

Türkiye'nin Pisa 2006 Fen Bilimleri Başarısını Etkileyen Faktörlerin Yapısal Eşitlik Modeli ile İncelenmesi*

Duygu ANIL^a

Hacettepe Üniversitesi

Öz

Bu araştırma, uluslararası öğrenci başarılarını değerlendirme programı (PISA)' 2006 kapsamında, Türkiye'de 15 yaş grubu öğrencilerin fen bilimleri başarı puanları ile öğrenci anketine verilen cevaplarla ilişkili olduğu düşünülen değişkenler arasında bir yapısal eşitlik modeli oluşturmayı amaçlamaktadır. Bu yönü ile araştırma türü ilişkiseldir. Verilerin çözümlenmesinde, faktör analizi ile gözlenen değişkenler ve bu gözlenen değişkenlerin yordadığı örtük değişkenler belirlenmiştir. Gözlenen değişkenler ve örtük değişkenlerin belirlenmesinden sonra, yapısal eşitleme modeli kullanılarak Fen bilimleri başarısını yordayacağı düşünülen değişkenler ve aralarındaki ilişkiler belirlenmiş, önerilen ilişkiler örüntüsünün gerçek veri ile ne kadar uyumlu olduğu ortaya konmuştur. Yapısal eşitleme modeli incelendiğinde; öğrencilerin fen bilimleri başarısını en iyi yordayan değişkenin ve başarıyı belirleyen en önemli faktörün "zaman" olduğu belirlenmiştir. Fen bilimleri başarısını belirleyen diğer faktörlerin de sırasıyla "ortam", "eğitim" ve "tutum" olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler

PISA 2006, Yapısal Eşitlik Modeli, Fen Bilimleri Başarısı.

TIMSS-R, PIRLS ve PISA gibi uluslararası öğrencileri karşılaştırma projeleri ülkeler arası bir yarışma niteliğinde olmayan, katılan ülkelerin kendi eğitim sistemlerini değerlendirmelerini, öğrencilerin matematik, fen bilgisi ve okuma alanlarında bilgi ve becerilerindeki gelişmenin yıllara göre takip edilmesini sağlayan projelerdir. Ülkelerden beklenen, sonuçlardan yola çıkılarak, ülke genelinde gerekli reformları gerçekleştirmek, bu reformların etkisini, söz konusu projelere katılımı sağlayarak takibe

* Bu araştırma 1-3 Ekim 2009 tarihleri arasında İzmir'de düzenlenen 18. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayında sunulan bildirinin genişletilmiş halidir.

a Dr. Duygu ANIL. Eğitim Bilimleri alanında doçenttir. Çalışma alanları arasında daha çok ulusal ve uluslararası sınavlarda akademik başarıyı etkileyen faktörleri belirlemeye yönelik modellenme çalışmaları, eğitim ve psikoloji alanlarında ölçek geliştirme ve ölçekleme çalışmaları yer almaktadır. İletişim: Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Anabilim Dalı, 06800 Beytepe, Ankara. Elektronik posta: aduygu@hacettepe.edu.tr Tel: +90 312 297 8551/106 Fax: +90 312 299 2027.

almaktır. PISA tarafından sağlanan karşılaştırılabilir bilgi, ülkelere, 15 yaş grubu öğrencilerinin hayata hazırlama durumlarını geniş kapsamlı değerlendirme olanağı sağlar (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2003).

Uluslararası Öğrenci Başarılarını Değerlendirme Programı – PISA (Programme for International Student Assessment), Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü OECD'nin üç yıllık aralarla düzenlemekte olduğu ve 15 yaş grubu öğrencilerin kazandıkları bilgi ve becerilerin değerlendirilmesine yönelik yapılan bir tarama araştırmasıdır. PISA projesi, zorunlu eğitimin sonunda örgün eğitime devam eden 15 yaş grubu öğrencilerin öğretim programlarında ele alınan konuları (matematik, fen bilimleri ve okuma becerileri) ne dereceye kadar öğrendikleri değil, günümüz bilgi toplumunda karşılaşılabilecekleri durumlar karşısında sahip oldukları bilgi ve becerileri kullanabilme yeteneğini ölçmeyi amaçlamaktadır (MEB, 2005).

Kurucu üyesi olduğumuz İktisadi İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı OECD'nin, Uluslararası Öğrenci Başarılarını Değerlendirme projesi olan PISA ça-

İşmalarına, Türkiye 2003 yılında katılmıştır. Üçer yıllık dönemler halinde uygulanan PISA projesinde, her bir dönemde bir konu alanına ağırlık verilmiştir. PISA projesinin ilki 2000 yılında uygulanmış, bu uygulamada okuma becerilerine ağırlık verilmiştir. 2003 yılında yapılan ikinci uygulamada Matematik okuryazarlığı alanına, 2006 yılında yapılan uygulamada ise Fen Bilimleri alanına ağırlık verilmiştir. Okuma becerilerinin ağırlıklı alan olarak ele alındığı PISA 2009'da ise, öğrencilerin okuma etkinliklerine katılımına, kendi okuma ve öğrenme stratejileri hakkındaki düşüncelerine odaklanılmıştır.

PISA 2006 projesi sadece fen bilimleri bilgi ve becerilerini değil aynı zamanda öğrencilerin fen bilimlerine yönelik tutumlarını ve okullarında edindikleri bilimsel yeterliklere sahip olmalarının kendilerine ne gibi fırsatlar yaratacağının farkında olup olmadıklarını da değerlendirdiği için, bugüne kadar yapılmış uluslararası en kapsamlı eğitim çalışmasıdır (OECD, 2006). PISA 2006 projesi, öğrencilerin fen bilimleri yeterliklerine ağırlık verilmiş olsa da uygulama fen bilimleri, matematik ve okuma becerileri alanlarını kapsamaktadır.

Günümüzün teknoloji temelli toplumlarında, temel bilimsel kavramların ve teorilerin anlaşılması ve bilimsel problemleri yapılandırma ve çözme yeteneği hiç olmadığı kadar önemlidir. Buna rağmen, son 15 yılda OECD ülkelerinin bazılarında üniversitelerde bilim ve teknoloji okuyan öğrencilerin oranında gözle görülür bir düşüş vardır. Bunun çeşitli nedenleri vardır. Fakat bazı araştırmalar, bu konuda fen bilimleri ve fen bilimleri öğretim programının etkisi olduğu kadar, öğrencilerin fen bilimlerine yönelik tutumlarının da önemli bir rol oynayabileceğini öne sürmektedir (OECD, 2006). PISA 2006 projesi öğrencilerin sadece fen bilimleri bilgi ve becerilerini değil aynı zamanda öğrencilerin fen bilimlerine yönelik tutumlarını ele alarak değerlendiren bir projedir.

PISA 2006'ya katılan ülkeler arasında fen bilimleri alanında en yüksek ortalama başarı puanına sahip ülke 563 puanla Finlandiya'dır. Bu ülkeyi sırasıyla Hong Kong-Çin, Kanada, Tayvan-Çin, Estonya ve Japonya takip etmektedir. En alt sırada 322 puanla Kırgızistan yer almaktadır. PISA 2006 proje sonuçlarına göre Türkiye'nin fen bilimleri başarı ortalaması 424 puandır. Uygulamaya katılan ülkelerden Bulgaristan, Uruguay, Ürdün, Tayland, Romanya ve Türkiye'nin fen bilimleri okuryazarlığı ortalama puanları arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır. Bunun yanı sıra, ülkemiz Karadağ, Meksika, Endonezya, Arjantin, Brezil-

ya gibi ülkelerden daha iyi bir performans göstermiştir. PISA 2009 fen okuryazarlığı alanında katılan tüm ülkeler içerisinde ortalama başarı puanı en yüksek olan ülke 2006 yılında olduğu gibi yine 554 puanla Finlandiya'dır. OECD ülkeleri içerisinde ise yine Finlandiya en başarılı ülke olarak yer alırken, Türkiye'nin ortalaması 454 puandır. Bu puanla, Türkiye, projeye katılan tüm ülkeler içinde 42. Sırada, OECD ülkeleri içerisinde ise 31. sıradır. 2006 ve 2009 PISA değerlendirmesi sonuçları karşılaştırıldığında ağırlıklı alanın fen okuryazarlığı olduğu PISA 2006 uygulamasından 2009'a kadar bu alanda Türkiye 30 puanlık bir artış gösterdiği belirtilmiştir. 2006 ve 2009 PISA uygulamalarının her ikisinde de yer alan 57 ülkenin dokuzunda fen okuryazarlığı alanında öğrenci başarılarında artış olduğu belirlenmiştir (MEB, 2010).

PISA 2006 sınavında genel sıralamaya bakıldığında; Türkiye, 57 ülke arasında, fen bilimlerinde 44, matematikte 43, okuma sınavlarında ise 38. olmuştur. PISA sınavlarının uygulandığı OECD, AB, Kuzey Amerika ve Doğu Asya ülkelerinin neredeyse tamamı tüm branşlarda yapılan sıralamalarda Türkiye'nin ilerisinde yer almışlardır. Türkiye'nin gerisinde kalan ülkelerin büyük bir çoğunluğu Latin Amerika, Orta Asya ve Afrika'da yer alan ülkelere olmaktadır.

Türk eğitim sistemi, şimdiki kadar yapılan değerlendirmelerden de anlaşılacağı gibi henüz istenen hedefe ulaşamamıştır. PISA'nın hedeflediği değerlendirme çerçevesi, öğrencilerin bilgilerinin günlük yaşama uygulamak, mantıksal çıkarımlar yapmak, çeşitli durumlarla ilgili problemleri yorumlamak ve çözmek için öğrendiklerinden çıkarımlar yapma kapasitesiyle ilgili olan okuryazarlık kavramını kapsamaktadır. PISA 2006 projesinde ülkemizin başarı ortalamasının OECD ülkeleri arasında yüksek olmasını etkileyen sosyal veya ekonomik birden çok faktör yer almaktadır.

Öğrencilerin özellikle okuldaki akademik başarılarına etki eden faktörlerin neler olduğunu belirlemeye yönelik birçok araştırma yapılmaktadır. Yapılan araştırmalar, bu faktörlerin çeşitli boyutlarının olduğunu ortaya koymaktadır. Bu faktörler arasında, sınıftaki öğrenci sayısı (Booz ve Rouse, 2001), öğretmen niteliği (Darling-Hammond, 2000), öğrencilerin motivasyonu, öğretmenlerin öz yeterlik algısı ve öğrencilerin öğrenmeye karşı tutumları vurgulanabilir (akt., Altun ve Çakan, 2008). Yılmaz (2009) ise yaptığı çalışmada; öğrenci ve okul ile ilgili değişkenlerle standart test puanları arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların büyük bir çoğunluğunun gelişmiş ülkelerde gerçekleştirilmiş olduğu-

nu ve bu nedenle elde edilen araştırma sonuçlarının gelişmekte olan ülkelere genellenmesinin yanlış bir değerlendirmeye yol açacağını belirtmiştir. Çalışmasında; PISA 2006 sınavına giren 15 yaşındaki Türk öğrencilerin, öğrenci ve okul faktörlerinin fen bilimi okuryazarlık başarılarına etkilerini incelemiştir. Araştırmasın da; bağımlı değişken ve bağımsız değişkenler grubu arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde hiyerarşik lineer modelleme (HLM) metodu kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgularda; öğrencilerin fen bilimleri okuryazarlığı puanları varyansının yarısından fazlasının (%70) okullarla ilgili değişkenlerce (okul sektörü, ortalama ekonomik, sosyal ve kültürel seviye ve okulda öğrenmeye ayrılan ortalama süre) açıklandığı belirtilirken; araştırmada ele alınan öğrenci ile ilgili değişkenlerin (not, ekonomik, sosyal ve kültürel statü, genel ve kişisel fene ilişkin değerler, sorumluluk alma, fen bilimleri öz-yetkinlik, okulda fen öğrenimi için harcanan zaman ve pratik deneyimler) öğrencin fen bilimi okuryazarlık puanları varyanslarının yaklaşık üçte birini açıkladığı belirtilmiştir. . Araştırmada; araçsal motivasyon ve fen bilimleri okuryazarlığına ilginin, Türk öğrencilerin fen bilimleri okuryazarlıklarını yordamada önemsiz olduğu bulunurken, öğrencilerin fen bilimlerinin genel değeri ile ilgili algılarının olumlu, fen bilimlerindeki kişisel değeri ile ilgili algılarının negatif bir çıktığı belirlenmiştir. Öğrenme ve öğretme kümesine dahil edilmiş birçok faktörün Türk öğrencilerin fen bilimleri okuryazarlığı ile ya hiç ilişkisinin olmadığı (araştırma ve etkileşim) ya da negatif ilişki değeri (pratik deneyimler) verdiği belirlenmiştir Öğretmen-öğrenci oranı, eğitimsel kaynakların yokluğu ve fen bilgisi öğretmenin yeterli sayıda olmamasının ise Türk öğrencilerin PISA puanları üzerine önemsiz yordayıcılar arasında olduğu belirlenmiştir.

Özellikle öğrencilerin kazandıkları bilgi ve becerilerin değerlendirilmesine yönelik uluslar arası karşılaştırmaların yapıldığı PISA, TIMSS ve PIRLS gibi kapsamlı projeler de başarıya etki eden sorunların ortadan kaldırılabilmesi için farklı ülkelerin eğitim sistemlerinin incelenmesi, uluslar arası çalışma ve değerlendirme projelerine katılım, süreci izleme ve verimi artırma da ki en önemli basamaklardır. Ayrıca birçok veri tabanının yanı sıra PISA, TIMSS ve PIRLS gibi uluslar arası proje sonuçlarından elde edilen veriler, yeni programların geliştirilmesi ve değerlendirilmesinde kullanılacağı için eğitim sistemimize kazandırılan yeniliklerin sonuçlarının uluslar arası nitelikte bir bakış açısıyla görülmesi bakımından oldukça önem taşımaktadır.

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu araştırma, uluslararası öğrenci başarılarını değerlendirme programı (PISA)' 2006 kapsamında, Türkiye'de 15 yaş grubu öğrencilerin fen bilimleri başarı puanları ile öğrenci anketine verilen cevaplarla ilişkili olduğu düşünülen değişkenler arasında bir yapısal eşitlik modeli oluşturmayı amaçlamaktadır.

PISA sınavı, öğrencilerin akademik başarılarını ölçmeyi amaçlayan bilişsel test ile öğrenci, veli ve okul anketlerini içermektedir. Öğrencilerimizin akademik başarılarına etki eden faktörleri belirleyebilmek açısından; PISA sınavında uygulanan anketler büyük önem taşımaktadır. Öğrencilerimizin başarısına ve başarısızlığına etki eden faktörleri belirleyebilmek ve başarı puanları ile öğrenci anket bilgileri arasında modelleme çalışmalarına yer vermek önemli sonuçlar ortaya koymakta ve bilimsel araştırmaların yapılmasında önemli bir yer tutmaktadır.

Problem Cümlesi

Uluslararası Öğrenci Başarılarını Değerlendirme Programı'nda (PISA) Türkiye'deki 15 yaş grubu öğrencilerin anne ve babalarının eğitim durumu, eğitim ortamı, öğrenme zamanı ve fen bilimlerine karşı tutumlarının belirleyen değişkenler ile öğrencilerin fen bilimleri başarı puanları arasındaki ilişkileri açıklayan genel yapısal eşitlik modeli nedir?

Yöntem

Bu bölümde, araştırma türü, evren ve örneklemin belirlenmesi ile verilerin analiziyle ilgili açıklamalara yer verilmektedir.

Araştırma Türü

Araştırmada, Türkiye'de 15 yaş grubu öğrencilere Uluslararası Öğrenci Başarılarını Değerlendirme Programı (PISA) kapsamında uygulanan öğrenci anket sonuçları ile fen bilimleri alanındaki başarı düzeyleri arasındaki ilişki incelendiğinden araştırma türü; ilişkisel bir araştırmadır. İlişkisel tarama modelleri iki ya da çok sayıdaki değişken arasında birlikte değişim varlığını ve/veya derecesini belirlemeyi amaçlayan araştırma modelleridir (Karasar, 2010).Bu çalışmada açılımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi kullanılarak yapısal eşitlik modeli oluşturulmuştur. Yapısal eşitlik modelleri ölçülen ve gizil değişkenler arasındaki "nedensel" ilişkileri sınamada kullanılan kapsamlı bir istatistiksel

yaklaşımıdır. Yapısal Eşitlik modeli regresyon modelindeki değişkenler arasındaki yordayıcı yapısal ilişkiyle, faktör analizindeki gizil faktör yapılarını kapsamlı bir analizde birleştirmektedir (Sümer, 2000). Bu yönü ile bu araştırma aynı zamanda değişken aralarındaki ilişkilerin derecelerini de ortaya koyan bir çalışmadır.

Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Araştırma evrenini; Türkiye'de eğitim alan 15 yaş grubu öğrenciler temsil etmektedir. Araştırma örneklemini ise Uluslararası Öğrenci Başarılarını Değerlendirme Programı (PISA)'nın uygulandığı 7 coğrafi bölgeden, 51 ilden, bölgelere ve okul türlerine göre tabakalandırılarak rastgele 160 okuldan seçilen 15 yaş grubu 4942 öğrenci oluşturmaktadır. Okul türlerine göre tabakalandırılarak rastgele seçilen okullardan seçilen öğrenci sayıları tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1.
PISA 2006 Uygulamasına Katılan Öğrencilerin Okul Türlerine Göre Dağılımı

Program Türü	Öğrenci Sayısı	Yüzde(%)
İlköğretim	116	2,3
Genel Lise	2266	45,9
Anadolu Lisesi	549	11,1
Yabancı dil Ağırlıklı Lise	9	0,2
Fen Lisesi	35	0,7
Meslek Lisesi	1510	30,6
Anadolu Meslek Lisesi	179	3,6
Çok Programlı Lise	278	5,6
Toplam	4942	100

Veri Toplama Araçları

Araştırmanın verileri, Milli Eğitim Bakanlığı Eğitimi Araştırma ve Geliştirme Başkanlığı (EARGED) PISA veri tabanındaki PISA 2006 veri dosyalarından internet aracılığı ile elde edilmiştir. Oldukça kapsamlı bir veri tabanı içinden araştırma kapsamında yer alan değişkenler, kod kitaplarından yararlanılarak yeniden kodlanmış ve veriler düzenlenmiştir. PISA değerlendirmelerinde temel olarak; başarı testleri, öğrenci, okul anketleri kullanılmaktadır. Bununla birlikte isteğe bağlı anketlerde kullanılabilir. PISA 2006 Türkiye uygulamasında veli ve bilgi iletişim teknolojileri (BİT) anketi de kullanılmıştır. PISA 2009 ulusal ön raporun da belirtildiği gibi; PISA sınavlarındaki değer-

lendirmenin yapısı, kapsamı, anketler, toplanacak veriler ile ilgili tüm kararlar, sınava katılan ülkelerdeki uzmanlar tarafından oluşturulmakta, ülkelerin ortak politikaları doğrultusunda yönlendirilmektedir. Ölçme araçlarının tüm ülkelerde geçerli ve güvenilir olmasını sağlamak, kültürel ve dilsel farklılıkları en aza indirmek için oldukça yoğun bir çaba ve kaynak sarf edilmektedir. PISA sınavlarında çeviri, örneklem oluşturma ve veri toplama işlemlerinde uyulması zorunlu olan kalite güvence mekanizmalarının bulunuyor olması; bu sınavlardan elde edilen bulguların yüksek derecede geçerli ve güvenilir olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular ile dünyanın ekonomik olarak gelişmiş ülkelerinden ve gelişmekte olan ülkelerinden elde edilen eğitim çıktıları daha iyi anlaşılabilir ve karşılaştırılabilir. PISA'da ölçülen bilgi ve becerilerin geçerliliği, uygulamayı takip eden yıllar boyunca PISA'ya katılan öğrencilerin izlendiği çalışmalar ile de doğrulanmaktadır.

Bu araştırmanın kapsamı, veri toplama aracı olarak PISA 2006 sınavında kullanılan fen bilimleri başarı testi ve öğrenci anketi ile sınırlı tutulmuştur. PISA başarı testinde çoktan seçmeli, karmaşık çoktan seçmeli, açık uçlu, kapalı uçlu gibi değişik soru türleri kullanılmaktadır. Sınavda sorulan sorular, öğrencilerin günlük hayatta karşılaşabilecekleri yazılı metin ya da grafiklerden oluşan ünitelerden meydana gelmektedir. PISA'da farklı soru türlerinden %40'ında öğrencilerin kısa ya da uzun kendi yanıtlarını oluşturmaları istenmiştir. Farklı soru türleri kullanıldığından, puanlama işlemi bu konuda eğitim almış kişiler tarafından detaylı puanlayıcı kılavuzunda yer alan yönergelerle göre gerçekleştirilmiştir. Test maddelerinin %8'lik kısmı kapalı uçlu maddelerden oluşmaktadır. Bu tür maddeler doğru ve yanlış olarak kodlanmıştır. Geriye kalan %52'lik kısım ise çoktan seçmeli maddelerden oluşmaktadır. Bu tür maddelerde ise verilen dört veya beş seçenekten birini veya bir dizi seçenektan bir veya ikisinin seçilmesi istenmiştir. Değerlendirme kapsamında yer alan tüm maddelerin cevaplandırılma süresi 390 dakikadır. Toplam test süresinin %54'ü fen bilimleri %31'i matematik ve %15'i ise okuma becerilerine ayrılmıştır. Her öğrenci seçkisiz yöntemle belirlenen 13 kitapçıktan birini cevaplandırmıştır (MEB, 2009). Araştırmada kullanılan öğrenci anketinin de ise öğrenciye kendisi ve ailesi hakkında demografik özellikleri, fen bilimlerine ilişkin değişik konulardaki görüşleri, meslekler, çevre, öğrenim süresi, fen bilimleri öğretim ve öğrenimine ilişkin toplam 37 soru bulunmaktadır.

Verilerin Analizi

Verilerin çözümlenmesinde; fen bilimleri başarısını etkileyen faktörleri belirlemek için öncelikle öğrenci anketinde yer alan sorular temel bileşenler açılımlı faktör analiz çözümlenmesinden yararlanılarak belirlenmiştir. Faktör Analizi; özellikle sosyal bilimler, eğitim bilimleri, tıp, psikoloji, sosyoloji gibi alanlarda, birimlerin çok sayıda birbirleriyle ilişkisiz fakat bir oluşumu (olay, fenomeni) açıklamakta yararlanılabilecek olanlarını toplayarak (gruplayarak) yeni bir isimle faktör tanımlamayı sağlayıcı yaygın kullanımı olan bir yöntemdir (Özdamar, 2002). Faktör analizine geçmeden öncelikle araştırmacı tarafından bazı verilerde ters kodlamanın olduğu belirlenerek veriler tekrar kodlama (recode) yapılarak yeniden düzenlenmiş ve verilerin faktör analizine uygun olup olmadığı Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısı ve Barlett Sphericity testi ile kontrol edilmiştir. Bu amaçla oluşan boyutlardaki soruların faktör yükleri ve faktörlerin öz değerleri SPSS 15.0 paket programından yararlanarak incelenmiştir. Çalışma kapsamında ankette yer alan tüm sorular dikkate alınmamış, en çok faktör yükü olan anket soruları çalışmaya dahil edilmiştir. Buradaki en önemli ölçüt, her bir boyutta en az üç sorunun kullanılmasıdır (Schumacker ve Lomax, 1996). Faktör analizi dikkate alınarak oluşturulan indisler fen bilimleri başarısını yordayacağı düşünülen değişkenler olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada, belirlenen gözlenen değişkenler ve bu gözlenen değişkenlerin yordadığı örtük değişkenler kullanılarak model oluşturulmuş LİSREAL 8.7 programı kullanılmıştır. Bu program yardımıyla, farklı modelleri test etmek için oluşturulan korelasyon matrislerinde "listwise" yöntemi kullanılarak veriler temizlenmiştir. Kline (2005, s. 197) değişkenlerin bir kısmı sıralı bir kısmı ise sürekli olduğu durumlarda Asimtotik Kovaryans Matrisinin kullanılmasının uygun olduğunu, değişkenler hepsi sıralı olduğunda ise Asimtotik Korelasyon Matrisinin kullanılmasının uygun olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada PISA dataları üzerinde çalışma yürütüldüğünden ve ankette yer alan değişkenler sıralı ve kategorik veriler olduğundan Robust Maksimum Likelihood yöntemi ve Asimtotik Kovaryans Matrisi kullanılmıştır.

Bu çalışmada yapısal eşitleme modeli kullanılarak değişkenler ve aralarındaki ilişkiler belirlenerek, önerilen ilişkiler örneğünün gerçek veri ile ne kadar uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Model uygunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan birbirinden farklı uyum iyiliği indeksleri arasında en çok kullanılanları Ki Kare uyum testi (χ^2)

, Hataların Ortalama Karekökü (RMSEA), Standartize Edilmiş Hataların Ortalama Karelerinin Karekökü (S-RMR), İyilik Uyum İndeksi (GFI), Ayarlanabilen İyilik Uyum İndeksi (AGFI)'dir (Jöreskog ve Sorbom, 1993). Diğer uygunluk ölçüleri, Karşılaştırmalı Uyum İndeksi (CFI), Normlaştırılmamış Uyum İndeksi (NNFI) değerleridir (Cheng, 2001). Bir modelin veri ile uyumu ve kurulan teorinin doğruluğunun değerlendirilmesinde kullanılan bu uyum iyiliği indeksleri için önerilen kabul aralığı tablo 2 'de sunulmuştur.

Tablo 2.

Standart Uyum İyiliği Ölçütleri

Uyum indeksleri	İyi Uyum	Kabul Edilebilir Uyum
χ^2 / df	$0 \leq \chi^2 / df \leq 2$	$2 \leq \chi^2 / df \leq 3$
p değeri	$0.05 < p \leq 1.00$	$0.01 \leq p \leq 0.05$
RMSEA	$0 \leq RMSEA \leq 0.05$	$0.05 \leq RMSEA \leq 0.10$
SRMR	$0 \leq SRMR \leq 0.05$	$0.05 \leq SRMR \leq 0.10$
NFI	$0.95 \leq NFI \leq 1.00$	$0.90 \leq NFI \leq 0.95$
NNFI	$0.97 \leq NNFI \leq 1.00$	$0.95 \leq NNFI \leq 0.97$
CFI	$0.95 \leq CFI \leq 1.00$	$0.90 \leq CFI \leq 0.95$
GFI	$0.95 \leq GFI \leq 1.00$	$0.90 \leq GFI \leq 0.95$
AGFI	$0.90 \leq AGFI \leq 1.00$	$0.85 \leq AGFI \leq 0.90$

(Schermelele-Engel, Moosbrugger ve Müller, 2003).

Bulgular

Bu çalışma kapsamında yöntem bölümünde de belirtildiği gibi; faktör analizi dikkate alınarak oluşturulan indisler fen başarısını yordayacağı düşünülen değişkenler olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada, faktör yükü en fazla olan sorular çalışmaya dahil edilmiş ve LİSREL modeli için örtük değişkenler tanımlanmıştır. Buna göre fen bilimlerinde kullanılan gözlenen değişkenler ve ilgili örtük değişkenler şu şekilde belirlenmiştir.

Ankette yer alan, "annenin eğitim düzeyi" (anne), "babanın eğitim düzeyi" (baba) gözlenen değişkenleri "eğitim" örtük değişkenini yordayan değişkenler olarak tanımlanmıştır.

Ankette yer alan öğrencilerin evlerinde sahip oldukları materyallerden çalışma masası, oda, çalışma yeri, bilgisayar, bilgisayar programı, internet gözlenen değişkenleri eğitim ortamı "ortam" örtük değişkenini yordayan değişkenler olarak tanımlanmıştır.

Ankette yer alan, "Fen Bilimleri ile ilgili konuları öğrenmek hoşuma gider"(tutum 1), "Fen bilimleri

Tablo 3.
Fen Bilimleri Başarısı İçin Modelin Uyum İndeks Değerleri

χ^2	DF	P- Value	CFI	NFI	AGFI	IFI	GFI	SRMR	RMSEA	90% C.I. RMSEA
1577.79	178	0.00	0.99	0.99	0.85	0.99	0.87	0.084	0.043	0.041;0.045

ile ilgili yazıları okumayı severim”(tutum 2), “Fen bilimleri ile ilgili problem çözmekten mutlu olurum” (tutum 3), “Fen bilimleri konusunda yeni bilgiler kazanmaktan zevk alırım” (tutum 4), “Fen bilimleri ile ilgili bilgiler ilgimi çeker”(tutum 5) gözlenen değişkenleri ise “tutum” örtük değişkenini yordayan değişkenler olarak belirlenmiştir.

Öğrencilerin fen derslerine ayırdıkları zamanı belirleyen maddeler ise “Okulumda devam ettiğim Fen derslerinin süresi” (zaman 1), “Okul saatleri dışında, Fen dersleriyle ilgili özel derslere ayırdığım zaman”(zaman 2), “Okuldaki, Fen derslerine çalışmak ve bu derslerle ilgili ödevleri yapmak için ayırdığım zaman” (zaman 3) gözlenen değişkenleri “zaman” örtük değişkenini tanımlamaktadır.

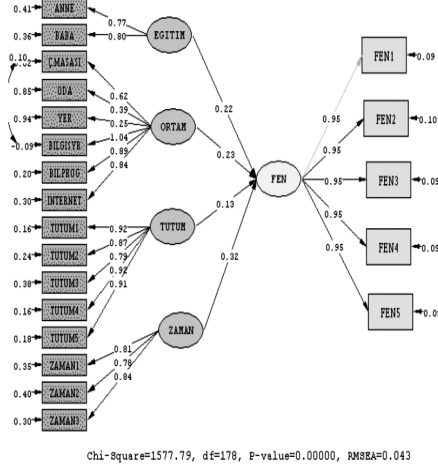
Gözlenen değişkenler ve örtük değişkenlerin belirlenmesinden sonra; yapısal eşitleme modeli kullanarak Fen bilimleri başarısını yordayacağı düşünülen değişkenler ve aralarındaki ilişkiler belirlenerek, önerilen ilişkiler örüntüsünün gerçek veri ile ne kadar uyumlu olduğu belirlenmiştir. Yöntem bölümünde açıklandığı gibi, Fen bilimlerindeki model uygunluğunun değerlendirilmesinde kullanılan uyum indeksleri ve bulunan değerler tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3’de; kurulan yapısal eşitleme modelinin uyum indeks sonuçları incelendiğinde, model ve veri arasındaki uyumun oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Uyum istatistiklerinden ki-kare değeri manidar bulunmuştur. McDonald ve Moon-Ho (2002), Schermelleh-Engel ve arkadaşları (2003) ve Thompson (2000)’in belirttikleri gibi; ki-kare değeri örneklem büyüklüğüne oldukça duyarlı olduğundan özellikle çok büyük örneklemelerde neredeyse her zaman anlamlı çıkmaktadır. Bu nedenle ki-kare değerinin, serbestlik derecesine bölünerek elde edilen katsayının kullanılması önerilmektedir. Fakat bazı durumlarda bu katsayı değerinin büyük olduğu görülmektedir. Bu istenen bir durum olmamakla birlikte ki-kare ve serbestlik derecesinin örneklem büyüklüğünden etkilendiği bilinmektedir (Fasinger,1987). Jöreskog ve Sorbom (1993), Marsh ve Hocevar (1988) ise hesaplanan GFI ve AGFI değerlerinin 0.90 dan yüksek olması, RMR and RMSEA değerlerinin ise 0.05 dan düşük çıkmasının mükemmel model veri uyumunu göstermekte olduğunu belirtmektedir. Bu çalış-

mada kurulan modelin GFI uyum indeks değerinin 0.87 ve AGFI uyum indeks değerinin 0.85 olarak hesaplanması bu değerlerin model veri uyumu için kabul edilebilir olduğunu göstermektedir. Bulunan NFI (0.99), SRMR (0.084) ve RMSEA (0.043) değerleri mükemmel model-veri uyumu olduğunu göstermektedir. Analizle hesaplanan CFI (0,99) ve IFI (0,99) değerlerinin 0,95 değerinin üzerinde değer almış olması ise model veri uyumunun mükemmel olduğunu göstermektedir. Model - veri uyumuna ilişkin değerlerin tamamı dikkate alındığında kurulan modelin veri uyumunun oldukça iyi olduğu görülmektedir. Buna göre, bulunan indeksler kurulan modelin değişkenleri arasındaki ilişkileri iyi açıkladığını gösterir niteliktedir.

Modelin geliştirilmesinde modifikasyon indeksleri incelenerek bazı değişkenler arasındaki korelasyonlar serbest bırakılmıştır. Bu amaç için çalışma masası ile bilgisayar arasındaki korelasyonlar serbest bırakılmış ve model tekrar test edilmiştir. Böylelikle ki kare değeri modifikasyon öncesi 1830.79 değerinden 1577.79 değerine; RMSEA değeri de 0.046 değerinden 0.043 değerine düştüğü belirlenmiştir. Modifikasyon sonrasında GFI uyum indeks değerinin 0,90, AGFI değerinin 0,88’e yükseldiği, NFI, CFI ve IFI değerlerinin (0,99)ise değişmediği belirlenmiştir. Literatürde birbiri ile yüksek korelasyon veren değişkenlerin her bir duruma ilişkin değişik öneriler getirilmektedir. Örneğin; değişkenler arasında yüksek ilişki gösteren değişkenlerin modelden çıkarılması, aşırı değerlerin datadan silinmesi gibi önerilerde bulunmaktadır. Yine Schumacker ve Lomax (1996)’ın belirttiği gibi gözlenen değişken sayısına oranla denek sayısının artırılması gibi önerilerde bulunmaktadır. Ancak böylesi büyük örneklemeler üzerinde yapılan bu tür çalışmalarda denek sayısı fazlası ile yeterli olduğundan ve çalışmanın analiz bölümünde açıklandığı gibi bu çalışmada kullanılan yöntemin verilerin durumuna uygun olan analiz öncesinde Robust Maksimum Likelihood yöntemi ve Asimtotik Kovaryans Matrisinin seçilmesi, hata varyansı düşük ama negatif çıkan bilgisayar değişkeninin ortam örtük özelliği ile standardize edilmiş çözümlenme değerlerinin birin üstünde çok yüksek bir değer vermemiş olması (1,04), seçilen yöntemin kendi içinde böylesi negatif hata varyanslarını dikkate alarak analize alması açısından bir sınırlılık yarat-

madığından analize dahil edilmiştir. Ayrıca; araştırmacının her çalışma masası bulunan kişinin ortamında bilgisayar olamayacağı düşüncesi ile bu değişkenin de modeldeki etkisini görmek istemesi açısından bu değişken modelden çıkartılmamıştır.



Şekil 1.

Fen Bilimleri Yapısal Eşitlik Modeli

Şekil 1'deki model incelendiğinde; öğrencilerin Fen bilimleri başarısını en iyi yordayan değişkenin ve başarıyı belirleyen en önemli faktörün "zaman" olduğu belirlenmiştir. Bağlantı katsayısı değeri $\gamma=0,32$ bulunmuştur. Öğrenmeye ayrılan zamanı ile Fen bilimleri, başarıları arasında pozitif yönlü doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma ile oluşturulan modelde başarıyı en iyi yordayan değişkenin öğrenmeye ayrılan zaman olarak belirlenmesi; öğrencilerin fen bilimlerine ayırdıkları zamanı arttırmaları ile fen bilimleri başarılarının da arttıracağına ortaya koymaktadır. Ayrıca kurulan modelde; Fen Bilimleri başarısını belirleyen ikinci önemli faktörün "ortam" olduğu öğrencilerin evlerinde kendilerine ait odalarının, çalışma masalarının, çalışma yerlerinin, bilgisayarlarının, bilgisayar programlarının ve internet bağlantılarının bulunmasının öğrencilerin fen bilimleri başarılarına pozitif yönde katkı sağladığı görülmektedir. Bağlantı katsayısı değeri $\gamma=0,23$ bulunmuştur. Modelde fen bilimleri başarısı ile "eğitim" değişkeni arasında pozitif yönlü doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Yani anne ve babalarının eğitim düzeyinin artmasının öğrencilerin fen bilimleri başarılarında pozitif yönde katkı sağladığı yani anne ve babası üniversite ve üzerinde eğitim alan öğrencilerin fen bilimleri başarılarının da arttığı belirlenmiştir. Bağlantı katsayısı değeri $\gamma=0,22$ bulunmuştur. Modelde

fen bilimleri başarısı ile fen bilimleri karşı "tutum" arasında pozitif yönde doğrusal ama yüksek olmayan ilişki olduğu belirlenmiştir. Fen bilimleri karşı olumlu tutum arttıkça fen bilimleri başarısının da arttığı sonucu ortaya çıksa da aralarındaki ilişki miktarının yani bağlantı katsayısı değerinin $\gamma=0,12$ olduğu unutulmamalıdır.

Yapısal eşitlik modeline dahil edilen değişkenlerin yani belirlenen gözlenen değişkenler ve bu gözlenen değişkenlerin yordadığı örtük değişkenlerin regresyon denklemi incelendiğinde; modelin belirtme katsayısı değerinin (R^2) 0.36 olduğu belirlenmiştir.

$$FEN = 0.22 * \text{Eğitim} + 0.23 * \text{Ortam} + 0.13 * \text{Tutum} + 0.32 * \text{Zaman}, \text{Hata varyansı} = 0.64, R^2 = 0.36$$

Regresyon denklemine dahil edilen adı geçen bu dört yordayıcı değişkenin birlikte, bağımlı değişken olan fen bilimleri başarı puanındaki toplam varyansın %36'sını açıklamakta olduğu görülmektedir. Regresyon denklemine de görüldüğü gibi; öğrencilerin fen bilimleri başarılarını en iyi yordayan değişkenin öğrenmeye ayrılan "zaman" değişkeni olduğu belirlenmiştir.

Tartışma

Bu araştırma, uluslararası öğrenci başarılarını değerlendirme programı (PISA) 2006 kapsamında, Türkiye'de 15 yaş grubu öğrencilerin fen bilimleri başarı puanları ile öğrenci anketine verilen cevaplarla ilişkili olduğu düşünülen değişkenler arasında bir yapısal eşitleme modeli oluşturmayı amaçlamaktadır. Araştırmada kurulan yapısal eşitleme modelinin uyum indeks sonuçları incelendiğinde, model ve veri arasındaki uyumun oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Model - veri uyumuna ilişkin değerlerin tamamı dikkate alındığında kurulan modelin veri uyumunun oldukça iyi olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, bulunan indekslerin kurulan modelin değişkenler arasındaki ilişkileri iyi açıkladığını göstermektedir. Yapısal eşitleme modeli incelendiğinde; öğrencilerin Fen bilimleri başarısını en iyi yordayan değişkenin ve başarıyı belirleyen en önemli faktörün "zaman" olduğu belirlenmiştir. Öğrenmeye ayrılan zamanı ile Fen bilimleri başarısı arasında pozitif yönlü doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Kubitschek, Hallinan, Arnett ve Galipeau (2005)'un yaptıkları lise ders programındaki değişiklikler ve kaybolan zamanın başarıya etkisini araştırdıkları çalışmalarında belirttikleri gibi; zaman okul için önemli bir kaynaktır. Araştırmalar eğitime ayrılan zamanın arttırılmasının başarıyı da arttırdığını göstermektedir (Dreeben ve Ga-

moran, 1986; Karweit ve Slavin, 1981; Wiley, 1976). Fakat zamanın öğrenme için tek başına yeterli bir faktör olmadığı, öğrencinin bireysel yeteneği, öğretmenin öğretimdeki niteliği ve okul organizasyonu gibi birçok faktörün de öğrenmede etkili olduğu da belirtilmektedir. Zeith ve Cool (1992) da yaptıkları çalışmada; öğrenmeye ayrılan zamanın öğrencinin akademik başarısı üzerinde önemli bir etkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Fen bilimleri başarısını en iyi yordayan değişkenin “zaman” olduğu dikkate alınırsa öğrencilerin fen bilimleri başarılarını arttırmada fen derslerine ve fen dersleri ile ilgili konulara daha fazla zaman ayırmalarını sağlayacak etkinliklerde bulunmaları önerilebilir. Fen Bilimleri başarısını belirleyen ikinci önemli faktörün “ortam” olduğu öğrencilerin evlerinde kendilerine ait odalarının, çalışma masalarının, çalışma yerlerinin, bilgisayarlarının, bilgisayar programlarının ve internet bağlantılarının bulunmasının öğrencilerin Fen başarılarına pozitif yönde katkı sağladığı görülmektedir. Fen Bilimleri başarısını belirleyen ikinci önemli faktörün “ortam” olduğu dikkate alındığında öğrencilerin evlerindeki eğitim ortamlarını zenginleştirilmesinin başarılarında etkili olduğu görülmektedir. Günümüz bilgiye ulaşmada etkin bir yol olan özellikle bilgisayar, bilgisayar programı ve internet gibi materyallerin öğrencilerin kolaylıkla ulaşabilecekleri şekilde yaygınlaştırılması önerilebilir. Fen Bilimleri başarısını belirleyen üçüncü önemli faktörün “eğitim” olduğu yani anne ve babalarının eğitim düzeyinin artmasının öğrencilerin fen bilimleri başarılarında pozitif yönde katkı sağladığı yani anne ve babası üniversite ve üzerinde eğitim alan öğrencilerin fen bilimleri başarılarının da arttığı, aralarında doğrusal pozitif yönlü bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Taningco ve Pachon (2008); Schmitt, Sacco, Ramey, Ramey ve Chan, (1999)’ın yaptıkları çalışmalarda, anne ve babanın eğitim seviyesinin artmasının öğrencilerin akademik başarılarını da olumlu yönde etkilediğini belirtmeleri bu araştırma sonucunu desteklemektedir. Öğrencilerin anne ve babalarının eğitim düzeyinin artmasının öğrencilerin fen bilimleri başarılarında pozitif yönde katkı sağladığı belirlenmiştir. Bu kapsamda anne ve babaların eğitim düzeylerini artırıcı faaliyetlerde bulunmaları önerilebilir. Okul aile işbirliği faaliyetlerinde bulunulması ve seminerler verilmesi önerilebilir. Modelde fen bilimleri başarısı ile fen bilimlerine karşı “tutum” arasında pozitif yönlü doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Fen bilimlerine karşı olumlu tutum arttıkça fen bilimleri başarısının arttığı belirlenmiştir. Oliver ve Simpson (1988)’ın çalışmaların da fen bilgisi başarı motivasyonu ile

fen bilimlerine karşı tutum arasında güçlü bir ilişkinin olduğunu belirtmeleri, bu araştırma bulgusunu desteklemektedir. Öğrencilerin fen bilimleriyle ilgili problem çözmekten zevk alabilecek uygulama çalışmalarına yer verilmesi önerilebilir. Erbaş (2005)’in PISA verilerini dikkate alarak Türkiye’de fen okuryazarlığı ile ilgili faktörleri incelediği çalışmasında; öğretmen öğrenci ilişkisi, evdeki kitap sayısı, okul öncesi eğitime katılım, temel bilgisayar bilgileri ile fen okuryazarlığı ölçüleri arasında olumlu ilişkiler bulunduğunu belirtirken, okul tarafından gerçekleştirilen iyileştirici kursların ve ev ödevlerinin okulla ilgili tutumlara olumlu etkisi olduğunu fakat öğrencilerin fen okuryazarlığı becerilerine herhangi bir etkisi olmadığını belirtmiştir. Özer (2009) ise, PISA 2006 verilerine dayalı 15 yaş grubun fen ve matematik başarılarını değerlendirdiği modelleme çalışmasında, öğrenmeye ayrılan zamanın fen bilimleri ve matematik başarılarına olumlu etkisi olduğunu belirtmesi bu araştırma bulgusunu desteklemektedir. Aile özellikleri değişkeninin yine öğrencilerin fen ve matematik başarılarını olumlu yönde etkilediği belirtilirken, öğrencilerin eğitim materyallerine sahip olma değişkeni ile fen başarıları arasında pozitif ilişki olduğu ama matematik başarısıyla ilişkili olmadığı belirlenmiştir. Ceylan ve Berberoğlu (2007) ise araştırmalarında; Üçüncü Uluslararası Fen ve Matematik Çalışmasına katılan Türk öğrencilerden elde edilen verileri kullanarak, fen başarısı ile ilişkili etmenleri doğrusal yapısal modelleme ile ortaya çıkarmaya çalışmışlardır. Elde edilen bulgular da, öğrencilerin başarısızlık algısı, öğrenci merkezli etkinlikler ve öğrencilerin fen bilimlerine yönelik tutumları ile öğrencilerin fen başarıları arasında negatif yönde ilişkiler gözlenirken, öğretmen merkezli etkinlikler ile öğrencilerin fen başarıları arasında olumlu yönde ilişki olduğu belirlenmiştir. Elde ettikleri bulgulara dayanarak, Türk eğitim sisteminin özellikle yenilenen müfredatlar kapsamında gözden geçirilmesi gereken noktalarına dikkat edilmesi gerektiği belirtmişlerdir.

Investigation of Factors Influencing Turkey's PISA 2006 Science Achievement with Structural Equation Modelling*

Duygu ANIL^a

Hacettepe University

Abstract

This study aims, in line with PISA (Programmes for International Students' Achievement Evaluation) 2006, at constructing a structural equation model between variables considered to be associated with 15 year old Turkish students' science achievement scores and their responses to students questionnaire. In this sense, this is a relational research study. In data analysis, having identified the observed variables and the covered variables, the variables thought to predict science achievement and the relations holding between them were determined; and thus the extent to which the recommended pattern of relations was compatible with the real data was shown. On examining the structural equation modeling closely, it was found that the variable predicting students' science achievement best and the most significant factor determining achievement was "time". The other factors predictive of science achievement were found to be "the environment", "education" and "attitudes", respectively.

Key Words

PISA 2006, Structural Equation Modeling, Science Achievement.

International students' comparison projects such as TIMSS, PIRLS and PISA are non-competitive projects for participating countries to evaluate their system of education and to pursue the development of students' knowledge and skills in

the fields of mathematics, science, and reading by years. What is expected of the countries, based on the results, is to realize the necessary reforms throughout the country, and to follow up the effects of these reforms by ensuring participation to the aforementioned projects. The comparative information provided by PISA gives the countries the opportunity to have an extensive evaluation of the extent to which their 15 year-old students are prepared to life (Organization for Economic Cooperation and Development [OECD], 2003).

Our country participated in the PISA activities of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), of which Turkey is the charter member, in 2003. In each PISA project, which is applied every three months, a topic field is emphasized. The first PISA project was applied in the year 2000, and reading skills were emphasized. Mathematics literacy was emphasized in the second application in 2003 whereas science was emphasized in the latest application in 2006. PISA 2006 project was a project handling not only stu-

* This research is the extended form of the paper presented in the 18th International Assembly for Educational Sciences, which was held in Izmir on October 1-3, 2009.

a PhD. Duygu ANIL is currently an Assoc. Professor at the Division of Educational Sciences, Department of Educational Measurement and Evaluation. Fields of study include mostly modelling studies for the purposes of determining the factors influencing academic achievement in national and international exams, and the work of scale development and scaling in the fields of education and psychology. *Correspondence:* Assoc. Prof. Duygu ANIL, Hacettepe University, Faculty of Education, Division of Educational Sciences, Department of Educational Measurement and Evaluation, 06800 Beytepe-Ankara/Turkey. E-mail: aduygu@hacettepe.edu.tr Phone: +90 312 297 8551/106. Fax: +90 312 299 2027.

dents' knowledge and skills in science but also their attitudes towards science (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2005).

In today's technologically advanced societies, comprehension of basic scientific concepts and theories, and the ability to construct and solve scientific problems has never been this important. In spite of this, in the last 15 years, there has been a visible decline in the number of students who study science and technology at universities in some of the OECD countries. This has various reasons. However, some researchers contend that along with science and science education curricula, students' attitude toward science may be playing a crucial role in this case (OECD, 2006). PISA 2006 is a project that evaluates not only the science knowledge and skills of students but also their attitude towards science.

In PISA 2009 science literacy field, among the countries who participated, Finland, just as it was in 2006, was the one with the highest average achievement score with its 554. Among the OECD countries, Finland was again the most successful country while the average score of Turkey was 454. With this score, Turkey was at 42. among the countries which participated in the project, and at 31 among the OECD countries. When the results of 2006 and 2009 PISA evaluation were compared, it was stated that Turkey had a 30 point increase from the 2006 PISA application in which the predominant field was science literacy to 2009. It was determined that there was an increase in the achievement of students in the field of science literacy in 9 countries out of the 57 which participated in both 2006 and 2009 PISA applications (MEB, 2010).

Several studies have been carried out in order to determine the factors affecting especially the academic achievements of students. These studies put forth that these factors have various dimensions. Among these factors, the number of students in a class (Boozer & Rouse, 2001), the quality of the teacher (Darling-Hammond, 2000), the motivation of students, the teachers self-sufficiency perception, and the attitudes of students towards learning are the ones that come to the fore (cited in Altun & Çakan, 2008). In her study, Yılmaz (2009), on the other hand, stated that many of the studies that examine the relationship between standard test scores and the variants related to students and schools have been carried out in developed countries, and thus generalizing these results to the developing countries would result in a faulty evaluation.

In line with PISA (Programmes for International Students' Achievement Evaluation) 2006, this study

aims at constructing a structural equation model between variables considered to be associated with 15 year old Turkish students' science achievement scores and their responses to students questionnaire. The questionnaires performed in PISA exams are of great importance in determining factors influential over students' academic achievements. Being able to determine factors influencing our students' academic achievement, and allocating a place to modelling work between achievement scores and students questionnaire information specifies significant results.

Problem Statement

What is the general structural equation model accounting for the relations between the variables which determine 15-year old students' attitudes towards their parents' educational status, educational environment, learning time and science and students' achievement scores in science in PISA in Turkey?

Method

Type of Study

Since the results of the questionnaire conducted with 15-year old students in Turkey in line with the Programme for International Students' Achievement Evaluation (PISA) as well as correlations between their levels of achievement in the field of science studies are analyzed in this research, it is a relational study. Relational review model is a research model aiming to determine the existence and/or extent of simultaneous change between two or more variables (Karasar, 2010). A structural equation model was formed in the research by using the paraphrasing and confirmatory factor analyses. A structural equation model is a comprehensive statistical approach employed in testing the causal relations between measured and covered variables. Structural equation model connects the predictive structural relations holding between the variables in the regression model to the covered factor structures in the factor analysis through a comprehensive analysis (Sümer, 2000). In this respect this study also reveals the extent of relations between variables.

Sample

The research population is represented by 15 year old students receiving education in Turkey. The research sample, on the other hand, is composed of

4942 students randomly selected from 160 schools on the basis of stratification according to regions and school types from 7 geographical regions and 51 provinces where PISA is implemented.

Instrument

The data of the research were obtained via the internet through the data files of PISA 2006 in the PISA database of the Ministry of Education, Educational Research and Development Board. By using this rather extensive database, the variants used within the context of the research were re-codified by using code books, and data were organized. In the PISA evaluations, basically achievement tests, student and school questionnaires were used. In addition to this, optional questionnaire can also be used. The scope of this study was limited to the science achievement test and student questionnaire used in the PISA 2006 exam. In the PISA achievement test, various different question types are used such as multiple choice questions, complex multiple choice questions, open ended, and closed-ended questions. The questions asked in the exam consist of units that include textual material or graphics that students may come across with (MEB, 2009).

Data Analysis

In data analysis, initially the questions in the questionnaire were determined through basic components paraphrasing factors analysis so as to determine the factors influential over science achievement. Factor Analysis is a frequently used method, especially in social sciences, educational sciences, medicine, psychology and sociology, which enables to define a factor under a new name by grouping certain units that are unrelated to one another but may be useful in explaining a phenomenon (Özdamar, 2002). Prior to the analysis of the data, reverse coding was observed in some data and the data were rearranged by the researcher through re-coding, and the data were checked for suitability for factors analysis via Kaiser- Meyer- Olkin (KMO) coefficient in addition to Barlett Sphericity test. The factor loads of the questions formed for this purpose and the specific values of the factors were then studied on SPSS 15.0 package program. Rather than considering all the survey questions, only those with the most factor load were included in the study. Not all of the questions in the questionnaire were taken into consideration in the research, and only those questions with the most factor load

were included in the research. The most significant criterion here was use of at least three questions for each dimension (Schumacher & Lomax, 1996). The indices formed by considering factors analysis were specified as variables thought to predict science achievement. Utilizing the observed variables which were determined with factors analysis and the covered variables predicted by those observed variables, structural equation modelling was formed in this research. LISREAL 8.7 program was employed in constructing the model. With the help of this program, the data were cleared using the "listwise" method in correlation matrices that were formed to test different models. Due to the fact that work was done on PISA data and that the variables in the research were sequenced and categorical, Robust Maximum likelihood method beside Asymptotic Covariance Matrix were used.

Kline (2005, p. 197) stated that when some of the variants are sequential while some of them are continuous it is appropriate to use the Asymptotic Covariance Matrix, and that when all of the variants are sequential it is appropriate to use the Asymptotic Correlation Matrix. Because the research was performed through the PISA data and because the variants in the questionnaire were all sequential and categorical, in this study the Robust Maximum Likelihood Method and Asymptotic Covariance Matrix were used. In determining to what extent the suggested relationships patterns in the research are compatible with the real data, the square fitness test (χ^2) recommended by Jöreskog and Sörbom (1993), Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA), Standardized Root Mean Square Residual (S-RMR), Goodness of Fit Index (GFI), Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI), and Comparative Fit Index (CFI), Non-Normed Fit Index (NNFI) values, indicated by Cheng (2001), were used.

Results

Indices formed by considering factors analysis were determined as variables that were thought to predict science achievement in this study. Questions with the highest factor load were included in the study, and covered variables were described for LISREL model.

Having determined observed variables and covered variables, variables that were thought to predict science achievement as well as relations between them were determined by using the structural equation model, and then the extent to which the recom-

mended relations block was compatible with the real data was determined. On examining the compatibility index results of the constructed equation model, the model - data compatibility was found to be quite high. Chi-square value, one of the compatibility statistics, was found significant. As is pointed out by McDonald and Moon-Ho (2002), Schermelleh-Engel, Moosbrugger and Müller (2003), and Thompson (2009), due to the fact that Chi-square value is sensitive to the size of the sample, it is almost always significant with very big samples in particular. Therefore, it is recommended that the Chi-square value should be divided into the freedom degree, and the resultant coefficient should be used. Yet, in some cases this coefficient value is found to be too big. Although this is an undesirable case, it is known that Chi-square and freedom degree are affected by sample size (Fasinger, 1987). Jöreskog and Sörbom (1993), Marsh and Hocevar (1988) point out that the case in which the calculated GFI and AGFI values are higher than 0.90 and RMR and RMSEA values are lower than 0.05 displays perfect model-data compatibility. The GFI compatibility index value (0.87) and AGFI compatibility index value (0.85) of the model constructed in this study show that a sufficient level of compatibility is available for model-data compatibility. Moreover, the calculated NFI (0.99), SRMR (0.084), and RMSEA (0.043) values demonstrate that a perfect compatibility holds between the model and the data. The CFI (0.99) and the IFI (0.99) values found through analyses, on the other hand, show that model-data compatibility is perfect.

On examining the compatibility indices results for the structural equation modelling constructed in the research, the compatibility between the model and the data was found to be quite high - a result which demonstrated that the indices sufficiently accounted for the correlations holding between the model variables. Modification indices were examined and correlations between some variables were relieved in developing the model. For this purpose, the correlations between the desk and the computer were relieved, and the model was re-tested. Thus, it was found that chi square value dropped from 1830.79 to 1577.79 whereas RMSEA value dropped from 0.046 to 0.043 prior to the modification.

On examining the structural equation modelling, it was seen that the variable best predicting students' achievement in science and the factor determining achievement was "time". A linear positive correlation was found between the time allocated to learning and science achievement, where the relation

coefficient value was found to be $\gamma=0,32$. As pointed out by Kubitschek, Hallinan, Arnett and Galipeau, (2005) in their work, where they researched modifications to high school programmes and the effects of wasted time on success, time is an important source for a school. A group of researches demonstrates that an increase in time devoted to education leads to an increase in success (Dreeben & Gamoran, 1986; Karweit & Slavin, 1981; Wiley, 1976). Zeith and Cool (1992) also conclude that time allocated to learning has an important effect on students' academic achievement. It has become evident that second most important factor determining success at science is the "environment", and that students' having a room for studying, a desk, a computer, a computer program, and an internet connection of their own contributes to their success at science in a positive way. Relation coefficient value is $\gamma=0,22$ here. In the work by Tanningo and Pachon (2008); Schmitt, Sacco, Ramey, Ramey and Chan, (1999), it is suggested that a high level of parents' education affects students' academic achievement in a positive way; which supports the conclusions of the current research. A positive, linear relation which was not high was determined between science achievement and the "attitude" towards science in the model. The relation coefficient value was $\gamma=0,12$. In conclusion, achievement in science rises in parallel to an increase in positive attitudes towards science. However, it must not be forgotten that the level of relations between them is not very high.

On examining the regression equation of the covered variables predicted by variables that were included in the structural equation model (that is, the determined observed variables), the statement coefficient value of the model was found as (R^2) 0.36.

SCIENCE= 0.22*Education +0.23*Environment + 0.13*Attitude+ 0.32*Time, Error var.= 0.64 , R^2 = 0.36

It is evident that the four predictor variables that were included in the regression equation account for 36% of the overall variance of the science achievement score, which is the dependent variable. As can be seen also in the regression equation, the variable best predicting students' science achievement is the variable of "time" devoted to learning.

Discussion

This research aims at constructing a structural equation model, in line with PISA 2006, between variables considered to be associated with 15 year

old Turkish students' science achievement scores and their responses to students' questionnaire. On examining the compatibility index results of the constructed equation model, the model - data compatibility was found to be quite high. Considering all the values for model-data compatibility, it becomes clear that the compatibility of the model constructed is quite high. This is a result which demonstrates that the indices sufficiently account for the correlations holding between the model variables. On examining the structural equation modelling, it was seen that the variable best predicting students' achievement in science and the factor determining achievement was "time". A linear positive correlation was found between the time allocated to learning and science achievement. As is pointed out by Kubitschek et al. (2005) in their work on modifications to high school syllabi and the influence of wasted time over achievement, time is an important source for schools. Research studies have made it clear that an increase in time allocated to education also affects success (Dreeben & Gamoran, 1986; Karweit & Slavin, 1981; Wiley, 1976). It is also pointed out that time is not sufficient on its own for learning and that several factors such as the student's individual ability, the teacher's quality in teaching, and school organization are also influential on learning. Zeith and Cool (1992) also conclude that time allocated to learning has an important impact on students' academic achievement. Considering the fact that variable best predicting science achievement is "time", it might be recommended that more time should be allocated to science courses and topic related with science so as to improve students' science achievement. It has become evident that second most important factor determining success at science is the "environment", and that students' having a room for studying, a desk, a computer, a computer program, and an internet connection of their own contributes to their success at science in a positive way. Considering the fact that second most important factor determining success at science is the "environment, it becomes evident that enriching the educational environment in students' homes is influential over their achievement.

It might be recommended that the use of materials such as computers especially – an effective way of having access to knowledge, computer program and the internet should be made widespread so that students reach easily. It was found that third most important factor determining science achievement was "education", which meant that an increase in parents' level of education contributed

positive contributions to students' science achievement; that is to say, students with parents of university education or further education displayed higher achievement in science and thus a positive correlation was found between the two. In the work by Taningco and Pachon (2008); Schmitt et al. (1999), it is suggested that a high level of parents' education affects students' academic achievement in a positive way; which supports the conclusions of the current research. It was found that an increase in the level of parents' education made positive contributions to students' science achievement. Therefore, it might be recommended that activities should be done to raise parents' level of education. Besides, school-parents cooperation should be established and seminars should be held. A positive, linear relation was determined between science achievement and the "attitude" towards science in the model. In other words, it was found that science achievement increased in parallel to the increase in positive attitudes towards science. Thus, it might be recommended that application work in which students enjoy problem solving related with science should be performed. The fact that Oliver and Simpson (1988) note a strong correlation between science achievement motivation and attitudes towards science studies supports the findings of this research. It may be recommended that application activities in which students enjoy problem solving about science should be included. In a study conducted by Erbaş (2005), where science literacy and the related factors are analyzed considering the PISA data, it was pointed out that positive correlations were available between teacher-student interaction, the number of books at home, participation in pre-school education, basic computer knowledge, and science literacy whereas improvement courses organized by school, and homework assigned had positive effects on attitudes towards school but had no effects on students' science literacy skills. Özer (2009), on the other hand, in a modelling study evaluating 15 year old group's science and mathematics achievement based on the PISA data, pointed out that time allocated to learning influenced achievement in science and mathematics in a positive way, which is supportive of our findings. It was pointed out that the variable of family properties had positive influences in students' science and mathematics achievement, while a positive relation held between the variable of students' having educational material and their achievement in science but it did not have relations with mathematics achievement. In their

research Ceylan and Berberoğlu (2007) made an attempt at displaying the factors related with science achievement by using the data obtained from Turkish students taking part in the Third International Science and Mathematics Activity. The findings demonstrated that there were negative correlations between students' perception of failure, student-centered activities, and between students' attitudes towards science studies and their achievement in science; yet positive correlations were found between teacher-centered activities and students' achievement in science. Based on their findings, they recommended that Turkish system of education should be revised in terms of several points on the basis of the renewed curricula.

References/Kaynakça

- Altun, S. A. ve Çakan, M. (2008). Öğrencilerin sınav başarılarına etki eden faktörler: LGS/ÖSS sınavlarındaki başarılı iller örneği. *İlköğretim Online*, 7 (1), 157-173.
- Ceylan, E. ve Berberoğlu, G. (2007). Öğrencilerin fen başarısını açıklayan etmenler: Bir modelleme çalışması. *Eğitim ve Bilim*, 32 (144), 36-48.
- Cheng, E. W. L. (2001). SEM being more effective than multiple regression in parsimonious model testing for management development research. *Journal of Management Development*, 20 (2), 650-667.
- Dreeben, R., & Gamoran, A. (1986). Race, instruction, and learning. *American Sociological Review*, 51, 660-669.
- Erbaş, K. C. (2005). *Uluslararası Öğrenci Başarı Belirleme Programında (PISA)Türkiye'de fen okuyazarlığım etkileyen faktörler*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Fasinger, R. (1987). Use of structural equation modeling in counseling psychology research. *Journal of Counseling Psychology*, 34, 425-436.
- Jöreskog, K. G., & Sörbom, D. (1993). *Lisrel 8: Structural equation modeling with the simplis command language*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Karasar, N. (2010). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel yayıncılık.
- Karweit, N. L., & Slavin, R. E. (1981). Measurement and modeling choices in studies of time and learning. *American Educational Research Journal*, 18, 157-171.
- Kline, R. B. (2005). *Principles and practice of structural equation modeling* (2nd ed.). NY: Guilford Publication, Inc.
- Kubitschek, W. N., Hallinan, M.T., Arnett, S. M., & Galipeau, K. S. (2005). *High school schedule changes and the effect of lost instructional time on achievement*. The University of North Carolina Press.
- Marsh, H., & Hocevar, D. (1988) A new, more powerful approach to multitrait-multimethod analyses: Application of second-order confirmatory factor analysis. *Journal of Applied Psychology*, 73 (1), 107-117.
- McDonald, R. P., & Moon-Ho, R. H.(2002). Principles and practice in reporting structural equation analyses. *Psychological Methods*, 7 (1), 64-82.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2005). *PISA 2003 Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Projesi, ulusal nihai rapor*. Ankara: Eğitim Araştırma ve Geliştirme Dairesi Yayınları.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2009). *PISA 2006 Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Projesi, ulusal nihai rapor*. Ankara: Eğitim Araştırma ve Geliştirme Dairesi Yayınları.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2010). *PISA 2009 Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Projesi, ulusal ön rapor*. Ankara: Eğitim Araştırma ve Geliştirme Dairesi Yayınları.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2003). *PISA 2003 technical report*. Paris: Author.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Paris: Author.
- Oliver, J. S., & Simpson. R. D. (1988). Influences of attitude toward science, achievement motivation, and science se if concept on achievement in science: A longitudinal study. *Science Education*, 72 (2), 143-155.
- Özdamar, K. (2002). *Paket programları ile istatistiksel veri analizi (çok değişkenli analizler)* (5. bs). Eskişehir: Kaan Kitabevi.
- Özer, Y. (2009). *Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) verilerine göre Türk öğrencilerin matematik ve fen bilimleri başarıları ile ilişkili faktörler*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H., & Müller, H. (2003). Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods Of Psychological Research Online*, 8 (2), 23-74.
- Schmitt, N., Sacco J. M., Ramey, S., Ramey, C., & Chan, D. (1999). Parental employment, school climate, and children's academic and social development. *Journal of Applied Psychology*, 84 (5), 737-753.
- Schumacker, R. E., & Lomax, R.W. (1996). *A beginner's guide to structural equation modeling*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Sümer, N. (2000). Yapısal eşitlik modelleri: Temel kavramlar ve örnek uygulamalar. *Türk Psikoloji Yazıları*, 3 (6), 49-74.
- Taningco, M. T. V., & Pachon, H. P. (2008). *Computer use, parental expectations and latino academic achievement*. Tomas Rivera Policy Institute.
- Thompson, B. (2000). Ten commandments of structural equation modeling. In L. G. Grimm & P. R. Yarnold (Eds.), *Reading and understanding more multivariate statistics* (pp.261-283). Washington, D.C: American Psychological Association.
- Yılmaz, H. B. (2009). *Turkish Students' scientific literacy scores: A multilevel analysis of data from program for international student assessment*. Unpublished doctoral dissertation, The Ohio State University.
- Zeith, T. Z., & Cool, V. A. (1992). Testing models of school learning: Effects of quality of instruction, motivation, academic coursework, and homework on academic achievement. *School Psychology Quarterly*, 7 (3), 207-226.
- Wiley, D. E. (1976). Another hour, another day: Quantity of schooling, a potent path for policy. In W. Sewell, R. Hauser, & D. Featherman (Eds.), *Schooling and Achievement in American Society* (pp. 225-265). NewYork: Academic Press.