldaki öğrencilerin ortalama matematik okuryazarlığı puanı bakımından devlet okulu lehine olacak şekilde yaklaşık 86 puanlık anlamlı düzeyde bir farklılığın olabileceği görülmektedir. Bu durum, eğitim-öğretimin kalitesinin yalnızca maddi kaynaklara değil aynı zamanda eğitim politikaları ve pedagojik uygulamalara bağlı olduğunu göstermektedir. Buradan devlet okullarındaki eğitim politikalarının ve uygulamalarının daha etkin olduğu söylenebilir.

EDUSHORT adlı etkene bakıldığında; bir okulun eğitim materyali eksikliğindeki, tüm okulların ortalama eğitim materyali eksikliğinden 1 standart sapma kadar artışın bu okuldaki öğrencilerin ortalama matematik okuryazarlığı puanında anlamlı düzeyde bir etkiye neden

olamayabileceği görülmektedir. Dahası, STAFFSHORT adlı etkene bakıldığında; bir okulun eğitim personeli eksikliğindeki, tüm okulların ortalama eğitim personeli eksikliğinden 1 standart sapma kadar artışın bu okuldaki öğrencilerin ortalama matematik okuryazarlığı puanında anlamlı düzeyde bir etkiye yine neden olamayabileceği görülmektedir. Bu durumlar, bu eksikliklerin sistematik bir şekilde öğrencilerin öğrenme deneyimini bozacak kadar ciddi olmadığını veya bu eksikliklerin başka faktörler tarafından dengelenebildiğini akla getirmektedir. Bir başka deyişle, bu tür eksikliklerin diğer etkenler tarafından telafi edilebileceği veya öğrencilerin performansını doğrudan etkileyecek seviyede olmadığı söylenebilir.

SC211Q03JA adlı etkene bakıldığında; bir okuldaki sosyoekonomik olarak dezavantajlı evlerden gelen öğrencilerin yüzdesindeki 1 birimlik artışın bu okuldaki öğrencilerin ortalama matematik okuryazarlığı puanında anlamlı düzeyde bir etkiye neden olamayabileceği görülmektedir. Bu durum -dikkat çekici bir biçimde; ESKD indeksinin matematik okuryazarlığı üzerinde önemli bir etken olmasıyla kısmen çelişmekte olduğu söylenebilir. Bu durumun nedeni olarak; ESKD indeksinin üç farklı etkenden türetilmiş daha geniş kapsamlı bir etken olup sosyoekonomik etkenin tek başına yeterli olmadığını gösterilebilir. Dolayısıyla, kültürel etkenlerin de önemli olup araştırılması gerektiği düşünülebilir. Buradan kültürel etkenleri okul, ilçe, şehir veya ülke düzeyinde inceleyen araştırmaların yapılması önerilebilir.

Öğrenci ve okul düzeyindeki anlamlı etkenlerin ayrı ayrı ve birlikte etkilerine dair bulgular, öğrencilerin matematik okuryazarlığındaki farklılıkların nedeni/kaynağı hakkında çok önemli bilgiler sunmakta olup bu farklılıkları anlamada önemli ipuçları sağladığı görülmektedir. Bir okulun bulunduğu yerleşim yeri (nüfusa göre sınıflandırılmış), devlet okulu ya da özel okul olması ve ortalama ESKD indeksinin okulların ortalama matematik okuryazarlığı puanları arasındaki varyansın yaklaşık %61'ini açıklayabildiği görülmektedir. Bu durum, okulların matematik okuryazarlıklarındaki farklılıkların çok büyük bir kısmının bu üç faktörden kaynaklandığını göstermektedir.

ESKD indeksi bakımından okulların ortalamalarının farklılık göstermesinin aynı olmasına kıyasla verileri daha iyi açıklayabildiği yani verilerin daha uyumlu olduğu bir model elde edildiği görülürken öğrencilerin okuldan önce veya sonra para kazanmak için çalışması bakımından okulların ortalamalarının farklılık göstermemesinin verileri daha iyi açıklayabildiği yani verilerin daha uyumlu olduğu bir model elde edildiği görülmektedir. Bu

durum; okulların ESKD indeksi bakımından anlamlı düzeyde farklılığın varlığını göstermekteyken öğrencilerin okuldan önce veya sonra para kazanmak için çalışması bakımından okullar arasında anlamlı düzeyde bir farklılığın yokluğunu göstermektedir. Buradan okulların matematik okuryazarlıklarındaki farklılıkları araştırmada ESKD indeksine odaklanılması gerektiği çıkarılabilir.

Öğrencilerin okuldan önce veya sonra para kazanmak için çalışması ile ESKD indeksinin öğrencilerin bireysel matematik okuryazarlığı puanları arasındaki farklılaşmanın yaklaşık %2'sini açıklayabildiği; öğrencilerin ESKD indeksinin okulların ortalama matematik okuryazarlığı puanları arasındaki farklılaşmanın yaklaşık %3'ünü açıklayabildiği görülmektedir. Her ne kadar bu etkilerin farklılaşmaya kaynaklık etme oranı küçük gözükse de bu farklılaşmanın çok sayıda faktörden etkilenebileceği düşünüldüğünde, bu iki faktörün farklılaşmayı açıklamada önemli katkılar sunduğu söylenebilir.

Nihai model ile koşulsuz modelin karşılaştırılmasından elde edilen bulguların nihai model ile aradaki referans modellerin karşılaştırılmasından elde edilen bulgularla tutarlı olduğu görülmektedir. Nitekim, öğrencilerin okuldan önce veya sonra para kazanmak için çalışması ile ESKD indeksinin öğrencilerin bireysel matematik okuryazarlığı puanları arasındaki farklılaşmanın yaklaşık %2'sini açıklayabildiği; öğrencilerin ESKD indeksi, bir okulun bulunduğu yerleşim yeri (nüfusa göre sınıflandırılmış), devlet okulu ya da özel okul olması ve ortalama ESKD indeksinin okulların ortalama matematik okuryazarlığı puanları arasındaki varyansın yaklaşık %63'ünü açıklayabildiği görülmektedir. Buradan hem öğrencilerin bireysel matematik okuryazarlıkları hem de okulların ortalama matematik okuryazarlıklarındaki farklılıkların önemli bir nedeni/kaynağı olarak ESKD indeksinin gösterilebileceği çıkarımında bulunulabilir. Ayrıca, okulların ortalama matematik okuryazarlıklarındaki farklılıkları açıklamada; bir okulun bulunduğu yerleşim yeri (nüfusa göre sınıflandırılmış), devlet okulu ya da özel okul olması ve ortalama ESKD indeksinin de çok önemli katkıları olduğu söylenebilir. Öğrencilerin okuldan önce veya sonra para kazanmak için çalışması ile ESKD indeksinin öğrencilerin bireysel matematik okuryazarlığı puanları arasındaki farklılaşmayı açıklamada oran olarak az gözükse de olası etkenler çokluğu dolayısıyla öğrencilerin bireysel matematik okuryazarlığı puanlarındaki farklılaşmayı incelemede göz ardı edilmemesi gereken etkenler oldukları söylenebilir.

PISA 2022'deki ESKD indeksi (ESCS); aile geçmişiyle ilgili ebeveynlerin yıl olarak en yüksek eğitimi (PAREDINT), ebeveynlerin en yüksek mesleki statüsü (HISEI) ve ev

eşyaları (HOMEPOS) şeklinde üç göstergenin kombinasyonundan elde edilen bileşik bir puandır (OECD, 2023c, ss. 263, 264). Dolayısıyla, literatürde bu üç değişkenle ilişkili olabileceği düşünülen durumlar da tartışmaya dahil edilmiştir.

Evinde daha fazla eğitim kaynağı olan öğrencilerin matematik okuryazarlığında daha başarılı olduğu (Aydın, 2015, s. 145; İş Güzel, 2006, s. 255; Usta, 2014, s. 68) görülmeyle birlikte bu durum ailenin eğitim düzeyinin yetersizliği ile ilişkilendirilmiştir (İş Güzel, 2006, ss. 255, 256). Bu bulgunun, ESKD indeksinin yapı taşları ile bağlantısı göz önüne alındığında mevcut araştırmayla tutarlı sonuçlara sahip olduğu söylenebilir. Ancak, evdeki eğitim kaynaklarının bazen matematik okuryazarlığını yordayabildiği bazen de yordayamadığı görülmüştür (Courtney vd., 2022, s. 14).

Okulun ekonomik yapısının iyileşmesinin öğrencilerin ortalama matematik başarılarını olumlu etkilediği görülürken okuldaki matematik kaynaklarının nicel ve nitelik olarak durumunun anlamlı düzeyde etkileyemediği görülmüştür (Aydın, 2015, ss. 162, 163). Öte yandan, eğitimsel kaynakların kalitesinin problem çözme becerisini olumlu yönde etkileyebildiği görülmüştür (Yavuz & Atar, 2016, s. 28). Buradan eğitimsel kaynakların kalitesinin dolaylı olarak matematik okuryazarlığını da olumlu yönde etkileyebileceği söylenebilir. Ek olarak, hem eğitim materyali eksikliğinin hem de eğitim personeli eksikliğinin bazen matematik okuryazarlığını yordayabildiği bazen de yordayamadığı görülmüştür (Courtney vd., 2022, s. 14; İşbildi, 2023, s. 96). Mevcut araştırmada hem eğitim materyali eksikliğinin hem de eğitim personeli eksikliğinin matematik okuryazarlığını yordayamadığı görülmüştür.

Nüfus açısından daha büyük toplumlarda yer alan okullardaki öğrencilerin ortalama matematik okuryazarlığının daha küçük toplumlarda yer alan öğrencilerden daha yüksek olabildiği görülürken (Butakor vd., 2017, s. 322) mevcut araştırmada küçük nüfus grupları arasında bir farklılığın olmadığı ancak en büyük iki nüfus grupları arasında -bahsedilen araştırmanın tersine- daha küçük olan lehine olumlu yönde bir farklılığın olabildiği görülmüştür.

Annenin eğitim düzeyinin yükselmesinin matematik okuryazarlığını olumlu yönde etkileyebildiği (Aksu vd., 2017, s. 255; Usta, 2014, s. 68) görülürken babanın eğitim düzeyinin yükselmesinin matematik okuryazarlığını olumsuz yönde etkileyebildiği görülmüştür (Aksu vd., 2017, s. 255). Aynı zamanda, her ikisinin de matematik

okuryazarlığını olumlu yönde etkileyebilmesine ek olarak annenin daha çok etkileyebildiği de görülmüştür (Okatan & Tomul, 2021, s. 112; Younes vd., 2023, s. 11). ESKD indeksin hesaplanmasında kullanılan aile geçmişiyle ilgili ebeveynlerin yıl olarak en yüksek eğitimi ile ebeveynlerin en yüksek mesleki statüsü etkenleri açısından mevcut çalışmanın bulguları ile kısmen tutarlı olduğu söylenebilir. Nitekim, anne ve babanın eğitim düzeylerinin matematik okuryazarlığına etkisi zıtlık gösterebiliyorsa ileride gerçekleştirilecek çalışmaların anne ve babanın eğitim düzeyleri etkenlerini “ebeveynlerin en yüksek eğitim düzeyi” biçimindeki etkenden ziyade ayrı ayrı etkenler olarak değerlendirmek daha önemli olabilir. Ek olarak, bu zıtlığın olası nedenlerini belirleyebilmek için -PISA çalışmasının 15 yaşındaki öğrencileri değerlendirdiği düşünüldüğünde- 15 yaşındaki öğrencilerin cinsiyete göre baba veya anneye yakınlığı ile onlarla olan etkileşimleri ve anne-babanın eğitim düzeylerinin yanında mesleki statüleri de dikkate alınan bir araştırma gerçekleştirilebilir.

Sosyoekonomik durum bakımından daha iyi olan ailelerdeki öğrencilerin matematik okuryazarlığında daha başarılı oldukları ve sosyoekonomik durumla ilişkili bazı etkenlerin öğrencilerin matematik okuryazarlıklarındaki farklılaşmada bu araştırmanın bulgularına yakın ve -olası etkenlerin çeşitliliği göz önüne alındığında- iyi bir oranda paya sahip olduğu söylenebilir (Huang, 2010, s. 292). Ev geçmişini ailenin mesleki, eğitim ve sağlık durumuyla ele alan sosyokültürel durumun iyileşmesinin matematik okuryazarlığını olumlu yönde etkilediği görülmüştür (Usta, 2014, s. 68). ESKD’si iyi öğrencilerin matematik okuryazarlıklarının çok daha iyi olması beklendiği ve okulların ortalama ESKD’lerinin ise bazen olumlu yönde etkili olabilip bazen de metrekare veya kişi başına düşen gelirin düşük olduğu durumlarda anlamlı düzeyde etkili olamayabildiği görülmüştür (Thien & Ong, 2015, ss. 7, 9, 11). Nitekim, genellikle ESKD’nin olumlu yönde gelişmesinin hem öğrencilerin bireysel hem de okulların ortalama matematik okuryazarlıklarını olum yönde ilerlettiği söylenebilir (Aksu vd., 2017, s. 255; Atalay Kabasakal vd., 2017, s. 553; Courtney vd., 2022, s. 14; Okatan & Tomul, 2021, s. 112; Seo & Kim, 2022, s. 168; Thien, 2016, s. 663). Mevcut araştırmaların bulgularına göre öğrencilerin ESKD’sinin okulların ortalama matematik okuryazarlıklarındaki farklılaşmadaki payı okulların ortalama ESKD’sinin payına göre çok daha az olduğu söylenebilir. Bir başka ifadeyle, öğrencilerin bireysel olarak ESKD’sinin farklılaşması okulların ortalama matematik okuryazarlıklarındaki farklılaşmaya çok fazla kaynaklık edememesine rağmen öğrencilerin bir araya geldiği okulların ortalama ESKD’sinin farklılaşması okulların ortalama matematik okuryazarlıklarındaki farklılaşmaya çok daha fazla kaynaklık edebildiği görülmüştür. Nitekim, öğrencilerin ülke genelindeki ESKD’sinin

bireysel olarak farklılık göstermesi çok etkili olmasa da öğrencilerin bir araya geldiği okulların ortalama durumunun çok daha etkili bir etken olduğu söylenebilir. Nitekim, TIMSS 2015 verisiyle Türkiye'nin 4. sınıftaki öğrencileri üzerinde gerçekleştirilen benzer bir araştırmada -mevcut araştırma ile tutarlı olarak- sosyoekonomik durumun hem öğrenci (Ersan & Rodriguez, 2020, ss. 1, 15; Okatan & Tomul, 2021, s. 111) hem de okul düzeyinde önemli bir yordayıcı olabildiğinin görülmesinin yanında sosyoekonomik durumun okul düzeyinde çok daha etkili bir yordayıcı olabildiği görülmüştür (Courtney vd., 2022, s. 19; Ersan & Rodriguez, 2020, ss. 1, 15). Buradan ESKD bakımından birbirine yakın durumda olan öğrencilerin bir araya getirilmesinin (homojen olan) matematik okuryazarlığında okullar arasında büyük farklara neden olabileceği; bunun aksine öğrenciler ESKD bakımından iyi, orta ve çok iyi durumdaki öğrencilerin bir arada olduğu daha heterojen bir dağılımın olmasının okulların matematik okuryazarlığındaki farklılaşmanın azalmasını sağlayabilir. Dolayısıyla, Türkiye'de, öğrencilerin ortaokula geçişinin büyük oranda ikametgâha göre yakında olan bir okula olduğu ve ayrıca 15-16 yaşındaki bazı öğrencilerin de ortaöğretime (liseye) geçişinde gerçekleştirilen ikametgâha göre yerleştirme (adrese dayalı kayıt sistemi) durumların okulların matematik okuryazarlığında derin farklılaşmalara yol açabileceği söylenebilir. Bu nedenle, ortaokula geçişte farklı çözümler gerekebilir ancak en azından ortaöğretime geçişte ikametgâha göre yerleştirmenin yerine/yanında öğrencilerin ESKD'sini de dikkate alan bir çözüm üretilmesi önerilebilir.

PISA 2012 verisine göre, özel okulların ortalama problem çözme becerilerinin devlet okullarından daha iyi düzeyde olduğu görülmüştür (Yavuz & Atar, 2016, s. 28). Dahası, yine PISA 2012 verisiyle yapılan başka bir araştırmada özel okulların ortalama matematik okuryazarlıklarının devlet okullarından daha iyi düzeyde olduğu görülmüştür (Aksu vd., 2017, s. 255). Ek olarak, okul türünün matematik okuryazarlığını yordayamadığı da görülmüştür (İşbildi, 2023, s. 96). Ancak, mevcut araştırmanın bulgularıyla tutarlı biçimde, özel okulların sosyoekonomik olarak daha avantajlı olduğu düşünüldüğünde ilginç biçimde devlet okullarının ortalama matematik okuryazarlıklarının özel okullardan daha iyi düzeyde olduğu görülmüştür (Courtney vd., 2022, ss. 14, 19). Buradan son 12 yıl içerisinde devlet okulu ile özel okul arasındaki dengelerin tersine dönecek biçimde çok önemli bir değişikliğe uğradığı söylenebilir. Nitekim, bu duruma odaklı daha fazla hiyerarşik modelleme çalışmaları gerçekleştirilip devamında -özellikle karma yöntemle- araştırmalar gerçekleştirilerek detaylı bir incelemeye ihtiyaç olduğu söylenebilir.

İlginç bir şekilde, öğrencilerin tablet kullanımının matematik okuryazarlığını ilerletebildiği görülürken bilgisayar kullanımının geriletebildiği görülmüştür (Aksu vd., 2017, s. 258). ESKD indeksinin hesaplanmasında kullanılan ev eşyaları verisiyle ilişkili olabilecek bu durum mevcut çalışmanın bulgularıyla kısmen tutarlı olup daha detaylı incelenmeye muhtaç olduğu söylenebilir. Bu durumun sebepleri arasında bu tür araç-gereçlerin varlığının yanında hangi amaçlarla ne şekilde kullanıldığı gibi birçok etken yer alabilir. Bu yönde araştırmacılar nitel ya da karma yönteme sahip yeni çalışmalar yürütebileceği gibi PISA 2022 öğrenci anketinde yer alan ST326 ve ST322 numaralı sorulardan elde edilen veriler de kullanılarak ikincil veri analizi içeren bir çalışma da yürütülebilir.

KAYNAKLAR

- Aksu, G., Güzeller, C. O., & Eser, M. T. (2017). Öğrencilerin matematik okuryazarlığı performanslarının aşamalı doğrusal model (HLM) ile incelenmesi: PISA 2012 Türkiye örneği. *Eğitim ve Bilim*, 42(191), 247-266. <https://doi.org/10.15390/EB.2017.6956>
- Atalay Kabasakal, K., Boztunç Öztürk, N., & Özberk, E. (2017). PISA 2012 matematik başarısını etkileyen faktörlerin hiyerarşik lineer model kullanılarak incelenmesi [Investigating the factors affecting Turkish students PISA 2012 mathematics achievement using hierarchical linear modeling]. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi [Hacettepe University Journal of Education]*, 32(3), 544-559. <https://doi.org/10.16986/HUJE.2017026950>
- Aydın, M. (2015). *Öğrenci ve okul kaynaklı faktörlerin TIMSS matematik başarısına etkisi [The effects of student-level and school-level factors on middle school students' mathematics achievement]* [Doktora Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi]. <https://acikerisim.erbakan.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/20.500.12452/767/10092480.pdf?sequence=1>
- Barut, B. (2020). *PISA 2012 sonuçlarına göre matematik okuryazarlık düzeyini etkileyen matematik ile ilişkili değişkenlerin ülkelerarası karşılaştırılması [Cross country comparison of math-related factors affecting student mathematics literacy levels based on PISA 2012 results]* [Master Thesis, Bilkent Üniversitesi (Turkey)]. <https://www.proquest.com/pqdtglobal/docview/2623875045/abstract/C93350D3BBED4072PQ/5>
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1-48. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Butakor, P. K., Ampadu, E., & Cole, Y. (2017). Ghanaian students in TIMSS 2011: Relationship between contextual factors and mathematics performance. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 21(3), 316-326. <https://doi.org/10.1080/18117295.2017.1379281>
- Byeon, S., & Kim, N. (2020). Impact of Korean students' individual learning time on math performance: Differential effect of teachers' assessment competency. *Asia Pacific Education Review*, 21(4), 601-613. <https://doi.org/10.1007/s12564-020-09643-z>
- Caro, D., & Lenkeit, J. (2015, Kasım 23). *Which countries punch above their weight in education rankings?* The Conversation. <http://theconversation.com/which-countries-punch-above-their-weight-in-education-rankings-49698>
- Courtney, M., Karakus, M., Ersozlu, Z., & Nurumov, K. (2022). The influence of ICT use and related attitudes on students' math and science performance: Multilevel analyses of the last decade's PISA surveys. *Large-Scale Assessments in Education*, 10(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s40536-022-00128-6>
- Desmet, O. A., Camargo Salamanca, S., Lee, H., & Tuzgen, A. (2023). The effect of student-teacher relationships on students' math motivation across EU countries.

Journal of Advanced Academics, 34(3-4), 271-299.
<https://doi.org/10.1177/1932202X231218048>

- Dibek, M. İ. (2021). Hiyerarşik doğrusal modelleme (hierarchical linear modelling). İçinde *İstatistikolay 2: Çok değişkenli istatistik* (1. bs, C. 9, s. 58). Nobel Akademik Yayıncılık.
- Ekmekci, A., Corkin, D., & Fan, W. (2019). A multilevel analysis of the impact of teachers' beliefs and mathematical knowledge for teaching on students' mathematics achievement. *Australian Journal of Teacher Education*, 44(12).
<https://doi.org/10.14221/ajte.2019v44n12.4>
- Elsayed, M. A. A., Clerkin, A., Pitsia, V., Aljabri, N., & Al-Harbi, K. (2022). Boys' underachievement in mathematics and science: An analysis of national and international assessment data from the Kingdom of Saudi Arabia. *Large-Scale Assessments in Education*, 10(1), 23. <https://doi.org/10.1186/s40536-022-00141-9>
- Ersan, O., & Rodriguez, M. C. (2020). Socioeconomic status and beyond: A multilevel analysis of TIMSS mathematics achievement given student and school context in Turkey. *Large-Scale Assessments in Education*, 8(1), 15.
<https://doi.org/10.1186/s40536-020-00093-y>
- Ertem, H. Y. (2021). Examination of Turkey's PISA 2018 reading literacy scores within student-level and school-level variables. *Participatory Educational Research*, 8(1), 248-264. <https://doi.org/10.17275/per.21.14.8.1>
- Esen, E., & Adıgüzel, O. C. (2023). Sosyoekonomik düzeyin akademik başarı üzerindeki etkisi: PISA'dan kanıtlar [The effect of socioeconomic level on academic achievement: Evidence from PISA]. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi [Journal of Theoretical Educational Science]*, 16(4), 925-947.
<https://doi.org/10.30831/akukeg.1279154>
- Frempong, G. (2010). Equity and quality mathematics education within schools: Findings from TIMSS data for Ghana. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 14(3), 50-62.
<https://doi.org/10.1080/10288457.2010.10740691>
- Frempong, G., Reddy, V., & Kanjee, A. (2011). Exploring equity and quality education in South Africa using multilevel models. *Compare: A Journal of Comparative and International Education*, 41(6), 819-835.
<https://doi.org/10.1080/03057925.2011.607488>
- Gallucci, M. (2023). The General Linear Model. İçinde *GAMLj Models* (C. 2).
<https://gamlj.github.io/book/booklet.html>
- Gallucci, M. (2024). *GAMLj3: General analyses for linear models (jamovi module version 3.4.1)* [Manual]. <https://gamlj.github.io/>
- Heyneman, S. P., & Loxley, W. A. (1983). The effect of primary-school quality on academic achievement across twenty-nine high- and low-income countries. *American Journal of Sociology*, 88(6), 1162-1194. <https://doi.org/10.1086/227799>

- Huang, F. L. (2010). The role of socioeconomic status and school quality in the Philippines: Revisiting the Heyneman–Loxley effect. *International Journal of Educational Development*, 30(3), 288-296. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2009.10.001>
- Huta, V. (2014). When to use hierarchical linear modeling. *The Quantitative Methods for Psychology*, 10(1), 13-28. <https://doi.org/10.20982/tqmp.10.1.p013>
- İş Güzel, Ç. (2006). *Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programında (PISA 2003) insan ve fiziksel kaynakların öğrencilerin matematik okuryazarlığına olan etkisinin kültürler arası karşılaştırılması [A cross-cultural comparison of the impact of human and physical resource allocations on students' mathematical literacy skills in the Programme for International Student Assessment (PISA) 2003]* [Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- İşbildi, A. (2023). *Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı'nda rekabet ortamı ile öğrencilerin matematik okuryazarlığı arasındaki ilişki [The relationship between competitive environment and students' mathematical literacy in the Programme for International Student Assessment]* [Master Thesis, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü]. <http://dspace.trakya.edu.tr/xmlui/handle/trakya/8298>
- Karakoç Alatl, B. (2020). Investigation of factors associated with science literacy performance of students by hierarchical linear modeling: PISA 2015 comparison of Turkey and Singapore. *Ted Eğitim ve Bilim*, 45(202), 17-49. <https://doi.org/10.15390/EB.2020.8188>
- Karasar, N. (2023). *Bilimsel araştırma yöntemi* (38. Baskı). Nobel Akademik Yayıncılık.
- Luke, D. A. (2020). *Multilevel modeling* (2nd ed.). SAGE.
- Lüdecke, D., Ben-Shachar, M. S., Patil, I., & Makowski, D. (2020). Extracting, computing and exploring the parameters of statistical models using R. *Journal of Open Source Software*, 5(53), 2445. <https://doi.org/10.21105/joss.02445>
- MEB. (2023). *PISA 2022 Türkiye raporu* (ss. 1-188). T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. https://pisa.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2023_12/05125555_pisa2022_rapor_051223.pdf
- OECD. (2023a). *PISA 2022 assessment and analytical framework* (PISA). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/dfe0bf9c-en>
- OECD. (2023b). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education* (PISA, C. 1). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- OECD. (2023c). *PISA 2022 results (Volume II): Learning during – and from – disruption* (PISA, C. 2). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/a97db61c-en>
- OECD. (2024). *PISA 2022 technical report*. Organisation for Economic Co-operation and Development. https://www.oecd-ilibrary.org/fr/education/pisa-2022-technical-report_01820d6d-en
- Okatan, Ö., & Tomul, E. (2021). Uluslararası Öğrenci Başarılarını Değerlendirme Programı'na (PISA) göre Türkiye'deki öğrencilerin matematik başarıları ile ilişkili

- değişkenlerin incelenmesi [Investigation of interrelated variables with students success in mathematics according to Programme for International Student Assessment (PISA)]. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 57, Article 57. <https://doi.org/10.21764/maeuefd.663150>
- OpenAI. (2023). *ChatGPT [Large language model]* (Versiyon 3.5) [Software]. <https://chat.openai.com/chat>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023, Aralık 5). *PISA 2022 Database*. <https://www.oecd.org/pisa/data/2022database/>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2024, Nisan 9). *About the OECD*. <https://www.oecd.org/about/>
- Özdemir, E., Cansız, M., Cansız, N., & Üstün, U. (2019). Türkiye'deki öğrencilerin fen okuryazarlığını etkileyen faktörler nelerdir? PISA 2015 verisine dayalı bir hiyerarşik doğrusal modelleme çalışması [What are the factors affecting Turkish students' science literacy? A hierarchical linear modelling study using PISA 2015 data]. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi [Hacettepe University Journal of Education]*, 35(3), 720-732. <https://doi.org/10.16986/HUJE.2019050786>
- Posit team. (2023). *RStudio: Integrated development environment for R (version 2024.04.2+764)* [Manual]. Posit Software, PBC. <http://www.posit.co/>
- R Core Team. (2021). *R: A Language and environment for statistical computing (version 4.1.2)* [Manual]. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- R Core Team. (2024). *R: A Language and environment for statistical computing (version 4.4) (R packages retrieved from CRAN snapshot 2024-08-07)* [Manual]. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Raudenbush, S. W., & Bryk, A. S. (2002). *Hierarchical linear models: Applications and data analysis methods* (2nd ed., C. 1). Sage Publications.
- Saal, P. E., van Ryneveld, L., & Graham, M. A. (2019). The relationship between using information and communication technology in education and the mathematics achievement of students. *International Journal of Instruction*, 12(3), 405-424.
- Schielzeth, H., Dingemanse, N. J., Nakagawa, S., Westneat, D. F., Allegeue, H., Teplitsky, C., Réale, D., Doctermann, N. A., Garamszegi, L. Z., & Araya-Ajoy, Y. G. (2020). Robustness of linear mixed-effects models to violations of distributional assumptions. *Methods in Ecology and Evolution*, 11(9), 1141-1152. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13434>
- Seo, Y. S., & Kim, T. (2022). Comparison of students' math achievement in two Nordic countries: Multi-level analysis of PISA results. *Journal of Curriculum and Teaching*, 11(5), Article 5. <https://doi.org/10.5430/jct.v11n5p162>
- Sirikit, R., Mahalawalert, P., & Angganapattarakajorn, V. (2020). An analysis educational guidelines of mathematics education provision for primary school from high score countries on TIMSS 2015. *Universal Journal of Educational Research*, 8(12A), 7227-7232. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.082504>

- Sun, L., Bradley, K. D., & Akers, K. (2012). A multilevel modelling approach to investigating factors impacting science achievement for secondary school students: PISA Hong Kong sample. *International Journal of Science Education*, 34(14), 2107-2125. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.708063>
- Şahin, F. (2021). *Çok düzeyli modeller: SPSS ve HLM uygulamaları*. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Yayınları.
- Tang, S., Wang, Z., & Sutton-Jones, K. L. (2020). A multilevel study of the impact of district-level characteristics on Texas student growth trajectories on a high-stakes math exam. *Mathematics*, 9(1), 8. <https://doi.org/10.3390/math9010008>
- The jamovi project. (2024). *Jamovi* (Versiyon 2.6.13) [Software]. <https://www.jamovi.org/>
- Thien, L. M. (2016). Malaysian students' performance in mathematics literacy in PISA from gender and socioeconomic status perspectives. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 25(4), 657-666. <https://doi.org/10.1007/s40299-016-0295-0>
- Thien, L. M., Darmawan, I. G. N., & Ong, M. Y. (2015). Affective characteristics and mathematics performance in Indonesia, Malaysia, and Thailand: What can PISA 2012 data tell us? *Large-Scale Assessments in Education*, 3(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s40536-015-0013-z>
- Thien, L. M., & Ong, M. Y. (2015). Malaysian and Singaporean students' affective characteristics and mathematics performance: Evidence from PISA 2012. *SpringerPlus*, 4(1), 563. <https://doi.org/10.1186/s40064-015-1358-z>
- Tomul, E., Önder, E., & Taslidere, E. (2021). The relative effect of student, family and school-related factors on math achievement by location of the school. *Large-Scale Assessments in Education*, 9(1), 22. <https://doi.org/10.1186/s40536-021-00117-1>
- Tunç, S. E. (2020). *Türkiye'de matematik başarısındaki bölgeler arası farklılıklar üzerine bir inceleme: Türkiye 2015 PISA data'sının çok düzeyli bir analizi [An investigation on regional achievement gaps in mathematics in Turkey: A multilevel analysis of Turkey 2015 PISA data]* [Master Thesis, Middle East Technical University]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Uluğ, S. (2019). *PISA 2015 Türkiye uygulamasında bazı öğrenci değişkenlerinin fen okuryazarlığı ve okuma becerileri başarısına etkisinin incelenmesi [Investigation of the effect of some student variables on the success of science literacy and reading skills in the PISA 2015 practice of Turkey]* [Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi]. <http://acikerisim.akdeniz.edu.tr/xmlui/handle/123456789/4823>
- Usta, H. G. (2014). *PISA 2003 ve PISA 2012 matematik okuryazarlığı üzerine uluslararası bir karşılaştırma: Türkiye ve Finlandiya [An international comparison PISA 2003 and 2012 according to mathematical literacy Turkey and Finland]* [Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Wang, J., Xie, H., & Fischer, J. H. (2012). *Multilevel models: Applications using SAS*. De Gruyter ; Higher Education Press. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=e000xtr&AN=430112&lang=tr&site=ehost-live>

- Wenglinsky, H. (1998). Models of the relationship between education spending and the social distribution of achievement. *ETS Research Report Series*, 1998(2). <https://doi.org/10.1002/j.2333-8504.1998.tb01792.x>
- Wickham, H., Miller, E., & Smith, D. (2023). *haven: Import and export “SPSS”, “stata” and “SAS” files (R package version 2.5.4)* [Manual]. <https://CRAN.R-project.org/package=haven>
- Woltman, H., Feldstain, A., MacKay, J. C., & Rocchi, M. (2012). An introduction to hierarchical linear modeling. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 8(1), 52-69. <https://doi.org/10.20982/tqmp.08.1.p052>
- Yalçın, S. (2017). Teacher behaviours explaining Turkish and Dutch students’ mathematic achievements. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 6(2), 174-182.
- Yavuz, E., & Atar, H. Y. (2016). Examining the effects of students and school variables on PISA 2012 problem-solving achievement in Turkey. *New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences*, 5, 24-30.
- Yetişir, M. İ., & Batı, K. (2021). The effect of school and student-related factors on PISA 2015 science performance in Turkey. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 8(2), Article 2. <https://doi.org/10.52380/ijpes.2021.8.2.433>
- Yıldız, M., Kartal, E. E., & Mesci, G. (2020). Türkiye’nin PISA 2015 fen performansının ve ilişkili değişkenlerin hiyerarşik doğrusal modelleme ile incelenmesi [Investigation of Turkey’s PISA 2015 science performance and associated variables using hierarchical linear modeling]. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi [Necatibey Faculty of Education, Electronic Journal of Science and Mathematics Education]*, 14(1), Article 1. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.663737>
- You, H. S., Park, S., & Delgado, C. (2021). A closer look at US schools: What characteristics are associated with scientific literacy? A multivariate multilevel analysis using PISA 2015. *Science Education*, 105(2), 406-437. <https://doi.org/10.1002/sce.21609>
- Younes, R., Salloum, S., & Antoun, M. (2023). The effects of language and home factors on Lebanese students’ mathematics performance in TIMSS. *Large-Scale Assessments in Education*, 11(1), 30. <https://doi.org/10.1186/s40536-023-00180-w>
- Yüksel, M. (2019). *PISA 2015 Türkiye ve Finlandiya verilerine göre okul özellikleri ile öğrencilerin okuma becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi [PISA 2015, Turkey and Finland school students’ reading skills features according to data relationship between]* [Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi]. <http://dspace.trakya.edu.tr/xmlui/handle/trakya/4712>

EKLER

EK-1: Bir Veri Setini Filtreleyen Kod Dosyasının İçeriği

Bir veri setini -“.sav” formatında- sadece belirtilen değişkenler ve belirtilen ülke kodlarına göre filtreleyerek -“.sav” formatında- yeni bir veri seti oluşturan kod dosyasının içeriği aşağıdaki gibidir (İlgili içeriği “.r” uzantılı bir metin dosyasına kaydedebilir ya da bu dosyayı [“https://osf.io/m3gyn/?view_only=4c198c21f123494abd05014acf150a6a”](https://osf.io/m3gyn/?view_only=4c198c21f123494abd05014acf150a6a) bağlantısındaki “Dosyalar/Files” sekmesinden indirebilirsiniz.):

Dosya adı: R_filter_spss_dataset_by_rows_and_columns.r

```
# Author: Ertuğrul UYAR
# Email: ertugruluyar.academic@gmail.com
# Last Modified: 2024-08-14
# Description: Filters the PISA dataset (in .sav format) to include rows with the desired country code (e.g.
CNTRYID = 792) and the desired columns and saves as a new dataset file in .sav format.
# Assistance: This code were developed with the help of ChatGPT 3.5 by OpenAI
(https://chat.openai.com/).
# License: MIT License (https://opensource.org/licenses/MIT)
# Copyright (c) 2024 Ertuğrul UYAR

# Gerekli kütüphanenin yüklenmesi.
# Hadley Wickham, Evan Miller and Danny Smith (2023). haven: Import and Export 'SPSS', 'Stata' and
'SAS' Files. R package version 2.5.4. https://CRAN.R-project.org/package=haven
library(haven)

# Veriyi gözlemlemek için veriye dair bazı özellikleri yazdıran fonksiyon.
observe_metadata <- function(data, heading) {
  cat(paste("===== ", heading, " =====\n"))
  cat("Sütun (Değişken) adları:\n")
  print(colnames(data))
  cat("Satır sayısı: ", nrow(data), "\n")
  cat("Sütun sayısı: ", ncol(data), "\n")
  cat("Verinin bir kısmı:\n")
  print(data)
  cat("===== \n")
}

# PISA 2022 veri seti dosyasının yolu:
# CY08MSP_STU_QQQ.sav
# CY08MSP_SCH_QQQ.sav
file_path <- 'CY08MSP_STU_QQQ.sav'

# Filtrelenmiş veriyi .sav dosyası olarak kaydetmek için yol belirtilir.
output_file_path <- 'CY08MSP_STU_QQQ_Türkiye_and_filtered_variables.sav'

# Girdi verisinin metadatası okunur.
meta_input <- read_sav(file_path, n_max = 3, encoding = "UTF-8")

# Girdi verisinin metadatası yazdırılır.
observe_metadata(meta_input, "GİRDİ VERİSİ")
```

```

# Seçilen sütunlar belirlenir.
stu_variables <- c('CNTRYID', 'CNTSCHID', 'PV1MATH', 'WORKPAY', 'ESCS')
sch_variables <- c('CNTRYID', 'CNTSCHID', 'SC211Q03JA', 'EDUSHORT', 'STAFFSHORT',
'SC001Q01TA', 'SC013Q01TA')
selected_columns <- stu_variables # Filtrelenecek veri setine göre ilgili değişken listesi seçilir.
cat(paste(length(selected_columns), " tane değişken (sütun) seçildi."))

# PISA 2022 verisi bir data frame'e okunur.
pisa_data <- read_sav(file_path, col_select = selected_columns, user_na = TRUE, encoding = "UTF-8")

# Ülke kodlarını gözlemlemek için 'CNTRYID' sütunundaki benzersiz değerleri yazdır.
# unique_values <- unique(pisa_data$CNTRYID)
# cat("Benzersiz 'CNTRYID' sütunu değerleri:", unique_values, "\n")

# Seçilen ülkeleri içeren satırlar filtrelenir.
# Örn: 792 ("Türkiye"), 233 ("Estonia"), 246 ("Finland"), 702 ("Singapore")
selected_countries <- c(792)
filtered_data <- subset(pisa_data, CNTRYID %in% selected_countries)

# CNTSCHID sütununa göre veri sıralanır.
filtered_data_sorted <- filtered_data[order(filtered_data$CNTSCHID), ]

# Filtrelenmiş veri .sav dosyası olarak kaydedilir.
# NOT: Sıralama ve sınıflama ölçeğindeki değişkenler için ölçek türü ataması tam doğru olmayabilir.
# Ancak, filtrelenmiş küçük boyutlu veri Jamovi yazılımında kolayca açılıp değişkenlere ölçek
ataması elle yapılabilir.
write_sav(filtered_data_sorted, output_file_path)

cat(paste("Filtrelenmiş veri seti", output_file_path, "dosyasına başarıyla kaydedilmiştir.\n"))

# Çıktı verisinin metadatası yazdırılır.
observe_metadata(filtered_data_sorted, "ÇIKTI VERİSİ")

```

EK-2: İki Veri Setini Birleştiren Kod Dosyasının İçeriği

İki veri setini -“.sav” formatında- ortak bir sütuna (CNTSCHID) göre bire-çok (one-to-many) yöntemiyle birleştirerek -“.sav” formatında- yeni bir veri seti oluşturan kod dosyasının içeriği aşağıdaki gibidir (İlgili içeriği “.r” uzantılı bir metin dosyasına kaydedebilir ya da bu dosyayı “https://osf.io/m3gyn/?view_only=4c198c21f123494abd05014acf150a6a” bağlantısındaki “Dosyalar/Files” sekmesinden indirebilirsiniz.):

Dosya adı: R_merge_two_spss_dataset_by_common_column_with_one-to-many.r

```
# Author: Ertuğrul UYAR
# Email: ertugruluyar.academic@gmail.com
# Last Modified: 2024-08-14
# Description: It merges two datasets of PISA (in .sav format) student level and school level, by using the
one-to-many method according to the school identification number (CNTSCHID) and saves as a new
dataset file in .sav format.
# Assistance: This code were developed with the help of ChatGPT 3.5 by OpenAI
(https://chat.openai.com/).
# License: MIT License (https://opensource.org/licenses/MIT)
# Copyright (c) 2024 Ertuğrul UYAR

# Gerekli kütüphanenin yüklenmesi.
# Hadley Wickham, Evan Miller and Danny Smith (2023). haven: Import and Export 'SPSS', 'Stata' and
'SAS' Files. R package version 2.5.4. https://CRAN.R-project.org/package=haven
library(haven)

# PISA 2022 veri seti dosyalarının yolları:
file_path_stu <- 'CY08MSP_STU_QQQ_Türkiye_and_filtered_variables.sav'
file_path_sch <- 'CY08MSP_SCH_QQQ_Türkiye_and_filtered_variables.sav'

# Birleştirilmiş veriyi .sav dosyası olarak kaydetmek için yol belirtilir.
output_file_path <- 'CY08MSP_STU_and_SCH_QQQ_Türkiye_merged.sav'

# Veri setlerinin hangi ortak sütuna göre birleştirileceği belirtilir.
on_column <- 'CNTSCHID'

# Veri setlerinin metadatası okunur.
meta_stu <- read_sav(file_path_stu, n_max = 3, encoding = "UTF-8")
meta_sch <- read_sav(file_path_sch, n_max = 3, encoding = "UTF-8")

# Orijinal veri setlerini gözlemlemek için yazdır.
print("ÖĞRENCİ ORJİNAL METADATA:")
print(meta_stu)
print("OKUL ORJİNAL METADATA:")
print(meta_sch)

# Sütun adları ve etiketlerine göre iki veri setindeki ortak sütunları bul.
common_columns <- colnames(meta_stu)[
  colnames(meta_stu) %in% colnames(meta_sch) &
  labels(meta_sch)[colnames(meta_stu)] %in% labels(meta_stu)[colnames(meta_stu)]
]

# Veri setlerini gözlemlemek için etiketlerini ve sütun adlarını yazdır.
print(labels(meta_stu))
```

```

print(colnames(meta_stu))
print(labels(meta_sch))
print(colnames(meta_sch))

print(common_columns)
# Ortak sütunlar listesinden "on_column"u çıkart.
common_columns <- common_columns[common_columns != on_column]
print(common_columns)

# Okul verisinden öğrenci verisine aktarılabacak sütunları seç.
selected_columns <- setdiff(colnames(meta_sch), common_columns)
print(selected_columns)

# Veri setlerini oku.
student_data <- read_sav(file_path_stu, encoding = "UTF-8")
school_data <- read_sav(file_path_sch, col_select = selected_columns, encoding = "UTF-8")

# Veri setlerini birden çoğa (one-to-many) yöntemiyle birleştir.
merged_data <- merge(student_data, school_data, by = on_column, all = TRUE)

# Birleştirilmiş veri setinin metadatasını (etiketleri vb.) ayarla.
# Ortak öğrenci düzeyi değişkenlerinin meta verilerini öğrenci veri setinden birleştirilen veri setine
kopyala.
for (variable in colnames(meta_stu)) {
  attributes(merged_data[[variable]])$label <- attributes(meta_stu[[variable]])$label
}
# Ortak okul düzeyi değişkenlerinin meta verilerini okul veri setinden birleştirilen veri setine kopyala.
for (variable in colnames(meta_sch)) {
  attributes(merged_data[[variable]])$label <- attributes(meta_sch[[variable]])$label
}

# Metadatasıyla birlikte birleştirilmiş veri setini kaydet.
write_sav(merged_data, output_file_path)

cat(paste("Birleştirilmiş veri seti", output_file_path, "dosyasına başarıyla kaydedilmiştir.\n"))

# Birleştirilmiş veri setinin metadatasını oku.
meta_output <- read_sav(output_file_path, n_max = 100, encoding = "UTF-8")

# Çıktı verisinin metadatası yazdırılır.
print("ÇIKTI METADATA:")
print(meta_output)

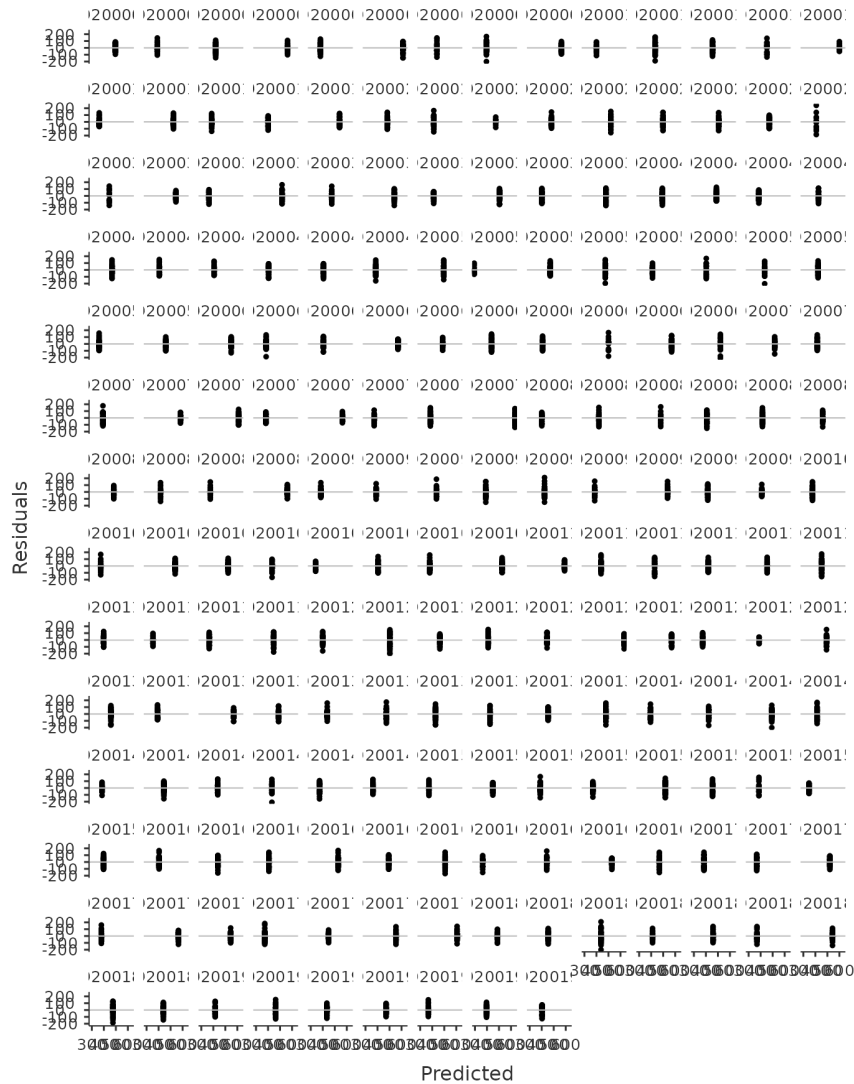
```

EK-3: Kontrol Edilen Varsayımlara Dair Açıklama ve Şekiller

EK-3.1: Model-0.1 için varsayımların kontrolü

A. Varyansların homojenliği (homoskedastisite) varsayımı

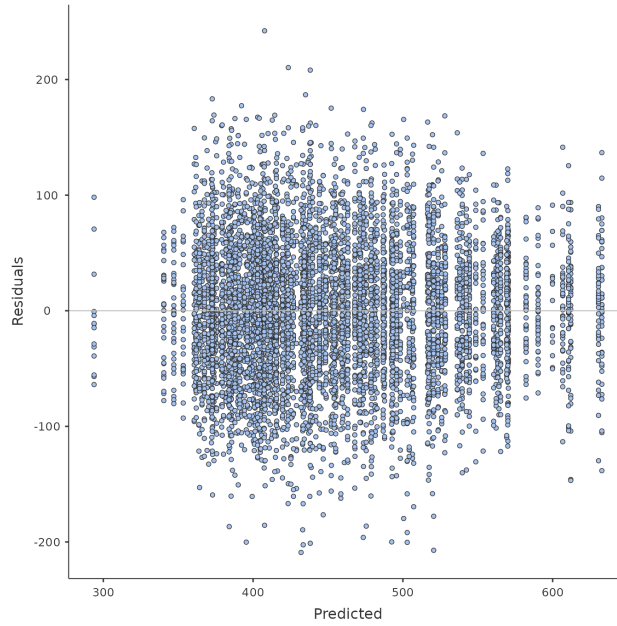
"Artık değerler - Tahmin edilen (Residuals-Predicted)" saçılım grafiği (scatter plot) kullanılmıştır. Düzey-1 artık değerlerinin (hatalarının) saçılım grafiğine bakıldığında varyansların homojenliği varsayımının karşılandığı söylenebilir (Şekil 7.2'ye bakınız.). Çünkü, düzey-1 varyanslarının tahmin edilen değerler boyunca homojen olarak dağıldığı görülmektedir. Düzey-2'deki her bir grup için düzey-1 artık değerlerinin saçılım grafiğine bakıldığında varyansların homojenliği varsayımının karşılandığı söylenebilir (Şekil 7.1'e bakınız.). Çünkü, her bir grup için düzey-1 varyanslarının grafikleri genellikle birbirine benzer olup bu durum her bir gruba düzey-1 varyanslarının yaklaşık olarak eşit yani homojen olarak dağıldığı görülmektedir.



Şekil 7.1. Düzey-2'deki her bir grup için düzey-1 artık değerlerinin saçılım grafiği

B. Düzey-1 artık değerleri birbirinden bağımsızdır varsayımı

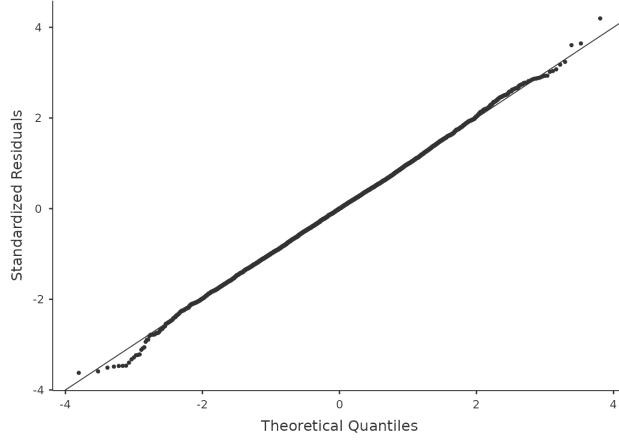
"Artık değerler - Tahmin edilen (Residuals-Predicted)" saçılım grafiği (scatter plot) kullanılmıştır. Düzey-1 artık değerlerinin saçılım grafiğine bakıldığında bağımsızlık varsayımının karşılandığı söylenebilir (Şekil 7.2'ye bakınız.). Çünkü, düzey-1 artık değerlerinin belirli bir doğru ile temsil edilemeyecek kadar ilişkisiz bir şekilde dağıldığı görülmektedir.



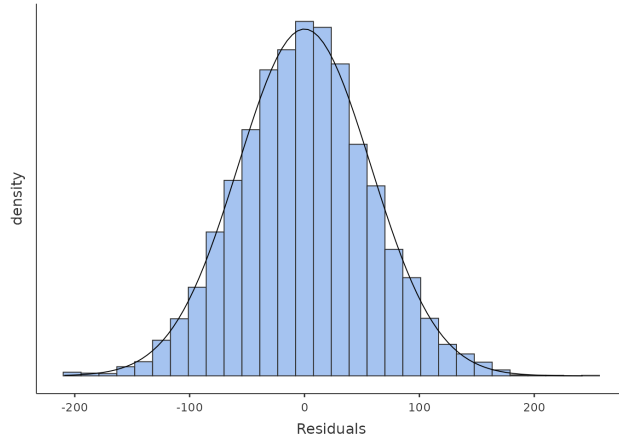
Şekil 7.2. Düzey-1 artık değerleri için saçılım grafiği

C. Düzey-1 artık değerlerinin normallik varsayımı

Kolmogorov-Smirnov istatistiği, histogram ve Q-Q grafikleri kullanılmıştır. Veri sayısı 30 ya da 50'den büyük olduğu için ($n=7061$) Kolmogorov-Smirnov normallik testi uygulanmıştır. Kolmogorov-Smirnov normallik testi sonucu incelendiğinde normallik varsayımının karşılandığı söylenebilir (test-istatistiği=0.010, $p=0.479>.05$). Bunun yanında, Q-Q grafiği incelendiğinde düzey-1 artık değerlerinin normali temsil eden doğrudan çok sapmaması (noktaların düz çizgi üzerinde seyretmesi) ile histogram grafiği incelendiğinde normal bir dağılıma yakın oluşundan da normallik varsayımının karşılandığı söylenebilir (Şekil 7.3 ve Şekil 7.4'e bakınız.).



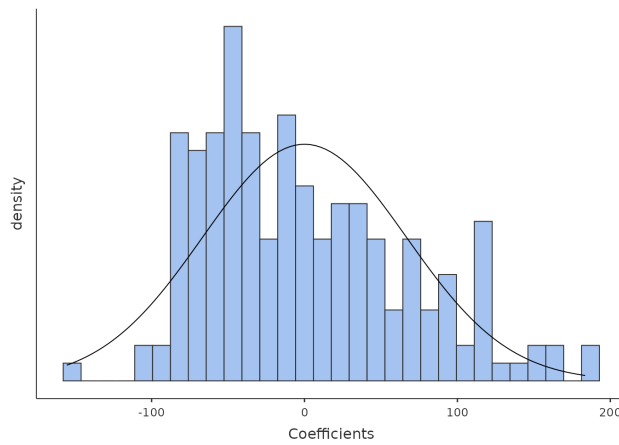
Şekil 7.3. Düzey-1 artık değerleri için Q-Q grafiği



Şekil 7.4. Düzey-1 artık değerleri için histogram grafiği

D. Düzey-2 artık değerlerinin çok değişkenli normallik varsayımı

Histogram grafiği kullanılmıştır. Histogram grafiği incelendiğinde, düzey-2 artık değerleri normal bir dağılıma yakın olduğundan normallik varsayımının karşılandığı söylenebilir (Şekil 7.5'e bakınız.).



Şekil 7.5. Düzey-2 (Kesen rastgele etkisinin) artık değerlerinin histogram grafiği

E. Düzey-2'deki artık değerlerin her biri birbirinden bağımsızdır varsayımı

Modelde birden fazla -kesenin eğimi dışında- rastgele etki olmadığından bu varsayımın kontrol edilmesine gerek yoktur (kontrol edilemez).

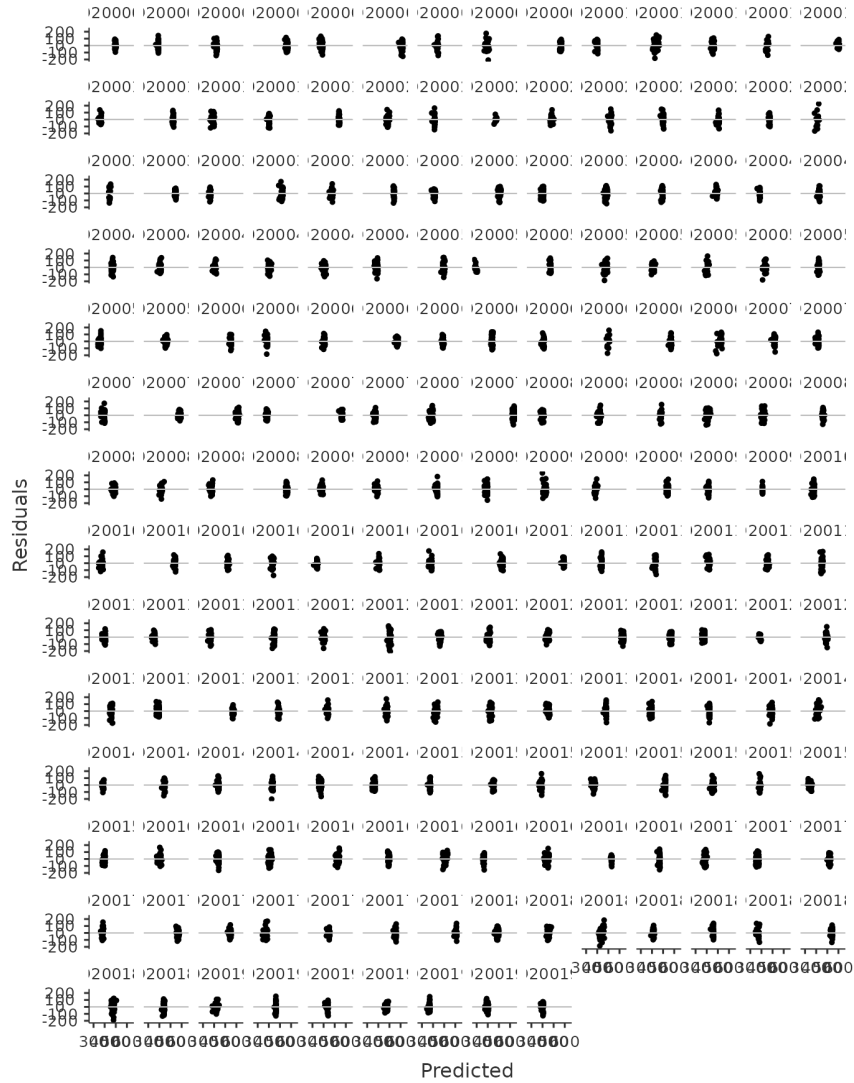
F. Rastgele etki olarak modellenen bağımsız değişkenlerin rastgele katsayıları için normallik varsayımı

Modelde rastgele etki olarak modellenen bağımsız değişken olmadığından bu varsayımın kontrol edilmesine gerek yoktur (kontrol edilemez).

EK-3.2: Model-1.1.1 için varsayımların kontrolü

A. Varyansların homojenliği (homoskedastisite) varsayımı

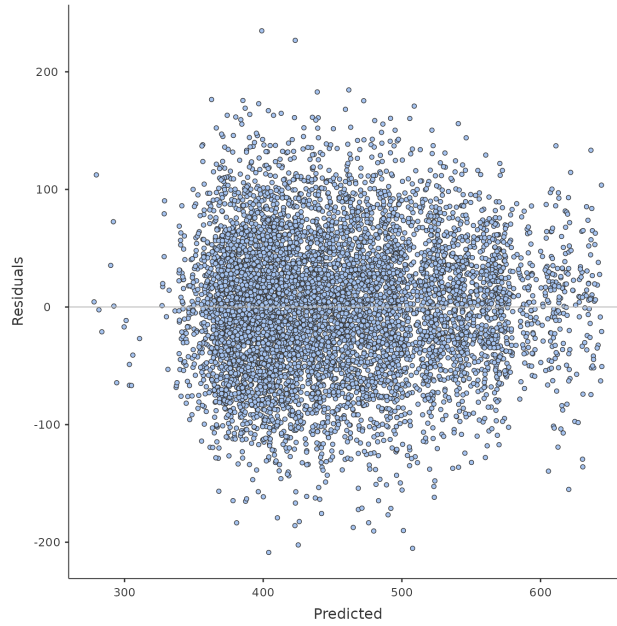
"Artık değerler - Tahmin edilen (Residuals-Predicted)" saçılım grafiği (scatter plot) kullanılmıştır. Düzey-1 artık değerlerinin (hatalarının) saçılım grafiğine bakıldığında varyansların homojenliği varsayımının karşılandığı söylenebilir (Şekil 7.7'ye bakınız). Çünkü, düzey-1 varyanslarının tahmin edilen değerler boyunca homojen olarak dağıldığı görülmektedir. Düzey-2'deki her bir grup için düzey-1 artık değerlerinin saçılım grafiğine bakıldığında varyansların homojenliği varsayımının karşılandığı söylenebilir (Şekil 7.6'ya bakınız.). Çünkü, her bir grup için düzey-1 varyanslarının grafikleri genellikle birbirine benzer olup bu durum her bir gruba düzey-1 varyanslarının yaklaşık olarak eşit yani homojen olarak dağıldığı görülmektedir.



Şekil 7.6. Düzey-2'deki her bir grup için düzey-1 artık değerlerinin saçılım grafiği

B. Düzey-1 artık değerleri birbirinden bağımsızdır varsayımı

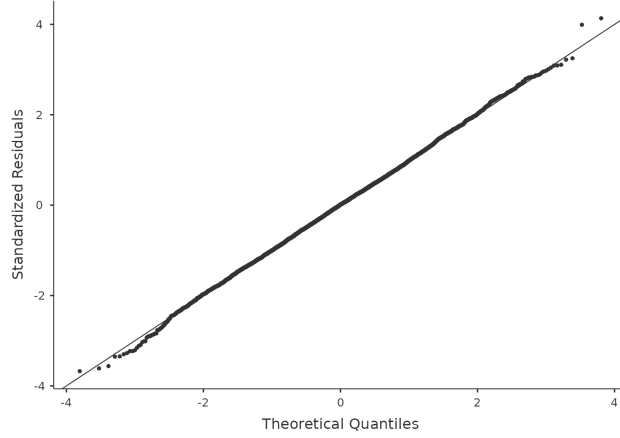
"Artık değerler - Tahmin edilen (Residuals-Predicted)" saçılım grafiği (scatter plot) kullanılmıştır. Düzey-1 artık değerlerinin saçılım grafiğine bakıldığında bağımsızlık varsayımının karşılandığı söylenebilir (Şekil 7.7'ye bakınız.). Çünkü, düzey-1 artık değerlerinin belirli bir doğru ile temsil edilemeyecek kadar ilişkisiz bir şekilde dağıldığı görülmektedir.



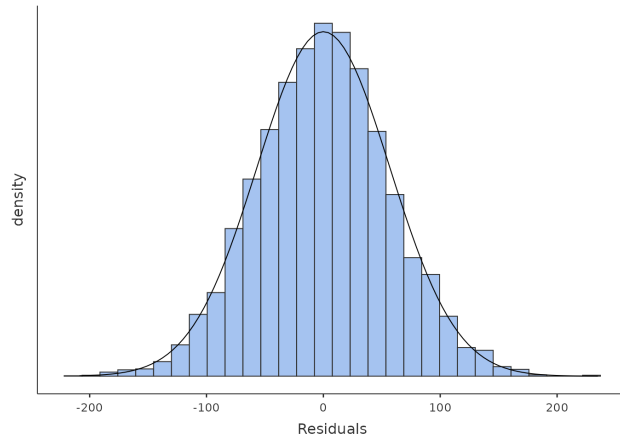
Şekil 7.7. Düzey-1 artık değerleri için saçılım grafiği

C. Düzey-1 artık değerlerinin normallik varsayımı

Kolmogorov-Smirnov istatistiği, histogram ve Q-Q grafikleri kullanılmıştır. Veri sayısı 30 ya da 50'den büyük olduğu için ($n=7061$) Kolmogorov-Smirnov normallik testi uygulanmıştır. Kolmogorov-Smirnov normallik testi sonucu incelendiğinde normallik varsayımının karşılandığı söylenebilir (test-istatistiği=0.009, $p=0.596>.05$). Bunun yanında, Q-Q grafiği incelendiğinde düzey-1 artık değerlerinin normali temsil eden doğrudan çok sapmaması (noktaların düz çizgi üzerinde seyretmesi) ile histogram grafiği incelendiğinde normal bir dağılıma yakın oluşundan da normallik varsayımının karşılandığı söylenebilir (Şekil 7.8 ve Şekil 7.9'a bakınız.).



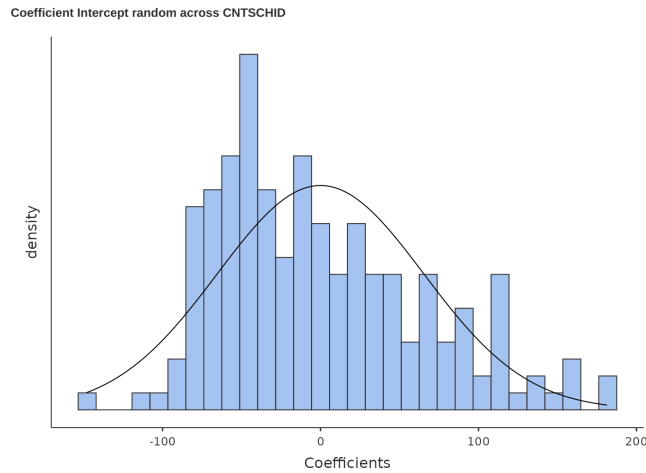
Şekil 7.8. Düzey-1 artık değerleri için Q-Q grafiği



Şekil 7.9. Düzey-1 artık değerleri için histogram grafiği

D. Düzey-2 artık değerlerinin çok değişkenli normallik varsayımı

Histogram grafiği kullanılmıştır. Histogram grafiği incelendiğinde, düzey-2 artık değerleri normal bir dağılıma yakın olduğundan normallik varsayımının karşılandığı söylenebilir (Şekil 7.10'a bakınız.).



Şekil 7.10. Düzey-2 (Kesen rastgele etkisinin) artık değerlerinin histogram grafiği

E. Düzey-2'deki artık değerlerin her biri birbirinden bağımsızdır varsayımı

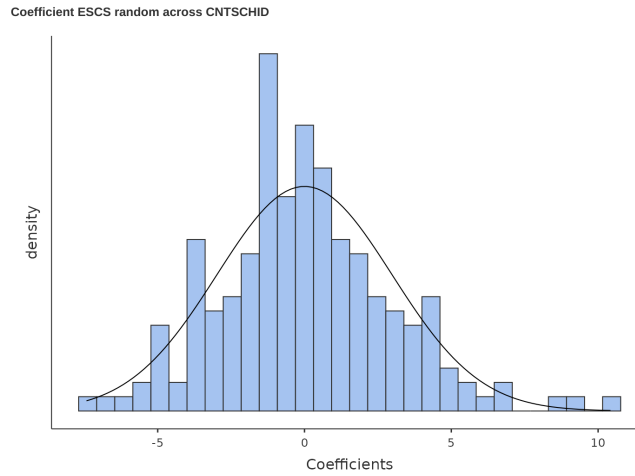
Rastgele etkilerin korelasyonunu ifade eden “Random Parameters correlations” tablosu kullanılmıştır. Rastgele etkilerin ikili korelasyonlarına bakıldığında “Kesen - ESCS” korelasyonun büyüklüğünün 0’a yakın olduğundan varsayımın karşılandığı söylenebilir (Şekil 7.11’e bakınız.).

Random Parameters correlations				
Groups	param1	param2	Cov.	Corr.
CNTSCHID	(Intercept)	ESCS	65.710	0.174

Şekil 7.11. Rastgele etkilerin korelasyonunu ifade eden “Random Parameters correlations” tablosu

F. Rastgele etki olarak modellenen bağımsız değişkenlerin rastgele katsayıları için normallik varsayımı

Histogram grafiği kullanılmıştır. Histogram grafikleri incelendiğinde, “ESCS” bağımsız değişkeninin rastgele (düzey-2’de rastgele olan) etkisini ifade eden artık değerleri normal bir dağılıma yakın olduğundan normallik varsayımının karşılandığı söylenebilir (Şekil 7.12’ye bakınız.).

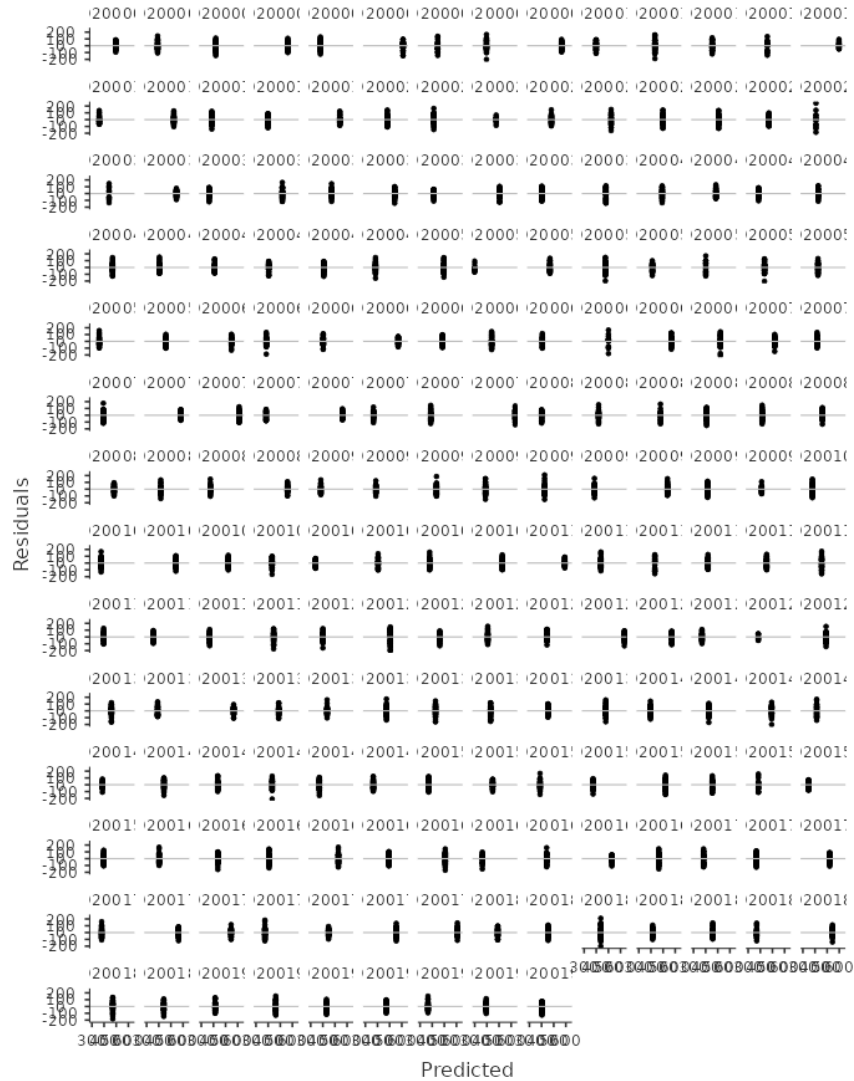


Şekil 7.12. “ESCS” bağımsız değişkeninin rastgele (düzey-2’de rastgele olan) etkisini ifade eden artık değerlerin histogram grafiği

EK-3.3: Model-2.1.1 için varsayımların kontrolü

A. Varyansların homojenliği (homoskedastisite) varsayımı

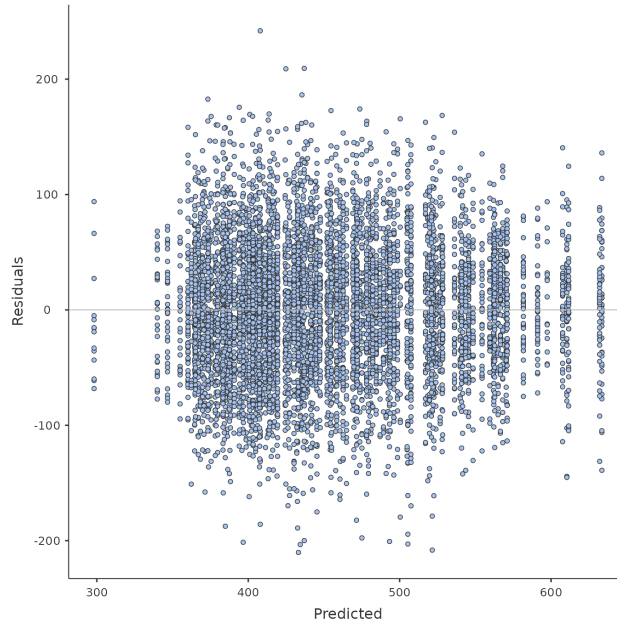
"Artık değerler - Tahmin edilen (Residuals-Predicted)" saçılım grafiği (scatter plot) kullanılmıştır. Düzey-1 artık değerlerinin (hatalarının) saçılım grafiğine bakıldığında varyansların homojenliği varsayımının karşılandığı söylenebilir (Şekil 7.14'e bakınız.). Çünkü, düzey-1 varyanslarının tahmin edilen değerler boyunca homojen olarak dağıldığı görülmektedir. Düzey-2'deki her bir grup için düzey-1 artık değerlerinin saçılım grafiğine bakıldığında varyansların homojenliği varsayımının karşılandığı söylenebilir (Şekil 7.13'e bakınız.). Çünkü, her bir grup için düzey-1 varyanslarının grafikleri genellikle birbirine benzer olup bu durum her bir gruba düzey-1 varyanslarının yaklaşık olarak eşit yani homojen olarak dağıldığı görülmektedir.



Şekil 7.13. Düzey-2'deki her bir grup için düzey-1 artık değerlerinin saçılım grafiği

B. Düzey-1 artık değerleri birbirinden bağımsızdır varsayımı

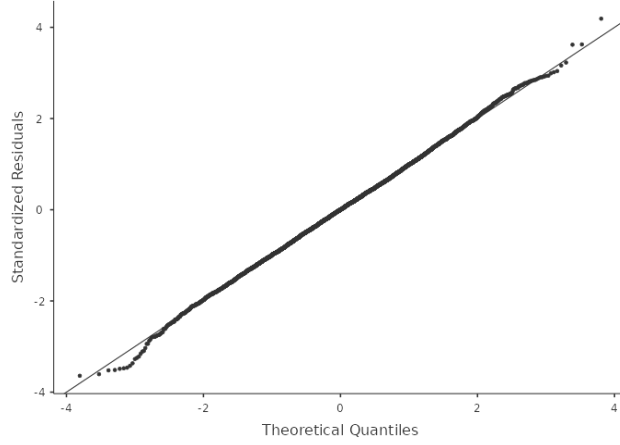
"Artık değerler - Tahmin edilen (Residuals-Predicted)" saçılım grafiği (scatter plot) kullanılmıştır. Düzey-1 artık değerlerinin saçılım grafiğine bakıldığında bağımsızlık varsayımının karşılandığı söylenebilir (Şekil 7.14'e bakınız.). Çünkü, düzey-1 artık değerlerinin belirli bir doğru ile temsil edilemeyecek kadar ilişkisiz bir şekilde dağıldığı görülmektedir.



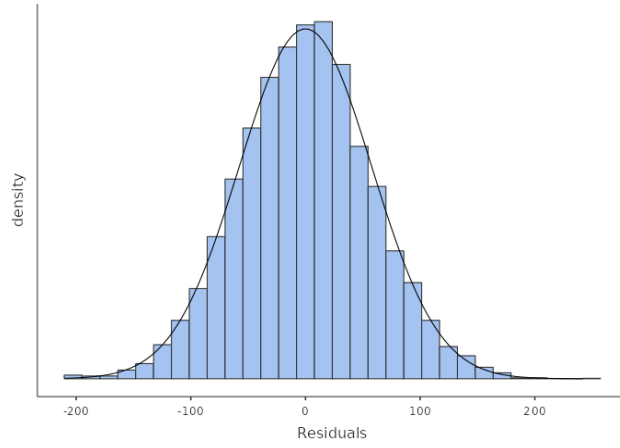
Şekil 7.14. Düzey-1 artık değerleri için saçılım grafiği

C. Düzey-1 artık değerlerinin normallik varsayımı

Kolmogorov-Smirnov istatistiği, histogram ve Q-Q grafikleri kullanılmıştır. Veri sayısı 30 ya da 50'den büyük olduğu için ($n=7061$) Kolmogorov-Smirnov normallik testi uygulanmıştır. Kolmogorov-Smirnov normallik testi sonucu incelendiğinde normallik varsayımının karşılandığı söylenebilir (test-istatistiği=0.010, $p=0.491>.05$). Bunun yanında, Q-Q grafiği incelendiğinde düzey-1 artık değerlerinin normali temsil eden doğrudan çok sapmaması (noktaların düz çizgi üzerinde seyretmesi) ile histogram grafiği incelendiğinde normal bir dağılıma yakın oluşundan da normallik varsayımının karşılandığı söylenebilir (Şekil 7.15 ve Şekil 7.16'ya bakınız.).



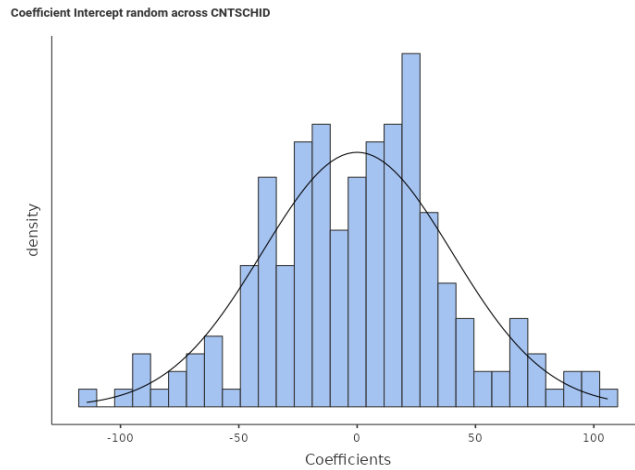
Şekil 7.15. Düzey-1 artık değerleri için Q-Q grafiği



Şekil 7.16 Düzey-1 artık değerleri için histogram grafiği

D. Düzey-2 artık değerlerinin çok değişkenli normallik varsayımı

Histogram grafiği kullanılmıştır. Histogram grafiği incelendiğinde, düzey-2 artık değerleri normal bir dağılıma yakın olduğundan normallik varsayımının karşılandığı söylenebilir (Şekil 7.17'ye bakınız.).



Şekil 7.17. Düzey-2 (Kesen rastgele etkisinin) artık değerlerinin histogram grafiği

E. Düzey-2'deki artık değerlerin her biri birbirinden bağımsızdır varsayımı

Modelde birden fazla -kesenin eğimi dışında- rastgele etki olmadığından bu varsayımın kontrol edilmesine gerek yoktur (kontrol edilemez).

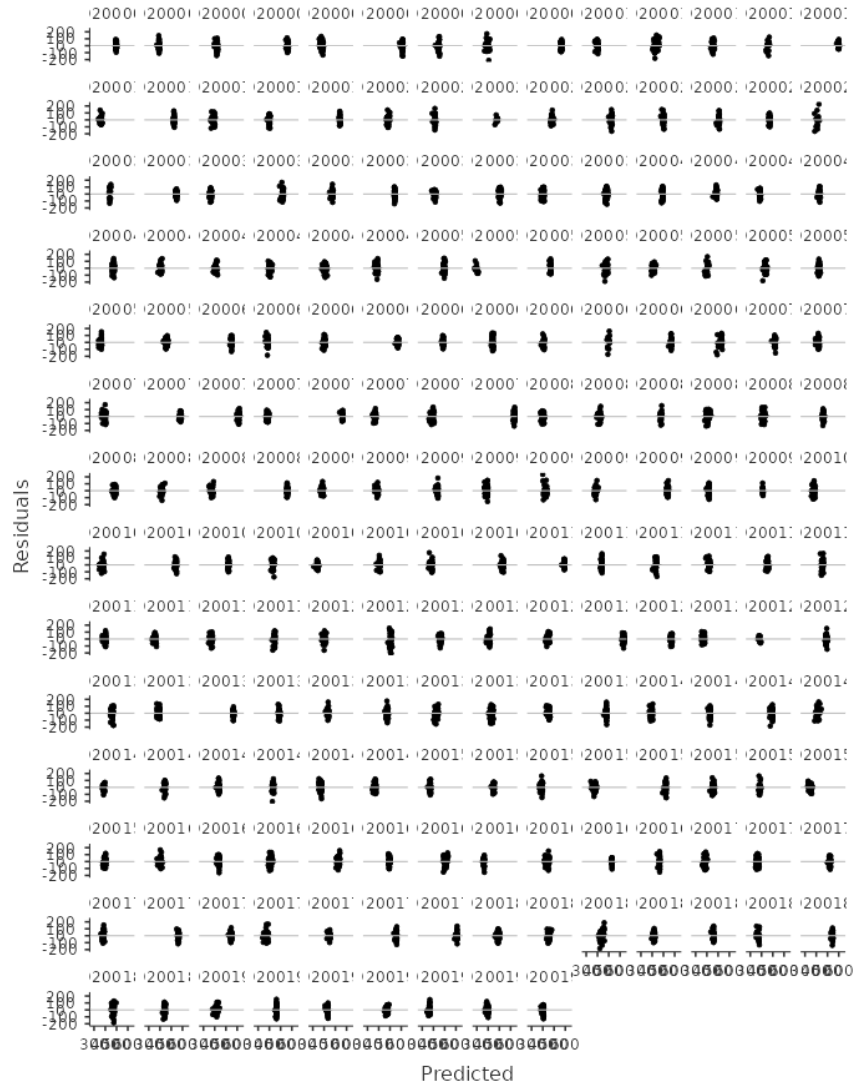
F. Rastgele etki olarak modellenen bağımsız değişkenlerin rastgele katsayıları için normallik varsayımı

Modelde rastgele etki olarak modellenen bağımsız değişken olmadığından bu varsayımın kontrol edilmesine gerek yoktur (kontrol edilemez).

EK-3.4: Model-3.2.1 için varsayımların kontrolü

A. Varyansların homojenliği (homoskedastisite) varsayımı

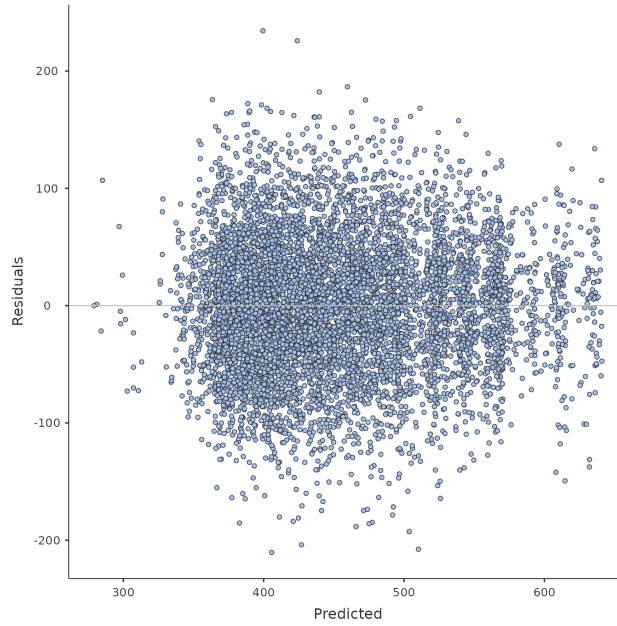
"Artık değerler - Tahmin edilen (Residuals-Predicted)" saçılım grafiği (scatter plot) kullanılmıştır. Düzey-1 artık değerlerinin (hatalarının) saçılım grafiğine bakıldığında varyansların homojenliği varsayımının karşılandığı söylenebilir (Şekil 7.19'a bakınız). Çünkü, düzey-1 varyanslarının tahmin edilen değerler boyunca homojen olarak dağıldığı görülmektedir. Düzey-2'deki her bir grup için düzey-1 artık değerlerinin saçılım grafiğine bakıldığında varyansların homojenliği varsayımının karşılandığı söylenebilir (Şekil 7.18'e bakınız.). Çünkü, her bir grup için düzey-1 varyanslarının grafikleri genellikle birbirine benzer olup bu durum her bir gruba düzey-1 varyanslarının yaklaşık olarak eşit yani homojen olarak dağıldığı görülmektedir.



Şekil 7.18. Düzey-2'deki her bir grup için düzey-1 artık değerlerinin saçılım grafiği

B. Düzey-1 artık değerleri birbirinden bağımsızdır varsayımı

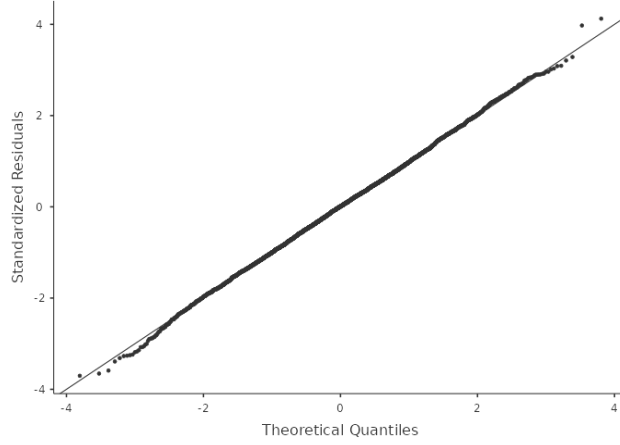
"Artık değerler - Tahmin edilen (Residuals-Predicted)" saçılım grafiği (scatter plot) kullanılmıştır. Düzey-1 artık değerlerinin saçılım grafiğine bakıldığında bağımsızlık varsayımının karşılandığı söylenebilir (Şekil 7.19'a bakınız.). Çünkü, düzey-1 artık değerlerinin belirli bir doğru ile temsil edilemeyecek kadar ilişkisiz bir şekilde dağıldığı görülmektedir.



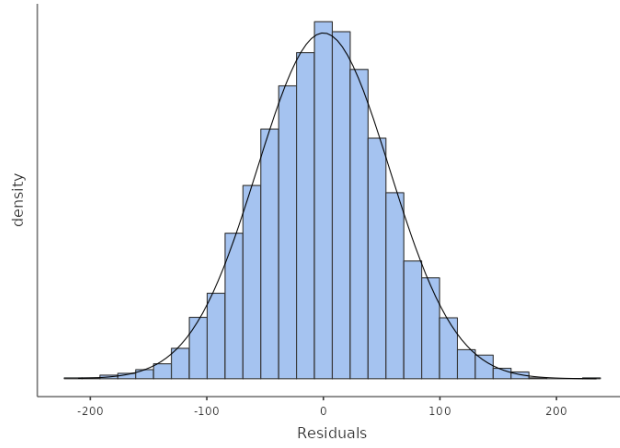
Şekil 7.19. Düzey-1 artık değerleri için saçılım grafiği

C. Düzey-1 artık değerlerinin normallik varsayımı

Kolmogorov-Smirnov istatistiği, histogram ve Q-Q grafikleri kullanılmıştır. Veri sayısı 30 ya da 50'den büyük olduğu için ($n=7061$) Kolmogorov-Smirnov normallik testi uygulanmıştır. Kolmogorov-Smirnov normallik testi sonucu incelendiğinde normallik varsayımının karşılandığı söylenebilir (test-istatistiği=0.010, $p=0.585>.05$). Bunun yanında, Q-Q grafiği incelendiğinde düzey-1 artık değerlerinin normali temsil eden doğrudan çok sapmaması (noktaların düz çizgi üzerinde seyretmesi) ile histogram grafiği incelendiğinde normal bir dağılıma yakın oluşundan da normallik varsayımının karşılandığı söylenebilir (Şekil 7.20 ve Şekil 7.21'e bakınız.).



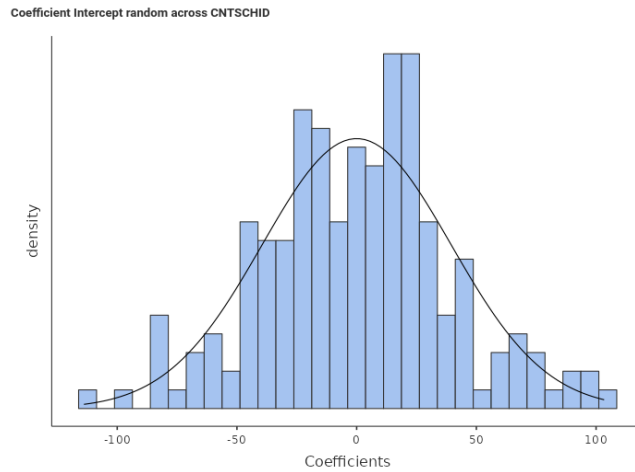
Şekil 7.20. Düzey-1 artık değerleri için Q-Q grafiği



Şekil 7.21. Düzey-1 artık değerleri için histogram grafiği

D. Düzey-2 artık değerlerinin çok değişkenli normallik varsayımı

Histogram grafiği kullanılmıştır. Histogram grafiği incelendiğinde, düzey-2 artık değerleri normal bir dağılıma yakın olduğundan normallik varsayımının karşılandığı söylenebilir (Şekil 7.22'ye bakınız.).



Şekil 7.22. Düzey-2 (Kesen rastgele etkisinin) artık değerlerinin histogram grafiği

E. Düzey-2'deki artık değerlerin her biri birbirinden bağımsızdır varsayımı

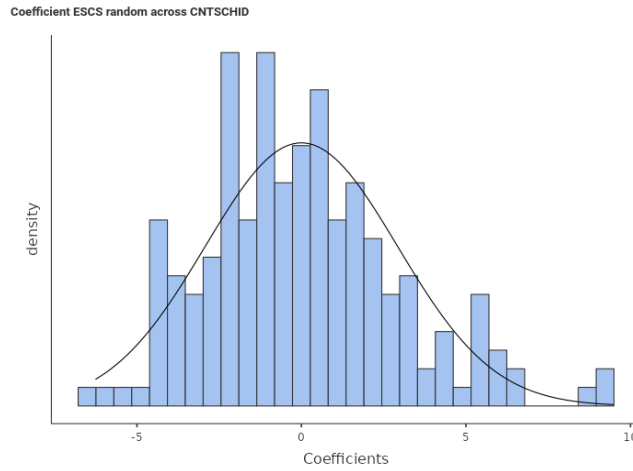
Rastgele etkilerin korelasyonunu ifade eden “Random Parameters correlations” tablosu kullanılmıştır. Rastgele etkilerin ikili korelasyonlarına bakıldığında “Kesen - ESCS” korelasyonun büyüklüğünün 0’a yakın olduğundan varsayımın karşılandığı söylenebilir (Şekil 7.23’e bakınız.).

Random Parameters correlations				
Groups	param1	param2	Cov.	Corr.
CNTSCHID	(Intercept)	ESCS	-33.296	-0.142

Şekil 7.23. Rastgele etkilerin korelasyonunu ifade eden “Random Parameters correlations” tablosu

F. Rastgele etki olarak modellenen bağımsız değişkenlerin rastgele katsayıları için normallik varsayımı

Histogram grafiği kullanılmıştır. Histogram grafiği incelendiğinde, “ESCS” bağımsız değişkeninin rastgele (düzey-2’de rastgele olan) etkisini ifade eden artık değerleri normal bir dağılıma yakın olduğundan normallik varsayımının karşılandığı söylenebilir (Şekil 7.24’e bakınız.).



Şekil 7.24. “ESCS” bağımsız değişkeninin rastgele (düzey-2’de rastgele olan) etkisini ifade eden artık değerlerin histogram grafiği