



## Öğrencilerin Fen Okuryazarlığı Performanslarının Aşamalı Doğrusal Modelleme ile İncelenmesi: PISA 2015 Türkiye ve Singapur Karşılaştırması \*

Betül Karakoç Alatlı <sup>1</sup>

### Öz

Bu araştırma ile Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (Programme for International Student Assessment-PISA) 2015 uygulamasında yer alan doğrudan fene yönelik değişkenlerin, öğrencilerin fen okuryazarlığı performanslarını yordama durumlarının uygulamaya katılan Türkiye ve Singapur örneklemi üzerinde incelenmesi ve iki ülke örnekleme bakımından benzerlik ve farklılıkların belirlenmesi amaçlanmaktadır. Araştırmanın modeli ilişkisel tarama modelidir. Araştırma örnekleme, Türkiye örnekleminde 4643, Singapur örnekleminde 5037 olmak üzere toplam 9680 onbeş yaş grubu öğrenciden oluşmaktadır. Bununla birlikte Türkiye’den 177, Singapur’dan 163 okul araştırma kapsamında incelenmiştir. Araştırmada okul ve öğrenci düzeyinde değişkenler bir arada yer aldığından hiyerarşik verilere uygun olan Aşamalı Doğrusal Modelleme (Hierarchical Linear Modeling-HLM) istatistik tekniği kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre fen okuryazarlığı performansı her iki ülke için de okullar arasında anlamlı bir şekilde farklılaşmaktadır. Bununla birlikte öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarındaki farklılığın Türkiye için yaklaşık %52’si, Singapur için %34’ü okullar arası farklılıktan kaynaklanmaktadır. Öğrenci düzeyinde fene yönelik ilgi, araştırmaya dayalı fen öğretimi ve öğrenme uygulamaları, fen dersinde öğretmen desteği, fen özyeterliliği, öğretmen odaklı fen öğretimi değişkenleri ve okul düzeyinde fen öğretmeni oranı her iki ülke için de fen okuryazarlığının anlamlı bir yordayıcısı olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte Türkiye için yalnızca fenden keyif alma değişkeni, Singapur için ise fen dersinde disiplin iklimi değişkeni fen okuryazarlığının anlamlı bir yordayıcısıdır. Okul düzeyi değişkenlerinden 4 yıl ve üzeri eğitim almış fen öğretmeni oranı ise her iki ülke için fen okuryazarlığı performansının anlamlı bir yordayıcısı olmadığı ortaya konulmuştur.

### Anahtar Kelimeler

Fen Okuryazarlığı  
PISA  
Singapur  
Türkiye  
HLM

### Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 26.09.2018  
Kabul Tarihi: 20.11.2019  
Elektronik Yayın Tarihi: 04.04.2020

DOI: 10.15390/EB.2020.8188

\* Bu makale "International Congresses on Education (ERPA-2018)" konferansında sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

<sup>1</sup> Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, Türkiye, [betulkarakocalatli@gmail.com](mailto:betulkarakocalatli@gmail.com)

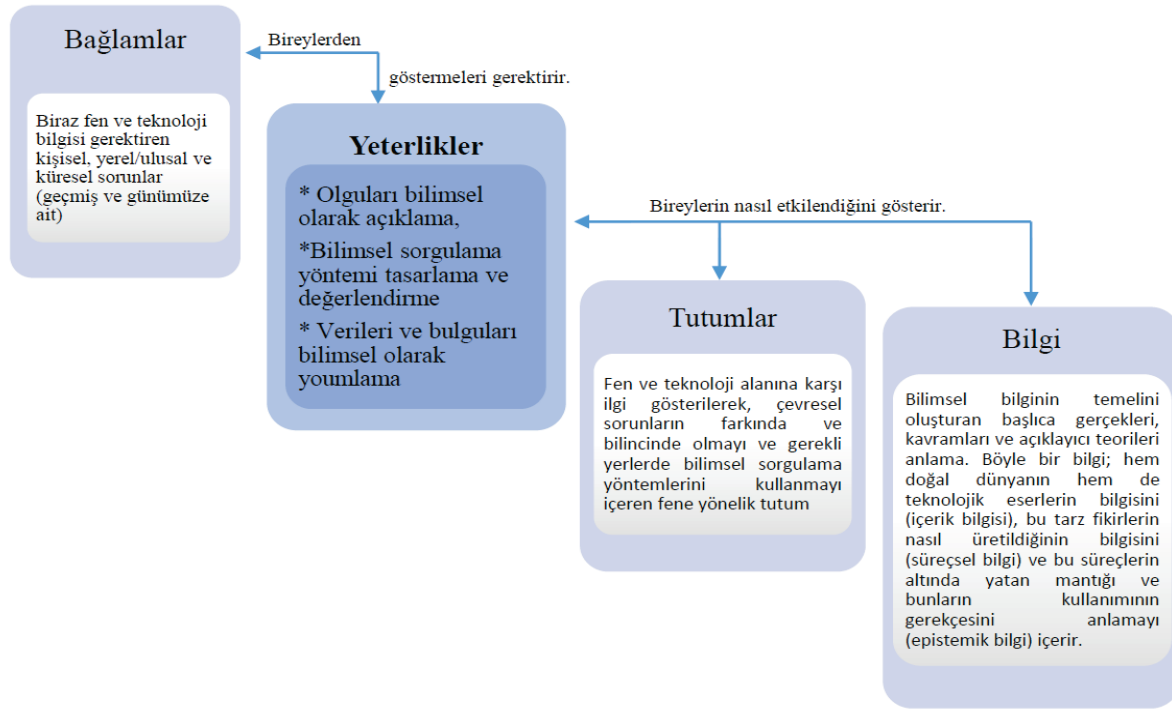
## Giriş

Ülkelerin, gelişmişlik düzeylerini daha üst seviyelere çıkarabilmek için yeni gelişmelere çağın beklentileri doğrultusunda uyum sağlayabilen, araştırma yapabilen, sorgulayabilen, özgüveni yüksek, kısacası kendini gerçekleştirmiş bireylere ihtiyacı vardır. Ülkelerin bu ihtiyaçları ise ancak eğitimle giderilebilir. Eğitim ve gelişmişlik düzeyi arasındaki bu ilişki ülkelerin eğitimde hesapverebilirlik noktasında çok daha geçerli ve güvenilir ölçme sonuçlarına olan gereksinimini arttırmıştır. Eğitimde hesapverebilirlik ise üç boyutta ele alınmaktadır. Bunlar; tüzük ve yönetmeliklere uygunluk, mesleki normlara uygunluk ve sonuçlara dayalı hesapverebilirlik olarak sıralanmaktadır. Bunların arasından sonuçlara bir diğer ifadeyle öğrenci öğrenmelerine dayalı hesapverebilirlik ise çok daha önemli görülmektedir (Anderson, 2005). Bu nedenle öğrenci öğrenmelerine ilişkin standart ölçme ve değerlendirme sistemlerine olan ihtiyaçlar doğrultusunda uluslararası boyutta yapılan geniş ölçekli eğitim araştırmalarının sonuçları büyük öneme sahiptir (Anderson, Lin, Treagust, Ross ve Yore, 2007)

Uluslararası anlamda eğitim araştırmalarının en büyüğü olarak bilinen ise Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilâtı (Organisation for Economic Co-Operation and Development-OECD) tarafından düzenlenen PISA uygulamasıdır. PISA ile öğrencilerin analiz, akıl yürütme ve etkili iletişim becerileri gibi özelliklere sahip olma durumlarının ölçülmesi ve elde edilen bu düzenli sonuçlara göre politika belirlemeye yönelik göstergelerin elde edilmesi amaçlanmaktadır. PISA, ülkelere sadece öğrenci öğrenmelerine ilişkin değil onu etkileyebilecek öğrenci, öğretmen, veli ve okul özellikleri gibi birçok faktöre ilişkin de önemli geri bildirimler vermektedir. Böylece uygulama sonuçlarına göre ülkeler eğitim sistemlerinin adeta bir fotoğrafına sahip olma imkânı bulmaktadırlar. Buna göre ülkeler eğitim sistemleri hakkında yerinde ve önemli değerlendirmeler yaparak, eğitim reformlarına da yön verebilmektedir. PISA uygulamasından elde edilen veriler ulusal ve uluslararası düzeyde oldukça önemli çıktılar üretmektedir (Ercikan, Roth ve Asil, 2015; McGraw, 2008; Niemann, Martens ve Teltemann, 2017; Sjøberg, 2015). PISA uygulamasına ilişkin son yıllarda literatürde önemli eleştiriler de yer almaktadır. Buna göre ülke kültürlerinin de dikkate alındığı adil ve nesnel testlerin geliştirilemeyeceği, testlerden alınan puanlarla ülkelerin bütçe ve fiziki alt yapılar gibi eğitim kaynakları arasında ilişki olmadığı, elde edilen verilerin geçerlilik ve güvenilirlik problemlerinin de olduğu eleştirileri uygulamaya yönelik yorumları da sınırlandırmaktadır (Butler ve Adams, 2007; Demirtaşlı ve Ulutaş, 2015; Dancis, 2014; Feniger ve Lefstein, 2014; Hopfenbeck vd., 2017; Leung, 2014; Pons, 2017; Sjøberg, 2015). PISA uygulamasına ilişkin yapılan bu türlü olumlu ve olumsuz yorumların varlığı uygulama verileri üzerinden yapılan çalışmaların önemini arttırmaktadır.

Uluslararası öğrenci değerlendirme programı- PISA ilki 2000 yılında olmak üzere üç yılda bir tekrarlanan bir döngü ile gerçekleştirilmektedir. Her PISA döngüsünde ise matematik ve fen okuryazarlığı ile okuma becerileri temel alanlarından biri ağırlıklı alan olarak belirlenmektedir. PISA uygulamasıyla uygulamaya katılan ve katılmayan ülkelere okuryazarlık kavramı gündeme gelmektedir. Okuryazarlık, bireylerin toplumda daha etkili bir rol oynaması ve topluma katkıda bulunması için gerekli bilgi ve becerilerini geliştirip bu amaçla yazılı kaynaklara ulaşma, kullanma, kabul etme ve değerlendirme gibi davranışları olarak tanımlanmaktadır (OECD, 2006). Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü-UNESCO'ya (2016) göre okuryazarlık, çeşitli türde yazılı kaynakları kullanarak tanımlama, kavrama, yorumlama, bir araya getirme, hesap yapma ve iletişim kurma yeteneğidir. PISA 2015 uygulamasında ise ağırlıklı alan fen okuryazarlığı olarak belirlenmiştir.

PISA 2015'te fen okuryazarlığı "fen ile ilgili fikirlerle ve problemlerle etkin bir vatandaş olarak uğraşabilme becerisi" şeklinde tanımlanmaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2016). Fen okuryazarı bir birey fen ve teknolojiye ilişkin belli bir mantık çerçevesinde yapılan söylemlere katılmaya isteklidir. Bu durum ise olgulara ilişkin bilimsel açıklamalar yapabilme, bilimsel araştırma yöntemi tasarlayabilme, elde edilen verilere ve verilerden elde edilen bulgulara ilişkin bilimsel yorumlama ve değerlendirme yeterliklerini gerektirmektedir (MEB, 2016). Fen okuryazarlığı, fen ile ilgili bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerin bir arada yer aldığı bir yetkinliktir (Durant, 1993). Buna göre öğrencilerin fen okuryazarlığı yeterliklerini etkileyen duyuşsal faktörler de söz konusudur. Aşağıda yer alan, fen okuryazarlığına ilişkin değerlendirme çatısını oluşturan dört boyut incelendiğinde bu durum açıkça görülebilmektedir.



Şekil 1. Fen Okuryazarlığı Değerlendirme Boyutları (OECD, 2016)

Şekil 1'de yer alan fen okuryazarlığı değerlendirme boyutları incelendiğinde tutumların fen okuryazarlığına ilişkin önemli bir boyut olarak ele alındığı görülmektedir. Öğrencilerin fene yönelik eğilimleri ve tutumları öğrencilerin ilgi düzeylerini etkileyebilmektedir, onları harekete geçirmek üzere motive ederken derse katılımlarını da devam ettirmelerini sağlayabilmektedir (Osborne, Simon ve Collins, 2003). Öğrencilerin kendilerine yönelik inançları ve duyuşsal özelliklerinin öğrenme düzeyleri üzerinde etkili olduğunu ortaya koyan birçok araştırma bulunmaktadır (Jinks ve Morgan, 1999; Onwumere, 2003; Paolucci, 2001). Öğrenci başarısıyla yakından ilişkili olduğu bilinen akademik özalgı eğitimin önemli bir çıktısı olarak görülmektedir (Marsh, 1986, aktaran OECD, 2007). PISA uygulaması ile öğrencilerin duyuşsal özelliklerine ilişkin olarak da önemli ölçmeler gerçekleştirilmektedir. Bununla birlikte her döngüde ağırlıklı alana ilişkin değişkenler ayrıca değerlendirilmektedir. PISA 2015 uygulaması kapsamında, OECD tarafından fen okuryazarlığı için etkili görülen fen özyeterliliği, fene yönelik ilgi, öğretmen odaklı fen öğretimi gibi doğrudan fene ilişkin değişkenler için de değerlendirmeler yapılmıştır. PISA uygulamasında yalnızca öğrenci düzeyinde değil okul düzeyinde de fen öğretmen oranı, dört yıllık lisans mezunu fen öğretmenlerinin oranı gibi doğrudan fene ilişkin ölçmeler gerçekleştirilmektedir. OECD tarafından etkili olarak görülüp uygulamaya dahil edilen doğrudan fene ilişkin öğrenci ve okul düzeyi değişkenlerinin (fen özyeterliliği, fenden keyif alma vb.) öngörüldüğü gibi öğrencilerin fen okuryazarlığı performanslarının anlamlı bir yordayıcısı olup olmadığının belirlenmesi önemli görülmektedir.

Fen okuryazarlığı ile ilişkili değişkenlerin incelendiği araştırmalar incelendiğinde en çok anne baba eğitim düzeyinin öğrencilerin fen okuryazarlığı başarısı ile ilişkili olduğu belirlenmiştir (Anıl, 2009; Boztunç, 2010; Karabay, 2012; Şaşmaz, 2006; Yıldırım, 2012). Bununla birlikte sosyo-ekonomik düzey, evdeki kitap sayısı, çocuğun yaşadığı coğrafi bölge ve evde sahip olduğu çalışma ortamı (kendine ait odası olma, kendine ait masası olma ve çalışılacak sessiz bir ortamın olması), evindeki bilgisayar ve donanım olanakları, öğrenmeye ayrılan zaman ile fen okuryazarlığı başarısı arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır (Albayrak, 2009; Anıl, 2008, 2009; Anıl ve Özer, 2012; Boztunç, 2010; Demir, 2016; Erbaş, 2005; Gümüş ve Atalmış, 2012; Güzel, 2006; Karabay, 2012; OECD, 2004; Özer, 2009; Özer ve Anıl, 2011; Perry ve McConney, 2010; Sarier, 2010; Spiezia, 2010; Şaşmaz, 2006). Kaya ve Doğan'ın (2017) yaptığı çalışma ile öğrencilerin fen okuryazarlığı ile evlerinde bulunan kitap, bilgisayar ve cep telefonu sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olduğu belirlenmekle birlikte dört

ülkede (Türkiye, Finlandiya, ABD ve İsrail) öğrencilerin fen okuryazarlığı ile evlerinde dünya klasikleri ve şiir kitaplarının varlığı arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Fen okuryazarlığını olumsuz yönde etkilediği belirlenen değişkenlerden biri ise bilgisayar ve internet kullanımını eğlence aracı olarak görme durumudur (Demir, Kılıç ve Ünal, 2010; Duman, 2008; Gürsakal, 2012; OECD, 2004). Beaton ve diğerlerine (1996) göre ders dışı çalışma için ayrılan haftalık zaman ile fen okuryazarlığı arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Yapılan bir diğer çalışmada ise fen okuryazarlığı ile haftalık ders dışı çalışma için ayrılan zaman arasında bir ilişki olmadığı ancak okula yönelik tutumu olumlu yönde arttırdığını tespit edilmiştir (Erbaş, 2005). PISA başarısını etkileyen önemli değişkenler arasında yer alan sosyo-ekonomik düzey ile birlikte kişi başı Gayri safi milli hasıla (GSMH) veya finansal harcamalar da dikkat çekmektedir. Buna göre kişi başı GSMH'si 50 doların altında olan ülkelerde kişi başı GSMH arttıkça PISA başarısı da artmaktadır. Ancak kişi başı GSMH'si 50 doların üzerinde olan ülkelerde ise aynı etki görülmemektedir. Buna göre kişi başına yapılan harcamaların PISA'da başarıyı garantilemediği bulgusu yapılan çalışmalarla da desteklenmiştir (Agasisti, 2014; Cheung ve Chan, 2008; OECD, 2012).

Fen eğitimcileri her zaman fen okuryazarlığının hem bilişsel hem de motivasyonel yönlerini dikkate almanın önemine dikkat çekmektedir (Millar, 2006). Öğrencilerin öğrenme sürecini etkileyen en önemli özelliklerden biri de öğreneceklerine olan inançlarıdır. Bir kişinin, bir görevi yerine getirebileceğine dair inancı, öz yeterlilik olarak adlandırılır (Bandura, 1982). Bandura ve Locke (2003), eğitim araştırmalarında mevcut olan araçlardan hiçbirinin öğrencinin başarısını tahmin etmede öz yeterlilik ile aynı kapasiteye sahip olmadığını ileri sürmüştür. PISA uygulamasında da yer alan fene yönelik özyeterlilik ile fen okuryazarlığı arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu bir diğer ifadeyle öğrenciler kendilerini fende yeterli gördükçe fen okuryazarlığındaki performanslarında artışın gözlemlendiği birçok araştırmayla belirlenmiştir (Anderman ve Young, 1994; Britner ve Pajares, 2006; Çalışkan, 2008; Lau ve Roeser, 2002; Pajares, 1996; Palmer, 2006; Usta, 2009). PISA 2015 Türkiye örneklemini üzerinde yapılan bir çalışmada fen öz yeterliliğinin, bilime yönelik içsel ve araçsal motivasyonların, fen okuryazarlığının önemli bir yordayıcısı olduğu belirlenmiştir (Kartal Kula ve Kutlu, 2017).

PISA 2015 uygulamasında yer alan doğrudan fene ilişkin bir diğer değişken ise araştırmaya dayalı fen öğretim ve öğrenme etkinlikleri değişkenidir. Bilimsel araştırma, son yüzyılda fen eğitiminde yapılan araştırmaların odak noktası olmuştur (Lederman, Lederman ve Antink, 2013; Nehring, Nowak, Zu Belzen ve Tiemann, 2015). Bilimsel araştırma sadece "fen ve fen öğreniminin kalbi" değildir (National Research Council [NRC], 1996), aynı zamanda fen okuryazarlığının temel bir bileşenidir (Bybee, 2002; Nowak, Nehring, Tiemann ve Upmeier zu Belzen, 2013). Yapılan araştırmalar, araştırmaya dayalı öğrenme ve öğretme etkinliklerinin öğrencilerin öğrenme performansını artırabileceğini bulmuştur (Anagün, 2011; Blanchard vd., 2010; Chiang, Yang ve Hwang, 2014; Furtak, Seidel, Iverson ve Briggs, 2012; Lee, Deaktor, Hart, Cuevas ve Enders, 2005; Lynch, Kuipers, Pyke ve Szesze, 2005; Minner, Levy ve Century, 2010; Tal, Krajcik ve Blumenfeld, 2006; Wolf ve Fraser, 2008). Bununla birlikte öğrencilerin kendilerini fen alanında yeterli görme düzeylerinin artması, bilimsel araştırmaya verdikleri önemi de arttırmaktadır. Bilimsel araştırmaya verilen önem ile fen okuryazarlığı performansı pozitif bir ilişki göstermektedir. Öğrenci araştırmaya dayalı fen öğretim ve öğrenim deneyimi yaşadığında, daha güçlü bir fen okuryazarlığına sahip olma ihtimalinin yanı sıra, bilime karşı da daha olumlu bir etkiye sahiptir (Woods-Mcconney, Oliver, Mcconney, Schibeci ve Maor, 2013).

Fen okuryazarlığı üzerinde önemli etkileri olduğu bilinen bir diğer değişken ise fen dersinde öğretmen desteğidir. Öğretmenler, öğrencilerin başarısından sorumlu en güçlü ve temel faktörlerden biri olarak kabul edilir (Akiba, LeTendre ve Scribner, 2007; Darling-Hammond, 2004; Greenberg, Rhodes, Ye ve Stancavage, 2004; Greenwald, Hedges ve Lain, 1996; Hedges, Lain ve Greenwald, 1994). Öğretmenler, öğrencilerin sınıftaki gelişimlerini, talimatlarıyla ve öğrencilerle etkileşimleriyle şekillendirebilir (Dietrich, Dicke, Kracke ve Noack, 2015). Destekleyici öğretmen-öğrenci ilişkisi, özellikle, öğrencilerin algıladıkları öğretmen destek miktarı, öğrencilerin motivasyonu, katılımı, ilgisi, öğrencilerin içsel değer ve çabalarının gelişimi ve akademik başarısı ile pozitif yönde ilişkilidir (Cornelius-White, 2007; Den Brok, Levy, Brekelmans ve Wubbels, 2005; Dietrich vd., 2015; Furrer ve

Skinner, 2003; Murray, 2009; Roorda, Koomen, Spilt ve Oort, 2011; Wentzel, Battle, Russell ve Looney, 2010).

Destekleyici öğretmen öğrenci ilişkisi ile birlikte sınıftaki olumlu disiplin ortamının öğrenci başarısını ve motivasyonunu desteklediğine dair kanıtlar sunan birçok çalışma bulunmaktadır (Arum ve Velez, 2012; Cheema ve Kitsantas, 2016; Elliott ve Phuong-Mai, 2008; Fan, 2012; Figlio, 2007; Frempong, Ma ve Mensah, 2012; Gamoran ve Nystrand, 1992; Hamre ve Pianta, 2001; Hughes, Wu, Kwok, Villarreal ve Johnson, 2012; Jenkins ve Ueno, 2017; Lassen, Steele ve Sailor, 2006; Ma ve Williams, 2004; Marks, 2010; Marzano ve Marzano, 2003; McCormick, O'Connor, Cappella ve McCloy, 2013; Mikk, Krips, Säälik ve Kalk, 2016; Ning, Van Damme, Van Den Noortgate, Yang ve Gielen, 2015; Roorda vd., 2011; Sanders ve Jordan, 2000). Disiplin iklimi, öğrencilerin sınıf kurallarının istikrarı ve etkililiği hakkındaki algılarını ve sınıftaki öğrenciler arasındaki disiplin olaylarının sıklığını (örneğin, düzeni bozan) belirtir (Cheema ve Kitsantas, 2016; Dempsey, 2008). PISA 2015 uygulaması da "öğrenci öğrenmesinin ön şartı olarak görülen sınıf yönetiminin yapısı ve etkinliği hakkında bilgi edinmek için" disiplin iklimiyle ilgili maddeler içermektedir. Öğrencilerden sınıfta meydana gelen ve düzen bozan durumların (örneğin öğrenciler öğretmenin söylediklerini dinlemiyor gibi) ne sıklıkta olduğunu açıklamaları istenmektedir (Klieme ve Kuger, 2014). Disiplin iklimi ile fen okuryazarlığı arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmalarda sınıfta disiplin arttıkça fen okuryazarlığında da artış olduğu saptanmıştır (Akyüz ve Pala, 2010; Güzel, 2006; OECD, 2004). PISA 2015 Pekin, Şangay, Jiangsu ve Guangdong Çin örneklemi üzerinde yapılan regresyon analizine göre öğretmen desteği yerine disiplin ortamının her iki cinsiyet grubu için araştırmaya dayalı fen etkinlikleri ile fen okuryazarlığı arasındaki ilişkide daha etkili olduğu belirlenmiştir (Chi, Liu, Wang ve Won Han, 2018).

Araştırma kapsamında ele alınan doğrudan fene ilişkin bir diğer değişken de fen öğrenme aktivitelerine katılırken öğrencilerin eğlenmeleri ve mutlu hissetmeleri olarak tanımlanan fenden keyif alma değişkenidir (Shumow, Schmidt ve Zaleski, 2013). Fenden keyif alma, akranlar, öğretmenler (Jen, Lee, Chien, Hsu ve Chien, 2013) ve fen öğretim stratejileri (örneğin uygulamalı faaliyetler) ile olan pozitif ilişkilere (Hampden Thompson ve Bennett, 2013; Shumow vd., 2013) dayanmaktadır. Laukenmann ve diğerleri (2003), fenden keyif almanın, öğrenci başarısında önemli bir rol oynadığını ve kendi kendine öğrenme için ana itici güç olduğunu belirtmektedir. Öğrenmekten keyif alınmaması durumu potansiyellerine ulaşamayan insanların temel sebeplerinden biri olarak görülmektedir (Shernoff, Csikszentmihalyi, Schneider ve Shernoff, 2003). Olumlu duygular ve öğrenmekten keyif alma, öğrenme performansı üzerinde önemli bir yere sahiptir (Koller, Baumert ve Schnabel, 2001). Birçok ülke örneği için yapılan araştırmada, örneğin; Amerika Birleşik Devletleri (Grabau ve Ma, 2017), Kanada (Areepattamannil ve Kaur, 2013), Finlandiya (Lavonen ve Laaksonen, 2009), Hong Kong (Lam ve Lau, 2014), Malezya ve Singapur (Ng, Lay, Areepattamannil, Treagust ve Chandrasegaran, 2012), Suudi Arabistan (Tighezza, 2014), Tayvan (Jen vd., 2013; Tsai ve Yang, 2015) gibi, fenden keyif alma ile fen okuryazarlığı performansı arasındaki ilişkinin pozitif olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık, Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkelerinde fen okuryazarlığı ile fenden keyif alma arasındaki ilişkinin negatif olduğu belirlenmiştir (Bouhlila, 2011).

PISA fen çerçevesi kapsamında "ilgi" kavramı, gençlerin yetişkin hayatlarında ihtiyaçları olabilecek fen okuryazarlığına ilişkin bilgi ve becerileri kazanma derecelerini belirlemek için bir kriter olarak ele alınmıştır (OECD, 2006). Fene ilgi okul içinde ve dışında fen bilimleri ile ilgili faaliyetlerde bulunma eğilimleri olarak tanımlanmaktadır. Ders, çalışma ve meslek seçimi ile ilgili kararlarda ilgi, en güçlü yordayıcılardan biri olarak görülmektedir (Olsen, Prenzel ve Martin, 2011). Öğrenme süreçlerinde ve belirli alanlarda etkileşimi başlatmak, yönlendirmek ve desteklemek adına ilgiler önemli bir rol oynamaktadır (Renninger, Hidi ve Krapp, 1992; Schiefele, 2009). İlgiler alana özgüdür (Häussler ve Hoffmann, 1998; Krapp ve Prenzel, 2011). Fene duyulan ilgi ile fen okuryazarlığı performansı arasındaki ilişki (bireyin yanı sıra ülke düzeyinde) 40 yıldan uzun bir süredir araştırma konusu olmuştur (Baumert ve Köller, 1998; Osborne, Simon ve Collins, 2003). Albayrak (2009) PISA 2006 uygulaması üzerinde yaptığı çalışmada fen okuryazarlığı performansı ile fene yönelik ilgi arasında negatif bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmıştır



Öğretim süreci öğrenci ve öğretmen odaklı olarak iki boyutta yürütülebilmektedir. Öğretmen odaklı öğretim, büyük ölçüde öğretmenin dersin içeriğini ve dersi kontrol ettiği yaklaşımlar olarak tanımlanmaktadır (Ormrod, 2012). Sınıf içi tartışmaların öğretmen tarafından yönetildiği, öğrenci öğrenmeleri için gerekli bilginin öğretmen tarafından aktarıldığı bir süreçtir. Bu türlü uygulamaların giderek daha az kullanıldığına dair yaygın bir algı olmasına rağmen (Swaak, De Jong ve Van Jooligen, 2004) birçok ülkede hala öğrenci odaklı yaklaşımlardan daha sık ve daha baskın olarak kullanılmaktadır (Echazarra, Salinas, Méndez, Denis ve Rech, 2016). Araştırmaya dayalı öğretim uygulamalarının tersine öğretmen odaklı öğretimde öğrenci pasif durumdadır. Öğretmen odaklı öğretim, sınıf yönetiminin daha kolay olması, içeriğin daha geniş bir kısmına ulaşılması, standart testler için daha iyi bir hazırlık anlamında avantajlı görülmektedir (Ormrod, 2012). Buna karşılık, motivasyonun daha düşük olduğu, öğrenilen konuya ilişkin olumsuz tutumlar ve işbirliği, iletişim becerileri gibi sosyal becerilerin çok az veya hiç kullanılmaması gibi dezavantajları mevcuttur. Öğrencilerin, öğretmen odaklı öğretim uygulamalarına ilişkin görüşleri ile fen performansları arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu sadece Endonezya ve Kore için negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir (OECD, 2018). Öğretmen odaklı öğretim ile öğrenci performansı arasındaki ilişkinin incelendiği bazı araştırmalarda iki değişken arasında pozitif bir ilişki olduğu ortaya koyulurken (Yayan ve Berberoğlu, 2004), bazı araştırmalarda ise fen alanında öğrenci odaklı fen öğretiminin öğretmen odaklıya göre fen başarısında daha etkin olduğu da belirlenmiştir (Schroeder, Scott, Tolson, Huang ve Lee, 2007; Wise, 1996). Bununla birlikte öğrenci odaklı öğretim ile fen başarısı arasında negatif bir ilişkinin olduğu da ortaya konulmaktadır (Aypay, Erdoğan ve Sözer, 2007; Kalender ve Berberoğlu, 2008).

PISA 2015 uygulamasında fen okuryazarlığı ile ilişkili öğrenci düzeyinde değişkenler ile birlikte okul düzeyinde de fene yönelik değişkenler bulunmaktadır. Buna göre yapılan araştırmalar incelendiğinde Özkan'ın (2015) PISA 2012 Türkiye verisine dayalı yaptığı çalışmaya göre okul büyüklüğü, sınıf büyüklüğü, okulda öğrencilere sağlanan program dışı etkinlikler, eğitimsel kaynakların kalitesi, öğrenci/öğretmen oranı, öğretmenlere ilişkin faktörlerin etkilediği okul iklimi ve fiziksel kaynakların kalitesi değişkenleri anlamlı yordayıcılar olarak belirlenmiştir. Özberk, Atalay Kabasakal ve Boztunç Öztürk (2017) Türkiye'nin PISA 2003 ve 2012 uygulamalarındaki matematik okuryazarlığı performansı okul düzeyinde değişkenler bakımından incelendiğinde; matematik öğretmenlerinin oranının, bir okula ait ortalama matematik başarısının güçlü bir yordayıcısı olduğu görülmektedir. Acar ve Öğretmen (2012) tarafından PISA 2006 uygulaması üzerinde yapılan bir çalışmaya göre öğrencilerin fen okuryazarlığı düzeyleri, öğrenim görülen okulun bulunduğu bölgeye göre farklılaştığı sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte okuldaki eğitimsel kaynakların niteliği ve internet bağlantısı bulunan bilgisayar sayısı arttıkça, fen okuryazarlığı performansının arttığı gözlenmiştir. PISA 2000 verilerine göre sosyo-ekonomik düzey ile matematik ve fen okuryazarlığı ile okuma becerilerine ilişkin puanlar arasındaki ilişkide okulun materyal, sosyal ve kültürel kaynaklarının aracılık rolü 30 ülke örnekleminde incelenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre birçok ülke için materyal kaynakları ve kültürel faktörler önemli etkiye sahipken; sosyal kaynaklar ise düşük etkiye sahip olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra öğrenci başarısı ve sosyo-ekonomik düzey arasındaki ilişkide eğitimsel kaynakların aracılık rolü olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Marks, Creswell ve Ainley, 2006). Okul değişkenlerinin PISA öğrenci başarısı ile ilişkisinin incelendiği çalışmalarda okuldaki fen öğretmeni oranı veya 4 yıl ve üzeri eğitim almış/toplam fen öğretmeni oranı değişkenlerine ilişkin çalışmaya rastlanmamıştır.

Fen okuryazarlığına ilişkin yapılan çalışmalar incelendiğinde öğrenci düzeyinde doğrudan fen ile ilişkili olduğu bilinen fen özyeterliliği, fenden keyif alma, fene yönelik ilgi, fen derslerinde disiplin iklimi, araştırmaya dayalı fen öğretimi ve öğrenme uygulamaları, fen dersinde öğretmen desteği, öğretmen odaklı fen öğretimi veya okul düzeyinde fene ilişkin değişkenlerden okuldaki fen öğretmeni oranı, 4 yıl ve üzeri eğitim almış/toplam fen öğretmeni oranı gibi değişkenlerin bir arada yer aldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Fene yönelik olan değişkenlerin fen okuryazarlığı ilişkisinin incelendiği çalışmalarda genellikle değişkenlerin tek başına yer aldığı veya fene yönelik olmayan değişkenlerle aynı araştırmada ele alındığı görülmektedir. Bu araştırma, doğrudan fen ile ilişkili değişkenlerin fen okuryazarlığını yordama durumlarının birarada incelendiği bir araştırma olması nedeniyle alanda yapılan ilk çalışmadır.

OECD tarafından önemli görülüp uygulamaya dahil edilen doğrudan fene yönelik bu değişkenlerin fen okuryazarlığını yordayıp yordamama durumları uygulamaya katılan farklı ülkeler bakımından da farklılaşmaktadır. Buna göre de ülkeler birbiriyle karşılaştırılmaktadır. Bu türlü karşılaştırmalar başarılı ülkeler bakımından durumun diğer ülkelere göre nasıl değiştiği ve eğitim reformlarına yön vermesi noktasında önemli görünmektedir. Bir diğer ifadeyle PISA uygulaması ile ülkelere kendi eğitim durumları ile birlikte başarılı ülkelerin eğitim durumlarına ilişkin de sonuçların bildirilmesi, yapılacak reformların ilgili karşılaştırmalar yapılarak gerçekleştirilmesi noktasında da önemli çıktılar elde edilebilmektedir. Buna göre öğrencilerin fen okuryazarlığına ilişkin önemli geri bildirimler sunan PISA 2015 uygulamasının sonuçları incelendiğinde Türkiye'nin uygulamaya katılan 72 ülke içerisinde 54. sırada olduğu 465 olan tüm ülkeler ortalaması ve 493 olan OECD ortalamasının yanında Türkiye ortalamasının 425 ile belirtilen ortalamaların altında kaldığı görülmektedir. Bunun yanı sıra 2015 uygulamasında her üç alanda birinci olarak dikkatleri üzerine çeken Singapur'un ise fen okuryazarlığı ortalaması 556 olarak belirlenmiştir (OECD, 2016). Buna göre 2006-2015 yılları arasında gerçekleştirilen PISA uygulamalarına katılan Türkiye ve Singapur ile birlikte tüm ülkeler ve OECD ortalamalarına ilişkin sonuçlar Tablo 1'de yer almaktadır.

**Tablo 1.** PISA 2006-2015 Uygulamaları Fen Okuryazarlığı Performanslarına İlişkin Bazı Bulgular

	2015	2012	2009	2006
OECD Ortalaması	493	501	495	498
Tüm ülkeler ortalaması	465	477	471	478
Türkiye Ortalaması (Sıralama)	425(54)	463(43)	454(42)	424(47)
Singapur Ortalaması (Sıralama)	556(1)	551(3)	542(11)	-
Toplam Katılan Ülke Sayısı	72	65	65	57

Tablo 1 incelendiğinde Türkiye katıldığı PISA uygulamalarının hiçbirinde OECD ortalamasına eşit veya üzerinde bir ortalama değer alamamıştır. Fen okuryazarlığı performansları bakımından 2012 uygulamasına kadar Türkiye ortalamasının giderek artmasına karşın 2015 uygulamasında önemli bir düşüş olduğu görülmektedir. Bunun yanında Singapur'un ilk olarak katıldığı 2009 yılından bu yana fen okuryazarlığı ortalamasının OECD ve tüm ülkeler ortalamasından yüksek ve giderek artış gösterdiği dikkat çekmektedir. OECD eğitim direktörü Andreas Schleicher, Singapur'un "sadece iyi sonuçlar almadığı, daha da ileriye gittiği" sonucunu ortaya koymaktadır.

Fen okuryazarlığına yönelik duyuşsal özellikler bakımından Türk öğrencilerin ilgi ve motivasyon düzeyleri OECD ortalamasından çok daha yüksek olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte Türkiye'deki öğrenciler fen dersinden keyif alma ve fen alanında kendilerini yeterli görme durumları bakımından OECD ortalamasına göre daha yüksek düzeydedir. Türkiye için fene yönelik duyuşsal özelliklere ilişkin elde edilen sonuçların tam tersine daha önce de belirtildiği gibi fen okuryazarlığı düzeyleri OECD ortalamasına göre oldukça düşüktür. Singapur örneğine ilişkin sonuçlar incelendiğinde ise fene yönelik duyuşsal özelliklerden ilgi ve motivasyon düzeyleri Türkiye örneği için olduğu gibi OECD ortalamasının üzerindedir. Bununla birlikte fen okuryazarlığı düzeyleri de Türkiye örneğinin tersine OECD ortalamasının üzerindedir (OECD, 2016). PISA ortalamasını her yıl giderek düşüren Türkiye örneği ile PISA'ya katıldığından bu yana ortalamasını sürekli arttıran Singapur örneğinin karşılaştırılması, fen okuryazarlığı performansındaki bu fark göz önünde bulundurularak, fen ile doğrudan ilişkili değişkenlerin fen okuryazarlığını yordama durumlarına ilişkin benzerlik ve farklılıkların ne durumda olduğunun belirlenmesi gerekli görülmüştür.

Singapur ve Türkiye örnekleri PISA'daki başarı ve başarıyı etkileyen diğer faktörler bakımından farklılıklar göstermektedir. Bununla birlikte iki ülkenin eğitim sistemleri bakımından da benzerlik ve farklılıklar bulunmaktadır. Bu amaçla iki ülke eğitim sistemleri kısaca ele alınmıştır. Singapur eğitim sisteminin en önemli özelliği totaliter ve geniş tabanlı bir eğitim anlayışıdır. Singapur'da, nüfusun etnik dağılımına bağlı olarak Çince, Malay, Tamil, İngilizce olmak üzere 4 resmi dil kullanılmaktadır (OECD, 2012). Çok kültürlü eğitimin yanında okul öncesi eğitim dahil tüm eğitim kademelerinde anadil ve İngilizce olmak üzere iki dilli eğitim yürütülmektedir. Böylece İngilizce tüm

öğrenciler tarafından öğrenilmektedir. Öğrencilerin şu sekiz temel beceri ve değer bakımından bütünsel gelişimini tamamlaması amaçlanmaktadır; karakter gelişimi, kişisel idare kabiliyeti, sosyal ve işbirlikçi kabiliyet, okuryazarlık ve matematik kabiliyeti, iletişim yeteneği, bilgiye ulaşma kabiliyeti, yaratıcılık ve akıl yürütme yeteneği, bilgiyi uygulama kabiliyeti (Özkan, 2006). Singapur eğitim sisteminde ilköğretim 1.-4. sınıflar temel, 5., 6. sınıflar yönlendirme olmak üzere altı yıllık bir süreçtir. İngilizce, matematik ve anadil eğitimleri ile başlayan ilköğretim eğitiminde fen dersleri 3. sınıfta başlamaktadır. Beş ve 6. sınıfta ise İngilizce, Anadil, Fen, Matematik, Sosyal Bilimler, Müzik, Sanat, Beden Eğitimi, Vatandaşlık ve Ahlak Eğitimi dersleri yer almaktadır. İlköğretimin sonunda İngilizce, Anadil, Fen ve Matematik derslerine yönelik maddeler içeren "İlköğretimi Bitirme Sınavı" (Primary School Leaving Examination-PSLE) yapılmaktadır. PSLE sıralamasına göre öğrencilerin yerleştirildiği programlar şu şekildedir; Normal Teknik (Normal Technical), Normal Akademik (Normal Academic), Özel (Special) veya Açık (Express) programlar. Dört yıllık ortaöğretim sonunda "General Certificate of Education-GCE" adı verilen seviye tespit sınavının "Normal-N" düzeyinde başarılı olamayan öğrenciler teknik ve mesleki eğitim almak üzere Teknik Eğitim Enstitüleri'ne (ITE -Institute of Technical Education) yerleştirilirler. GCE-N'de başarılı olan öğrenciler ise eğitimlerine bir yıl daha devam eder. Bu eğitimin sonunda ise GCE Ordinary-O düzeyinde sınava girerek "Teknik Eğitim Enstitüsü", "Politeknik" veya "Kolejler/Merkezleştirilmiş Enstitüler" adlı programlara yerleşebilirler. Üniversite öncesi eğitimini tamamlayan öğrenciler "Okul Mezuniyet Sertifikası" (School Graduation Certificate) ile onaylanmış yeterliliklerine ve GCE Advanced-A göre üniversitelere kayıt yaptırabilirler. Singapur'da "Nanyang Teknoloji Üniversitesi" (Nanyang Technology University), "Ulusal Singapur Üniversitesi" (National University of Singapore), ve "Singapur İşletme Üniversitesi" (Singapore Management University) olmak üzere üç üniversite bulunmaktadır. Singapur İşletme Üniversitesi özel bir üniversitedir (Kaytan, 2007; Özkan, 2006). Singapur'un, PISA, TIMMS ve PIRLS gibi uygulamalardaki başarısının nedenleri; kararlı ve tutarlı eğitim politikaları, eğitimde fırsat eşitliğinde istikrar, Fen bilimleri, Matematik ve teknik becerilere verilen değer, nitelikli öğretmen kalitesi, okul liderlerinin vizyoner bir yönetici olması, bilgi ve iletişim teknolojilerinin öğrenme ortamında etkili bir şekilde kullanımı gibi önemli faktörlerdir (Levent ve Yazıcı, 2014).

Türk Eğitim Sistemi incelendiğinde eğitim resmi dil olan Türkçe ile yürütülmektedir. İngilizce ise eğitim programında ders olarak yer almaktadır. Bazı yükseköğretim kurumlarında eğitim İngilizce yürütülmektedir. Okul öncesi eğitim Singapur'da olduğu gibi zorunlu değildir. Bununla birlikte diğer eğitim kademeleri ise 4 yıl süreli ilköğretim (1. 2. 3. ve 4. sınıf), 4 yıl süreli ortaokul (5. 6. 7. ve 8. sınıf) ve üçüncü kademe 4 yıl süreli ortaöğretim (9. 10. 11. ve 12. sınıf) olarak düzenlenmiştir. 2012 yılında yapılan reform niteliğindeki değişikliklerle 12 yıllık zorunlu kesintisiz eğitim 12 yıllık zorunlu kademeli eğitime dönüştürülmüştür. Öğrenciler ilköğretim ve ortaokul eğitimlerini tamamladıktan sonra ortaöğretime geçişleri ise yerel ve merkezi yerleştirme olarak adlandırılan iki şekilde gerçekleştirilmektedir. Okullar bu yerleştirme türlerine göre ikiye ayrılmaktadır. Merkezi yerleştirme için yapılan sınav ise iki bölümden oluşmaktadır. Sözel bölüm, Türkçe, T.C. İnkılâp Tarihi ve Atatürkçülük, Din Kültürü ve Ahlak Bilgisi ile Yabancı Dil; sayısal bölüm ise Fen Bilimleri ve Matematik alanı sorularından oluşmaktadır. Sınav ilgili derslerin 8'inci sınıf öğretim programlarından belirlenen kazanımlar esas alınarak hazırlanmaktadır (MEB, 2019). Öğrenciler sınavdan aldıkları puanlara göre merkezi yerleştirme ile öğrenci kabul eden okullara (Fen ve Sosyal Bilimler Liseleri, Özel Program ve Proje Uygulayan Ortaöğretim Kurumları ile Mesleki ve Teknik Anadolu Liselerinin Anadolu Teknik Programları) yerleştirilmektedir. Sınavsız öğrenci alan ortaöğretim kurumlarına ise öğrenciler sırasıyla ikamet adresleri, okul başarı puanının üstünlüğü ve okula özürsüz devamsızlık yapılan gün sayısının azlığı kriterlerine göre yerleştirilmektedir. Bununla birlikte Türkiye'de Anadolu İmam Hatip Liseleri, Mesleki ve Teknik Anadolu Liseleri, Spor Liseleri ve Güzel Sanatlar Liselerine öğrenciler merkezi sınav ve yetenek sınavı ile yerleştirilmektedir. Yükseköğretime geçiş ise yapılan değişiklikler sonunda 2018 yılında farklı oturumlardan oluşan tek aşamalı bir süreç olarak yürütülmektedir. Yükseköğretim Kurumları Sınavı (YKS), Temel Yeterlilik Testi (TYT) ile isteğe bağlı olarak Alan Yeterlilik Testleri ve Yabancı Dil Testlerinden (YDT) oluşmaktadır. Buna göre yükseköğretime yerleştirmede TYT'nin yerleştirme puanına katkısı %40; AYT/YDT'nin ise %60 olarak belirlenmiştir. Türkiye'de toplam 206 devlet ve özel üniversite bulunmaktadır (ÖSYM, 2018; YÖK, 2018). Türk ve Singapur eğitim sistemleri



arasında dikkat çeken en önemli farklılıklar incelendiğinde, Singapur'da iki dilli (ana dil ve İngilizce) eğitimin varlığı, Türkiye'de ortaöğretime geçişin daha karmaşık ve bu geçişte yerel yerleştirmenin yapılması, Türkiye'deki ortaöğretim kurum türünün Singapur'a göre oldukça fazla olması, Singapur'da ortaöğretimini tamamlayan öğrencilerin Okul Mezuniyet Sertifikası ile onaylanmış yeterliliklerinin yükseköğretime yerleştirmede etkili olması gibi durumlar dikkat çekmektedir. Ayrıca Singapur'da üç üniversite bulunurken, Türkiye'de 206 üniversite bulunması da önemli bir farklılık olarak görülebilir.

Türkiye ve Singapur için eğitim sistemleri ve PISA sonuçları bakımından benzerlik ve farklılıklar bulunmaktadır. Buna göre PISA 2015 uygulamasının her üç alanında da en başarılı ülke olan Singapur ile Türk eğitimine ilişkin karşılaştırmalı incelemelerin yapılması Türk eğitim sistemindeki eksikliklerin belirlenebilmesi ve reformlar noktasında yol gösterici olabilmesi noktasında oldukça önemli görünmektedir. PISA 2015 uygulamasında odak alan fen okuryazarlığı olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte fen okuryazarlığına ilişkin değişkenler de ayrıca değerlendirilmektedir. Bunlar daha önce de belirtildiği gibi OECD tarafından fen okuryazarlığı için etkili görülen değişkenlerdir. Fene yönelik bu değişkenlerin fen okuryazarlığını iyi düzeyde yordamaları ve birbirleriyle ilişkili olmaları bu araştırma kapsamında odağa alınmalarına neden olmuştur. Yapılan araştırmalar incelendiğinde fen okuryazarlığını etkileyen doğrudan fene yönelik değişkenlerin bir arada yer aldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bununla birlikte özellikle Singapur ve Türkiye örneklemi üzerinden bu ilişkilerin karşılaştırıldığı bir çalışmaya da rastlanmamıştır. Bu nedenle bu araştırma ile PISA 2015 uygulamasında yer alan doğrudan fene yönelik değişkenlerin, öğrencilerin fen okuryazarlığı performanslarını yordama durumlarının uygulamaya katılan Türkiye ve Singapur örneklemi üzerinde incelenmesi ile birlikte iki ülke örnekleme bakımından benzerlik ve farklılıkların ortaya konulması amaçlanmaktadır. Bu genel amaç doğrultusunda araştırmanın alt amaçları ise şu şekildedir:

PISA 2015 Singapur ve Türkiye örneklerinde;

- (i) Öğrencilerin fen okuryazarlığı puanları bakımından okullar arasında manidar bir farklılık var mıdır?
- (ii) Öğrencilerin fen okuryazarlığı puanları ile manidar ilişki gösteren öğrenci düzeyindeki değişkenler nelerdir?
- (iii) Öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarıyla manidar ilişki gösteren okul düzeyindeki değişkenler nelerdir?
- (iv) Öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarıyla manidar ilişki gösteren öğrenci düzeyindeki değişkenler modele eklendiğinde, öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarıyla ilişkili okul düzeyi değişkenleri nelerdir?

## Yöntem

### *Araştırmanın Modeli*

Bu araştırma PISA 2015 fen okuryazarlığı performansını, birinci düzeyde öğrenci, ikinci düzeyde okul değişkenleri olmak üzere, yordayan değişkenlerin belirlenmesinin amaçlandığı bir araştırmadır. Bu nedenle var olan bir durumun bir diğer ifadeyle değişkenler arasındaki ilişkilerin var olduğu şekliyle ortaya konulması amaçlandığından bu araştırmanın modeli ilişki tarama modelindedir (Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2012; Karasar, 2005).

### *Çalışma Grubu*

PISA uygulamasının altıncı döngüsü olan 2015 uygulamasına, 35'i OECD üyesi olmak üzere 72 ülkeden yaklaşık 29 milyon 15 yaş grubu öğrenciyi temsilen 540.000'e yakın öğrenci katılmıştır. Ülkelere ait örneklem, iki aşamalı tabakalı örnekleme yöntemi ile seçilmektedir. Bu seçimde öncelikle 15 yaş grubu öğrencilerin bulunduğu okullar arasından okul seçimi yapılır. Daha sonra seçilen okulların her birinden 35 öğrenci basit tesadüfi örnekleme ile seçilir. Örneklem alınırken her bir ülkeden en az 150 okul ve 4500 öğrencinin seçilmesine dikkat edilmektedir (OECD, 2016). Bu araştırmanın çalışma grubunu ise PISA 2015 uygulamasına katılan Türkiye ve Singapur örneklemi oluşturmaktadır. Türkiye ve Singapur için hedef evren ise PISA 2015 uygulamasına katılan 15 yaş grubu öğrencilerden

oluşmaktadır. Tablo 1'de Singapur ve Türkiye için 15 yaş grubu öğrencilerinin evren dağılımları yer almaktadır.

**Tablo 2.** PISA 2015 Uygulaması Türkiye ve Singapur İçin 15 Yaş Grubu Öğrenci Evreni

Ülkeler	15 yaş grubu toplam evren	15 yaş 7. sınıf ve üstü kayıtlı öğrenci evreni	Hedef evren dışı bırakılan birey sayısı	Geçerli hedef evren
Türkiye	1324089	1100074	174.708	925366
Singapur	48218	47050	826	46224

(OECD, 2016)

Tablo 2 incelendiğinde 15 yaş 7. sınıf ve üzeri bir örgün eğitim programına kayıtlı öğrenci evrenini Türkiye'de 1100074, Singapur'da 47050 öğrenci oluşturmaktadır. Fakat belirtildiği üzere bazı nedenlerden dolayı evren dışı bırakılan öğrenciler dikkate alındığında Türkiye'den 925366, Singapur'dan 46224 öğrenci PISA 2015 uygulamasının hedef evrenini oluşturmuştur. Türkiye ve Singapur için PISA 2015 uygulamasına katılan ve araştırma kapsamında yer alan 15 yaş grubu öğrenci ve okul sayıları Tablo 3'te yer almaktadır. Tablo 3 incelendiğinde araştırma kapsamında Türkiye'den 177, Singapur'dan 163 okul yer alırken, Türkiye örnekleminde 4643 öğrenci, Singapur örnekleminde ise 5037 öğrenci yer almaktadır.

**Tablo 3.** Ülkelere Göre Öğrenci ve Okul Sayılarının Dağılımı

Ülke	Okul Sayısı	Öğrenci Sayısı
Türkiye	177	4643
Singapur	163	5037
Toplam	340	9680

Araştırma kapsamında yapılacak karşılaştırmaların daha anlamlı olması bakımından Singapur ve Türkiye bakımından bazı değişkenlere ilişkin bilgilere Tablo 4'te yer verilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde Türkiye nüfusunun (78.666.000) Singapur nüfusunun (5.604.000) yaklaşık 14 katı olduğu görülmektedir. Gayri safi milli hasıladan eğitim harcamalarına ayrılan oran ise her iki ülke için aynıdır. Ancak Türkiye'de milli gelirin daha düşük olması ve öğrenci sayısının ise daha fazla olması nedeniyle Türkiye'de öğrenci başına yapılan harcamanın Singapur'a göre oldukça düşük olduğu görülmektedir. Türkiye için öğrenci başına yapılan harcama 1440 \$ iken Singapur'da 5010 \$'dır. Singapur'da okuldaki öğrenci sayısı ortalaması (1232 öğrenci) Türkiye'ye göre daha fazladır (822 öğrenci). Buna paralel olarak okuldaki öğretmen sayısı ortalaması Singapur'da (103 öğretmen) Türkiye'ye göre (55 öğretmen) daha fazladır. Bunun nedeni Singapur'da ikili eğitimin daha yaygın olması olarak görülebilir. Öğretmen başına düşen öğrenci sayısı ise Singapur'da 12 öğrenci iken Türkiye'de 15 öğrencidir. Okullardaki fen öğretmeni sayısı bakımından ise iki ülke arasında önemli bir fark bulunmaktadır. Singapur'da okullardaki ortalama fen öğretmeni sayısı 20 iken Türkiye'de bu fark sadece yedidir.

**Tablo 4.** Singapur ve Türkiye için Bazı Değişkenlerin Durumu

	Singapur	Türkiye
Nüfus	5604000	78666000
Kişi başına düşen milli gelir	53053 \$	9316\$
Kamu eğitim harcamalarının/gayrisafi milli hasılaya oranı (%)	2.9	2.9
Deneyimli Öğretmen Maaşının Kişi başı GSMH'ye Oranı	82515	19788
Öğrenci başına yapılan harcama	5010 \$	1440 \$
Öğretmen başına düşen öğrenci sayısı	12	15
Okuldaki fen öğretmeni sayısı	20	7
Okuldaki toplam öğretmen sayısı	103	55
Okuldaki öğrenci sayısı	1232	822
Okul öncesi eğitime katılım süreleri	3.61 yıl	1.03 yıl

(OECD, 2015; International Monetary Fund [IMF], 2016; United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division [UN], 2015; United Nations Development Programme [UNDP], 2015; UNESCO, 2016)

**Veriler ve Elde Edilmesi**

Araştırmada, PISA-2015 uygulaması kapsamında Türkiye ve Singapur örneklemelerinden elde edilen veriler OECD'nin resmi sitesinden ([www.pisa.oecd.org](http://www.pisa.oecd.org)) elde edilmiştir. PISA uygulamasında, ayrıntılı puanlama ve kodlama işlemi ilgili paydaşlar tarafından yürütülmektedir. Uygulamaya ilişkin veriler yayımlanmadan önce kalite kontrol çalışmaları ile düzenlenmektedir. Öğrenci yanıtlarına ilişkin değerlendirmelerin güvenilir olması için iyi tanımlanmış süreç ve işlemler yürütülmektedir (OECD, 2014). Araştırma kapsamına dahil edilen okul düzeyinde değişkenler SC018- Fen öğretmeni/Toplam öğretmen oranı ile SC019-4 yıl ve üzeri eğitim almış/Toplam Fen öğretmeni oranı değişkenleridir. Bu değişkenlere ilişkin değerler yüzde olarak yer almaktadır. Araştırma kapsamına dahil edilen öğrenci düzeyinde değişkenlere ilişkin madde kodu, PISA uygulamasında ilgili değişkeni ölçmek üzere yer alan maddeler, yanıtları ve nasıl puanlandıkları bilgileri ise Tablo 5'te yer almaktadır.

**Tablo 5.** PISA Uygulamasında Yer Alan Fene Yönelik Değişkenlere İlişkin Madde Kodu, Gözlenen Değişken, Yanıtları ve Puanlamasına İlişkin Bilgiler

Gizil Değişken	Madde Kodu	Gözlenen Değişken	Yanıtlar ve Puanlama
Fenden keyif alma	ST094Q01	Fen konularını öğrenirken genellikle eğlenirim	Kesinlikle
	ST094Q02	Fen konularıyla ilgili okuma yapmaktan hoşlanırım	katılmıyorum=1,
	ST094Q03	Fen konuları üzerinde çalışırken mutluyum	Katılmıyorum=2,
	ST094Q04	Fen ile ilgili yeni bilgiler edinmekten hoşlanırım	Katılıyorum=3,
	ST094Q05	Fen hakkında öğrenmeye karşı ilgiliyim	Kesinlikle katılıyorum=4
Fene yönelik ilgi	ST095Q04	Biyosfer (örneğin, ekosistem, sürdürülebilirlik)	Bunun ne olduğunu bilmiyorum=0,
	ST095Q07	Hareket ve kuvvetler (örneğin, hız, sürtünme, manyetik ve yerçekimi kuvvetleri)	Hiç ilgilenmiyorum=1,
	ST095Q08	Enerji ve dönüşümü (örneğin koruma, kimyasal reaksiyonlar)	İlgilenmiyorum=2,
	ST095Q013	Evren ve tarihi	İlgileniyorum=3,
	ST095Q015	Fen, hastalığı önlememize nasıl yardımcı olabilir?	Çok ilgileniyorum=4
Fen Derslerinde Disiplin İklimi	ST097Q01	Öğrenciler öğretmenin söylediklerini dinlemez	Hiç veya neredeyse
	ST097Q02	Gürültü ve düzensizlik vardır	hiçbir derste=1,
	ST097Q03	Öğretmen öğrencilerin sessizleşmesi için uzun süre beklemek zorundadır	Bazı dersler=2,
	ST097Q04	Öğrenciler yeterince iyi çalışmaz.	Çoğu dersler=3,
	ST097Q05	Ders başladıktan sonra öğrenciler uzun süre çalışmaya başlamaz	Her ders=4

Tablo 5. Devamı

Gizil Değişken	Madde Kodu	Gözlenen Değişken	Yanıtlar ve Puanlama
Araştırmaya Dayalı Fen Öğretimi ve Öğrenme Uygulamaları	ST098Q01	Öğrencilere fikirlerini açıklama fırsatı verilir.	
	ST098Q02	Öğrenciler laboratuvarında pratik deneyler yaparak zaman geçirirler.	
	ST098Q03	Öğrencilerin fen soruları hakkında tartışmaları gerekir	
	ST098Q05	Öğrencilerden yaptıkları bir deneyden sonuç çıkarmaları istenir.	Hiç veya neredeyse hiçbir derste=1,
	ST098Q06	Öğretmen bir fen fikrinin birkaç farklı olguya nasıl uygulanabileceğini açıklar (örneğin nesnelerin hareketi, benzer özelliklere sahip maddeler).	Bazı dersler=2, Çoğu dersler=3,
	ST098Q07	Öğrencilerin kendi deneylerini tasarlamalarına izin verilir	Her ders=4
	ST098Q08	İncelemeler hakkında sınıfta tartışmalar yapılır	
	ST098Q09	Öğretmen fen kavramlarının yaşamla ilişkisini anlaşılır biçimde açıklar	
	Fen Derslerinde Öğretmen Desteği	ST100Q01	Öğretmen her bir öğrencinin öğrenimine ilgi gösterir
ST100Q02		Öğretmen, öğrenciler ihtiyaç duyduğunda ilave yardım sağlar	Hiç veya neredeyse hiçbir derste=1,
ST100Q03		Öğretmen öğrencilere öğrenmeleri konusunda yardımcı olur.	bazı dersler=2,
ST100Q04		Öğretmen, öğrenciler anlayana kadar öğretmeye devam eder.	birçok ders=3,
ST100Q05		Öğretmen öğrencilere görüşlerini ifade etmeleri için fırsat verir.	her ders veya neredeyse her derste=4"
Fene Yönelik özyeterlilik	ST129Q01	Sağlıkla ilgili bir gazete raporunun temelinde yatan fen bilimleri ile ilgili soruyu tanıma	
	ST129Q02	Bazı alanlardaki depremlerin diğer alanlardan niçin daha sık meydana geldiğini açıklama	
	ST129Q03	Antibiyotiklerin hastalıkların tedavisindeki rolünü belirtme	Bunu yapamam=1 Bunu kendi başıma
	ST129Q04	Fen bilimleri açısından atıkların uygun şekilde toplanarak işlenmesi ile ilgili sorunu belirleme	yapmak için çabalıyordum =2
	ST129Q05	Çevredeki değişimlerin belli canlı türlerinin hayatta kalmasını nasıl etkileyebileceğini önceden tahmin etme	Bunu biraz çaba ile yapabilirim=3
	ST129Q06	Gıda maddelerinin üzerine konan etiketlerde verilen bilimsel bilgileri yorumlama	Bunu kolayca yapabilirim=4
	ST129Q07	Yeni kanıtların, Mars'ta hayat olup olmadığına ilişkin anlayışınızı nasıl değiştirebileceğini tartışma	
	ST129Q08	Asit yağmurlarının nasıl oluştuğunu açıklayan iki görüşten hangisinin daha iyi olduğunu belirleme	
Öğretmen Odaklı Fen Öğretimi	ST103Q01	Öğretmen bilimsel görüşleri açıklar	Asla veya neredeyse hiç =1
	ST103Q03	Bütün sınıf tartışmaları öğretmen ile yapılır.	Bazı dersler = 2
	ST103Q08	Öğretmen sorularımızı tartışır.	Çoğu derste = 3
	ST103Q11	Öğretmen bilimsel görüşleri ispatlar	Her derste veya neredeyse her derste = 4

(OECD, 2017)



Ülkelerin öğrenci ve okul değişkenlerine ilişkin verilerine ek olarak öğrencilerin fen okuryazarlığı düzeylerine ilişkin olası değerler de (plausible values) analizler kapsamında yer almaktadır. PISA uygulamasında tüm öğrenciler aynı soru kitapçığını almamaktadır. Kitapçıklarda farklı madde kümeleri, farklı sıralarda yer almaktadır. Bu nedenle tüm öğrenciler için ilgili alana ilişkin tek bir puan yerine olasılık dağılım fonksiyonundan elde edilmiş olası değerler hesaplanmaktadır. Böylelikle PISA uygulamasında veride kayıp değer olarak işlem gören öğrencilerin çözmediği sorular için de olası değerler oluşturulabilmektedir. PISA 2015 uygulamasında daha önceki uygulamalardan farklı olarak beş olası değer yerine 10 olası değer hesaplanmıştır (Rutkowski, Gonzalez, Joncas ve Von Davier, 2010).

### **Verilerin Analizi**

Araştırmada verilerin analizine geçilmeden önce veri seti kayıp veri ve uçdeğer incelemeleri ile birlikte gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Araştırmanın amacı göz önünde bulundurulduğunda araştırma verilerinin hiyerarşik bir yapıda olduğu görülmektedir. Araştırmada öğrenci ve okul değişkenleri olmak üzere iki türden değişken bulunmaktadır. Okullar öğrencileri kapsamaktadır. Bununla birlikte her bir okula ait özelliği ve her bir öğrencinin özelliği kendi içerisinde değişebilmektedir. Fakat öğrenci kendi okulunun özelliklerinden de etkilenmektedir. Bu türlü hiyerarşik bir yapıda olan veri setleri için doğrusal regresyon analizi kullanılmaktaydı. Hiyerarşik verilerde doğrusal regresyon analizinin kullanılması durumunda ortak varyans ihmal edilmektedir. Bu nedenle doğrusal regresyon analizi aşamalı diğer bir ifadeyle hiyerarşik veri setlerinde yetersiz olarak görülmektedir. Aşamalı doğrusal modeller temelde regresyon analizine dayanan fakat her bir değişken düzeyini dikkate alarak gruplararası bağımsızlığı da dikkate alan bir istatistiksel yöntemdir. Bu nedenle regresyon analizine göre hatalı kestirim olasılıklarını en aza indirmesi nedeniyle çok düzeyli iç içe geçmiş modellerde aşamalı doğrusal modeller tercih edilmelidir (Osborne, 2000; Raudenbush ve Byrk, 2002).

Bu araştırmanın amaçları doğrultusunda her bir amaca yönelik farklı aşamalı modeller kullanılmıştır. Buna göre araştırmanın birinci alt amacı için öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarının okullara göre manidar bir farklılık gösterip göstermediğini test etmek üzere *Tesadüfi Etkili Tek Yönlü ANOVA* modeli kullanılmıştır. İkinci alt amaç doğrultusunda ise öğrencilerin fen okuryazarlığı performanslarını manidar bir şekilde yordayan Düzey-1 yani öğrenci düzeyi değişkenlerinin belirlenebilmesi için *Seçkisiz Katsayılı Regresyon Modeli* kullanılmıştır. Araştırmanın üçüncü alt amacı doğrultusunda ise öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarını manidar şekilde yordayan Düzey-2 yani okul düzeyindeki değişkenlerin belirlenebilmesi için *Ortalamaların Çıktı Olduğu Regresyon Modeli* kullanılmıştır. Araştırmanın dördüncü ve son alt amacı doğrultusunda ise "Öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarını manidar bir şekilde yordayan öğrenci düzeyi değişkenleri modele dahil edildiğinde öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarıyla ilişkili okul düzeyi değişkenleri nelerdir?" sorusunu yanıtlayabilmek için *Sabit ve Eğitim Katsayılarının Çıktı Olduğu Model* oluşturulmuştur. Birinci ve ikinci düzey değişkenleri modelde birlikte yer aldığından bu modele tam model (full model) adı da verilmektedir (Lee, 2000; Raudenbush ve Byrk, 2002). Araştırmanın her bir alt amacı için kurulan modeller Türkiye ve Singapur örneklemi için tekrar edilmiştir. Analiz sonuçları ilgili karşılaştırmaların daha iyi yapılabilmesi için bir arada verilmiştir.

İki Düzeyli Aşamalı Doğrusal Modellerin varsayımları; Düzey-1 için hataların normalliyi, her bir Düzey-1 birimi için Düzey-1 hataları, ortalaması sıfır olan normal dağılım gösterir, Düzey-1 değişkenleri Düzey-1 hatalarından bağımsızdır, Düzey-2 hataları ortalaması sıfır olan çoklu normallik gösterir. Düzey-2 yordayıcıları, Düzey-2 hatalarından bağımsızdır. Düzey-1 ve Düzey-2 hataları birbirinden bağımsızdır. Her bir düzey değişkenleri diğer düzeye ait seçkisiz etkilerle ilişki göstermez (Raudenbush ve Bryk, 2002). Analizlere geçilmeden önce her bir ülke veri seti için çoklu bağlantı ve yukarıda belirtilen varsayımlar her bir olası değer için test edilmiş ve varsayımların karşılandığı sonucuna ulaşılmıştır.

PISA 2015 uygulamasından önceki uygulamalarda (2012, 2009, 2006 gibi) beş olası değer yer alırken PISA 2015'te öğrencilerin fen okuryazarlığı düzeyleri 10 farklı olası değer (PV1Fen-PV10Fen) ile kestirilmektedir. HLM programında beş çıktı değişkeni, örneğin bu çalışma için fen okuryazarlığı

düzeyi olası değeri, eklenebilmektedir. Ancak PISA 2015 uygulamasında 10 farklı olası değer olması nedeniyle on değerın aynı anda analize dahil edilmesi mümkün olmamaktadır. Bu nedenle PISA teknik raporunda da önerildiği gibi bu araştırmada da tüm bu olası değerlerin her biri için ayrıca model kurularak elde edilen analiz sonuçlarının ortalamaları alınarak incelenmiştir (OECD, 2014). Sadece bir olası değer kullanılarak veya olası değerlerin ortalaması alınarak yapılan hesaplamalar, yansız tahminler üretmediği ve standart hata tahminlerinde de önemli yanlışlıklara sebep olduğundan önerilmemektedir (OECD, 2014; Rutkowski vd., 2010; Von Davier, Gonzalez ve Mislevy, 2009).

Analizlerde her bir düzey (Düzyey-1 ve Düzyey-2) içinde ve düzeyler arasındaki yüksek ilişkileri azaltmak amacıyla veriler üzerinde merkezileştirime yapılmaktadır (Raudenbush ve Bryk, 2002). Bu araştırmada ise analizler sırasında Düzyey-1 değişkenleri okul ortalaması (group mean), Düzyey-2 değişkenleri ise genel ortalama (grand mean) etrafından merkezlenmiştir (Garson, 2013).

Araştırma verilerinin düzenlenmesi ve verilere ait betimsel istatistiklerin elde edilmesiyle birlikte verilerin HLM 7.00 programına aktarılmasında SPSS 22 programı kullanılmıştır. Aşamalı modellerin kurulmasında ve analizinde HLM 7.00 programından yararlanılmıştır. İstatistiksel bulguların değerlendirilmesinde 0.05 manidarlık düzeyi dikkate alınmıştır.

## Bulgular ve Yorum

### *Türkiye ve Singapur için Fen Okuryazarlığı Puanları Bakımından Okullar Arası Farklılaşmanın Belirlenmesi*

PISA 2015 fen okuryazarlığı puanlarının Türkiye ve Singapur'da okullar arasında farklılaşp farklılaşmadığı, Aşamalı Doğrusal Modellerden Tesadüfi Katsayılı Tek Yönlü ANOVA modeli ile test edilmiştir. PISA 2015 uygulamasında her bir öğrenci için 10 olası puan hesaplanmıştır. Analizler her bir olası puan için tekrarlanmış ve elde edilen bulguların ortalaması alınmıştır. Bu doğrultuda aşağıda verilen model kurulmuştur;

Düzyey-1:

$$(Y_{ij} | O_{PV}) = \beta_{0j} + r_{ij}$$

Düzyey-2:

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

Birleştirilmiş model:

$$(Y_{ij} | O_{PV}) = \gamma_{00} + u_{0j} + r_{ij}$$

Bu modele göre j okulunda öğrenim gören i öğrencisinin fen okuryazarlığı puanı " $Y_{ij}$ " olarak adlandırılmaktadır. Bu araştırmada sonuç (bağımlı) değişkeni öğrenci fen okuryazarlığı puanı olarak tanımlanmıştır. " $\beta_{0j}$ " ise j okulunun ortalama fen okuryazarlığı puanını göstermektedir. Modelde yer alan " $r_{ij}$ " değeri ise j okulundaki i öğrencisine ait tesadüfi etki değerini belirtmektedir (Lin, Tzou, Shyu, Hung ve Huang, 2006). Düzyey-2 için kurulan modelde yer alan " $\gamma_{00}$ " değeri ise j tane okul için herbir okula ait fen okuryazarlığı ortalamalarının ortalaması olarak değerlendirilmektedir. " $u_{0j}$ " ise j. okula ait tesadüfi etkiyi göstermektedir (Anderson, 2012). Analiz sonuçlarına göre sabit etkilerin tahminine ilişkin bulgulara Tablo 6'da yer verilmiştir.

**Tablo 6.** Tesadüfi Etkili Tek Yönlü ANOVA Modeline Ait Sabit Etkilerin Tahmini

Ülke	Sabit Etki	Sabit	SH	t
Türkiye	Sabit $\beta_{0j}$ için, Ortalama Okul Ortalaması, $\gamma_{00}$	418.03	4.32	96.65*
Singapur	Sabit $\beta_{0j}$ için, Ortalama Okul Ortalaması, $\gamma_{00}$	556.15	4.67	118.99*

\*  $p < .05$

Tablo 6 incelendiğinde Türkiye ve Singapur için fen okuryazarlığı ortalaması bakımından okul ortalamaları arasındaki fark sıfırdan manidar düzeyde farklılık göstermektedir bir diğer ifadeyle analiz kapsamına dahil edilen okulların ortalamalarının birbirinden anlamlı bir şekilde farklılaştığı görülmektedir ( $t_{TR}=96.65$ ,  $p < .05$ ;  $t_{SGP}=118.99$ ,  $p < .05$ ). Bununla birlikte Türkiye örneklemini için fen

okuryazarlığı gerçek puanları %95 olasılıkla  $418.03 \pm 1.96.(4,32)$  aralığında bir diğer ifadeyle 426,50 ile 409,56 arasında değer almaktadır. Singapur örneklemini için gerçek puan aralığı ise  $556.15 \pm 1.96. (4,67)$  olarak belirlenmiş, buna göre gerçek puanlar %95 olasılıkla 565,30 ile 547.00 aralığında değişkenlik göstermektedir. Araştırmanın birinci alt amacı için kurulan modele ait varyans bileşenleri tahminine ilişkin analiz sonuçları Tablo 7'de ele alınmıştır.

**Tablo 7.** Tesadüfi Etkili Tek Yönlü ANOVA Modeline Ait Varyans Bileşenlerinin Tahmini

Ülke		Standart Sapma	Varyans bileşenleri	$\chi^2$	s.d.	Açıklanan yüzde
Türkiye	Okul Ortalaması, $u_{0j}$	55.53	3084.27	5336.89*	176	.52
	Düzyey-1 Etkisi, $r_{ij}$	53.58	2871.51			
Singapur	Okul Ortalaması, $u_{0j}$	57.41	3328.66	2734.69*	162	.34
	Düzyey-1 Etkisi, $r_{ij}$	80.49	6478.51			

\*  $p < .05$

Tablo 7 incelendiğinde Türkiye örneklemini için okulların fen okuryazarlığı okul ortalamaları arasındaki varyans 3084.27 olarak belirlenmiştir. Düzyey-1 için okul ortalaması çerçevesinde Türk öğrencilerin fen okuryazarlığı puanları varyansı 2871.51 olarak hesaplanmıştır. Türkiye'de fen okuryazarlığı bakımından okul ortalamaları  $418.03 \pm 1.96(3084.27)^{1/2}$  formülüne göre, %95 olasılıkla 309.18 ile 526.88 puan aralığında yer almaktadır. Belirlenen puan aralığı incelendiğinde Türkiye'de okullara ait fen okuryazarlığı düzeylerinin geniş bir aralıkta yer aldığı görülmektedir. Singapur örneklemini için okul ortalamaları arasındaki varyans 3328,66 olarak belirlenmiştir. Yine Düzyey-1 için okul ortalaması çerçevesinde Singapurlu öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarına ait varyans ise 6478.51 olarak elde edilmiştir. Okullara ait fen okuryazarlığı ortalama puanlarına ilişkin olası değer aralığı  $556.15 \pm 1.96(3328.66)^{1/2}$  formülü ile 669.23 ile 443.07 olarak belirlenmiştir. İki ülke için alt ve üst sınır farklı olsa da alt ve üst sınır değerleri arasındaki farkın birbirine yakın (Türkiye için 217.7 ve Singapur için 226.16) olduğu görülmektedir.

Her bir düzyeye ait model için hesaplanan varyans bileşeni ( $\tau_{00}$ ) kestirimlerinin karşılaştırılmasına dayanan açıklanan varyans oranı indeks değeri ile öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarındaki değişimin ne kadarının okullar arası farklılıktan kaynaklandığı belirlenebilmektedir (Hox, 1995). Aşağıda yer alan denklem ile her bir ülke örneklemini için açıklanan varyans oranı indeksi hesaplanmıştır.

$$\rho = \frac{\sigma_{u0}^2}{\sigma_{u0}^2 + \sigma_e^2}$$

Buna göre Tablo 7'de yer alan varyans değerleri dikkate alınarak her iki ülke için açıklanan varyans değerleri elde edilmiştir. Türkiye için PISA 2015 fen okuryazarlığı puanlarında gözlenen farklılıkların %52'lik ( $3084.27/3084.27+2871.51$ ) kısmı okullar arası ortalama fen okuryazarlığı puanlarındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Bir diğer ifadeyle Türk öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarında farklılıklar %52 olasılıkla okullara ait değişkenlerden, %48 olasılıkla öğrencilere ait değişkenlerden kaynaklanmaktadır. Fen okuryazarlığı puanları açısından okullar arasında meydana gelen bu farklılaşma tesadüfidir ( $\chi_{TR}^2=5336.891$ ,  $sd=176$ ,  $p < .05$ ).

Singapur için hesaplanan açıklanan varyans oranlarına göre ise PISA 2015 fen okuryazarlığı puanlarındaki farklılıkların yaklaşık %34'ünün ( $3328.66/3328.66+6478.51$ ) okullar arası ortalama fen okuryazarlığı puanlarından kaynaklandığı belirlenmiştir. Buna göre Singapur'lu öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarındaki farklılıkların %34'ü okul değişkenleri ile ilişkiliyken, %66'sı öğrenci değişkenleriyle ilişkilidir. Bu durum Türkiye için fen okuryazarlığı puanlarındaki farklılığın %52 ile daha çok okullar arası farklılıklardan kaynaklandığı sonucuyla karşılaştırıldığında Singapur için %34

ile daha düşük bir yüzde söz konusudur. Singapurlu öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarındaki bu farklılığın ise tesadüfi olduğu belirlenmiştir ( $\chi^2_{SGP}=2734.689$ ,  $sd=162$ ,  $p<.05$ ).

### *Türkiye ve Singapur için Fen Okuryazarlığı Puanları ile İlişkili Öğrenci Değişkenlerinin İncelenmesi*

Araştırmada birinci düzey olarak belirlenen öğrenci değişkenlerinin modele dahil edilmesiyle elde edilen ve okul içi değişkenlere göre kurulan Rastlantısal Katsayı Modeli ile fene ilişkin öğrenci değişkenlerinin, fen okuryazarlığının manidar bir yordayıcısı olup olmadığı incelenmiştir (Raudenbush ve Bryk, 2002). Birinci düzey değişkenleri ile kurulan bu model basit doğrusal regresyon modeli olarak düşünülmektedir (Atar, 2010). Buna göre Fen Özyeterliği, Fen Konularına İlgisi, Fenden Keyif Alma, Fen Dersinde Öğretmen Desteği, Araştırmaya Dayalı Fen Öğretimi ve Öğrenme Uygulamaları, Fen Dersinde Disiplinli İklimi, Öğretmen Odaklı Fen Öğretimi değişkenleri Düzey-1 değişkenleri olarak modelde dahil edilmiştir. Buna göre kurulan model aşağıda yer almaktadır:

Düzey-1:

$$(Y_{ij}|OPV) = \beta_{0j} + \beta_{1j}(\text{Fen Özyeterliği}) + \beta_{2j}(\text{Fen Konularına İlgisi}) + \beta_{3j}(\text{Fen Dersinde Öğretmen Desteği}) + \beta_{4j}(\text{Fenden Keyif Alma}) + \beta_{5j}(\text{Araştırmaya Dayalı Fen Öğretimi ve Öğrenme Uygulamaları}) + \beta_{6j}(\text{Fen Dersinde Disiplin İklimi}) + \beta_{7j}(\text{Öğretmen Odaklı Fen Öğretimi}) + r_{ij}$$

Düzey-2:

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

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

.

.

$$\beta_{6j} = \gamma_{70} + u_{7j}$$

Birleştirilmiş model:

$$(Y_{ij}|OPV) = \gamma_{00} + u_{0j} + (\gamma_{10} + u_{1j}) * (\text{Fen Özyeterliği}) + (\gamma_{20} + u_{2j}) * (\text{Fen Konularına İlgisi}) + (\gamma_{30} + u_{3j}) * (\text{Fen Dersinde Öğretmen Desteği}) + (\gamma_{40} + u_{4j}) * (\text{Fenden Keyif Alma}) + (\gamma_{50} + u_{5j}) * (\text{Araştırmaya Dayalı Fen Öğretimi ve Öğrenme Uygulamaları}) + (\gamma_{60} + u_{6j}) * (\text{Fen Dersinde Disiplin İklimi}) + (\gamma_{70} + u_{7j}) * (\text{Öğretmen Odaklı Fen Öğretimi}) + r_{ij}$$

Düzey-1 değişkenlerinin dahil edilmesiyle kurulan modelin anlamlılığını incelemek amacıyla Sapma (Deviance) değerinin anlamlılığının testine dayanan yöntem kullanılmıştır (Garson, 2013). Buna göre Düzey-1 modelinin hem Türkiye hem de Singapur örneklemi için istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ( $\chi^2_{TR}=765.178$ ,  $p<0.05$ ;  $\chi^2_{SGP}=270.401$ ,  $p<0.05$ ). Tablo 8'de Türkiye ve Singapur örneklemi için fene ilişkin öğrenci değişkenlerinin fen okuryazarlığının anlamlı bir yordayıcısı olup olmadığını belirlemek üzere yapılan analiz sonuçları yer almaktadır.

**Tablo 8.** Singapur ve Türkiye Örneklemi için Birinci Düzeyde Rastlantısal Katsayı Modeline İlişkin Sabit Etkilerin Tahmini

	Sabit Etkiler	Katsayılar	Standart Hata	t-oranı	s.d.
	Genel Başarı Ortalaması, $\gamma_{00}$	417.88	4.33	96.54*	
	Fen Özyeterliği, $\gamma_{10}$	-0.72	.17	-4.13*	
	Fen Konularına İlgisi, $\gamma_{20}$	0.65	.22	2.99*	
Türkiye	Fen Dersinde Öğretmen Desteği, $\gamma_{30}$	1.55	.23	6.74*	
	Fenden Keyif Alma, $\gamma_{40}$	-0.77	.25	-3.06*	176
	Araştırmaya Dayalı Fen Öğretimi ve Öğrenme Uygulamaları, $\gamma_{50}$	1.52	.15	10.43*	
	Fen Dersinde Disiplin İklimi, $\gamma_{60}$	0.38	.25	1.42	
	Öğretmen Odaklı Fen Öğretimi, $\gamma_{70}$	1.02	.29	3.52*	



**Tablo 8.** Devamı

	Sabit Etkiler	Katsayılar	Standart Hata	t-oranı	s.d.
Singapur	Genel Başarı Ortalaması, $\gamma_{00}$	556.20	4.68	118.76*	
	Fen Özyeterliliği, $\gamma_{10}$	-2.35	.27	-8.76*	
	Fen Konularına İlgisi, $\gamma_{20}$	1.18	.38	3.15*	
	Fen Dersinde Öğretmen Desteği, $\gamma_{30}$	4.78	.43	11.16*	
	Fenden Keyif Alma, $\gamma_{40}$	-0.28	.42	-1.05	162
	Araştırmaya Dayalı Fen Öğretimi ve Öğrenme Uygulamaları, $\gamma_{50}$	2.00	.28	7.24*	
	Fen Dersinde Disiplin İklimi, $\gamma_{60}$	4.72	.38	12.46*	
	Öğretmen Odaklı Fen Öğretimi, $\gamma_{70}$	1.24	.50	2.49*	

\*p&lt;.05

Tablo 8 incelendiğinde, fen özyeterliliği, fen konularına ilgi, fen dersinde öğretmen desteği, araştırmaya dayalı fen öğretimi ve öğrenme uygulamaları, öğretmen odaklı fen öğretimi değişkenleri her iki ülke için fen okuryazarlığının manidar bir yordayıcısı olarak belirlenmiştir (p<.05). Buna göre öğrencilerin fen özyeterlilik düzeylerindeki bir birimlik artış fen okuryazarlığı puanlarında Türkiye için 0.72, Singapur için 2.35 puanlık bir düşüşe sebep olmuştur. Fen konularına olan ilgi düzeylerindeki bir birimlik artış ise fen okuryazarlığı puanlarında Türkiye için 0.65, Singapur için 1.18 puanlık artışa neden olmaktadır. Fen dersinde öğretmen desteği değişkenindeki bir birimlik artış ise fen okuryazarlığı puanlarında Türkiye için 1.55, Singapur için 4.78 puanlık artışa neden olmuştur. Fen dersinde öğretmen desteğinin Singapurlu öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarında Türk öğrencilere göre çok daha etkili olduğu görülmektedir. Araştırmaya dayalı fen öğretimi ve öğrenme uygulamaları değişkenindeki bir birimlik artış ise öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarında Türk öğrenciler için 1.52, Singapurlu öğrenciler için 2,00 puanlık artışa sebep olduğu görülmektedir. Öğretmen odaklı fen öğretimi değişkenindeki bir birimlik artış ise Türk öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarında 1.02, Singapurlu öğrencilerin için fen okuryazarlığı puanlarında 1.24 puanlık artışa neden olmaktadır.

Singapurlu öğrencilerden farklı olarak Türk öğrenciler için fenden keyif alma değişkeni fen okuryazarlığı puanlarının anlamlı bir yordayıcısı olarak belirlenmiştir (t=-3.06, p<.05). Türk öğrencilerin fenden keyif alma puanlarındaki bir birimlik artış fen okuryazarlığı puanlarında 0.77 puanlık düşüşe sebep olduğu görülmektedir. Singapur için fenden keyif alma değişkeninden alınan puanlardaki bir birimlik artış ise fen okuryazarlığı puanlarında 0.28 puanlık düşüşe neden olmaktadır. Ancak fenden keyif alma değişkeninin Singapur örneklemini için fen okuryazarlığının anlamlı bir yordayıcısı olmadığı belirlenmiştir (t=-1.05, p>.05). Her iki ülke için fenden keyif alma ile fen okuryazarlığı puanları arasındaki negatif ilişki ve Türkiye için bu ilişkinin manidar olması oldukça dikkat çekicidir.

Singapur örneklemini için de Türkiye örnekleminde farklı olarak, fen dersinde disiplin iklimi değişkeni fen okuryazarlığını anlamlı bir şekilde yordamaktadır (t=-12.46, p<.05). Fen Dersinde Disiplin İklimi değişkenindeki bir birimlik artış Singapur örneklemini için fen okuryazarlığı puanlarında 4,72 puanlık artışa neden olmaktadır. Buna göre disiplin iklimi değişkeninin Singapurlu öğrencilerin fen okuryazarlığı üzerinde öğretmen desteğinden sonra en etkili değişken olduğu söylenebilir. Bununla birlikte fen dersinde disiplin iklimi değişkeni Türk öğrenciler için fen okuryazarlığının anlamlı bir şekilde yordamamaktadır (t=1.42, p>.05). Öğrencilerin fen okuryazarlığı performanslarını yordayan öğrenci düzeyinde değişkenler için kurulan modele ilişkin varyans bileşenlerinin tahinlerine ilişkin bulgular Tablo 9'da ele alınmıştır.

**Tablo 9.** Birinci Düzey Rastlantısal Katsayı Modeline İlişkin Varyans Bileşenlerinin Tahmini

	Tesadüfi Etkiler	Standart Sapma	Varyans Bileşenleri	sd	$\chi^2$
Türkiye	Okul Ortalaması, $u_{0j}$	55.72	3104.77	152	5612.26*
	Düzey-1 Etkisi, $r_{ij}$	51.39	2641.36		
Singapur	Okul Ortalaması, $u_{0j}$	58.13	3379.77	160	3289.08*
	Düzey-1 Etkisi, $r_{ij}$	73.21	5359.84		

\* p&lt;.05

Tablo 9'da her iki ülke için modele Düzey-1 değişkenlerinin eklenmesi sonucu fen okuryazarlığı puanlarının varyansı ve okul düzeyi bakımından varyansın seçkisiz etkisinin manidarlığı testine ilişkin bulgular yer almaktadır. Buna göre Türkiye örneklemini için öğrenci düzeyi değişkenlerinin modele eklenmesi sonucu fen okuryazarlığı puanlarının varyansı 3104.77 olarak hesaplanmıştır. Bununla birlikte öğrenci düzeyinde yer alan değişkenlerin modele eklenmesiyle fen okuryazarlığı puanlarındaki değişimin yaklaşık %54.03'ünün (3104.77/3104.77+2641.36) okullar arası farklılıklardan kaynaklandığı yorumu yapılabilir. Buna göre Düzey-1 (öğrenci) değişkenlerinin modele dahil edilmesiyle öğrencilerin fen okuryazarlığı performanslarına ilişkin açıklanan varyans miktarında yaklaşık %2'lik bir artış gözlenmiştir. Türk öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarındaki %54'lük bu farklılaşmanın ise tesadüfi olduğu belirlenmiştir ( $\chi^2_{TR}=3289.08$ ,  $sd=160$ ,  $p<.05$ ).

Singapur için öğrenci düzeyi değişkenleri modele eklendiğinde öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarındaki varyans ise 3379.77 olarak belirlenmiştir. Aynı zamanda ilgili model fen okuryazarlığı puanlarındaki değişimin yaklaşık %38,67'si (3379.77/3379.77+5359.83) okullar arası farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte öğrenci düzeyi değişkenlerinin modele dahil edilmesiyle öğrencilerin fen okuryazarlığı performanslarına ait açıklanan varyans miktarında yaklaşık %5'lik bir artış gözlenmiştir. Öğrenci düzeyi değişkenleri modele eklendiğinde fen okuryazarlığı puanlarındaki yaklaşık %39'lük bu farklılaşma ise tesadüfidir ( $\chi^2_{SGP}=5612.26$ ,  $sd=152$ ,  $p<.05$ ).

#### ***Türkiye ve Singapur için Fen Okuryazarlığı Puanları ile İlişkili Okul Değişkenlerinin İncelenmesi***

Araştırmanın üçüncü alt amacı doğrultusunda Türkiye ve Singapur'da PISA 2015 uygulamasına katılan okulların ortalama fen okuryazarlığı puanlarını yordayan ve okullar arası farklılaşmaya neden olan fene ilişkin okul değişkenlerini belirlemek için kurulan model ve elde edilen analiz sonuçlarına bu başlık altında yer verilmiştir. Araştırma kapsamında uygulamada ele alınan fene ilişkin okul değişkenleri "Okuldaki Fen Öğretmeni Oranı" ve "4 yıl ve üzeri eğitimli/toplam fen öğretmeni oranı" değişkenleridir.

Düzey-1:

$$(Y_{ij} | OPV) = \beta_{0j} + r_{ij}$$

Düzey-2:

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01} (\text{Fen Öğretmeni Oranı}) + \gamma_{01} (4 \text{ Yıl ve Üzeri Eğitimli/Toplam Fen Öğretmeni Oranı}) + u_{0j}$$

Birleştirilmiş model:

$$(Y_{ij} | OPV) = \gamma_{00} + \gamma_{01} (\text{Fen Öğretmeni Oranı}) + \gamma_{01} (4 \text{ Yıl ve Üzeri Eğitimli/Toplam Fen Öğretmeni Oranı}) + u_{0j} + r_{ij}$$

Yukarıda verilen okul düzeyine ilişkin kurulan modelden elde edilen analiz sonuçları Tablo 10'da yer almaktadır.

**Tablo 10.** İkinci Düzeyde Rastlantısal Katsayı Modeline İlişkin Sabit Etkilerin Tahmini

	Sabit Etkiler	Katsayılar	Standart Hata	t	s.d.
Türkiye	Genel Başarı Ortalaması, $\gamma_{00}$	418.08	4.03	103.64*	174
	Fen Öğretmeni Oranı, $\gamma_{01}$	345.27	66.79	5.17*	
	4 Yıl ve Üzeri Eğitimli/Toplam Fen Öğretmeni Oranı, $\gamma_{02}$	493.15	10.01	0,49	
Singapur	Genel Başarı Ortalaması, $\gamma_{00}$	555.90	4,43	125,46*	160
	Fen Öğretmeni Oranı, $\gamma_{01}$	432.36	93.28	4.64*	
	4 Yıl ve Üzeri Eğitimli/Toplam Fen Öğretmeni Oranı, $\gamma_{02}$	156.18	24.16	0.65	

\*p&lt;.05

Tablo 10 incelendiğinde hem Türkiye hem de Singapur örneklemini için okul düzeyi değişkenlerinden fen öğretmeni oranının fen okuryazarlığını anlamlı bir şekilde yordadığı belirlenmiştir ( $t_{TR}=5.17$ ,  $p<.05$ ;  $t_{SGP}=4.64$ ,  $p<.05$ ). Okuldaki fen öğretmeni oranındaki %1 birimlik artış öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarında Türkiye için 3.45, Singapur için 5.56 puanlık bir artışa sebep olmaktadır. Bununla birlikte yine her iki ülke için, 4 yıl ve üzeri eğitimli/toplam fen öğretmeni oranı değişkeninin ise fen okuryazarlığının anlamlı bir yordayıcısı olmadığı belirlenmiştir ( $t_{TR}=0,49$ ,  $p>.05$ ;  $t_{SGP}=0,65$ ,  $p>.05$ ).

**Tablo 11.** İkinci Düzey Rastlantısal Katsayı Modeline İlişkin Varyans Bileşenlerinin Tahmini

	Tesadüfi Etkiler	Standart Sapma	Varyans Bileşenleri	s.d.	$\chi^2$
Türkiye	Okul Ortalaması, $u_{0j}$	51.56	2658.88	174	4430.63*
	Düzyey-1 Etkisi, $r_{ij}$	53.59	2872.06		
Singapur	Okul Ortalaması, $u_{0j}$	54.47	2967.72	160	2421.87*
	Düzyey-1 Etkisi, $r_{ij}$	80.48	6476.77		

\*p&lt;.05

Tablo 11 incelendiğinde Türkiye örnekleminde yer alan öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarının varyansı, modele Düzey-2 değişkenlerinin eklenmesi ile 2658,880 olarak hesaplanmıştır. Okul düzeyi değişkenlerinin modele dahil edilmesiyle fen okuryazarlığı puanlarındaki açıklanan varyans miktarının yaklaşık %48.08'e [ $2658.88/(2658.88+2872.06)$ ] düştüğü belirlenmiştir. Buna göre okul düzeyi değişkenleri modele eklendiğinde öğrencilerin fen okuryazarlığı performanslarına ilişkin açıklanan varyansta yaklaşık %4'lük bir düşüş belirlenmiştir. Fen okuryazarlığı puanlarındaki farklılaşma %48 oranında okullararası değişkenlerden kaynaklanmaktadır ve okullar arasında ortaya çıkan bu farklılaşma ise tesadüfidir ( $\chi^2_{TR}=4430.63$ ,  $sd=174$ ,  $p<.05$ ).

Tablo 11 incelendiğinde Singapur örneklemini için öğrencilerin fen okuryazarlığı puanları varyansının Düzey-2 değişkenleri modele dahil edildiğinde 2967.716 olarak kestirilmiştir. Bununla birlikte aynı model için öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarındaki değişimin açıklanan varyansı %31.42 [ $2967.716/(2967.716+6476.766)$ ] olarak hesaplanmıştır. Bir diğer ifadeyle okul değişkenleri modele eklendiğinde öğrencilerin fen okuryazarlığı performanslarına ilişkin açıklanan varyans düzeyinde yaklaşık %3 değerinde düşüş olduğu görülmektedir. Fen okuryazarlığı puanlarındaki %31'lik bu farklılaşmanın tesadüfi olduğu belirlenmiştir ( $\chi^2_{SGP}=2421.87$ ,  $sd=160$ ,  $p<.05$ ).

#### **PISA 2015 Uygulaması Türkiye ve Singapur için Fen Okuryazarlığı Puanları ile İlişkili Okul ve Öğrenci Değişkenlerinin Birlikte İncelenmesi**

Araştırmanın dördüncü alt amacı doğrultusunda öğrenci ve okul düzeyinde fen okuryazarlığını anlamlı bir şekilde yordayan değişkenlerin birlikte analize dahil edilmesi sonucu Kesişim ve Eğimlerin Bağımlı Değişken olduğu model kurulmuştur (Raudenbush ve Byrk, 2002). Türkiye örneklemini için kurulan model;

Düzyey-1:

$$(Y_{ij}|O_{PV}) = \beta_{0j} + \beta_{1j} (\text{Fen Özyeterliği}) + \beta_{2j} (\text{Fen Konularına İlgisi}) + \beta_{3j} (\text{Fen Dersinde Öğretmen Desteği}) + \beta_{4j} (\text{Fenden Keyif Alma}) + \beta_{5j} (\text{Araştırmaya Dayalı Fen Öğretimi ve Öğrenme Uygulamaları}) + r_{ij}$$

Düzyey-2:

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01} (\text{Fen Öğretmeni Oranı}) + u_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11} (\text{Fen Öğretmeni Oranı})u_{1j}$$

.

.

$$\beta_{6j} = \gamma_{50} + \gamma_{51} (\text{Fen Öğretmeni Oranı}) + u_{5j}$$

Singapur örneklemini için kurulan model ise;

Düzyey-1:

$$(Y_{ij}|O_{PV}) = \beta_{0j} + \beta_{1j} (\text{Fen Özyeterliği}) + \beta_{2j} (\text{Fen Konularına İlgisi}) + \beta_{3j} (\text{Fen Dersinde Öğretmen Desteği}) + \beta_{4j} (\text{Araştırmaya Dayalı Fen Öğretimi ve Öğrenme Uygulamaları}) + \beta_{5j} (\text{Fen Dersinde Disiplin İklimi}) + \beta_{6j} (\text{Öğretmen Odaklı Fen Öğretimi}) + r_{ij}$$

Düzyey-2:

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01} (\text{Fen Öğretmeni Oranı}) + u_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11} (\text{Fen Öğretmeni Oranı})u_{1j}$$

.

.

$$\beta_{6j} = \gamma_{60} + \gamma_{61} (\text{Fen Öğretmeni Oranı}) + u_{6j}$$

Her iki grup için kurulan Düzyey-1 modeli farklılık gösterirken, Düzyey-2 modeli aynıdır. Bu modellere ilişkin sabit etkilerin tahminine ilişkin yapılan analiz sonuçlarına Tablo 12'de yer verilmiştir

**Tablo 12.** Tam Modele İlişkin Sabit Etkilerin Tahmini

	Sabit Etkiler	Katsayılar	Standart Hata	t	s.d.
Türkiye	Genel Başarı Ortalaması, $\gamma_{00}$	417.93	4.03	103.73*	175
	Fen Öğretmeni Oranı, $\gamma_{01}$	346.07	66.69	5.19*	175
	Fen Özyeterliği, $\gamma_{10}$	-0.72	0.18	-4.13*	175
	Fen Konularına İlgisi, $\gamma_{20}$	0.66	0.22	3.03*	175
	Fen Dersinde Öğretmen Desteği, $\gamma_{30}$	1.57	0.23	6.83*	175
	Fenden Keyif Alma, $\gamma_{40}$	-0.80	0.25	-3.18*	175
	Araştırmaya Dayalı Fen Öğretimi ve Öğrenme Uygulamaları, $\gamma_{50}$	1.52	0.15	10.39*	175
	Öğretmen Odaklı Fen Öğretimi, $\gamma_{60}$	1.08	0.29	3.72*	175
Singapur	Genel Başarı Ortalaması, $\gamma_{00}$	555.80	4.43	125.60*	161
	Fen Öğretmeni Oranı, $\gamma_{01}$	428.19	91.01	4.70*	161
	Fen Özyeterliği, $\gamma_{10}$	-2.35	0.27	-8.76*	162
	Fen Konularına İlgisi, $\gamma_{20}$	1.17	0.38	3.12*	162
	Fen Dersinde Öğretmen Desteği, $\gamma_{30}$	4.83	0.43	11.35*	162
	Araştırmaya Dayalı Fen Öğretimi ve Öğrenme Uygulamaları, $\gamma_{40}$	1.96	0.26	7.42*	162
	Fen Dersinde Disiplin İklimi, $\gamma_{50}$	4.74	0.38	12.58*	162
	Öğretmen Odaklı Fen Öğretimi, $\gamma_{60}$	1.35	0.46	2.96*	162

\*p<.05



Tablo 12'de yer alan tam modele ait sabit etkilerin tahminine ilişkin fen okuryazarlığının anlamlı bir yordayıcısı olan birinci ve ikinci düzey değişkenlerinin tamamı analize dahil edilmiştir. Buna göre fen öğretmeni oranı değişkeni okul düzeyinde hem Türkiye hem de Singapur örneklemi için fen okuryazarlığının anlamlı bir yordayıcısı olarak belirlenmiştir ( $t_{TR}=5.19, p<.05$ ;  $t_{SGP}=4.71, p<.05$ ). Analiz sonuçları öğrenci değişkenleri açısından incelendiğinde Türkiye için Fen Özyeterliği, Fen Konularına İlgisi, Fenden Keyif Alma, Fen Dersinde Öğretmen Desteği, Araştırmaya Dayalı Fen Öğretimi ve Öğrenme Uygulamaları, Öğretmen Odaklı Fen Öğretimi değişkenlerinin öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarının anlamlı bir yordayıcısı olduğu görülmektedir ( $p<.05$ ). Singapur için öğrenci düzeyi değişkenlerinden Fen Özyeterliği, Fen Konularına İlgisi, Fen Dersinde Öğretmen Desteği, Araştırmaya Dayalı Fen Öğretimi ve Öğrenme Uygulamaları, Fen Dersinde Disiplin İklimi, Öğretmen Odaklı Fen Öğretimi değişkenleri öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarının anlamlı bir şekilde yordamaktadır ( $p<.05$ ). Tam model için varyans bileşenlerinin tahminine ilişkin yapılan analiz sonuçlarına Tablo 13'te yer verilmiştir.

**Tablo 13.** Tam Modele İlişkin Varyans Bileşenlerinin Tahmini

	Tesadüfi Etkiler	Standart Sapma	Varyans Bileşenleri	s.d.	$\chi^2$
Türkiye	Okul Ortalaması, $u_{0j}$	51.63	2666.27	152	4666.13*
	Düzyey-1 Etkisi, $r_{ij}$	51.53	2655.97		
Singapur	Okul Ortalaması, $u_{0j}$	54.75	2997.86	159	2907.21*
	Düzyey-1 Etkisi, $r_{ij}$	73.46	5396.47		

\* $p<.05$

Türkiye örneklemini için tam modele göre okulların fen okuryazarlığı puanlarının varyansının 2666.27 olarak kestirildiği Tablo 13'te görülmektedir. Öğrenci ve okul değişkenlerinin modele dahil edilmesiyle elde edilen full modele göre fen okuryazarlığı puanları arasındaki farklılık yaklaşık %50 [ $2666.27/(2666.27+2655.97)$ ] olarak hesaplanmıştır. Buna göre her iki düzey değişkenlerinin modele dahil edilmesi sonucu açıklanan varyans değerinde yaklaşık %2'lik bir düşüş görülmektedir.

Singapur örneklemini için Tablo 13'te yer alan tam modele ilişkin analiz sonuçlarından elde edilen bulgular doğrultusunda fen okuryazarlığı puanlarındaki varyansın 2997.86 olarak kestirildiği görülmektedir. Birinci ve ikinci düzey değişkenlerinin modele eklenmesiyle fen okuryazarlığı puanlarının açıklanan varyansı yaklaşık %36 [ $2997.86/(2997.86+5396.47)$ ] olarak hesaplanmıştır. Buna göre Singapurlu öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarının açıklanan varyans oranında %2'lik bir düşüş olduğu söylenebilir.

### Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Ülkelerin eğitim sistemlerine ilişkin çok önemli çıktılar sunan uluslararası eğitim araştırmalarından elde edilen veriler ve sonuçları ülkelerin eğitim reformlarına yön vermesi anlamında oldukça önemli görülmektedir (Ercikan vd., 2015; McGraw, 2008; Niemann vd., 2017; Sjøberg, 2015). Elde edilen sonuçlar sadece ülkelerin diğer ülkeler arasında yerini görmek değil başarılı ülkelerin eğitim sistemlerinin diğer ülkelere örnek oluşturabilmesi noktasında da anlamlıdır. Buna göre bu türlü eğitim araştırmaları üzerinden elde edilen verilere dayanan araştırmalara ihtiyaç vardır. PISA ise en büyük eğitim araştırmalarından biri olarak görülmektedir. PISA uygulamasında öğrencilere fen ve matematik okuryazarlığı ile birlikte okuma becerileri alanlarında testler uygulanırken, öğrenci, okul, öğretmen ve veli anketleriyle bu testler desteklenmektedir. Üç yılda bir gerçekleştirilen PISA'nın 2015 uygulamasında odak alan fen okuryazarlığıdır. Ancak daha önce de belirtildiği gibi sadece bilişsel değil duyuşsal özelliklere ilişkin veriler de elde edilmektedir. Böylece öğrenci performansını her yönüyle değerlendirebilmek mümkün olmaktadır. Elde edilen veriler incelendiğinde ise verilerin ülke, okul, sınıf, öğrenci vb. bakımından hiyerarşik bir yapı gösterdiği görülmektedir.

Bu araştırma ile Türkiye ve Singapur örneklerinde öğrenci ve okul düzeyinde OECD tarafından önemli görülen ve araştırmaya dâhil edilen doğrudan fene yönelik değişkenlerden fen okuryazarlığı performansını yordayan değişkenlerin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre her iki ülke için elde edilen sonuçlar araştırmanın alt amaçları doğrultusunda ele alınmıştır.

“Öğrencilerin fen okuryazarlığı puanları bakımından okullar arasında manidar bir farklılık var mıdır?” sorusuna ilişkin olarak her iki ülke için fen okuryazarlığı bakımından okullar arası manidar bir farklılık bulunmuştur. Türkiye’de okullar arası fen okuryazarlığı puanlarındaki farklılığın, Singapur örneğine göre oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Türkiye örneği için Acar ve Öğretmen (2012) PISA 2006 uygulamasına göre öğrencilerin Fen Bilimleri performanslarının öğrenim gördükleri okullara göre farklılaştığını belirtmektedir. Singapur’da okullar arası farklılıkların daha az görülmesinin nedenleri arasında ülkede bütüncül bir eğitim anlayışının benimsenmesi, ortaöğretimde okul türünün Türkiye’ye göre çok daha az sayıda olması durumları gösterilebilir.

Öğrencilerin fen okuryazarlığı puanları ile manidar ilişki gösteren öğrenci düzeyindeki değişkenlerin neler olduğunun belirlenmesi amacıyla elde edilen bulgulara göre Türkiye için fen dersinde disiplin iklimi, Singapur için fenden keyif alma değişkeninin fen okuryazarlığının anlamlı bir yordayıcısı olmadığı sonucu elde edilmiştir. Bunların dışında Fene Yönelik İlgi, Araştırmaya Dayalı Fen Öğretimi ve Öğrenme Uygulamaları, Fen Dersinde Öğretmen Desteği, Fen Özyeterliliği, Öğretmen Odaklı Fen Öğretimi değişkenleri ise her iki ülke için de fen okuryazarlığının anlamlı bir yordayıcısı olarak belirlenmiştir.

Fen okuryazarlığının birer yordayıcısı olarak görülen değişkenlere ilişkin literatürde yer alan çalışmalar ayrıca ele alınarak elde edilen bulguların literatürdeki yeri tartışılmıştır. Fene yönelik ilgi değişkeni ile fen okuryazarlığı arasındaki ilişkinin incelendiği araştırmalarda iki değişken arasındaki ilişkinin pozitif olduğu belirlenen çalışmalarla birlikte (Baumert ve Köller, 1998; Osborne vd., 2003), Albayrak (2009) PISA 2006 uygulaması üzerinde yaptığı çalışmada iki değişken arasında negatif bir ilişki olduğunu belirtmektedir. Fen öğretiminin amaçlarından biri de öğrencilerin fene yönelik ilgilerini arttırmaktır (Lind, 2005). Bu amaç Türkiye Milli Eğitim Bakanlığı Fen ve Teknoloji dersi müfredatında da benzer şekilde yer almaktadır (MEB, 2005). İlgi öğrenme ve öğretme için öğrencilerde motivasyon sağlayıcı bir ön koşul olarak görülmektedir (Hidi, Renninger ve Krapp, 2004). Bu araştırmada da her iki ülke için fene yönelik ilgi ile fen okuryazarlığı arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Belirlenen bu ilişki fen öğretiminde fene yönelik ilginin artırılması amacının yer alması ile açıklanabilir.

Fen okuryazarlığının temel bileşeni olarak görülen bilimsel araştırmalara dayalı fen öğretiminin, fen okuryazarlığı performansını arttırdığı bulgusu ise literatürde birçok araştırma ile ortaya konulmaktadır (Anagün, 2011; Blanchard vd., 2010; Chiang vd., 2014; Furtak vd., 2012; Lee vd., 2005; Lynch vd., 2005; Minner vd., 2010; Tal vd., 2006; Wolf ve Fraser, 2008). Fen öğretiminin amaçlarından bir diğeri ise yapılandırmacı yaklaşım doğrultusunda araştırmacı ve sorgulayıcı bireyler yetiştirmektir (Lind, 2005; MEB, 2005). Buna göre fen öğretimi, araştırmaya dayanan ilgili amaç doğrultusunda yürütülmektedir. Böylece sürecin önemli bir amacı olan araştırmaya dayalı öğretim hem fen başarısını (Akpullukçu, 2011; Sakar, 2010) hem de fen okuryazarlığını arttırmaktadır.

Bu çalışma ile her iki ülke örneği için de fen özyeterliliği değişkeninin fen okuryazarlığının anlamlı bir yordayıcısı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Literatür incelendiğinde benzer ilişkinin birçok çalışmayla da ortaya konulduğu görülmektedir (Albayrak, 2009; Anderman ve Young, 1994; Britner ve Pajares, 2006; Çalışkan, 2008; Kartal Kula ve Kutlu, 2017; Lau ve Roeser, 2002; Pajares, 1996; Palmer, 2006; Usta, 2009). Bu durum özyeterliliğin eğitimde öğrenci performansını yordayan en önemli hatta diğer tüm değişkenlere göre çok daha yüksek bir yordayıcılığa sahip olarak görülmesi ile ilişkilendirilebilir.

Her iki ülke için anlamlı bir yordayıcı olduğu belirlenen bir diğer değişken ise Fen Dersinde Öğretmen Desteği değişkenidir. Öğretmen desteği ile akademik başarı arasındaki pozitif ilişkinin yanında bu değişkenin akademik başarıyı arttıran diğer değişkenler üzerinde de olumlu etkilerinin olduğu görülmektedir. Örneğin artan öğretmen desteği ilgi, motivasyon, içsel çaba gibi değişkenlere de

olumlu katkı sağlamaktadır. Bu bulguyu destekleyen çalışmalara literatürde de sıklıkla rastlanmaktadır (Cornelius-White, 2007; Den Brok vd., 2005; Dietrich vd., 2015; Furrer ve Skinner, 2003; Hattie, 2008; Ladd ve Burgess, 2001; Murray, 2009; Roorda vd., 2011; Wentzel vd., 2010). PISA uygulamasına dâhil edilen öğretmen odaklı fen öğretimi, araştırmaya dayalı öğretimin aksine öğrencinin daha pasif olduğu bir öğretim sürecine odaklanmaktadır. Bunun yanı sıra bu araştırmaların sonuçlarına benzer olarak öğretmen odaklı öğretim ile öğrenci performansı arasında pozitif bir ilişkinin varlığı yapılan araştırmalar ile ortaya konulmaktadır (Schroeder vd., 2007; Wise, 1996; Yayan ve Berberoğlu, 2004). Öğretmen odaklı öğretim ile öğretmenin yalnızca ders anlatan konumunda olduğu değil öğrencileri ile etkileşim içinde, öğrenci öğrenmelerinde gereken desteği sağlayan bir odaktan söz edilmektedir. Bununla birlikte öğrencilerin, öğretmen odaklı öğretime çok daha alışkın olmaları, bu türlü öğretimde kendilerini daha rahat hissetmelerine neden olmaktadır. Öğrenci odaklı öğretim ile öğrencilerin başarısızlık algısı arasındaki pozitif ilişkinin belirlendiği bir çalışmayla birlikte (Ceylan ve Berberoğlu, 2007), yine odak noktasının öğrenci olduğu öğretim ile fen performansı arasındaki negatif ilişki de dikkat çeken bir diğer bulgudur (Aypay vd., 2007; Kalender ve Berberoğlu, 2008). Bu bulgularla birlikte öğretmen odaklı öğretimin fen öğretiminde daha etkili olduğu bulgusu desteklenmektedir. Öğrencilerin, öğrenci odaklı fen öğretiminden, hem duyuşsal hem de performans bakımından olumsuz etkilendiği söylenebilir.

Singapur ve Türkiye örneklerinde fen okuryazarlığını yordama durumları bakımından farklılık gösteren değişkenlerden biri fenden keyif alma değişkenidir. İlgili değişkene ilişkin literatürde yer alan bulgular incelendiğinde fen okuryazarlığı ile arasında pozitif ilişkinin varlığı birçok ülke örneklemini üzerinde yapılan araştırmalarla ortaya konulmaktadır (Grabau ve Ma, 2017; Areepattamannil ve Kaur, 2013; Lavonen ve Laaksonen, 2009; Lam ve Lau, 2014; Ng vd., 2012; Tighezza, 2014; Jen vd., 2013; Tsai ve Yang, 2015). Ancak iki değişken arasındaki ilişkinin özellikle Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkelerinde negatif olarak belirlendiği görülmektedir (Bouhlila, 2011). Buna göre fenden keyif alma değişkeni ile fen okuryazarlığı arasındaki ilişkinin ülkelere göre farklılaşması durumu bu araştırma ile de desteklenmiştir. Ayrıca her iki ülke örneklemini için fenden keyif alma ile fen okuryazarlığı arasındaki negatif ilişkinin varlığı da dikkat çekmektedir. Bununla birlikte fenden keyif alma fen performansının Türkiye için anlamlı bir yordayıcısı iken Singapur için anlamlı değildir. Bu durum kendi kendine öğrenme ile fenden keyif arasındaki ilişki ile açıklanabilir. Fenden keyif alma kendi kendine öğrenmede itici bir güç olarak görülmektedir (Shernoff vd., 2003). Ancak öğrenciler öğrenci merkezli öğretimden beklenen kendi kendine öğrenme durumundan çok öğretmen desteği ve öğretmen odaklı öğretimde çok daha iyi performans göstermektedirler. Singapur'da öğrenci merkezli eğitimin Türkiye'ye göre çok daha yaygın ve yerinde kullanılması, fenden keyif alma değişkeni açısından iki ülke arasındaki farkın bir nedeni olarak düşünülebilir.

Singapur ve Türkiye açısından farklılaşan bir diğer değişken olan disiplin iklimi için birçok ülke örnekleminin PISA verileri üzerinde yapılan çalışmalara göre fen okuryazarlığı ile pozitif ilişki gösterdiği ortaya konulmuştur (Akyüz ve Pala, 2010; Chi vd., 2018; Güzel, 2006; OECD, 2004). Olumlu disiplin ortamının öğrenci başarısını arttırdığı belirlenen çalışmaların da oldukça fazla olduğu görülmektedir (Arum ve Velez, 2012; Cheema ve Kitsantas, 2016; Elliott ve Phuong-Mai, 2008; Fan, 2012; Figlio, 2007; Frempong vd., 2012; Gamoran ve Nystrand, 1992; Jenkins ve Ueno, 2017; Hamre ve Pianta, 2001; Hughes vd., 2012; Lassen vd., 2006; Ma, Jong ve Yuan, 2013; Ma ve Williams, 2004; Marks, 2010; Marzano ve Marzano, 2003; McCormick vd., 2013; Mikk vd., 2016; Miller, 1996; Ning vd., 2015; Roorda vd., 2011; Sanders ve Jordan, 2000). Disiplin iklimi ile fen okuryazarlığı arasındaki pozitif ilişki her iki ülke için de literatürle benzerlik gösterirken, Türkiye örneklemini için değişkenin anlamlı bir yordayıcı olmadığı belirlenmiştir. Türkiye'nin PISA 2015'te Singapur'a göre çok daha başarısız olmasının nedenlerinden biri fen performansı ile pozitif bir ilişkiye sahip olan disiplin ikliminin Türkiye için anlamlı bir yordayıcı olmaması durumu ile ilişkilendirilebilir. Diğer bir ifadeyle Türkiye için disiplin ikliminin fen okuryazarlığının anlamlı bir yordayıcı olmaması Türkiye'nin PISA'daki başarısının Singapur'a göre çok daha düşük olması ile açıklanabilir.

Öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarıyla manidar ilişki gösteren okul düzeyindeki değişkenler incelendiğinde her iki ülke için okuldaki fen öğretmeni oranının fen okuryazarlığının anlamlı bir yordayıcısı olduğu görülmektedir. Literatür incelendiğinde fen öğretmen oranının fen

okuryazarlığı ile ilişkisinin ele alındığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Okul düzeyinde ele alınan değişkenlerin daha çok okul iklimi, eğitimsel kaynakların kalitesi, okulda öğrencilere sunulan ekstra etkinlikler, öğretmenle ilişkili faktörlerin etkilediği okul iklimi, sosyo-ekonomik düzey fiziksel kaynakların kalitesi, öğrenci/öğretmen oranı, sınıf büyüklüğü ve okul büyüklüğü gibi değişkenler olduğu görülmektedir (Acar ve Öğretmen, 2012; Marks vd., 2006; Özkan, 2015; Acar ve Öğretmen, 2012). PISA 2003 ve 2012 Türkiye verisi üzerinden yürütülen bir çalışmada ise okuldaki matematik öğretmeni oranının matematik okuryazarlığının anlamlı bir yordayıcısı olduğu belirlenmiştir (Özberk vd., 2017). Bu araştırma ile de fen okuryazarlığı için de benzer bir bulguya ulaşıldığı söylenebilir. Fen öğretmeni oranının fen okuryazarlığının anlamlı bir yordayıcısı olması fen performansı ile öğretmen desteği ve öğretmen odaklı öğretim arasındaki pozitif ilişkiyle açıklanabilir. Fen öğretmeni oranı arttıkça öğretmen desteği de artacaktır. Dört yıl ve üzeri eğitim almış fen öğretmenlerinin toplam fen öğretmenine oranının yine her iki ülke için fen okuryazarlığının anlamlı bir yordayıcısı olmadığı dikkat çekmektedir. Her iki ülkede de öğretmen yetiştirme programının lisans düzeyinde gerçekleştirilmesi, dört yıl ve üzeri fen öğretmeni oranının anlamlı bir yordayıcı olmaması durumu ile ilişkilendirilebilir. Diğer bir ifadeyle öğretmenlerin büyük bir çoğunluğunun dört yıl ve üzeri eğitim almış olmaları, ilgili değişkenin fen performansını anlamlı bir şekilde yordamamasına neden olabilir. Bu çalışmada okul düzeyi değişkeni olarak belirlenen değişkenlerin daha önce yapılan araştırmalarda ele alınmadığı görülmektedir. Bu anlamda bu çalışma bir ilk olmuştur. Okul değişkenlerinin modele eklenmesiyle ise yine her iki ülkede açıklanan varyans oranı düşmektedir.

Fen okuryazarlığının anlamlı bir yordayıcısı olarak belirlenen her iki düzey (öğrenci ve okul) değişkenlerinin birlikte yer aldığı modelde ise öğrenci ve okul değişkenlerinin ayrıca yer aldığı modellere ilişkin bulgular ile aynı sonuçlara ulaşılmıştır. Türkiye için Fen Özyeterliği, Fen Konularına İlgi, Fenden Keyif Alma, Fen Dersinde Öğretmen Desteği, Araştırmaya Dayalı Fen Öğretimi ve Öğrenme Uygulamaları, Öğretmen Odaklı Fen Öğretimi öğrenci düzeyi değişkenleri öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarının anlamlı bir yordayıcısı olarak belirlenmiştir. Singapur için ise öğrenci düzeyi değişkenlerinden Fen Özyeterliği, Fen Konularına İlgi, Fen Dersinde Öğretmen Desteği, Araştırmaya Dayalı Fen Öğretimi ve Öğrenme Uygulamaları, Fen Dersinde Disiplin İklimi, Öğretmen Odaklı Fen Öğretimi değişkenleri öğrencilerin fen okuryazarlığı puanlarının anlamlı bir şekilde yordamaktadır. Bununla birlikte Fen Öğretmeni Oranı değişkeninin okul düzeyinde hem Türkiye hem de Singapur örneklemi için fen okuryazarlığının anlamlı bir yordayıcısı olduğu belirlenmiştir

Elde edilen sonuçlara göre araştırmacı ve uygulayıcılar için öneriler şu şekildedir;

- Türkiye örneklemini için önemli bir sonuç olan fen okuryazarlığı bakımından okullar arası farklılığın Singapur örneklemine göre oldukça yüksek olmasının nedenleri araştırılarak bu farkı azaltmak üzere yapılabilecek uygulamalar geliştirilmelidir.
- Fenden keyif alma değişkeninin Singapur için ve fen dersinde disiplin iklimi değişkeninin ise Türkiye için fen okuryazarlığının manidar bir yordayıcısı olmamasının nedenleri ilgili değişkenleri etkileyen faktörler de ele alınarak araştırılabilir.
- Her iki ülke için dört yıl ve üzeri eğitim almış fen öğretmeni/toplam fen öğretmeni oranının fen okuryazarlığı performansının anlamlı bir yordayıcısı olmaması sonucunun nedenleri araştırılmalı diğer uluslararası uygulamalar üzerinde de benzer bir çalışma yapılarak karşılaştırmalar yapılmalıdır.
- Matematik okuryazarlığı ve okuma becerileri için benzer çalışmalar tekrarlanabileceği gibi ülke düzeyinde değişkenlerin de eklenmesiyle üç düzeyli modeller ile araştırmalar gerçekleştirilebilir. Benzer çalışmalar farklı okul ve öğrenci değişkenleri ile tekrarlanabilir.
- Bu çalışmada ele alındığı gibi doğrudan fene ilişkin değişkenler dikkate alınarak diğer PISA uygulamaları ile veya elde edilen sonuçların karşılaştırılabilmesi için uluslararası düzeyde yapılan TIMMS ve PIRLS gibi araştırma verileri ile benzer çalışmalar gerçekleştirilebilir.



## Kaynakça

- Acar, T. ve Öğretmen, T. (2012). Çok düzeyli istatistiksel yöntemler ile 2006 PISA fen bilimleri performansının incelenmesi. *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 37(163), 178-189.
- Agasisti, T. (2014). The efficiency of public spending on education: An empirical comparison of EU countries. *European Journal of Education*, 49(4), 543-557.
- Akiba, M., LeTendre, G. K. ve Scribner, J. P. (2007). Teacher quality, opportunity gap, and national achievement in 46 countries. *Educational Researcher*, 36(7), 369-387.
- Akpullukçu, S. (2011). *Fen ve teknoloji dersinde araştırmaya dayalı öğrenme ortamının öğrencilerin akademik başarı, hatırd tutma düzeyi ve tutumlarına etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Akyüz, G. ve Pala, N. M. (2010). PISA 2003 sonuçlarına göre öğrenci ve sınıf özelliklerinin matematik okuryazarlığına ve problem çözme becerilerine etkisi. *İlköğretim Online*, 9(2) 668-678.
- Albayrak, A. (2009). *PISA 2006 sınavı sonuçlarına göre Türkiye'deki öğrencilerden fen başarısını etkileyen bazı faktörler* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Anagün, Ş. S. (2011). PISA 2006 sonuçlarına göre öğretme-öğrenme süreci değişkenlerinin öğrencilerin fen okuryazarlıklarına etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 36(162), 84-102.
- Anderman, E. M. ve Young, A. J. (1994). Motivation and strategy use in science: Individual differences and classroom effects. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(8), 811-831.
- Anderson, J. A. (2005). *Accountability in education: Education policy series (1)*. Paris: International Academy of Education, Brussels: International Institute for Educational Planing. <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001409/140986e.pdf> adresinden erişildi.
- Anderson, D. (2012). *Hierarchical linear modeling (HLM): An introduction to key concepts within crosssectional and growth modeling frameworks* (Technical Report. 1308). Eugene: Behavioral Research and Teaching.
- Anderson, J. O., Lin, H. S., Treagust, D. F., Ross, S. P. ve Yore, L. D. (2007). Using large-scale assessment data sets for research in science and mathematics education: Programme for International Student Assessment (PISA). *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5, 591-614.
- Anıl, D. (2008). The analysis of factors affecting the mathematical success of Turkish students in the PISA 2006 evaluation program with structural equation modeling. *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 3(2), 222-227.
- Anıl, D. (2009). Factors effecting science achievement of science students in programme for International Students' Achievement (PISA) in Turkey. *Education and Science*, 34(152), 87-100.
- Anıl, D. ve Özer, Y. (2012). The effect of the aim and frequency of computer usage on student achievement according to PISA 2006. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 5484-5488.
- Aarepattamanni, S. ve Kaur, B. (2013). Factors predicting science achievement of immigrant and non-immigrant students: A multilevel analysis. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11(5), 1183-1207.
- Arum, R. ve Velez, M. (2012). *Improving learning environments: School discipline and student achievement in comparative perspective*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Atar, B. (2010). Basit doğrusal regresyon analizi ile hiyerarşik doğrusal modeller analizinin karşılaştırılması. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 1(2), 78-84.
- Aypay, A., Erdoğan, M. ve Sözer, M. A (2007). Variation among schools on classroom practices in science based on TIMSS 1999 in Turkey. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(10), 1417-1435.
- Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American Psychologist*, 37(2), 122-147.
- Bandura, A. ve Locke E. A. (2003). Negative self-efficacy and goal effects revisited. *Journal of Applied Psychology*, 88(1), 87-99.
- Baumert, J. ve Köller, O. (1998). Interest research in secondary level I: An overview. L. Hoffmann, A. Krapp, K. A. Renninger ve J. Baumert (Ed.), *Interest and learning içinde* (s. 241-256). Kiel: IPN.

- Beaton, A. E., Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Gonzalez, E. J., Smith, T. A. ve Kelly, D. L. (1996). *Science achievement in the middle school years: IEA's third international mathematics and science study (TIMMS)*. Chestnut Hill, MA: Boston College, Center for the Study Testing, Evaluating, and Educational Policy.
- Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A. ve Granger, E. M. (2010). Is inquiry possible in light of accountability? A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, 94(4), 577-616.
- Bouhlila, D. S. (2011). The quality of secondary school education in The Middle East and North Africa: What can we learn from TIMSS' results?. *Compare*, 41(3), 327-352.
- Boztunc, N. (2010). *An investigating about mathematics and science achievement of Turkish students participating in Programme for International Student Assessment (PISA) in 2003 and 2006* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Britner, S. L. ve Pajares, F. (2006). Sources of science self-efficacy beliefs of middle school students. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(5), 485-499.
- Butler, J. ve Adams, R. J. (2007). The impact of differential investment of student effort on the outcomes of international studies. *Journal of Applied Measurement*, 8(3), 279-304.
- Bybee, R. W. (2002). *Learning science and the science of learning: Science educators' essay collection*. Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.
- Ceylan, E. ve Berberoğlu, G. (2007). Factors related with students' science achievement: A modeling study. *Education and Science*, 32(144), 36-48
- Cheema, J. ve Kitsantas, A. (2016). Predicting high school student use of learning strategies: The role of preferred learning styles and classroom climate. *Educational Psychology*, 36(5), 845-862.
- Cheung, H. Y. ve Chan, A. W. (2008). Understanding the relationships among PISA scores, economic growth and employment in different sectors: A cross-country study. *Research in Education*, 80(1), 93-106.
- Chi, S., Liu, X., Wang, Z. ve Won Han, S. (2018). Moderation of the effects of scientific inquiry activities on low SES students' PISA 2015 science achievement by school teacher support and disciplinary climate in science classroom across gender. *International Journal of Science Education*, 1-21. doi:10.1080/09500693.2018.1476742
- Chiang, T. H., Yang, S. J. ve Hwang, G. J. (2014). An augmented reality-based mobile learning system to improve students' learning achievements and motivations in natural science inquiry activities. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(4), 352-365.
- Cornelius-White, J. (2007). Learner-centered teacher-student relationships are effective: A meta analysis. *Review of Educational Research*, 77, 113-143.
- Çalışkan, M. (2008). *The impact of school and student related factors on scientific literacy skills in the Programme for International Student Assessment-PISA 2006* (Yayımlanmamış doktora tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Dancis, J. (2014). What does the international PISA math test really tell us?. *AASA Journal of Scholarship and Practice*, 10(4), 31-42.
- Darling-Hammond, L. (2004). Inequality and the right to learn: Access to qualified teachers in California's public schools. *Teachers College Record*, 106(10), 1936-1966.
- Demir, E. (2016). Characteristics of fifteen-year-old students predicting scientific literacy skills in Turkey. *International Education Studies*, 9(4), 99.
- Demir, İ., Kılıç, S. ve Ünal, H. (2010). Effects of students and schools characteristics on mathematics achievement: Findings from PISA 2006. *Procedia Social and Behavioral Science*, 2, 3099-3103.
- Demirtaşlı, N. Ç. ve Ulutaş, S. (2015). A study on detecting of differential item functioning of PISA 2006 science literacy items in Turkish and American samples. *Eurasian Journal of Educational Research*, 58, 41-60.

- Dempsey, T. L. (2008). *School disciplinary climate and student engagement in school: A mediation analysis of public school social climate* (Yayımlanmamış doktora tezi). The University of North Carolina, Chapel Hill.
- Den Brok, P., Levy, J., Brekelmans, M. ve Wubbels, T. (2005). The effect of teacher interpersonal behaviour on students' subject-specific motivation. *The Journal of Classroom Interaction*, 40, 20-33.
- Dietrich, J., Dicke, A. L., Kracke, B. ve Noack, P. (2015). Teacher support and its influence on students' intrinsic value and effort: Dimensional comparison effects across subjects. *Learning and Instruction*, 39, 45-54.
- Duman, M. Z. (2008). İnternet kullanımının öğrencilerin sosyal ilişkileri ve okul başarıları üzerindeki etkisi. *Toplum ve Demokrasi*, 2(3), 93-112.
- Durant, J. R. (1993). What is scientific literacy?. J. R. Durant ve J. Gregory (Ed.), *Science and culture in Europe* içinde (s. 129- 137). London: Science Museum.
- Echazarra, A., Salinas, D., Méndez, I., Denis, V. ve Rech, G. (2016). *How teachers teach and students learn: Successful strategies for school* (OECD Education Working Papers. 130). Paris: OECD Publications.
- Elliott, J. G. ve Phuong-Mai, N. (2008). Western influences on the East, Eastern influences on the West: Lessons for the East and West. O. S. Tan, D. M. McInerney, A. D. Liem ve A. G. Tan (Ed.), *What the West can learn from the East: Asian perspectives on the psychology of learning and motivation* içinde (s. 31-58). Charlotte, North Carolina: Information Age.
- Erbaş, K. C. (2005). *Factors affecting scientific literacy of students in Turkey in Programme for International Student Assessment (PISA)* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Ercikan, K., Roth, W. M. ve Asil, M. (2015). Cautions about inferences from international assessments: The case of PISA 2009. *Teachers College Record*, 117, 1-28.
- Fan, F. A. (2012). Teacher: Students' interpersonal relationships and students' academic achievements in social studies. *Teachers and Teaching*, 18(4), 483-490.
- Feniger, Y. ve Lefstein, A. (2014). How not to reason with PISA data: An ironic investigation. *Journal of Education Policy*, 29(6), 845-855.
- Figlio, D. (2007). Boys named sue: Disruptive children and their peers. *Education Finance and Policy*, 2(4), 376-394.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E. ve Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education*. New York: McGraw-Hill.
- Frempong, G., Ma, X. ve Mensah, J. (2012). Access to postsecondary education: Can schools compensate for socioeconomic disadvantage?. *Higher Education*, 63(1), 19-32.
- Furrer, C. ve Skinner, E. (2003). Sense of relatedness as a factor in children's academic engagement and performance. *Journal of Educational Psychology*, 95(1), 148-162.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H. ve Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329.
- Gamoran, A. ve Nystrand, M. (1992). Taking students seriously. F. Newmann (Ed.), *Student engagement and achievement in american schools* içinde (s. 40-61). New York: Teachers College Press.
- Garson, G. D. (2013). *Hierarchical linear modeling: Guide and applications*. Los Angeles: Sage.
- Grabau, L. J. ve Ma, X. (2017). Science engagement and science achievement in the context of science instruction: A multilevel analysis of U.S. students and schools. *International Journal of Science Education*, 39(8), 1045-1068. doi:10.1080/09500693.2017.1313468
- Greenberg, E., Rhodes, D., Ye, X. ve Stancavage, F. (2004, Nisan). *Prepared to teach: Teacher preparation and student achievement in eighth-grade mathematics*. Annual Meeting of the American Education Research Association sunuşmuş bildiri, San Diego, CA.

- Greenwald, R., Hedges, L. V. ve Lain, R. D. (1996). The effect of school resources on student achievement. *Review of Educational Research*, 66(3), 361-396.
- Gümüş, S. ve Atalmış, E. H. (2012). Achievement gaps between different school types and regions in Turkey: Have they changed over time?. *Mevlana International Journal of Education*, 2(2), 50-66.
- Gürsakar, S. (2012). Lojistik regresyon analizi ile PISA 2009 öğrenci başarı düzeylerini etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 17(1), 441-452.
- Güzel, Ç. İ. (2006). *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* (Yayımlanmamış doktora tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Hampden-Thompson, G. ve Bennett, J. (2013). Science teaching and learning activities and students' engagement in science. *International Journal of Science Education*, 35(8), 1325-1343.
- Hamre, B. K. ve Pianta, R. C. (2001). Early teacher-child relationships and the trajectory of children's school outcomes through eighth grade. *Child Development*, 72(2), 625-638.
- Hattie, J. (2008). *Visible learning*. London: Routledge.
- Häussler, P. ve Hoffmann, L. (1998). Qualitative differences in students' interest in physics and the dependence on gender and age. I. L. Hoffmann, A. Krapp, K. A. Renninger ve J. Baumert (Ed.), *Interest and learning* içinde (s. 280-289). Kiel: IPN.
- Hedges, L. V., Lain, R. D. ve Greenwald, R. (1994). An exchange: Part I: Does money matter? A meta-analysis of studies of the effects of differential school inputs on student outcomes. *Educational Researcher*, 23(3), 5-14.
- Hidi, S., Renninger, K. A. ve Krapp, A. (2004). Interest, a motivational variable that combines affective and cognition functioning. D. Y. Dai ve R. J. Sternberg (Ed.), *Motivation, emotion and cognition: Integrative perspectives on intellectual functioning and development* içinde (s. 89-115). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hopfenbeck, T. N., Lenkeit, J., El Masri, Y., Cantrell, K., Ryan, J. ve Baird, J. A. (2017). Lessons learned from PISA: A systematic review of peer-reviewed articles on the programme for international student assessment. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 62(3), 1-21.
- Hox, J. J. (1995). *Applied multi level analysis*. Amsterdam, Netherlands: TTublikaties.
- Hughes, J. N., Wu, J. Y., Kwok, O., Villarreal, V. ve Johnson, A. Y. (2012). Indirect effects of child reports of teacher-student relationship on achievement. *Journal of Educational Psychology*, 104(2), 350-365.
- International Monetary Fund. (2016). *World economic outlook database*.  
[https://www.imf.org/~media/.../IMF/.../external/pubs/ft/weo/2016/02/pdf/\\_textpdf.ashx](https://www.imf.org/~media/.../IMF/.../external/pubs/ft/weo/2016/02/pdf/_textpdf.ashx)  
adresinden erişildi.
- Jen, T. H., Lee, C. D., Chien, C. L., Hsu, Y. S. ve Chien, K. M. (2013). Perceived social relationships and science learning outcomes for Taiwanese eighth graders: Structural equation modeling with a complex sampling consideration. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11(3), 575-600.
- Jenkins, A. ve Ueno, A. (2017). Classroom disciplinary climate in secondary schools in England: What is the real picture?. *British Educational Research Journal*, 43(1), 124-150.
- Jinks, J. L. ve Morgan, V. L. (1999). Children's perceived academic self-efficacy: An inventory scale. *The Clearing House*, 72(4), 224-230.
- Kalender, I. ve Berberoğlu, G. (2008). An assessment of factors related to science achievement of Turkish students. *International Journal of Science Education*, 31(10), 1-16.
- Karabay, E. (2012). *Examination of the predictive powers of socio-cultural variables for PISA science literacy by years* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Karasar, N. (2005). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel Yayıncılık.



- Kartal Kula, S. ve Kutlu, Ö. (2017). Identifying the relationships between motivational features of high and low performing students and science literacy achievement in PISA 2015 Turkey. *Journal of Education and Training Studies*, 5(12), 146-154.
- Kaya, V. H. ve Doğan, A. (2017). Determination & comparison of Turkish student characteristics affecting science literacy in Turkey according to PISA 2012. *Research Journal of Business and Management*, 4(1), 34-51.
- Kaytan, E. (2007). *Türkiye, Singapur ve İngiltere matematik öğretim programlarının karşılaştırılması* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Klieme, E. ve Kuger, S. (2014). *PISA 2015 draft questionnaire framework*. Paris: OECD Publications.
- Koller, O., Baumert, J. ve Schnabel, K. (2001). Does interest matter? The relationship between academic interest and achievement in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32(5), 448-470.
- Krapp, A. ve Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27-50.
- Ladd, G. W. ve Burgess, K. B. (2001). Do relational risks and protective factors moderate the linkages between childhood aggression and early psychological and school adjustment?. *Child Development*, 72(5), 1579-1601. doi:10.1111/1467-8624.00366
- Lam, T. Y. P. ve Lau, K. C. (2014). Examining factors affecting science achievement of Hong Kong in PISA 2006 using hierarchical linear modeling. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2463-2480.
- Lassen, S. R., Steele, M. M. ve Sailor, W. (2006). The relationship of school-wide positive behavior support to academic achievement in an urban middle school. *Psychology in the Schools*, 43(6), 701-712.
- Lau, S. ve Roeser, R.W. (2002). Cognitive abilities and motivational processes in high school students' situational engagement and achievement in science. *Educational Assessment*, 8, 139-162.
- Laukenmann, M., Bleicher, M., Fuss, S., Glaser-Zikuda, M., Mayring, P. ve Von Rhoneck, C. (2003). An investigation of the influence of emotional factors on learning in physics instruction. *International Journal of Science Education*, 25(4), 489-507.
- Lavonen, J. ve Laaksonen, S. (2009). Context of teaching and learning school science in Finland: Reflections on PISA 2006 results. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 922-944.
- Lederman, N. G., Lederman, J. S. ve Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3), 138-147.
- Lee, O., Deaktor, R. A., Hart, J. E., Cuevas, P. ve Enders, C. (2005). An instructional intervention's impact on the science and literacy achievement of culturally and linguistically diverse elementary students. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(8), 857-887.
- Lee, V. E. (2000). Using hierarchical linear modeling to study social contexts: The case of school effects. *Educational Psychologist*, 32, 125-141.
- Leung, F. K. S. (2014). What can and should we learn from international studies of mathematics achievement?. *Mathematics Education Research Journal*, 26(3), 579-605.
- Levent, F. ve Yazıcı, E. (2014). Singapur eğitim sisteminin başarısına etki eden faktörlerin incelenmesi. *Eğitim Bilimleri Dergisi*, 39, 121-143.
- Lin, C., Tzou, H., Shyu, C., Hung, P. ve Huang, H. (2008). *Comparison of effect size of social and cultural status (escs) on literacy in various subject areas and different grades at school and student levels--multilevel analysis of 2006 PISA data for Taiwan*. PISA Taiwan National Center Publication.
- Lind, K. K. (2005). *Exploring science in early childhood: A Development Approach*. USA: Thomson Delmar Learning.



- Lynch, S., Kuipers, J., Pyke, C. ve Szesze, M. (2005). Examining the effects of a highly rated science curriculum unit on diverse students: Results from a planning grant. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(8), 912-946.
- Ma, X., Jong, C. ve Yuan, J. (2013) Reasons for the East Asian Success in PISA. H. D. Meyer ve A. Benavot (Ed.), *PISA, power, and policy: The emergence of Global Educational Governance* içinde (s. 117-140). Oxford: Symposium Books.
- Ma, X. ve Williams, J. D. (2004). School disciplinary climate: characteristics and effects on eightgrade achievement. *Alberta Journal of Educational Research*, 50(2), 169-188.
- Marks, G. N. (2010). What aspects of schooling are important? School effects on tertiary entrance performance. *School Effectiveness and School Improvement*, 21(3), 267-287.
- Marks, G. N., Cresswell, J. ve Ainley, J. (2006). Explaining socio-economic inequalities in student achievement: The role of home and school factors. *Educational Research and Evaluation*, 12(2), 105-128.
- Marzano, R. J. ve Marzano, J. S. (2003). The key to classroom management. *Educational Leadership*, 61(1), 6-13.
- McCormick, M. P., O'Connor, E. E., Cappella, E. ve McClowry, S. G. (2013). Teacher-child relationships and academic achievement: A multilevel propensity score model approach. *Journal of School Psychology*, 51(5), 611-624.
- McGraw, B. (2008). The role of the OECD in international comparative studies of achievement. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 15(3), 223-243.
- Mikk, J., Krips, H., Säälik, Ü. ve Kalk, K. (2016). Relationships between student perception of teacher-student relations and PISA results in mathematics and science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(8), 1437-1454.
- Millar, R. (2006). Twenty first century science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499-1521.
- Miller, J. D. (1996). *Scientific literacy for effective citizenship*. Albany, NY: State University of New York Press.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2005). *Fen ve teknoloji programı*. Ankara: MEB Yayınları.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2016). *PISA 2015 ulusal raporu*. Ankara: MEB Yayınları. [http://odsgm.meb.gov.tr/test/analizler/docs/PISA/PISA2015\\_Ulusal\\_Rapor.pdf](http://odsgm.meb.gov.tr/test/analizler/docs/PISA/PISA2015_Ulusal_Rapor.pdf) adresinden erişildi.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2019). *Sınavla öğrenci alacak ortaöğretim kurumlarına ilişkin merkezî sınav başvuru ve uygulama kılavuzu*. [https://www.meb.gov.tr/meb\\_iys\\_dosyalar/2019\\_04/03134315\\_Kilavuz2019.pdf](https://www.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2019_04/03134315_Kilavuz2019.pdf) adresinden erişildi.
- Minner, D. D., Levy, A. J. ve Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction-what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496.
- Murray, C. (2009). Parent and teacher relationships as predictors of school engagement and functioning among low-income urban youth. *The Journal of Early Adolescence*, 29(3), 376-404.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academies Press.
- Nehring, A., Nowak, K. H., Zu Belzen, A. U. ve Tiemann, R. (2015). Predicting students' skills in the context of scientific inquiry with cognitive, motivational, and sociodemographic variables. *International Journal of Science Education*, 37(9), 1343-1363.
- Ng, K. T., Lay, Y. F., Arepattamannil, S., Treagust, D. F. ve Chandrasegaran, A. L. (2012). Relationship between affect and achievement in science and mathematics in Malaysia and Singapore. *Research in Science and Technological Education*, 30(3), 225-237.

- Niemann, D., Martens, K. ve Teltemann, J. (2017). PISA and its consequences: Shaping education policies through international comparisons. *European Journal of Education*, 52, 175-183.
- Ning, B., Van Damme, J., Van Den Noortgate, W., Vanlaar, G. ve Gielen, S. (2015). What makes the difference in reading achievement? Comparisons between Finland and Shanghai. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 60(5), 515-537.
- Nowak, K. H., Nehring, A., Tiemann, R. ve Upmeier zu Belzen, A. (2013). Assessing students' abilities in processes of scientific inquiry in biology using a paper-and-pencil test. *Journal of Biological Education*, 47(3), 182-188.
- OECD. (2004). *Learning for tomorrow's world first results from PISA 2003*. Paris: OECD Publications.
- OECD. (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Paris: OECD Publications.
- OECD. (2007). *PISA 2006 science competencies for tomorrows world*. Paris: OECD Publications.
- OECD. (2012). *PISA in focus: Does money buy strong performance in PISA?*. Paris: OECD Publications.
- OECD. (2014). *PISA 2012 technical report*. Paris: OECD Publications. <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/PISA-2012-technical-report-final.pdf> adresinden erişildi.
- OECD. (2015). *Education at a glance 2015*. Paris: OECD Publications.
- OECD (2016). *PISA 2015 results (Volume I): Excellence and equity in education*. Paris: OECD Publications. [https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2015-results-volume-i\\_9789264266490-en](https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2015-results-volume-i_9789264266490-en) adresinden erişildi.
- OECD. (2017). *PISA 2015 technical report*. Paris: OECD Publications. <https://www.oecd.org/pisa/data/2015-technical-report/> adresinden erişildi.
- OECD. (2018). *Effective teacher policies: Insights from PISA*. Paris: OECD Publications. doi:10.1787/9789264301603-en
- Olsen R., V., Prenzel, M. ve Martin, R. (2011). Interest in science: A many-faceted picture painted by data from the OECD PISA study. *International Journal of Science Education*, 33(1), 1-6.
- Onwumere, E. A. (2003). *The relationship between urban middle school students' interest in science, perceptions of science teachers, and achievement in science* (Yayımlanmamış doktora tezi). Texas Southern University, USA.
- Ormrod, J. E. (2012). *Essentials of educational psychology: Big ideas to guide effective teaching*. Boston: Pearson.
- Osborne, J., Simon, S. ve Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- Osborne, J. W. (2000). Advantages of hierarchical linear modeling. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 7(1), 1-4.
- ÖSYM. (2018). *2018 yükseköğretim kurumları sınavı (YKS) kılavuzu*. <http://www.osym.gov.tr/TR,13683/2018-yuksekogretim-kurumlari-sinavi-yks-kilavuzu.html> adresinden erişildi.
- Özberk, E., H., Atalay Kabasakal, K. ve Boztunç Öztürk, N. (2017). Investigating the factors affecting Turkish students PISA 2012 mathematics achievement using hierarchical linear modeling. *Hacettepe University Journal of Education*, 32(3), 544-559.
- Özer, Y. (2009). *Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) verilerine göre Türk öğrencilerin matematik ve fen bilimleri başarıları ile ilişkili faktörler* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Özer, Y. ve Anıl, D. (2011). Öğrencilerin fen ve matematik başarılarını etkileyen faktörlerin yapısal eşitlik modeli ile incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 313-324.
- Özkan, E. A. (2006). *Türkiye, Belçika (Flaman) ve Singapur matematik öğretim programları üzerine karşılaştırmalı bir çalışma* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

- Özkan, M. (2015). PISA 2012 Türkiye verilerine göre okul değişkenlerinin öğrenci başarısını yordama gücü. *Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(5), 477-489.
- Pajares, F. (1996). Self-efficacy beliefs in academic settings. *Review of Educational Research*, 66(4), 543-578.
- Palmer, D. (2006). Durability of changes in self efficacy of pre-service primary teachers. *International Journal of Science Education*, 28(6), 655-671.
- Paolucci, J. J. (2001). *Gender roles and science beliefs and their relationship to science interest* (Yayımlanmamış doktora tezi). University of Rhode Island, USA.
- Perry, L. B. ve McConney, A. (2010). Does the SES of the school matter? An examination of socioeconomic status and student achievement using PISA 2003. *Teachers College Record*, 112(4), 1137-1162.
- Pons, X. (2017). Fifteen years of research on PISA effects on education governance: A critical review. *European Journal of Education*, 52(2), 131-144.
- Raudenbush, S. W. ve Bryk, A. S. (2002). *Hierarchical linear models: Applications and data analysis methods*. Newbury Park, CA: Sage.
- Renninger, K. A., Hidi, S. ve Krapp, A. (1992). *The role of interest in learning and development*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Roorda, D. L., Koomen, H. M. Y., Spilt, J. L. ve Oort, F. J. (2011). The influence of affective teacher student relationships on students' school engagement and achievement: A meta-analytic approach. *Review of Educational Research*, 81(4), 493-529.
- Rutkowski, L., Gonzalez, E., Joncas, M. ve Von Davier, M. (2010). International large-scale assessment data: Issues in secondary analysis and reporting. *Educational Researcher*, 39(2), 142-151. doi:10.3102/0013189X10363170
- Sakar, Ç. (2010). *Araştırmaya dayalı kimya öğretiminin öğrencilerin akademik başarı ve tutumları üzerine etkisi* (Unpublished master's thesis). Selçuk University, Konya.
- Sanders, M. G. ve Jordan, W. J. (2000). Student-teacher relations and academic achievement in highschool. M. G. Sanders (Ed.), *Schooling students placed at risk: Research, policy, and practice in the education of poor and minority adolescents* içinde (s. 65-82). Mahway, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Sarıer, Y. (2010). An evaluation of equal opportunities in education in the light of high school entrance exams (OKS-SBS) and PISA results. *Ahi Evran University Journal of Education Faculty*, 11(3), 107-129.
- Schiefele, U. (2009). Situational and individual interest. K. A. Wentzel ve A. Wigfield (Ed.), *Handbook of motivation at school* içinde (s. 197-222). New York: Routledge.
- Schroeder, C. M., Scott, T. P., Tolson, H., Huang, T. ve Lee, Y. (2007). A meta-analysis of national research: Effects of teaching strategies on student achievement in science in the United States. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(10), 1436-1460.
- Shernoff, D. J., Csikszentmihalyi, M., Schneider, B. ve Shernoff, E. S. (2003). Student engagement in high school classrooms from the perspective of flow theory. *School Psychology Quarterly*, 18(2), 158-176.
- Shumow, L., Schmidt, J. A. ve Zaleski, D. J. (2013). Multiple perspectives on student learning, engagement, and motivation in high school biology labs. *High School Journal*, 96(3), 232-252.
- Sjøberg, S. (2015). PISA and global educational governance-A critique of the project, its uses and implications. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(1), 111-127.
- Spiezia, V. (2010). Does computer use increase educational achievements? Student-level evidence from PISA. *OECD Journal, Economic Studies*, 1, 127-148.
- Swaak, J., De Jong T. ve Van Joolingen W. (2004). The effects of discovery learning and expository instruction on the acquisition of definitional and intuitive knowledge: Discovery learning vs. expository instruction. *Journal of Computer Assisted Learning*, 20(4), 225-234. doi:10.1111/j.1365-2729.2004.00092.x

- Şaşmaz, A. G. (2006). *Factors that affecting success of scientific literacy on students in turkey that participate Programme for International Student Assessment (PISA)* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Tal, T., Krajcik, J. S. ve Blumenfeld, P. C. (2006). Urban schools' teachers enacting project-based science. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(7), 722-745.
- Tighezza, M. (2014). Modeling relationships among learning, attitude, self-perception, and science achievement for grade 8 Saudi students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(4), 721-740.
- Tsai, L.T. ve Yang, C. C. (2015). Hierarchical effects of school-, classroom-, and student-level factors on the science performance of eighth-grade taiwanese students. *International Journal of Science Education*, 37(8), 1166-1181. doi: 10.1080/09500693.2015.1022625
- UNESCO. (2016). *Dataset for education, government expenditure per student in constant US dollars*. <http://data.uis.unesco.org/?queryid=181#> adresinden erişildi.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2015). *World population prospects: The 2015 revision, key findings and advance tables*. [https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/key\\_findings\\_wpp\\_2015.pdf](https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/key_findings_wpp_2015.pdf) adresinden erişildi.
- United Nations Development Programme. (2015). *Human development report*. [http://hdr.undp.org/sites/default/files/2015\\_human\\_development\\_report.pdf](http://hdr.undp.org/sites/default/files/2015_human_development_report.pdf) adresinden erişildi.
- Usta, H. G. (2009). *PISA 2006 sınav sonuçlarına göre Türkiye'deki öğrencilerin fen okuryazarlığını etkileyen faktörler* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Von Davier, M., Gonzalez, E. J. ve Mislevy, R. J. (2009). What are plausible values and why are they useful?. M. Von Davier ve D. Hastedt (Ed.), *IERI monograph series: Issues and methodologies in large-scale assessments* içinde (s. 9-36). Hamburg: IER Institute.
- Wentzel, K. R., Battle, A., Russell, S. L. ve Looney, L. B. (2010). Social supports from teachers andpeers as predictors of academic and social motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 35(3), 193-202.
- Wise, K., C. (1996). Strategies for teaching science: What works?. *Clearing House*, 69(1996), 337-338.
- Wolf, S. J. ve Fraser, B. J. (2008). Learning environment, attitudes and achievement among middle school science students using inquiry-based laboratory activities. *Research in Science Education*, 38(3), 321-341.
- Woods-McConney, A., Oliver, M. C., McConney, A., Schibeci, R. ve Maor, D. (2013). Science engagement and literacy: A retrospective analysis for indigenous and non-indigenous students in Aotearoa New Zealand and Australia. *Research in Science Education*, 43(1), 233-252. doi:10.1007/s11165-011-9265-y
- Yayan, B. ve Berberoğlu, G. (2004). A re-analysis of the TIMSS 1999 mathematics assessment data of the Turkish students. *Studies in Educational Evaluation*, 30, 87-104.
- Yıldırım, K. (2012). PISA 2006 verilerine göre Türkiye'de eğitimin kalitesini belirleyen temel faktörler. *Journal of Turkish Educational Sciences*, 10(2), 229-255.
- YÖK. (2018). *Yükseköğretim Kurumları Sınavı ile ilgili sıkça sorulan sorular (1 Mart 2018)*. <http://www.yok.gov.tr/web/guest/yks-sss-ve-cevaplari-ile-puan-turleri> adresinden erişildi.