



Türkiye'deki Öğrencilerin Fen Okuryazarlığını Etkileyen Faktörler Nelerdir? PISA 2015 Verisine Dayalı Bir Hiyerarşik Doğrusal Modelleme Çalışması*

Ulaş ÜSTÜN**, Ertuğrul ÖZDEMİR***, Mustafa CANSIZ****, Nurcan CANSIZ*****

Makale Bilgisi	ÖZET
<i>Geliş Tarihi:</i> 23.10.2018	Bu çalışmanın temel amacı, 2015 yılındaki PISA uygulamasında elde edilen veriden yararlanılarak, Türkiye'deki öğrencilerin fen okuryazarlığını etkileyen öğrenci ve okul düzeyindeki değişkenlerin belirlenmesidir. Böylece öğrencilerin fen okuryazarlığı düzeylerini yordayan değişkenlerden oluşan hiyerarşik bir modelin elde edilmesi hedeflenmiştir. Özellikle 2015 yılındaki PISA uygulamasında Türkiye'nin ortalama başarı düzeyindeki keskin düşüş göz önüne alındığında bu çalışmanın sonuçları daha da büyük önem kazanmaktadır. Bu bağlamda, hem verinin kümelenmiş doğası hem de elde edilen yüksek grup-içi korelasyon katsayısı (ICC) değeri (0,52) nedeniyle bahsi geçen modelin elde edilebilmesi için hiyerarşik doğrusal modelleme (HLM) analizinden yararlanılmıştır. Sonuç olarak, öğrencilerin fen okuryazarlığı seviyesini yordayan, öğrenci düzeyinde dokuz, okul düzeyinde ise dört anlamlı değişkenden oluşan bir model elde edilmiştir. Öğrenci düzeyindeki değişkenler, <i>kişiyeye, öğrenme süresine ve öğrenme-öğretme sürecine özgü değişkenler</i> olmak üzere üç grupta incelenirken okul düzeyindeki değişkenler ise <i>okul kaynaklarıyla ilgili ve okuldaki öğrenme ortamıyla ilgili değişkenler</i> olarak gruplandırılmıştır. Öğrenci düzeyinde etkili değişken öğrencilerin "haftalık fen dersi süresi" olurken okul düzeyinde öğrenci başarısını en güçlü yordayan değişken ise "okulun fen bilimlerine özgü kaynakları" olmuştur. Bununla birlikte, öğrencilerin okul dışındaki toplam çalışma süresiyle fen okuryazarlığı seviyeleri arasındaki negatif ilişki bu çalışmada elde edilen ilginç sonuçlardan bir tanesi olarak öne çıkmaktadır.
<i>Kabul Tarihi:</i> 12.03.2019	
<i>Erken Görünüm Tarihi:</i> 22.03.2019	
<i>Basım Tarihi:</i> 31.07.2020	
	Anahtar Sözcükler: Fen okuryazarlığı, PISA 2015, hiyerarşik doğrusal modelleme (HLM), fen eğitimi

What are the Factors Affecting Turkish Students' Science Literacy? A Hierarchical Linear Modelling Study Using PISA 2015 Data

Article Information	ABSTRACT
<i>Received:</i> 23.10.2018	The main purpose of this study is to investigate the student and school-level variables affecting Turkish students' science literacy using PISA 2015 data. In this way, we aim to build a hierarchical model of the variables predicting students' science literacy level. Particularly, when we consider the sharp decrease in Turkish students' success in PISA 2015, the implications of this study would be even stronger. Because of the nested nature of the data and a high intraclass correlation coefficient (ICC) value (0.52), we performed hierarchical linear modeling (HLM) analysis. As a result, we constructed a model including nine student-level and four school-level variables to predict students' science literacy scores. We classified the student-level variables into three categories as <i>personal characteristics, variables associated with learning time, and variables associated with teaching-learning process</i> . Similarly, we classified the school-level variables into two categories: <i>school resources</i> and <i>learning environment in the school</i> . While "weekly science learning time" is the most prominent variable at the student-level, "science specific resources", at the school-level, seems to be the most powerful predictor of students' success. One of the surprising findings in this study is that there is a significant negative correlation between "out-of-school study time" and science literacy scores.
<i>Accepted:</i> 12.03.2019	
<i>Online First:</i> 22.03.2019	
<i>Published:</i> 31.07.2020	
	Keywords: Science literacy, PISA 2015, hierarchical linear modelling (HLM), science education
doi: 10.16986/HUJE.2019050786	Makale Türü (Article Type): Araştırma Makalesi

* Bu çalışma, Artvin Çoruh Üniversitesi BAP koordinatörlüğü tarafından desteklenen ve 29.05.2018 tarihinde tamamlanan 2016.S34.02.02 no'lu proje kapsamında yapılmıştır. Ayrıca çalışmanın ön sonuçları 04-06 Ekim 2018 tarihlerinde Denizli-Türkiye'de düzenlenen UFBMEK-2018'de sunulmuştur.

** Dr. Öğr. Üyesi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı, Artvin-TÜRKİYE. e-posta: ulasustun@gmail.com (ORCID: 0000-0001-9974-6897)

*** Dr. Öğr. Üyesi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitimi Bölümü, Sınıf Eğitimi Ana Bilim Dalı, Artvin-TÜRKİYE. e-posta: ertugrulozd79@gmail.com (ORCID: 0000-0002-6057-5944)

**** Doç. Dr., Artvin Çoruh Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı, Artvin-TÜRKİYE. e-posta: mustafacansiz@gmail.com (ORCID: 0000-0002-7157-2888)

***** Dr. Öğr. Üyesi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı, Artvin-TÜRKİYE. e-posta: nurcansiz7911@gmail.com (ORCID: 0000-0002-2336-3205)

Kaynakça Gösterimi: Üstün, U., Özdemir, E., Cansız, M., & Cansız, N. (2020). Türkiye'deki öğrencilerin fen okuryazarlığını etkileyen faktörler nelerdir? PISA 2015 verisine dayalı bir hiyerarşik doğrusal modelleme çalışması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(3), 720-732. doi: 10.16986/HUJE.2019050786

Citation Information: Üstün, U., Özdemir, E., Cansız, M., & Cansız, N. (2020). What are the factors affecting Turkish students' science literacy? A hierarchical linear modelling study using PISA 2015 data. *Hacettepe University Journal of Education*, 35(3), 720-732. doi: 10.16986/HUJE.2019050786

1. GİRİŞ

Son yıllarda popülerliği giderek artan uluslararası düzeyde yapılan sınavlar, katılımcı ülkelere hem kendi eğitim sistemlerini çok boyutlu değerlendirebilme hem de bu boyutlarda diğer ülkelerle karşılaştırma yapabilme olanağı sunmaktadır. Türkiye de uzunca bir süredir, "Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı" (The Programme for International Student Assessment - PISA) ve "Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması" (Trends in International Mathematics and Science Study - TIMSS) gibi uluslararası sınavlara katılarak eğitim sisteminin güçlü ve zayıf yönleri hakkında dönüt almaktadır. Ancak, bu uluslararası sınavlardan elde edilen, hem büyüklüğü hem de boylamsal özelliği ile Türkiye için eşsiz sayılabilecek veri setleri yeterince değerlendirilememektedir. Ülkeler için hesaplanan ortalama puanlar, temel amacı katılımcıların sıralanması olmayan bu sınavlar için buz dağının sadece görünen bölümünü oluşturmaktadır. Tüm araştırmacıların kullanımına sunulan büyük veri setleri, her bir katılımcı ülkenin eğitim sistemindeki sorunların tanımlanabilmesi için sağlanan çok sayıda değişkenle ilgili ölçümleri içermektedir. Bu sınavlardan elde edilen sonuçların daha işlevsel olabilmesi için araştırmacıların ve politika belirleyicilerin ortalama puanlardan ziyade bu değişkenlerin analizine odaklanması gerekmektedir. Bu bağlamda, bu çalışmayı yapmamızın temel amacı, PISA 2015 verisinden yararlanarak Türkiye'deki öğrencilerin fen okuryazarlığını etkileyen öğrenci ve okul düzeyindeki değişkenlerin araştırılmasıdır.

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (The Organization for Economic Cooperation and Development - OECD) tarafından organize edilen PISA, uluslararası sınavlar arasında özellikle kapsamının genişliği ve bilim okuryazarlığı vurgusuyla öne çıkmaktadır. PISA, ülkeler bazında bakıldığında genellikle minimum zorunlu eğitim süresini bitirme yaşının 15'e yakın olması sebebiyle, en az 7. sınıfta öğrenim gören 15 yaşındaki öğrencileri kendisine hedef kitle olarak belirlemiştir. 2000 yılından bu yana her üç yılda bir gerçekleşen PISA uygulamalarının temel amacı 15 yaşındaki öğrencilerin modern topluma tam katılımı için gerekli olan bilgi ve becerilere ne derece sahip olduklarının belirlenmesidir (OECD, 2016a). Dönüşümlü olarak her bir uygulamada okuma, matematik ve fen okuryazarlığı alanlarından bir tanesi temel alan seçilmekte ve toplam test süresinin yaklaşık yarısında bu temel alana odaklanılmaktadır. 2015 yılında gerçekleştirilen uygulamayla birlikte bu döngü ikinci kez tamamlanmıştır. Yani, PISA uygulamalarında her üç alan da iki kez temel alan olarak ölçülmüştür.

Türkiye ise PISA uygulamalarına ilk kez 2003 yılında dâhil olmuş ve sonrasında yapılan tüm PISA uygulamalarına katılmıştır. Böylece, matematik ve fen okuryazarlığının temel alan olduğu ikişer uygulamayı ve okuma okuryazarlığının temel alan olduğu bir uygulamayı geride bırakmıştır. Sonuçlar, Türkiye'nin bu uygulamaların tamamında ve tüm alanlarda OECD ortalamasının anlamlı şekilde gerisinde kaldığını göstermektedir. Ancak, yukarıda belirttiğimiz gibi, ülkelerin başarı sıralaması PISA'nın katılımcılara sunduğu tek veri olmadığı gibi en önemlisi de değildir. Düzenli bir katılımcı olarak Türkiye'nin bu son derece kapsamlı ölçümden yeterince yararlanabilmesi için, başarısız sonuçlardan ziyade ölçülen değişkenlerden yararlanarak alınabilecek derslere odaklanması gerekmektedir. Öğrenci ve okul düzeyinde, eğitim sistemimizin çalışan ve aksayan kısımlarının veri temelli olarak tanımlanması ve uzun vadeli eğitim politikalarının bu sonuçlara göre şekillendirilmesi eğitimde kalitenin artırılabilmesi için son derece önemlidir.

Finlandiya, bu tür bir yaklaşımın ne kadar etkili olabileceğinin güzel bir örneğini sergilemektedir. 1970'li yıllardan bu yana hayata geçirilen uzun vadeli eğitim planlarıyla uluslararası sınavlarda tutarlı olarak en başarılı ülkelerden biri olmayı başarmıştır. Tutarlı eğitim politikalarıyla gerçekleştirdikleri reformlarla, daha az merkezi, daha esnek, eğitimde eşitliği öne çıkaran, öğrenci ve öğretmenlerine sorumluluk veren, bilim okuryazarlığını ve yaşam boyu öğrenmeyi vurgulayan, rekabetten ziyade işbirliğine özendirilen ve kaliteli öğretmenlerden oluşan başarılı bir Fin eğitim modeli oluşturmuştur (Morgan, 2014; Sahlberg, 2015; Ustun ve Eryilmaz, 2018).

Bu bakımdan, bu çalışma kapsamında Türkiye'deki öğrencilerin fen okuryazarlığını etkileyen hem öğrenci hem de okul düzeyindeki değişkenlerin belirlenmesi ve öğrencilerin başarısının artırılabilmesi için ne tür değişiklikler yapılabileceğinin sorgulanması, başta politika belirleyiciler olmak üzere eğitim sistemindeki tüm paydaşlara yol gösterici olacaktır. Ayrıca bu çalışmanın sonuçlarının literatürde önemli bir boşluğu dolduracağına inanıyoruz. Çünkü, literatürde 2015 yılından önce yapılan uygulamalardan elde edilen verileri analiz eden çalışmalar olmasına rağmen, yapılan literatür taramasında Türkiye için PISA 2015 verisi kullanılarak yapılan bir modelleme çalışmasına rastlanmamıştır. Bununla birlikte bu çalışmanın literatüre sağlayacağı diğer bir katkı da, yeni araştırmalara yol gösterecek olmasıdır. Bu çalışmada elde edilen genel modelde yer alan öğrenci ve okul değişkenlerinin başarıyla ilişkisinin yeni çalışmalarda derinlemesine araştırılması, ilişkinin gerçek doğasının anlaşılması açısından yararlı olacaktır.

Bu bağlamda, bu çalışmanın temel amacı, PISA 2015 verisi kullanılarak Türkiye'deki 15 yaşındaki öğrencilerin fen okuryazarlığını etkileyen öğrenci ve okul düzeyindeki değişkenlerin araştırılmasıdır. Çalışmada hiyerarşik doğrusal modelleme (Hierarchical Linear Modeling - HLM) analizi yardımıyla öğrencilerin fen okuryazarlığını etkileyen değişkenler incelenerek bu değişkenlerin görel etkileri sorgulanmıştır.

1.1. Fen Okuryazarlığı

Fen okuryazarlığı kavramı, transistörün icat edildiği, nükleer silahların hızla arttığı, seston hızlı uçakların gökyüzünde dolaşmaya başladığı ve ilk uyduların uzaya fırlatıldığı 1950'lerde önem kazanmaya başlamıştır (Hurd, 1958). Miller (1983) fen okuryazarlığını temelde, bilimsel yöntemi, temel bilimsel kavramları (örn. atom, hücre, kütle çekimi, ışın vb.) ve bilim politikalarını kavrama olarak tanımlamıştır. Benzer şekilde, fen okuryazarlığı, American Association for the Advancement of Science (AAAS) tarafından, doğayı yakından tanımak, bilimdeki anahtar kavram ve ilkeleri anlamak, bilimsel düşünme becerisine ve bilimsel bilgiyi kişisel ve toplumsal amaçlar için kullanabilme yeteneğine sahip olmak şeklinde tanımlanmıştır (Rutherford ve Ahlgren, 1991). Fen okuryazarlığı tüm bu boyutlarıyla fen eğitimi literatüründe önemli bir araştırma ve tartışma alanını oluşturmaktadır. Literatürde her yaş grubundan öğrencilerin fen okuryazarlığını geliştirmeye yönelik öneriler içeren pek çok araştırma mevcuttur. Jurecki ve Wander'e (2012) göre son 40 yıldır öğretim sürecinde öğrencilere fen okuryazarlığını kazandırmanın temel yöntemi, yaparak öğrenme şeklinde özetlenen, öğrencilerin bilim insanlarının yaptığı gibi gözlem ve deney etkinlikleri ile öğrenmeleridir. Ayrıca, fen okuryazarlığını kazandırmak için öğrencilerin ilgi alanlarıyla ilişkilendirilmiş disiplinlerarası bir yaklaşımın daha etkili olduğu belirtilmektedir (Ross, Hooten ve Cohen, 2013). Bunlara ek olarak, sahip olduğu kültür bireyin doğaya bakışını ve öğrenme biçimini önemli ölçüde etkilediği için fen okuryazarlığı, özünde benzer olsa da farklı kültürler için farklı bağlamlarda tanımlanmalıdır (Seraphin, 2014). Geleneksel olarak, liseden mezun olmadan önce öğrencilerin fen okuryazarlığının iyi düzeyde olması beklense de, 21. yüzyılda fen okuryazarlığının gelişmesinin yaşam boyu devam eden bir süreç olduğu kabul edilmektedir (Liu, 2009).

Fen okuryazarlığının ölçümünde yaygın olarak kullanılan ölçeklerden biri Laugksch ve Spargo (1996) tarafından geliştirilen Temel Bilim Okuryazarlığı Ölçeği'dir. Bu ölçek, AAAS tarafından belirlenen bilim okuryazarlığının amaçlarına uygun olarak, bilimsel içerik bilgisi, bilimin doğası ve bilim-teknoloji-toplum-çevre ilişkisi alt bölümlerinden oluşan geniş kapsamlı bir ölçüm aracıdır. Bu ölçeğin yanı sıra, Gormally, Brickman ve Lutz (2012) tarafından geliştirilen Bilim Okuryazarlığı Becerileri Testi de fen okuryazarlığı düzeyini ölçmek için kullanılan ölçeklerden bir diğeridir. Literatürde fen okuryazarlığını ölçmek için geliştirilmiş başka ölçekler de bulunmakla birlikte son yıllarda PISA uygulamaları 15 yaşındaki öğrencilerin temel alanlardaki okuryazarlık düzeylerinin belirlenmesinde önemli bir yer edinmiştir.

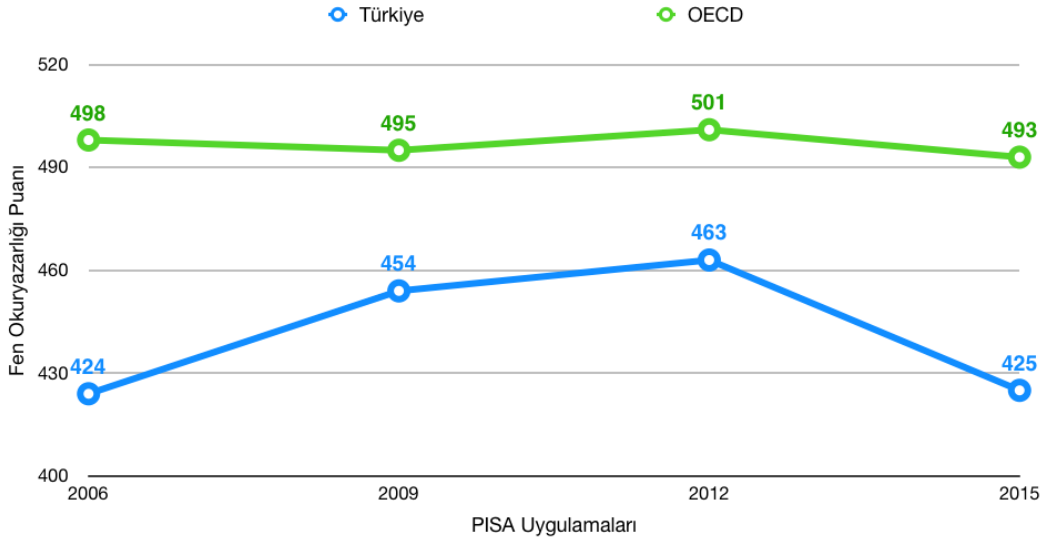
1.2. PISA

OECD tarafından düzenlenen PISA, 15 yaşındaki öğrencilerin fen, matematik ve okuma alanlarındaki okuryazarlık düzeylerini tespit etmeyi amaçlayan geniş kapsamlı bir ölçme ve değerlendirme çalışmasıdır (OECD, 2016a). 2000 yılından itibaren her üç yılda bir yinelenen PISA, her uygulamada sırasıyla bu üç okuryazarlık alanlarından birine odaklanarak o alanda derinlemesine veri toplamaktadır. Başka bir ifadeyle, her uygulamada her bir öğrencinin üç okuryazarlık alanındaki düzeyinin yanı sıra bu alanlardan birine yönelik tutumu belirlenmekte ve kendisine, ailesine ve okuluna ilişkin görüşleri alınmaktadır. PISA 2015'te üç temel okuryazarlığın yanı sıra finansal okuryazarlık da ölçme sürecine dâhil edilmiş ve bu alanlardan fen okuryazarlığına odaklanılmıştır (OECD, 2016a).

PISA uygulamalarında ülke örneklemi tabakalı seçkisiz örnekleme yöntemi ile belirlenmektedir. PISA 2015, 35'i OECD üyesi olmak üzere toplam 72 ülke veya ekonomiden 29 milyon öğrenciyi temsilen yaklaşık 540.000 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Türkiye örnekleme, yaklaşık 1,3 milyon öğrenciyi temsilen 12 bölge ve 61 ilden 187 okulda öğrenim gören 5895 öğrenciden oluşmaktadır (MEB, 2016).

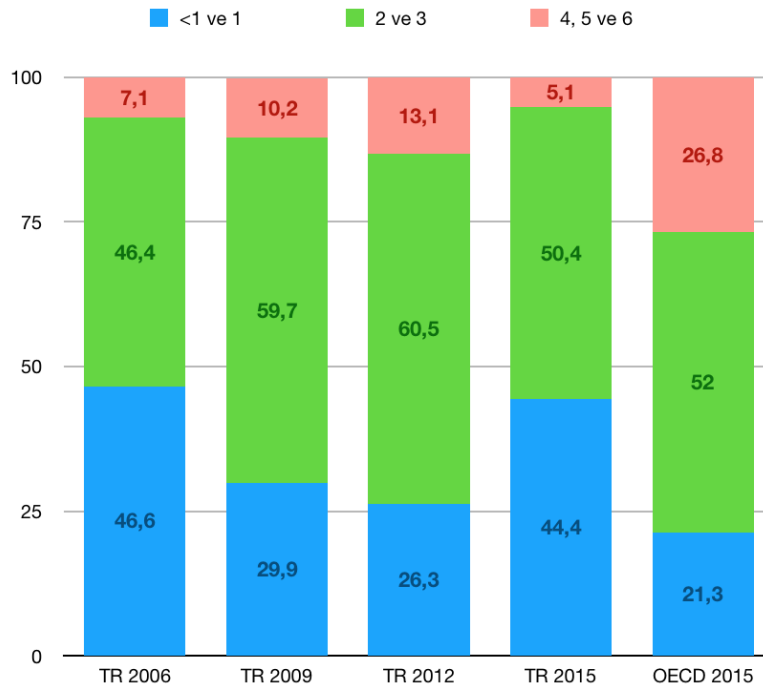
Türkiye'nin de içinde bulunduğu katılımcı ülkelerin 57'sinde, PISA 2015 uygulaması bilgisayar ortamında gerçekleştirilmiştir. Bilgisayar ortamında verilen ölçüm araçları öğrencilere toplam üç oturumda uygulanmıştır. Birer saatlik ilk iki oturumda fen, matematik ve okuma alanlarındaki okuryazarlık testleri, 35 dakikalık üçüncü oturumda ise öğrenci anketi uygulanmıştır. Okul anketi ise ayrı bir oturumda okul müdürleri tarafından doldurulmuştur (MEB, 2016).

Türkiye 2003'ten bu yana PISA uygulamalarına düzenli olarak katılmaktadır. Şekil 1, 2006 ile 2015 yılları arasında Türkiye'nin PISA'daki fen okuryazarlık puanlarını ve ilgili yıllardaki OECD ortalamalarını göstermektedir. Şekil 1'de görüldüğü gibi, Türkiye'nin fen okuryazarlık puanları yıllar içerisinde değişiklik gösterse de tutarlı bir biçimde OECD ortalamalarının altında kalmıştır.



Şekil 1. 2006-2015 PISA uygulamalarında Türkiye ve OECD ülkelerinin ortalama fen okuryazarlığı puanları

Şekil 2 ise aynı zaman aralığında Türkiye'deki öğrencilerin fen okuryazarlık düzeylerine göre dağılımını OECD 2015 ile karşılaştırmalı olarak göstermektedir. Bu grafikte görüldüğü gibi, PISA 2015 verisine göre Türkiye ile OECD yüzdeleri arasındaki en çarpıcı farklılık, Türkiye'de 4. ve daha yüksek düzeydeki öğrencilerin oranının OECD ortalamasına kıyasla oldukça düşük (yaklaşık 1/5'i) olmasıdır. PISA uygulamalarından elde edilen bu tür veriler, eğitim sistemimizin niteliğinin artırılmasına ilişkin araştırmacılar tarafından çözümlenmeyi bekleyen pek çok değerli bilgiyi içermektedir.



Şekil 2. Türkiye (TR) ve OECD ülkelerinin ortalama fen okuryazarlığı düzeylerine göre dağılımı

2. YÖNTEM

Bu çalışmada, öğrenci ve okul düzeyindeki değişkenler incelenerek öğrencilerin fen okuryazarlığını anlamlı şekilde yordayan hiyerarşik bir modelin oluşturulması amaçlanmaktadır. Fen okuryazarlığının ağırlıklı alan olduğu 2006 ve 2015 PISA uygulamalarında Türkiye'nin elde ettiği görece başarısız sonuçlar göz önüne alındığında, öğrencilerin fen okuryazarlığı düzeyini etkileyen değişkenlerin incelenmesi biraz daha önem kazanmaktadır. Sadece Türkiye'nin fen okuryazarlığı puanının OECD ortalamasının gerisinde kalması değil aynı zamanda fen okuryazarlığı 5. ve 6. seviyedeki öğrencilerin azlığı da dikkat çekmektedir. Bu bağlamda, bu çalışma kapsamında aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranmaktadır.

1. Türkiye'de 15 yaşındaki öğrencilerin fen okuryazarlık düzeylerini yordayan öğrenci seviyesindeki değişkenler nelerdir?
2. Türkiye'de 15 yaşındaki öğrencilerin fen okuryazarlık düzeylerini yordayan okul seviyesindeki değişkenler nelerdir?

PISA 2015 Türkiye örneklemini, 15 yaşındaki 5895 öğrenci oluşturmaktadır. Bu örneklem, Türkiye’de eğitim alan 15 yaşındaki öğrencileri temsil edecek şekilde 12 farklı bölgede yer alan 61 ildeki 187 okuldan tabakalı seçkisiz örnekleme yöntemiyle belirlenmiştir. Tablo 1’de görüldüğü gibi, Türkiye örneklemini çoğunlukla 9. ve 10. sınıf düzeyindeki öğrencilerden oluşturmaktadır.

Tablo 1.
PISA 2015 Türkiye Örnekleminde Cinsiyet ve Sınıf Düzeyi İstatistikleri

	Toplam Öğrenci Sayısı	Cinsiyet (%)		Sınıf Düzeyi (%)				
		Kadın	Erkek	7	8	9	10	11/12
Türkiye	5895	2938 (49.8)	2957 (50.2)	16 (0.3)	105 (1.8)	1273 (21.6)	4308 (73.1)	193 (3.3)

2.1. Değişkenler

Bu çalışmanın bağımlı değişkeni öğrencilerin PISA 2015 fen okuryazarlığı puanlarıdır. Sınava katılan her öğrenci için 10 farklı fen okuryazarlığı puanı hesaplanmaktadır. Bunlar istatistiksel olarak hesaplanan bir öğrencinin alabileceği makul değerlerdir (plausible values). Bu veriye dayalı analiz yapılırken makul değerlerin ortalaması alınarak her bir öğrenciye ait tek bir puanın hesaplanması önerilmemektedir (OECD, 2012).

Çalışmanın bağımsız değişkenlerini ise, PISA 2015’te ölçülen öğrenci ve okul seviyesindeki değişkenler kullanılarak hesaplanan indeksler oluşturmaktadır. Bu indeksler hem öğrencilerin ev ortamları, sosyoekonomik statüleri ve fen dersleri ile ilgili görüşleri gibi öğrenci düzeyindeki hem de okul kaynakları gibi okul düzeyindeki fen okuryazarlığıyla ilişkili değişkenleri kapsamaktadır. Bulgular kısmında bu indeksler ve göreceli etkileri detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

2.2. Veri Analizi

Bu çalışmada PISA 2015’ten elde edilen verilerin analizi için HLM 7 programı kullanılarak hiyerarşik doğrusal modelleme yapılmaktadır. Standart regresyon yerine HLM kullanılmasının sebebi öğrencilerin okullarda kümelenmiş olmasıdır. Bu durum, istatistiksel analizlerde genellikle karşılandığı varsayıldığımız gözlemlerin bağımsızlığı sayılınsının ihlal edilmesi anlamına gelmektedir. HLM ise öğrencilerin okullarda kümelendiğini göz önünde bulundurarak bu sorunu ortadan kaldırmaktadır. Özetle, HLM bağımlı değişkenin, öğrenci, sınıf ve okul gibi farklı seviyelerdeki bağımsız değişkenler tarafından yordandığı bir model oluşturmayı amaçlayan bir regresyon analizidir.

HLM kapsamında Türkiye verisi kullanılarak *boş model* (null model), *düzy-1 modeli* (random coefficients model) ve *düzy-2 modeli* (means as outcome model) oluşturulmaktadır. *Tesadüfi etkili tek yönlü ANOVA modeli* olarak da isimlendirilen *boş modelde* birinci ve ikinci düzeyden hiçbir değişken modele dâhil edilmeden öğrencilerin okullarda kümelenmiş olmasının ne derece anlamlı olduğu yorumlanmaktadır. Bununla birlikte, *düzy-1 modelinde* öğrenci seviyesindeki değişkenlerin, *düzy-2 modelinde* ise okul seviyesindeki değişkenlerin öğrencilerin fen okuryazarlığı puanını ne derece yordadığının ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır.

3. BULGULAR

Veri analizi bölümünde de belirtildiği gibi bu çalışmada PISA 2015 uygulamasında elde edilen Türkiye verisi kullanılarak yapılan HLM analizi sonucunda üç ayrı model oluşturulmuştur. Bu modellerle ilgili elde edilen bulgular aşağıda özetlenmektedir.

3.1. Boş Model

PISA Türkiye verisi analiz edilirken ilk olarak *boş modelden* yararlanılmıştır. Bu model toplam varyansın ne kadarının öğrenci düzeyindeki ve ne kadarının okul düzeyindeki değişkenlikten kaynaklandığını göstermektedir. Tablo 2 ve Tablo 3 *boş modele* yönelik istatistiksel bulguları göstermektedir.

Tablo 2.
Boş Modele Ait İstatistikler

Kesme noktası (Fen okuryazarlığı)	Katsayı	SH	t-oranı	p
	425,15	4,96	85,77	< 0,001

Tablo 2’de görüldüğü gibi PISA 2015 sonuçlarına göre Türkiye’deki öğrencilerin fen okuryazarlığı ortalama puanı yaklaşık 425’tir. Bu değer OECD ortalaması olan 493’ün oldukça gerisindedir.

Tablo 3.

Fen Okuryazarlığına Ait Toplam Varyansın Dağılımı

	Varyans	df	χ^2	p
Gruplar-arası	3056,81	135	4229,76	< 0,001
Grup-İçi	2872,79			
Toplam	5929,60			
Grup-İçi korelasyon katsayısı (ICC)			0,52	

Tablo 3 Türkiye’de farklı okullardaki öğrencilerin ortalama fen okuryazarlığı puanlarındaki değişkenliğin çok yüksek olduğunu göstermektedir [χ^2 (135) = 4229,76, $p < 0,001$]. Grup-İçi korelasyon katsayısı (intraclass correlation coefficient - ICC) öğrencilerin fen okuryazarlığı düzeyindeki toplam varyansın yaklaşık % 52’sinin okullar arasındaki değişkenlikten kaynaklandığını göstermektedir. Pratikte bu sonuç, Türkiye için öğrencilerin okullarda kümelenmiş olmasının analiz sonuçlarını etkileyebileceğinin bir göstergesidir.

3.2. Düzey-1 Modeli

Düzey-1 modeliyle “Türkiye’de 15 yaşındaki öğrencilerin fen okuryazarlık düzeylerini yordayan öğrenci seviyesindeki değişkenler nelerdir?” araştırma sorusuna cevap aranmıştır. Diğer bir ifadeyle, bu model öğrenci düzeyindeki değişkenlerin bağımlı değişkendir varyansı ne derece açıkladığını ortaya koymaktadır. PISA 2015 verisindeki indeks haline getirilmiş öğrenci düzeyindeki değişkenlerin tümü ile öğrenci başarısını etkileme potansiyeline sahip olan cinsiyet ve sınıf düzeyi değişkenleri kullanılarak analize başlanmıştır. Model oluşturulmadan önce değişkenler arası ikili korelasyonlar incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda birbiri ile yüksek korelasyona ($r > 0,7$) sahip olan değişkenlerden sadece bir tanesi analize dâhil edilmiştir. Bununla birlikte başka bir değişkenin alt boyutu olan değişkenler analize dâhil edilmemiştir. Örneğin, PISA’da Ekonomik, Sosyal ve Kültürel Statü (Economic Social and Cultural Status - ESCS) hesaplanırken kullanılan değişkenlerden biri *Evdeki Eğitsel Kaynaklar* (Home Educational Resources - HEDRES). Bu nedenle, bu iki değişkenden sadece ESCS analize dâhil edilmiştir. Son olarak modelde yalnızca istatistiksel olarak anlamlı olan değişkenler korunmuş, diğerleri modele dâhil edilmemiştir.

Boş modelde 2872,79 olan grup-İçi varyans (bkz. Tablo 3) düzey-1 modelinde öğrenci seviyesindeki değişkenlerin modele dâhil edilmesiyle 2505,95’e düşmüştür. Buna göre, düzey-1 modeliyle öğrencilerin fen okuryazarlığı puanındaki grup-İçi değişkenliğin %12,77’lik kısmı açıklanabilmektedir. Bu sonuca aşağıda gösterilen şekilde ulaşılmıştır:

$$[(\sigma^2_{\text{boş}} - \sigma^2_{\text{düzey 1}}) / \sigma^2_{\text{boş}}] * 100 = [(2873,55 - 2505,95) / 2873,55] * 100 = \% 12,77$$

Tablo 4, modelde yer alan öğrenci düzeyindeki her bir değişkenin fen okuryazarlığı puanını ne derece yordadığını özetlemektedir.

Tablo 4.

Düzey-1 Modeline Ait İstatistikler

	Katsayı	SH	t-oranı	p
Kesme noktası (Fen okuryazarlığı)	410,80	6,06	67,79	< 0,001
Kişiyeye özgü değişkenler				
Cinsiyet (kadın = 0; erkek = 1)	10,94	2,43	4,50	< 0,001
Sınıf düzeyi	14,89	3,18	4,64	< 0,001
Sınıf tekrarı (yapmayanlar = 0; yapanlar = 1)	-18,95	5,48	-3,46	0,001
Ekonomik, sosyal ve kültürel statü	2,33	1,01	2,31	0,024
Öğrenme süresine özgü değişkenler				
Haftalık okul dışı çalışma süresi	-0,34	0,07	-5,00	< 0,001
Okuldaki haftalık fen dersi süresi	0,09	0,01	7,52	< 0,001
Okuldaki haftalık toplam ders süresi	0,01	< 0,01	2,23	0,028
Öğrenme-öğretme sürecine özgü değişkenler				
İşbirliğinden keyif alma	5,34	0,92	5,81	< 0,001
Sorgulamaya dayalı fen öğretimi	-3,79	0,95	-4,00	< 0,001

Tablo 4’te görüldüğü gibi, öğrenci düzeyindeki dokuz değişken öğrencilerin fen okuryazarlığı puanını anlamlı şekilde yordamaktadır. Bu değişkenlerden, cinsiyet, sınıf düzeyi, sınıf tekrarı ve ekonomik, sosyal ve kültürel statü *kişiyeye özgü değişkenler*; haftalık okul dışı çalışma süresi, okuldaki haftalık fen dersi süresi ve okuldaki haftalık toplam ders süresi *öğrenme süresine ilgili değişkenler*; işbirliğinden keyif alma ve sorgulamaya dayalı fen öğretimi ise *öğrenme-öğretme süreciyle ilgili değişkenler* olarak gruplandırılmıştır. Bununla birlikte, tabloda verilen katsayı değerleri, diğer değişkenler sabit tutulduğunda, her bir bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisini göstermektedir. Örneğin, modeldeki diğer değişkenlerin etkisi kontrol edildiğinde, bir üst sınıfta okuyan öğrencilerin ortalama fen okuryazarlığı puanları bir alt sınıfta okuyanlara kıyasla 14,89 puan daha yüksektir. Tabloda dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta da katsayıların işaretidir. Bu katsayıların önündeki eksi (-) işareti bu değişkenin fen okuryazarlığı puanı ile ilişkisinin ters orantılı olduğunu, pozitif değerler ise doğru orantılı

olduğunu göstermektedir. Kategorik değişkenlerde ise katsayının işareti, sonuçların hangi grup lehine olduğuna işaret etmektedir. Örneğin, sınıf tekrarı değişkenindeki katsayının negatif olması, sınıf tekrarı yapanların ortalama puanının yapmayanlarınkinden yaklaşık 19 puan düşük olduğunu göstermektedir.

3.3. Düzey-2 Modeli

Düzey-2 modeliyle “Türkiye’de 15 yaşındaki öğrencilerin fen okuryazarlık düzeylerini yordayan okul seviyesindeki değişkenler nelerdir?” araştırma sorusuna cevap aranmıştır. Bu nedenle, bu analize sadece okul düzeyindeki değişkenler dâhil edilmiştir ve modelde bu değişkenlerden sadece istatistiksel olarak anlamlı olanlar korunmuştur.

Boş modelde 3056,81 olan okullar arası varyans (bkz. Tablo 3), düzey-2 modelinde 2056,10’a düşmüştür. Yani, okul düzeyindeki değişkenlerin modele dâhil edilmesiyle okullar arasındaki değişkenliğin % 32,74’ü açıklanabilmektedir. Bu sonuca aşağıda gösterilen şekilde ulaşılmıştır:

$$[(\tau_{\text{boş}} - \tau_{\text{düzey 2}}) / \tau_{\text{boş}}] * 100 = [(3056,81 - 2056,10) / 3056,81] * 100 = \% 32,74$$

Tablo 5’te görüldüğü gibi, okul düzeyindeki dört değişken öğrencilerin fen okuryazarlığı puanını anlamlı şekilde yordamaktadır. Bu değişkenlerden, internete bağlı bilgisayarların tüm bilgisayarlara oranı, fen öğretmenlerinin tüm öğretmenlere oranı ve fen bilimlerine özgü kaynakların toplamı *okul kaynaklarıyla ilgili değişkenler*; öğrenmeyi engelleyen öğrenci davranışları ise *okuldaki öğrenme ortamıyla ilgili değişken* olarak gruplandırılmıştır.

Tablo 5.

Düzey-2 Modeline Ait İstatistikler

	Katsayı	SH	t-oranı	p
Kesme noktası (Fen okuryazarlığı)	425,37	4,07	104,51	< 0,001
Okul kaynaklarıyla ilgili değişkenler				
İnternete bağlı bilgisayarların tüm bilgisayarlara oranı	40,95	16,72	2,45	0,016
Fen öğretmenlerinin tüm öğretmenlere oranı	214,15	87,65	2,44	0,016
Fen bilimlerine özgü kaynakların toplamı	6,89	1,97	3,51	< 0,001
Okuldaki öğrenme ortamıyla ilgili değişken				
Öğrenmeyi engelleyen öğrenci davranışları	-13,19	4,28	-3,08	0,003

Elde edilen düzey-2 modeli, okul kaynaklarıyla ilgili değişkenlerin her üçünün de fen okuryazarlığı ile doğru orantılı bir ilişkisinin olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan, okuldaki öğrenme ortamıyla ilgili modele dâhil olan tek değişken olan öğrenmeyi etkileyen öğrenci davranışlarıyla öğrencilerin fen okuryazarlığı arasında ters orantılı bir ilişki bulunmaktadır. Yani, Tablo 5’te belirtilen kaynakları daha fazla olan okullardaki öğrencilerin fen başarısının daha yüksek olması beklenirken, öğrenmeyi engelleyen öğrenci davranışlarının fazla olduğu okullarda ise öğrencilerin fen başarısının daha düşük olması beklenmektedir.

4. TARTIŞMA

Önceki bölümlerde de belirtildiği gibi bu çalışmanın temel amacı PISA 2015 verisinden yararlanılarak Türkiye’deki 15 yaşındaki öğrencilerin fen okuryazarlığını etkileyen öğrenci ve okul düzeyindeki değişkenlerin belirlenmesidir. Öğrenci düzeyindeki verinin okullarda kümelenmiş olması sebebiyle çalışmada HLM analizinden yararlanılmıştır. Bu analiz sonucunda, PISA 2015 verisinde paylaşılan ve çoğunluğu indekslerden oluşan öğrenci ve okul düzeyindeki birçok değişken kullanılarak, Türkiye’deki öğrencilerin fen okuryazarlığını yordayan hiyerarşik bir model elde edilmiştir.

Öncelikle, Türkiye’nin 2003 yılından bu yana dâhil olduğu PISA karnesine bakıldığında, uzunca bir süredir gösterdiği yükselişin 2015 yılındaki uygulamada sona erdiği ve her üç okuryazarlık alanında da 2012 yılına kıyasla düşüşe geçtiği dikkat çekmektedir. Fen okuryazarlığı alanında 2012 yılına kıyasla 38 puanlık bir düşüş yaşanmış, yaklaşık 2006 yılında elde edilen başarı seviyesine inilmiştir (bkz. Şekil 1). Bu düşüş, hem üst yeterlik düzeyindeki öğrencilerin oranının azalmasından hem de alt yeterlik düzeyindeki öğrencilerin oranının artmasından kaynaklanmaktadır (bkz. Şekil 2). Bu bağlamda, başarıdaki bu düşüşün sebeplerini incelemeyi amaçlayan çalışmalara ışık tutması açısından, öğrencilerin başarılarını yordayan faktörlerin araştırılması daha da büyük önem kazanmaktadır.

Türkiye’ye ait PISA 2015 verisiyle ilgili göze çarpan önemli noktalardan bir tanesi, önceki PISA uygulamalarında olduğu gibi, bu uygulama sonucunda da okul içi varyansa kıyasla okullar arası varyansın biraz daha büyük olmasıdır. Tablo 3’te görüldüğü gibi Türkiye için ICC değeri 0,52 olarak hesaplanmıştır. Yani, Türkiye verisindeki toplam değişkenliğin yarısından fazlası okullar arası değişkenlikten kaynaklanmaktadır. Öncelikle, bu büyük ICC değeri, Türkiye verisiyle yapılacak bir modelleme çalışmasında HLM analizinin kullanılmasının gerekliliğine işaret etmektedir. Ayrıca, neden büyük olduğunun ve eğitimde eşitliğe etkisinin sorgulanması açısından bu ICC değeri büyük önem taşımaktadır.

Aslında, katılımcıların çoğunluğunun lise öğrencisi olduğu göz önünde bulundurulduğunda (bkz. Tablo 1), Türkiye için büyük bir ICC değerinin oluşması şaşırtıcı bir durum değildir. Çünkü lise seviyesinde öğrencilerin okullara seçilerek yerleştiriliyor olması, Türkiye’de akademik başarı açısından benzer öğrencilerin aynı okullarda gruplanmasına ve böylece okul içi farklılık azalırken okullar arası farklılıkların artmasına sebep olmaktadır. Yani, katılımcı ülkeler için hesaplanan ICC değerleri, o ülkelerde öğrencilerin ne derece gruplandırıldığı ile yakından ilişkilidir. Bu bağlamda, ICC değeri katılımcı ülkelerde eşitliğin ne ölçüde sağlandığı ile ilgili fikir vermektedir. OECD (2016a), tüm katılımcı ülkelerden elde edilen veriler dikkate alındığında, öğrencilerin okullara ilk kez seçilerek kabul edildiği sınıf düzeyi arttıkça, okullardaki sistemin daha eşitlikçi olduğu, öğrencilerin hem sınıf tekrarının hem de sosyoekonomik statüleriyle başarıları arasındaki ilişkinin azaldığı sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca, OECD (2016a, s. 409) ICC değerini kullanarak her ülke için akademik katılım indeksi (index of academic inclusion) hesaplamaktadır. ICC değeri arttıkça azalan bu indeksin 2015 yılı verisine göre yapılan sıralamada, Türkiye 46,7 indeks değeriyle OECD ortalamasının (69,9) oldukça altında kalarak son sıralarda yer almıştır.

Bu çalışmada Türkiye’deki öğrencilerin fen okuryazarlıklarını etkileyen değişkenleri içeren hiyerarşik bir model elde edilmiştir. Elde edilen modelde öğrenci seviyesinde dokuz değişken yer almaktadır. Bu model, Türkiye verisinde yer alan öğrenci seviyesindeki (okul-içi) varyansın yaklaşık %13’ünü açıklamaktadır. Bu çalışmada bu dokuz değişken *kişiyeye, öğrenme süresine ve öğrenme-öğretme sürecine* özgü değişkenler olarak üç grupta toplanmıştır.

Başarıyı anlamlı şekilde yordayan; cinsiyet, sınıf düzeyi, sınıf tekrarı ve ekonomik, sosyal ve kültürel statü değişkenleri *kişiyeye özgü değişkenler* olarak gruplandırılmıştır. Bunlardan cinsiyet ve sınıf tekrarı kategorik değişkenlerdir, yani pozitif veya negatif bir katsayıya sahip olmaları hangi grubun daha başarılı olduğuna işaret etmektedir. Örneğin cinsiyet değişkeninin katsayısının pozitif olması modeldeki diğer değişkenler kontrol edildiğinde erkeklerin ortalamasının kızlara kıyasla daha yüksek olduğuna işaret etmektedir. Burada, kümelenmenin bu iki değişken arasındaki ilişkiyi nasıl etkilediği ortaya çıkmaktadır. Çünkü kümelenme etkisi göz ardı edildiğinde tüm kızların ortalaması, tüm erkeklerin ortalamasından biraz daha yüksektir (MEB, 2016, s. 11).

Sınıf tekrarındaki negatif katsayı ise sınıf tekrarı yapan öğrencilerin ortalamalarının, yapmayanlardan daha düşük olduğunu göstermektedir. Sınıf tekrarının temel amacının beklenen başarı düzeyine çıkamayan öğrencilerin başarısının beklendik düzeye çıkarılması olduğu göz önüne alındığında, sınıf tekrarının istendik ölçüde çalışmadığı sonucuna varılabilir. Ancak bu çalışma kapsamında, sınıf tekrarı yapan öğrencilerin başarısında ne tür değişiklikler olduğunun sorgulanabilmesi için yeterli veri bulunmamaktadır. Bu nedenle, sınıf tekrarının herhangi bir yararının olup olmadığını söyleyememekle birlikte bu çalışmada elde edilen bulgular, sınıf tekrarı yapan öğrencilerin ortalama başarısının, tekrar yapmayan öğrencilerin ortalama başarısının gerisinde kaldığını göstermektedir.

Diğer taraftan, beklendiği gibi sınıf düzeyi ile öğrencilerin başarıları arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Yani, 15 yaşındaki öğrencilerin sınıf düzeyi arttıkça ortalama fen okuryazarlık düzeyi de artmaktadır. Bu beklendik sonuç, PISA örnekleminin çok büyük bir bölümü (%73,1) 10. sınıf öğrencisi olan Türkiye için bir sorun oluşturmamakla birlikte, ülkelerin başarı düzeyleri karşılaştırılırken göz önünde bulundurulması gerekebilir. Örneğin, Finlandiya’da örneklemin yaklaşık %87’sini 9. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Ülkelerarası karşılaştırma yapmayı amaçlayan çalışmalar için bu değişkenin etkisinin göz önünde bulundurulması yararlı olacaktır.

Bu grupta yer alan son değişken olan ekonomik, sosyal ve kültürel statü ile fen okuryazarlığı arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Bu ilişkinin büyüklüğü, katılımcı ülkelerde eğitimde eşitliğin ne derece sağlandığı ile ilgili önemli bir veri sağlamaktadır. PISA 2015 verisine göre, katılımcı ülkelerin birçoğunda öğrencilerin ekonomik, sosyal ve kültürel statüsü ile performansı arasında anlamlı, pozitif bir ilişki bulunmaktadır. 15 katılımcı ülkede öğrencilerin başarısındaki varyansın %15 veya daha fazlası bu değişken tarafından açıklanmaktadır. Ayrıca, OECD ülkelerinde ekonomik, sosyal ve kültürel statü açısından en üst çeyrekte yer alan öğrencilerle en alt çeyrekte bulunan öğrencilerin fen okuryazarlığı düzeyleri arasında ortalama 88 puan fark bulunmaktadır (OECD, 2016a). Türkiye’de ekonomik, sosyal ve kültürel statünün başarıya etkisi OECD ortalamasının altında olsa da, bu değişken öğrencilerin fen okuryazarlığı düzeylerini anlamlı şekilde yordayan değişkenlerden bir tanesi olmaya devam etmektedir.

Öğrenme süresine özgü değişkenler incelendiğinde ise, dikkat çeken sonuçlardan bir tanesi öğrencilerin okul dışı çalışma süresiyle başarıları arasında negatif bir ilişki olmasıdır. Yani öğrencilerin okul dışındaki haftalık çalışma süresi arttıkça fen okuryazarlığı düzeyleri azalmaktadır. Her bir katılımcı ülkedeki öğrencilerin ortalama okuryazarlık düzeyi ve okul dışı çalışma süresi dikkate alındığında da benzer bir sonuç elde edilmektedir. Yine bu iki değişken arasında büyük etki büyüklüğüne ($R^2 = 0,32$) sahip negatif bir ilişki olduğu görülmektedir (OECD, 2016b). Ancak, bu sonucun ilişkisel doğası, bir sebep sonuç ilişkisi kurmamıza engel olmaktadır. Özellikle, OECD genelinde dezavantajlı öğrencilerin ortalama çalışma sürelerinin biraz daha fazla olduğu göz önünde bulundurulursa, bu sonuç okuldaki öğrenme sürecinde zorluk yaşayan öğrencilerin okul dışında daha fazla çalışma ihtiyacı hissediyor olmasından kaynaklanıyor olabilir. Yine de bu veriye dayalı olarak okul dışındaki ekstra çalışma süresinin istendik düzeyde başarı sağlamadığı sonucuna ulaşmak mümkündür. Ülkemizde, başta özel ders ve etüt merkezleri olmak üzere okul dışı çalışma sürelerini artıran faktörlerin her geçen gün daha fazla ön plana çıktığı düşünülürse, bu ilişkinin gerçek doğasının daha detaylı şekilde çalışılması büyük önem taşımaktadır.

Diğer taraftan, *öğrenme süresine özgü değişkenler* grubunda yer alan diğer iki değişken olan okuldaki haftalık fen dersi süresi ve toplam ders süresi ile öğrencilerin fen okuryazarlığı arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmaktadır. Özellikle fen dersi süresi değişkeni tüm öğrenci düzeyindeki değişkenler içerisinde başarıyı en fazla yordayan değişken olarak öne çıkmaktadır. Bu durumda okuldaki öğrenme süresinin okul dışındakine kıyasla fen okuryazarlığına daha olumlu katkı yaptığı iddia edilebilir. Ancak, bu iddianın deneysel bir çalışmadan elde edilen veriyle desteklenmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Öğrenme süresinin başarıyla ilişkisi bağlamında, OECD (2016b), okul içi ve dışındaki öğrenme sürelerinin toplamını kullanarak, her bir katılımcı ülke için bir saatlik öğrenme süresi başına düşen fen başarı puanını hesaplamıştır. Türkiye için bu değer 8,4 puan/saat'tir ve OECD ortalaması olan 11,2 puan/saat'in oldukça altında kalmaktadır. Bu değer doğrudan eğitim sisteminin verimliliğini yansıtmıyor olabilir ancak yine de bazı ülkelerde öğrencilerin ortalama daha az çalışarak daha yüksek okuryazarlık düzeyine ulaşmış olmaları bu ülkelerin eğitim sisteminin daha iyi çalıştığına dair bir gösterge olarak yorumlanabilir. Finlandiya (14,7 puan/saat), Almanya (13,9 puan/saat), İsviçre (13,2 puan/saat) ve Japonya (13,1 puan/saat) bu göstergede başı çeken ülkelerdir. PISA 2015'te fen okuryazarlığında birinci sırada yer alan Singapur'un bu kategoride 11,0 puan/saat değeriyle, Türkiye'nin oldukça üzerinde olmakla birlikte, OECD ortalamasının altında kalması diğer bir dikkat çekici noktadır.

Bununla birlikte modelimizde yer alan *öğrenme-öğretme sürecine* yönelik iki değişkenden bir tanesi olan işbirliğinden keyif alma değişkeni ile öğrencilerin fen okuryazarlık düzeyi arasında pozitif bir ilişki olduğu bulunmuştur. Diğer taraftan, Türkiye, PISA 2015 yılında eklenen işbirlikli problem çözme (collaborative problem solving) alanında, OECD ülkeleri arasında diğer başarı sıralamalarında önünde bulunduğu Meksika'nın da gerisine düşerek, sonuncu sırada yer almaktadır. Türkiye gibi öğrencilerin nispeten erken yaşta merkezi sınavlarla gruplandırıldığı ülkelerde öğrenciler arasındaki rekabetin üst düzeyde olması anlaşılabilir. Ancak Türkiye'den daha erken yaşta öğrencileri gruplamaya başlayan Almanya'nın veya bireyselliğin ön planda olduğu ABD'nin işbirlikli problem çözme alanındaki sıralamasının matematik okuryazarlığı sıralamasından daha yüksek olması, rekabetçi eğitim ortamına rağmen işbirlikli problem çözme becerilerinin öğretilebileceğine örnek teşkil etmektedir. Ayrıca, Türkiye'de öğrencilerin işbirlikli öğrenmeye karşı tutumlarının yaklaşık OECD ortalamasında olması da sevindirici bir noktadır (OECD, 2017).

Öğrenme-öğretme sürecine, modelde yer alan diğer değişken olan sorgulamaya dayalı fen öğretimi ile öğrencilerin fen başarı puanları arasında ise negatif bir ilişki bulunmaktadır. Bu sonuç, OECD genelinde bu iki değişkenin ilişkisiyle tutarlıdır. Dikkat çeken bir diğer nokta, katılımcı ülkelerden hiçbirisinde sorgulamaya dayalı fen öğretimi ile fen başarısı arasında pozitif bir ilişki bulunmamasıdır (OECD, 2016b). Özellikle PISA'nın bilgidен ziyade fen okuryazarı bireylerin sahip olması gereken becerileri ölçtüğü göz önünde bulundurulduğunda bu sonuç daha da şaşırtıcı olmaktadır. Çünkü sorgulamaya dayalı fen öğretimi özellikle bilimsel süreç becerilerinin kazandırılmasında oldukça etkili olabilmektedir. Fen bilimlerini daha fazla sorgulamaya dayalı şekilde öğrendiğini ifade eden öğrencilerin ortalama neden daha düşük fen okuryazarlığı düzeyine sahip olduğu, bu çalışmadan ortaya çıkan diğer bir araştırma sorusudur.

Türkiye'deki öğrencilerin fen okuryazarlığını kestirebilmek için oluşturulan modele okul düzeyinde dört değişken dâhil edilmiştir. Toplamda okul düzeyindeki varyansın % 33'ünü açıklayan bu dört değişken bu çalışma kapsamında, *okul kaynakları* ve *okuldaki öğrenme ortamı* olmak üzere iki grupta incelenmiştir.

Okul kaynakları başlığında yer alan üç değişkenden, fen bilimlerine özgü kaynakların toplamı değişkeni, açıkladığı varyans açısından biraz daha öne çıkmaktadır. Türkiye, öğrencilerin fen okuryazarlığını kestirmede önemli bir yere sahip olan bu değişken için hesaplanan indekste elde ettiği 2,64 ortalama puanla tüm katılımcı ülkeler arasında sondan ikinci sırada yer almaktadır. Diğer taraftan, ekonomik, sosyal ve kültürel statü açısından en üst ve en alt çeyrekte yer alan okulların bu indekste elde ettikleri puanlar arasındaki fark açısından ise OECD ülkeleri arasında üst sıralarda yer almaktadır. Ayrıca, özel okullar ile devlet okullarının indeks puanı arasındaki 3,70'lik fark ile bu kategoride OECD ülkeleri arasında birinci sırada bulunmaktadır (OECD, 2016b). Tüm OECD ülkelerinde fen bilimlerine özgü kaynaklar indeksi ile öğrencilerin başarısı arasında pozitif bir ilişki olduğu ve bunların önemli bir kısmının istatistiksel olarak anlamlı olduğu göz önünde bulundurulduğunda, bu kaynaklarda yapılacak iyileştirmelerin öğrencileri başarısını olumlu etkileyeceği açıkça görülmektedir. Bununla birlikte, yapılacak iyileştirmeler sırasında dezavantajlı okulların ön planda tutulması eğitimde eşitliğin sağlanabilmesi adına büyük önem taşımaktadır.

Okul kaynakları ile ilgili modelde yer alan diğer bir değişken ise internete bağlı bilgisayarların tüm bilgisayarlara oranıdır. İnternete bağlı bilgisayarların oranının daha büyük olduğu okullarda öğrencilerin ortalama başarısı anlamlı şekilde daha yüksektir. Ancak, OECD 2015 verisine göre, Türkiye internete bağlı bilgisayarların oranı açısından % 89,3 ile OECD ülkeleri arasında Meksika'nın üzerinde sondan ikinci sırada yer almaktadır. Ayrıca, öğrenci başına düşen bilgisayar sayısı açısından Türkiye, OECD ülkeleri arasında sonuncu sırada bulunmaktadır. Bu değişkenin öğrencilerin başarısıyla ilişkisi göz önünde bulundurulduğunda, internete bağlı bilgisayar oranında iyileştirmeler yapılmasının Türkiye açısından önemli olduğu açıktır. Okul kaynaklarıyla ilgili modele dâhil olan son değişken ise fen öğretmenlerinin tüm öğretmenlere oranıdır. Bu değişkenin başarıyla arasındaki pozitif korelasyon, fen öğretmenlerinin tüm öğretmenlere oranının daha yüksek olduğu okullarda öğrencilerin ortalama fen okuryazarlığı seviyesinin daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Oluşturduğumuz modelde öğrencilerin fen okuryazarlıklarını etkileyen okul düzeyindeki son değişken ise *okuldaki öğrenme ortamı* ile ilgilidir. Okuldaki öğrenmeyi engelleyen öğrenci davranışları arttıkça öğrencilerin ortalama fen okuryazarlığı düzeyleri azalmaktadır. PISA 2015 verisine göre, 55 katılımcı ülke veya ekonomide bu negatif ilişki istatistiksel olarak anlamlıdır. Bunlardan 34'ünde ekonomik, sosyal ve kültürel statü kontrol edildikten sonra da istatistiksel anlamlılığın korunduğu gözlenmektedir ve Türkiye bu ülkelerden bir tanesidir. Bu bağlamda, Türkiye'nin öğrenmeyi engelleyen öğrenci davranışlarında OECD ortalamasının oldukça üzerinde yer alması, öğrencilerin başarılarının artırılabilmesi için üzerinde durulması ve önlem alınması gereken diğer bir noktadır. Bununla birlikte, Türkiye'de dezavantajlı okullarda avantajlı olanlara kıyasla bu tür davranışların anlamlı şekilde daha fazla gözleniyor olması da eğitimde eşitliğin sağlanabilmesi adına bir sorun teşkil etmektedir (OECD, 2016b).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada elde edilen bulgular başta eğitim politikalarını belirleyenler ve okul yöneticileri ve öğretmenler gibi eğitim uygulayıcıları olmak üzere eğitimin tüm paydaşları için önemli öneriler sunmaktadır. Bunlardan öne çıkanları şöyledir:

Geçmiş yıllara kıyasla öğrencilerin başarısında açıkladığı varyans azalmış olsa da öğrencilerin ekonomik, sosyal ve kültürel statüsü, başarıyı yordayan önemli değişkenlerden bir tanesi olmaya devam etmektedir. Tüm katılımcı ülkeler için sonuçlar değerlendirildiğinde, ekonomik, sosyal ve kültürel statü farklılığının başarıda fark yaratmasının önüne geçilmesinin eğitimde eşitliğin sağlanabilmesi için en önemli koşullarından bir tanesi olduğu görülmektedir. Dezavantajlı öğrencilere ve okullara ekstra destek sağlanmasının bu farkın azalmasında yardımcı olacağına inanıyoruz.

Bu çalışma kapsamında, sınıf tekrarının yararlı olup olmadığına cevap oluşturacak bir veri yer almamaktadır. Ancak bu çalışmada açıkça görülen bulgulardan bir tanesi sınıf tekrarı yapan öğrencilerin, ortalama başarı düzeyine çıkamadığıdır. Bu nedenle, sınıf tekrarının nasıl daha verimli hale getirilebileceğini araştıran çalışmaların yapılması yararlı olacaktır.

Bu çalışma öğrenme süresiyle ilgili çok önemli sonuçlar sunmaktadır. Bunlardan en şaşırtıcı olanı öğrencilerin haftalık okul dışı çalışma süresiyle başarısı arasındaki negatif ilişkidir. Okul dışı çalışma süresi, etüt merkezi, özel ders ve kurs gibi etkinlikler ve ödev ayrılan zaman da dâhil olmak üzere öğrencilerin okulun dışındaki toplam ders çalışma süresini kapsamaktadır. Bu ilişkinin detaylarının araştırılması gerekmele birlikte öğrencilerin okul dışındaki sınırlı zamanlarını ders çalışarak geçirmelerinin fen başarılarını artırmak adına doğrudan verimli olmadığı görülmektedir. Bu nedenle, öğrencilerin sağlıklı gelişimleri için ihtiyaç duyduğu etkinliklerden uzaklaşması pahasına ayırdığımız bu ekstra çalışma sürelerinin gerekliliği ve verimliliğinin yeniden gözden geçirilmesi gerekmektedir.

Öğrencilere öğrenme sürecinde bir ekiple birlikte işbirliği içerisinde çalışabileceği olanaklar sağlanması gerekmektedir. Eğitim sisteminin rekabete dayalı yapısının, bir arada çalışmaya dayalı bir yapıya dönüştürülmesinin başarıya katkı sağlayacağını düşünüyoruz.

Sorgulamaya dayalı fen öğretiminin öğrencilerin başarısıyla olan negatif ilişkisinin sebebinin araştırılması gerekmektedir. Bilimin temelini oluşturan sorgulamaya dayalı yaklaşımın öğrenme sürecinde neden yeterince verimli olmadığına sebeplerinin araştırılması ve buna araştırmalardan elde edilecek sonuçlara dayalı olarak gerekli düzeltmelerin yapılması gerekmektedir.

Okulların daha iyi bir öğrenme ortamı sunabilmesi için kaynaklarının artırılması büyük önem taşımaktadır. Bu kaynak artışındaki önceliklere veri temelli olarak karar verilmesi en az bu kaynak artışının kendisi kadar önem taşımaktadır. Ayrıca, bu kaynak artışlarında dezavantajlı okulların ön planda tutulması Türkiye'de eğitim eşitliğinin sağlanabilmesi adına son derece önemlidir.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Bu çalışmada faydalanılan bütün çalışmalara kaynakçada yer verilmiştir. Buna ek olarak, bu çalışma başka bir yayın organında yayımlanmamıştır. Ayrıca, bu çalışmanın bulguları herhangi bir kişi veya kuruma zarar vermeyecek şekilde araştırma etiği kurallarına uygun olarak rapor edilmiştir.

Yazarların Makaleye Katkı Oranları

Bu çalışmanın yürütülmesi ve bu makalenin yazımı süreçlerine tüm yazarlar eşit ölçüde katkı sağlamıştır.

Destek Beyanı

Bu çalışma, Artvin Çoruh Üniversitesi BAP koordinatörlüğü tarafından desteklenen ve 29.05.2018 tarihinde tamamlanan 2016.S34.02.02 no'lu proje kapsamında yapılmıştır.

Çıkar Beyanı

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

6. KAYNAKÇA

- Acar, T., & Öğretmen, T. (2012). Analysis of 2006 PISA science performance via multilevel statistical methods. *Education and Science, 37*(163), 178-189.
- Anderson, J. O., Milford, T., & Ross, S. P. (2009). Multilevel modeling with HLM: Taking a second look at PISA. In M. C. Shelley II, L. D. Yore, & B. Hand, (Eds.), *Quality research in literacy and science education* (pp. 263-286). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Åström, M., & Karlsson, K. G. (2012). Using hierarchical linear models to test differences in Swedish results from OECD's PISA 2003: Integrated and subject-specific science education. *Nordic Studies in Science Education, 3*(2), 121-131.
- Beese, J., & Liang, X. (2010). Do resources matter? PISA science achievement comparisons between students in the United States, Canada and Finland. *Improving Schools, 13*(3), 266-279.
- Cosgrove, J., & Cunningham, R. (2011). A multilevel model of science achievement of Irish students participating in PISA 2006. *The Irish Journal of Education/Iris Eireannach an Oideachais, 39*, 57-73.
- Gormally, C., Brickman, P., & Lutz, M. (2012). Developing a test of scientific literacy skills (TOSLS): Measuring undergraduates' evaluation of scientific information and arguments. *CBE—Life Sciences Education, 11*, 364-377.
- Hurd, P. D. (1958). Science literacy: Its meaning for American schools. *Educational Leadership, 16*(1), 13-16.
- Jurecki, K., & Wander, M. C. (2012). Science literacy, critical thinking, and scientific literature: Guidelines for evaluating scientific literature in the classroom. *Journal of Geoscience Education, 60*(2), 100-105.
- Laugksch, R. C., & Spargo, P. E. (1996). Development of a pool of scientific literacy test-items based on selected AAAS literacy goals. *Science Education, 80*(2), 121-143.
- Liu, X. (2009). Beyond science literacy: Science and the public. *International Journal of Environmental and Science Education, 4*(3), 301-311.
- MEB (2016). *Uluslararası öğrenci değerlendirme programı PISA 2015 ulusal raporu*. MEB Yayınları, Ankara.
- Miller, J. D. (1983). Scientific literacy: A conceptual and empirical review. *Daedalus, 112*(2), 29-48.
- Morgan, H. (2014). Review of research: The education system in Finland: A success story other countries can emulate, *Childhood Education, 90*(6), 453-457.
- OECD (2012). *PISA 2009 technical report*. Paris: OECD Publishing.
- OECD (2016a). *PISA 2015 results (Volume I): Excellence and equity in education*. Paris: OECD Publishing.
- OECD (2016b). *PISA 2015 results (Volume II): Policies and practices for successful schools*. Paris: OECD Publishing.
- OECD (2017). *PISA 2015 results (Volume V): Collaborative problem solving*. Paris: OECD Publishing.
- Ross, K., Hooten, M. A., & Cohen, G. (2013). Promoting science literacy through an interdisciplinary approach. *Bioscene: Journal of College Biology Teaching, 39*(1), 21-26.
- Rutherford, F. J., & Ahlgren, A. (1991). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.
- Sahlberg, P. (2015). *Finnish lessons 2.0: What can the world learn from educational change in Finland?* New York: Teachers College Press.
- Seraphin, K. D. (2014). Where are you from? Writing toward science literacy by connecting culture, person, and place. *Journal of Geoscience Education, 62*(1), 11-18.
- Ustun, U., & Eryilmaz, A. (2018). Analysis of Finnish Education System to question the reasons behind Finnish success in PISA. *Studies in Educational Research and Development, 2*(2), 93-114.

Zhang, D., & Liu, L. (2016). How does ICT use influence students' achievements in math and science over time? Evidence from PISA 2000 to 2012. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(9), 2431-2449.

7. EXTENDED ABSTRACT

Coordinated and governed by the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), the Programme for International Student Assessment (PISA) is an international study, which aims to evaluate the education systems of participating countries by assessing fifteen-year-old students' literacy on science, reading, and mathematics. It was first administered in 2000 and has been followed by three-yearly cycles ever since. In each cycle, students' reading, mathematics, and science literacy are all covered, yet one of them is assessed in detail as the main domain. By taking part in PISA, each country can monitor their education systems comparatively on a global scale.

In this study, we use the PISA 2015 data to explore how student-level variables such as gender, self-efficacy, and socio-economic status, as well as school-level variables such as school size, extra-curricular activities, and the shortage of educational material affect Turkish fifteen-year-old students' science literacy. In PISA 2015, Turkey ranked penultimate among 35 OECD countries regarding science literacy scores. The PISA 2015 result also shows that the percentage of top-performing students is less than 1% of all fifteen-year-old students in Turkey. The steady increase in Turkish students' science literacy scores between 2006 and 2012 ended in PISA 2015 administration with a sharp decrease. Therefore, we believe it is highly important to investigate the factors affecting students' science performance, which will be helpful to explore the underlying reasons for this decline as well.

In each PISA cycle, OECD selects the samples using the stratified random sampling method to represent each subgroup accurately. In 2015, over 540000 students representing 29 million fifteen-year-olds from 72 countries took the test. The Turkish sample, on the other hand, consisted of 5895 students from 12 regions, 61 cities, and 187 schools representing almost 1.3 million students.

In terms of methodological framework, this is an associational study, which aims to create a multilevel model of the variables to predict Turkish students' science literacy using PISA 2015 data. In order to build a meaningful model with a series of student and school-level variables, Hierarchical Linear Modeling (HLM) analysis was performed. HLM is a statistical analysis yielding a multilevel model with one dependent variable and several independent variables. Instead of ordinary regression, HLM is generally suggested when the participants are nested in groups, which may result in the violation of the independence of observations assumption. In this regard, intraclass correlation coefficient (ICC) statistic, which is the proportion of between-group variance in total variance, can be used as an indicator of the degree of nestedness in the sample: the larger ICC values is the higher the nestedness is in the sample. In PISA 2015, the ICC value for Turkey is 0.52, which means 52 percent of total variability results from between-school variance; that is, a hierarchical analysis is required. In this study, using HLM 7 software, the analyses were conducted using all student-level and school-level indices derived from the answers to related items in the student and school questionnaires.

As a result, our analyses have yielded two models, one of which, the Level-1 model covers student-level variables while the Level-2 model contains the school-level variables to predict Turkish students' science literacy scores. The Level-1 model is constructed by nine student-level variables and explains 12.77% of the within-school variance. We grouped these nine variables into three categories; "personal characteristics", "variables associated with learning time", and "variables associated with the teaching-learning process".

Regarding the personal characteristics, gender, class level, and socioeconomic status of students are the variables, which have significant positive correlations with their science literacy level while grade repetition is negatively correlated with their science literacy scores. In the second category, "variables associated with learning time", there are two positively correlated variables: science learning time and total learning time within the school. What is surprising in this category is that there is a significant negative correlation between out-of-school study time and science literacy scores. The last category consists of two variables associated with the teaching-learning process, which are the enjoyment of cooperation and inquiry-based science teaching. Our model shows that the students who enjoy the cooperation more tend to get higher science literacy scores while inquiry-based science teaching does not work as it is expected to do. On average, more inquiry-based activities result in lower science literacy scores.

The Level-2 model, which contains four school-level variables, explains 32.74% of the between-school variance. We grouped these variables into two categories; "variables associated with school resources" and "variables associated with the learning environment in the school". The first category covers three variables: the proportion of available computers connected to the Internet, the proportion of science teachers by all teachers, and science-specific resources, all of which have significant positive correlations with students' science literacy scores. The second category, on the other hand, includes only one variable: student behavior hindering learning. It is not surprising that the schools with more student behavior hindering learning have lower averages of science literacy scores.

In conclusion, although the variance in Turkish students' achievement explained by their socioeconomic status has decreased on a certain level, it is still one of the significant variables to predict students' science literacy. Besides, one of the surprising

results of this study is the negative correlation between students' out-of-school study time and their science literacy scores. Keeping in mind that this extra out-of-school learning time supersedes some important physical and social activities for students, we need to reevaluate the necessity and efficiency of these extra learning activities like private tutoring, time-consuming homework, etc. Moreover, we need to construct a learning environment of cooperation instead of heavy competition for students. Regarding school-level variables, school resources seem to be very important to increase students' achievement. However, it does not mean that any expenses on school resources will directly result in an increase of students' achievement. This study shows that some resources affect students' achievement more than others can do, therefore the priority of these expenses should be scheduled based on the effectiveness of each kind of resource.