



## Boyut Sayısı Belirlemede Velicer'in Map Testi ve Horn'un Paralel Analizinin Kullanılması

### Using Velicer's Map Test and Horn's Parallel Analysis for Determining Component Number

Güler YAVUZ\*, Nuri DOĞAN\*\*

**ÖZ:** Yapı geçerliği çalışmalarında geliştirilen ölçme aracının boyut sayısını belirlemek kritik kararlar vermeyi gerektirir ve bu kararların dayanağını çeşitli teknik ve yöntemler oluşturur. Araştırmacıların keyfi kararlardan çok istatistiksel dayanağı olan yöntem, teknikleri kullanmaları yapı geçerliği çalışmalarının kalitesini artırır. Bu nedenle PISA 2006 öğrenci anketinde tutumu belirlemeye yönelik yazılmış üç boyutlu kuramsal yapının geçerlik çalışmasında; son zamanlarda yaygın kullanılmaya başlanılan, çeşitli açıklayıcı faktör analizi yöntemlerine üstün olduğu ifade edilen ve bunlarla veya bunlara alternatif kullanılması önerilen; Velicer'in MAP yöntemi ve Horn'un paralel analizi kullanılmıştır. Hesaplamalar tutum maddelerine yönelik 4645 öğrenciden elde edilen verilerle yapılmıştır. Boyutların Cronbach Alpha katsayıları 0.916, 0.912, 0.812 olarak bulunmuştur. Üç boyutlu kuramsal yapı için, doğrulayıcı faktör analizi sonucunda hata indekslerinin düşük ve uyum indekslerinin 0.90'ın üzerinde olduğu bulunmuştur. O'Connor (2000) tarafından yazılan program kullanılarak MAP yöntemi ve Paralel analiz aynı veriye uygulanmış ve üç yöntemle de yapının üç boyutlu olduğuna karar verilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** geçerlik, map testi, paralel analiz, doğrulayıcı faktör analizi, pisa

**ABSTRACT:** In structural validity studies, determining number of dimension of a measurement tool requires critical decisions and variety techniques, methods from those decisions' basis. Rather than arbitrary decisions if researchers use the methods, techniques which have got statistical basis, the quality of study improves. For this reason instead of using some flawed exploratory factor analysis's techniques; Velicer's MAP test, Parallel analysis which are validated procedures have been used in study. For confirming structure, confirmatory factor analysis have been used. Data consist of 4645 students, gathered from PISA 2006 attitude items. Cronbach alpha have been found: 0.916, 0.912, 0.812, respectively. At the end of the confirmatory factor analysis it has seen that the error indices are low, fit indices are more than 0.90. By using O'Connor (2000)'s program, MAP test and the parallel analysis are applied on the same data, it is found that the structure has three dimensions with both methods.

**Keywords:** validity, map test, parallel analysis, confirmatory factor analysis, pisa

## 1. GİRİŞ

'Yapı' kavramı bu yüzyılın ortalarından itibaren davranış bilimlerinin merkezinde yer almıştır. Yapılar verilerin yorumlanmasını kolaylaştırmaya, verileri organize etmeye ve özetlemeye imkan sağlarlar (Velicer, Eaton ve Fava, 2000). Baykul'a (2000) göre; bilimde yapılar veya sistemler, bileşenlerden veya kendisini oluşturan alt sistemlerden oluşur; bu sistemler genel olarak çok boyutludur. Sosyal bilimlerde araştırmacı açısından ölçek puanlarının ilişkili olduğu düşünülen yapının varlığına ilişkin kanıtlar, ölçme aracının ölçme amacı doğrultusunda çalıştığını göstermek açısından önem taşır. (Tavşancıl, 2006). Yapı geçerliği ayrıca bir ölçme aracının ve ondan elde edilen puanın ne anlama geldiğini araştırma sürecidir (Özgüven, 1994). Bu araştırma sürecini de farklı yollarla belirlemek mümkündür. Faktör analizi bu tekniklerin başında gelmektedir. Faktör analizi sosyal bilimlerde en yaygın kullanılan, esnek sonuçlar verebilen bir araştırma aracıdır. Psikolojik araçların yapı geçerliğini belirlemede kullanılan faktör analizi teknikleri iki ana başlık altında incelenebilir. Birincisi yeni geliştirilen testlerin boyut sayısını belirleme, faktör yapısı hakkında herhangi bir öngörü bulunmayan testlerin faktör yapısını belirleme ve belirli boyutları ölçmek için yazılan maddelerin gerçekten o

\*Yrd.Doç.Dr., Adıyaman Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, Adıyaman-Türkiye, e-posta: gyavuz2010@gmail.com

\*\* Doç.Dr., Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, Ankara-Türkiye, e-posta: nurid@hacettepe.edu.tr

boyutları ölçüp ölçmediğini belirleme amacıyla kullanılan açımlayıcı faktör analizidir (AFA). İkincisi ise önceden belirli boyutları olduğu kabulüyle geliştirilen testlerin, daha önceden belirli bir örneklem üzerinden boyutları saptanmış olan testlerin farklı örneklerde de aynı boyutların sağlanıp sağlanmadığının belirlenmesinde veya kuramsal olarak yapılandırılmış ölçme araçlarının bir başka kültüre uyarıldığı durumlarda kuramsal yapının korunup korunmadığının belirlenmesinde kullanılan doğrulayıcı faktör analizidir (DFA). AFA yardımıyla verilen kararların şüphesiz en önemli olanı faktör (boyut, bileşen) sayısının kaç olması gerektiğidir (Cattell, 1978; Glorfeld, 1995; Goodwin ve Goodwin, 1999; aktaran, Watkins, 2006). Küçük bir faktör uzayında değişkenleri bastırmak (under-extraction) önemli bilgi kaybıyla sonuçlanabilir. Bu durumda önemli faktörlerin ihmal edilmesi olasıdır. Önemli faktörlerin ihmal edilmesiyle iki veya daha fazla faktör için içeriği bozulmuş bir birleşme ve yük değerlerinde hatanın artışı gerçekleşmektedir. Yine uygun olmayan tekniklerin kullanılmasıyla gereğinden çok faktör belirleme sonucu (over-extraction) ortaya çıkan sorunlardan biri ise değişkenlerin geniş bir faktör uzayına dağıtılmasıdır (Wood, Tataryn ve Gorsuch, 1996; Zwick ve Velicer, 1986; O'Connor, 2000; Velicer ve diğerleri., 2000). Boyut sayısının yanlış belirlenmesi sonucu ortaya çıkan yukarıdaki iki durumda geçerliği zedeleyici, istenmeyen durumlardır (Fava ve Velicer, 1992; 1996).

Literatürde boyut sayısının belirlenmesinde kullanılan çok sayıda ölçüt vardır. Bunlardan çoğunun yapılan simülasyon çalışmaları (Zwick ve Velicer, 1986; Velicer ve diğerleri, 2000; Piccone, 2009) sonucunda araştırmacılara yanlış yön gösterdiğine ilişkin bulgulara ulaşılmıştır. Ülkemizde yapılan araştırmalarda da yaygın bir şekilde kullanılan bu ölçütler ve sınırlılıklarına ilişkin durumlar aşağıda verilmiştir.

Boyut sayısının belirlenmesi için literatürde en yaygın kullanılan teknik Kaiser'in özdeğerin 1'den büyük olması kuralına dayalı K1 yöntemidir (Kaiser, 1960). Öz değeri 1'den büyük olan faktör sayısı anlamlı boyut sayısı olarak kabul edilir. K1 öz değer kuralı SPSS ve SAS gibi birçok istatistiksel yazılım programında "default" (varsayılan) olarak seçilidir. Bir çok araştırmacı bu yöntemin boyut sayısı belirlemede uygun olmadığı yönünde görüş birliği içindedir (Cliff, 1998; Velicer ve diğerleri, 2000; O'Connor, 2000; Hayton, Allen ve Scarpello, 2004). Cliff'e (1998) göre öz değeri birden büyük olanların sayısı örneklem büyüklüğünden etkilenmektedir. Örneklem büyüklüğü arttıkça birden büyük olan öz değer sayısı artmaktadır. Fava ve Velicer'in (Picanno, 2009) Monte Carlo simülasyonunu içeren çalışmalarında yapının ne olduğuna bakılmaksızın birden büyük öz değer sayısının değişkenlerin üçte biri kadar çıktığını bulmuşlardır. Yine Merenda (1997) ve Gorsuch (1973), boyut sayısı belirlemede öz değer birden büyük olması tekniğinin en az geçerli sonuç veren teknik olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca Ladesma ve Valero-Mora (2007), öz değer birden büyük olması kuralının çok keyfi seçimlere dayalı olduğunu şu şekilde ifade etmişlerdir; 'Bu teknik oldukça keyfi kurallara dayalıdır, örneğin; 1.01 öz değeri bir temel boyut olarak kabul edilebiliyorken neden öz değeri 0.99 olan kabul edilememektedir?'

Çok kullanılan tekniklerden biri de Cattell'in yamaç eğrisi (Scree plot) grafiğidir (Cattell, 1966). Grafiğin yatay şekli aldığı noktaya kadar olan faktörler anlamlı faktör sayısını gösterir. Yamaç eğrisi grafiği ile temel bileşenler ve geriye kalan bileşenler arasında ayrılma noktasını belirlemek için grafiğin incelenmesi gerekir. Ancak uygulamada bazen keskin düşüşler olmamakta ya da birden fazla keskin düşüş olmakta ve uzmanlara göre bu grafik boyut sayısını belirlerken hem göz kararı davranmaya hem de grafiğin yorumlanması sürecindeki öznellik nedeniyle güçlüklerin yaşanmasına neden olmaktadır (Crawford ve Koopman, 1979; Streiner, 1998; aktaran, O'Connor, 2000; Hayton ve diğerleri, 2004; Picanno, 2009). Varyans yüzdesi tekniğinde sorun kapsanması gereken minimum varyans miktarına ilişkin keyfi kurallara yol açmasıdır. Burada her ilave faktörün varyansının toplam varyansı açıklamasına katkısına ilişkin

belirli kurallar vardır [örneğin faktörün varyans değeri %5'in altına düştüğünde maksimum faktör sayısına ulaşıldığı gibi] (Kline, 2005).

Yaygın bir diğer teknik ise Bartlett'in testidir. Korelasyon matrisinde değişkenlerin en azından bir kısmı arasında yüksek orantılı korelasyonlar olduğunu test eder (Hair, Anderson ve Tatham, 1998; aktaran, Kalaycı, 2009). Bartlett testine yönelik yapılan eleştiri ise Ho hipotezinin anlamlı bileşenlerin ayrılmasından sonraki geriye kalan öz değerlerin eşit olmasıdır. Pratikte Ho hipotezi red edilmesine rağmen herhangi bir bileşenin hala ayrılma durumunun olması söz konusu olabilmektedir. Yapılan çalışmalarda (Gorsuch, 1973; Hubbard ve Allen, 1987; Zwick ve Velicer, 1986) bu tekniğin veri sayısı az iken beklenenden az boyut (underextract); veri sayısı fazla iken ise beklenenden fazla boyut (overextract) verme eğilimli olduğu ileri sürülmüştür. En uygun faktör sayısını belirleme ile ilgilenen kullanıcılar karar verirken keyfi kararlar vermekten kaçamazlar (Coovert ve McMellis, 1998; Floyd ve Wideman, 1995; Merenda, 1997; Tinsley ve Tinsley, 1987; Turner, 1998; Zwick ve Velicer, 1986). Bu ölçütlere dayalı olarak verilen kararlar istatistiksel olmaktan çok tekniktir ve birçok kullanıcı istatistiksel yazılım paketlerindeki basit, varsayılan karar kurallarına güvenmek zorundadır (O'Connor, 2000).

Son yıllarda yaygın olarak kullanılan bu tekniklerin yerine veya onlarla birlikte kullanılması önerilen iki teknikten de söz edilebilir; bunlar Velicer'in MAP testi (Velicer's Minimum Average Partial Test; Minimum Ortalamalar Testi) (Velicer, 1976) ve Horn'un Paralel analizi (Horn, 1965)'dir. Velicer ve diğerleri (2000), tarafından yapılan simülasyon çalışmalarında bu iki tekniğin boyut sayısı belirlemede en doğru sonuçları verdiği ifade edilmiştir. Ayrıca Piccone (2009) tarafından yapılan doktora tez çalışmasında ise paralel analizin daha iyi sonuç verdiği bulgusuna ulaşılmıştır. Birçok araştırmacının (Hayton ve diğerleri, 2004; Watkins 2006; Storch, Murphy, Bagner, Johns, Baumeister ve Goodman, 2006; Munroe ve Pearson 2006; Nelson, Canivez, Lindstrom ve Hatt, 2007; Justicia, Pichardo, Cano, Berben, 2008; Crawford, Green, Levy, Scott, Svetina, Thompson, 2010; Garrido, Abad, Ponsoda, 2011) boyut belirlemede uygunluğu üzerinde görüş birliğine vardıkları bu teknikler aşına olmayan okuyucular için kısaca aşağıda açıklanmıştır.

### **1.1. Doğrulayıcı Faktör Analizi**

Doğrulayıcı faktör analizi gizil değişkenler ile ilgili kuramların test edilmesine dayanan ve ileri düzey araştırmalarda kullanılan oldukça gelişmiş bir tekniktir (Tabachnick ve Fidell, 2007). Doğrulayıcı faktör analizi, sosyal bilimlerde daha çok ölçek geliştirmede ve geçerlik analizlerinde kullanılmaktadır. Bu analizlerde önceden belirlenmiş ya da kurgulanmış bir yapının doğrulanması amaçlanmaktadır ve geleneksel kökeni genel faktör analizlerine dayanır. Doğrulayıcı faktör analizi, gizil değişkenler arasındaki ilişkileri betimleyen model ile elde edilen verinin ne oranda uyduğuna ilişkin ayrıntılı istatistikler sunar.

Kline (2005)'e göre doğrulayıcı faktör analizinde her bir gözlenen değişken yalnızca kendi gizil değişkeni altında tanımlanmaktadır ve bir gizil değişken altında tanımlanan bir gözlenen değişkenin diğer gizil değişkenle ilişki göstermesine izin verilmez. Özellikle düşük faktör yüklerine sahip maddelerin ayrılmasında ve birden fazla boyutta faktör yüküne sahip maddelerle çalışıldığında ve kategorik verilere uygulamada karşılaşılan problemler bu yöntemin dezavantajlı yönlerini oluşturur (Reise, Waller ve Comrey, 2000)

### **1.2. Velicer'in MAP Testi**

Velicer'in (1976) MAP testi bir dizi kısmi korelasyon matrisinin incelenmesine ve temel bileşen analizine dayalıdır. Yapı geçerliğini belirlemek istediğimiz değişkenlerden elde edilen bir korelasyon matrisi ile analize başlanır. İlk basamakta ilk temel bileşen korelasyon

matrisinden ayrılır ve ardından kalan kısmi korelasyon matrisinin köşegenlerinden kısmi korelasyonların karelerinin ortalaması hesaplanır. İkinci adımda ise ilk iki temel bileşen ayrılır ve geriye kalan kısmi korelasyonların karelerinin ortalaması yine matrisin köşegenlerinden hesaplanır. Bu işlem değişken sayısının bir eksiği kadar ( $k-1$ ) olan basamağa kadar sürdürülebilir. Her basamakta yeniden bir kısmi korelasyon ortalaması elde edilir. Her bir temel bileşen ayrıldıktan sonra geriye kalan kısmi korelasyonların karelerinin ortalaması hesaplanır ve tüm basamaklardan elde edilen kısmi korelasyonların ortalama kareleri sıralanır. Bu arada ilk matristen yani herhangi bir bileşen ayrılmadan önceki orijinal matristen korelasyon katsayılarının karelerinin ortalaması hesaplanır. Orijinal matristen elde edilen değer; en düşük kısmi korelasyon kareler ortalamasından daha küçük olduğu anda, artık matristen herhangi bir bileşenin ayrılamayacağı ve bileşen sayısının o değere kadar olan basamak sayısı kadar olması gerektiği önerilmektedir. Diğer bir deyişle analizde en düşük kısmi korelasyon ortalama karesinin basamak numarası bileşen sayısı olarak ifade edilmektedir (Velicer, 1976; Velicer ve diğerleri, 2000; O'Connor, 2000; Watkins, 2006; Garrido ve diğerleri, 2011).

Analizin istatistiksel mantığı ise; korelasyon matrisi sistematik varyansı yansıttığı sürece bileşen ayrılır, sistematik olmayan diğer bir deyişle genel varyansı içermeyen hata varyansını yansıtmaya başladığı noktada artık ayrılan bileşenler gerçek yapıyı yansıtamamaktadır. Dolayısıyla yapıyı açıklayan bileşenlerin bu noktaya kadar olan bileşen sayısı olduğuna karar verilir (O'Connor, 2000).

### 1.3. Paralel Analiz

Horn (1965) tarafından Kaiser kuralına alternatif olarak faktör sayısını belirlemek için paralel analiz yöntemi geliştirilmiştir. Paralel analizde gerçek veriyle aynı sayıda katılımcı ve değişken sayısı içeren tesadüfi bir seri korelasyon matrisi gerekmektedir. Bu tesadüfi korelasyon matrisleri daha sonra temel bileşen analizine tabii tutulmakta ve öz değerlerinin ortalaması hesaplanmaktadır. Ve tesadüfi matrislerden hesaplanan öz değerlerin ortalama değeri gerçek veriden hesaplanan öz değerler ile karşılaştırılmaktadır. Faktör (bileşen) sayısı belirlemede kullanılan kriter ise; gerçek veriden hesaplanan öz değerlerin tesadüfi verilerden hesaplanan öz değerden büyük olduğu noktadır. Diğer bir deyişle gerçek veriden hesaplanan i. öz değer tesadüfi veriden hesaplanan i. öz değerden daha büyük olana kadar ki basamak sayısı boyut sayısını göstermektedir (Zwick ve Velicer, 1986; O'Connor, 2000; Watkins, 2006; Ladesma ve Valero-Mora, 2007; Piconne, 2009). Horn'un (1965) önerdiği orijinal paralel analizde tesadüfi veriden elde edilen öz değerlerin ortalaması referans olarak alınmaktadır. Ancak son zamanlarda bir çok araştırmacı tarafından (Cota, Longman, Holden ve Fekken, 1993; Glorfeld, 1995; Turner, 1998; O'Connor, 2000); tesadüfi veri öz değerlerinin dağılımının (% 95 gibi) belirli bir yüzdesinin kullanılması önerilmektedir. Bu önerinin nedeni; faktör sayısının belirlenmesinde birinci tip hatanın kontrol altına alınmak istenmesidir (Piconne, 2009).

Paralel analiz ve MAP testi tipik olarak aynı sonuçları üretmektedir. Örneğin O'Connor (2000), tarafından Harman'ın (1967) verisinden yararlanılarak yapılan çalışmada MAP testi ve paralel analiz sonucu önerilen boyut sayısı aynıdır. Ancak yapılan simülasyon araştırmalarında sonuçların her zaman aynı çıkmayacağı ve dolayısıyla boyut sayısı belirlenirken paralel analiz ve MAP testinin birlikte kullanılması gerektiği önerilmiştir. Bu farklılığın giderilmesi için O'Connor (2000) tarafından; paralel analiz için tesadüfi veri seti sayısının artırılması ve MAP testi için ise; MAP testi boyut sayısını belirlemede gerçek boyut sayısından daha az sayıda boyut önermeye eğilimli olduğundan; özellikle düşük faktör yüklerine sahip çok sayıda madde varsa bu durumun nedenleri üzerinde durulması gerektiği önerilmektedir. Paralel analiz ise hatalı sonuç vermesi durumunda boyut sayısını gerçek değerinden daha büyük önerme eğilimindedir.

Bu araştırmada literatürde sıklıkla diğer yöntemlere üstünlükleri vurgulanan (Zwick ve Veliver, 1986; Wood ve diğerleri, 1996, Velicer ve diğerleri, 2000; O'Connor, 2000; Hayton ve diğerleri, 2004; Piconne, 2009; Garrido ve diğerleri, 2011) paralel analiz ve Velicer'in MAP testi yöntemleri kullanılarak PISA'da kullanılan fene yönelik tutumu belirlemeye yönelik hazırlanmış ölçek maddeleri üzerinde karşılaştırmalı bir çalışma yürütülmüştür. Söz konusu tutum ölçeğinin boyutlarının önceden belirli olması söz konusu tekniklerin hangisinin kuramsal özelliklere yaklaştığını ortaya koymayı kolaylaştıracaktır. Diğer yandan sık önerilen iki boyut belirleme yaklaşımının tanıtılması Türkiye'deki araştırmacılara bilimsel gelişimi etkileme anlamında yararlı olabilir. Aynı zamanda farklı teknikler kullanılarak verilen boyut (faktör) sayısı kararlarının benzerlik ve farklılık bakımından karşılaştırılması da önemli bulgular sağlayabilir. Söz konusu tekniklerin büyük ölçekli gerçek bir data üzerinde yürütölen bir çalışma ile karşılaştırılması literatüre katkı getirebilir. Bu nedenle bu yöntemlerden yararlanılarak yukarıda verilen üç boyutlu tutum ölçekleri maddelerine yönelik olarak yapı geçerliği çalışması yapılmıştır. Belirtilen amaca ulaşmak için araştırmada aşağıda verilen sorulara cevap aranmaktadır: Doğrulamalı faktör analizine göre teorik olarak belirlenen boyutlar doğrulanmakta mıdır / indeksler kabul edilebilir düzeyde midir? MAP yöntemine göre elde edilen sonuçlar teorik olarak verilen boyutları belirleyebilmekte midir? Paralel yöntemle göre elde edilen sonuçlar teorik olarak verilen boyutları belirleyebilmekte midir? MAP yöntemi ve paralel yöntem ile elde edilen sonuçlar birbiriyle tutarlı mıdır?

## 2. YÖNTEM

### 2.1. Çalışma Grubu

Araştırma verileri ölkemiz PISA 2006 sınavına katılan öğrencilerin tamamına ait verilerdir. Ölkemiz PISA 2006'ya 7 coğrafî bölgeden, 51 ilden, bölgelere ve okul türlerine göre tabakalandırılarak seçkisiz yöntemle belirlenen toplam 160 okuldan 4942 öğrenciyle katılmıştır. Ancak herhangi bir maddeyi boş bırakan öğrenciler analize dahil edilmeyip toplam 4645 öğrenciye ait veriler kullanılmıştır.

### 2.2. Veri Toplama Araçları

Üç yılda bir OECD tarafından yapılan Uluslar arası Öğrenci başarılarını Değerlendirme Programı çalışmasında her dönem üç alandan (okuma becerileri, fen okuryazarlığı ve matematik okuryazarlığı) sadece birine ağırlık verilmektedir. Bununla birlikte, diğer iki alan da yapılan değerlendirme kapsamına dahil edilmektedir. Bugüne kadar uluslar arası düzeyde yapılmış en kapsamlı eğitim araştırması olan PISA 2006 araştırmasında ise ağırlıklı olarak öğrencilerin fen alanındaki yeterlilikleri incelenmiştir. PISA 2000, PISA 2003 ve PISA 2006 çalışmalarıyla birlikte üç temel alanda (okuma becerileri, matematik okuryazarlığı ve fen okuryazarlığı) yapılan 1. değerlendirme dönemi tamamlanmıştır. PISA 2. değerlendirme dönemi 2009'da tekrar okuma becerileri alanında ağırlıklı olan sınav uygulanmış olup; 2012'de matematik okuryazarlığı ve 2015'te de fen okuryazarlığı alanlarında yapılacak çalışmalarla devam etmiştir.

PISA; 'Öğrenciler yaşam boyu karşılaşacakları zorlukların üstesinden gelmeye hazırlar mı? Düşüncelerini etkili bir şekilde ifade edebiliyorlar mı? Analiz yapıp doğru sonuçlara ulaşabiliyorlar mı? Toplumun ve ekonomi dünyasının üretken bireyleri olarak hayatlarını devam ettirecekleri ilgi alanları var mı?' şeklindeki sorulara yanıt aramak amacıyla 15 yaş grubu öğrencilere uygulanan temel beceri araştırmaları kullanılmaktadır (OECD, 2009). PISA 2006 fen değerlendirme çerçevesi birbiriyle ilişkili dört boyut dikkate alınarak geliştirilmiştir. Bunlar; ölçölmek istenen becerilerin içinde bulunduğu bağlam, düşünme süreçleri, öğrencilerin bilgi birikimleri ve öğrencilerin fene yönelik tutumlarıdır. PISA 2006'da öğrencilerin fene yönelik tutumları ve fenle uğraşıları dört başlıkta araştırılmıştır (EARGED, 2010; OECD, 2007; Stern,

Jelemanska ve Radits, 2009). Bilimsel sorgulamaya verilen destek (Fene verilen genel değer ölçeği, fene verilen kişisel değer ölçeği), Bireyin fen öğrencisi olarak kendine inancı (öz yeterlik ölçeği, kendini algılama ölçeği), Fen'e yönelik ilgi (fen öğrenimine yönelik ilgi ölçeği, fen öğrenmekten zevk alma ölçeği, fen öğrenimine yönelik araçsal motivasyon ölçeği, fen öğreniminde gelecek odaklı motivasyon ölçeği, fen etkinlikleri ölçeği), çevreye ve kaynaklara yönelik sorumluluk (çevresel konular hakkında farkındalık ölçeği, çevresel konularla ilgilenme düzeyi ölçeği, çevresel konular hakkında iyimserlik ölçeği, sürdürülebilir kalkınma konusunda sorumluluk)

Araştırmada ise fen öğrenmekten zevk alma ölçeği (öğrenci anketinde 16. Soru; 5 maddeli), Sürdürülebilir kalkınma konusunda sorumluluk ölçeği (öğrenci anketinde 26. Soru; 7 maddeli) ve Fen öğrenimine yönelik araçsal motivasyon ölçeği (öğrenci anketinde 35. Soru; 5 maddeli) her biri bir boyutu ölçen bu üç ölçek kullanılmıştır. Ölçek maddeleri tümüyle katılmıyorum (1), katılmıyorum (2), katılıyorum (3) ve tümüyle katılıyorum (4) şeklinde dördümlü derecelendirilmiştir. Dolayısıyla toplam 17 maddeden oluşan bu üç ölçeğin uygulaması sonucunda tümü fene yönelik tutumla ilgili, ancak toplam üç alt boyutun kuramsal olarak var olduğuna (EARGED, 2010; OECD, 2007) PISA'ya ilişkin tüm raporlar incelenerek karar verilmiştir, araştırmada bu maddeler kullanılmıştır.

### 2.3. Verilerin Analizi

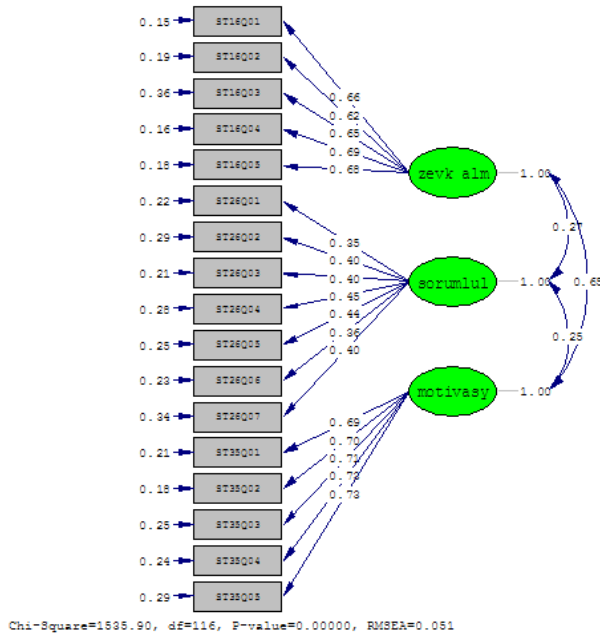
Tutum maddeleri önceden EARGED tarafından puanlandığı için bunlara ilişkin bir işlem yapılmamıştır. EARGED (2010) ve OECD (2007), tarafından önerilen kuramsal boyutların doğruluğuna yönelik öncelikle doğrulayıcı faktör analizi LISREL programı ile yapılmıştır. Ardından tutum ölçeğine ilişkin yapı geçerliliğini belirlemeye yönelik olarak Velicer'in MAP testi ile paralel analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu uygulama için O'Connor tarafından 2000 yılında yazılmış olan program betiği (syntax'ı) kullanılmıştır. Yazılmış betiği çalıştırmak oldukça kolaydır; O'Connor (2000) tarafından iki yöntemin uygulanmasına yönelik yazılmış betik kulanılarak paralel analiz ve MAP yöntemi ile veri analizin nasıl yapılabileceğini O'Connor (2000) tarafından (305 çocuğa ait 8 değişkeni olan Harmann'ın verisine uyguladığı) aşağıdaki gibi açıklanmıştır:

MAP yöntemi için öncelikle veriye yönelik bir korelasyon matrisi hazırlandığını, ardından bu dosyanın aşağıdaki 'C:/velicer.map' şeklinde kaydedildiğini düşünelim, sonraki işlem MAP için yazılan syntax dosyasının içine; *corr var1 to var 10/matrix out ('C:/datafile')/missing=listwise. Include file = 'C:/velicer.map'* şeklinde yazılabileceği gibi, bu prosedüre gerek duyulmadan korelasyon matrisi betiğin içine konularak da program yürütülebilir. Paralel analizde ise korelasyon matrisine gerek duyulmaz ve bunun için yazılan betiğin içinde gerekli düzenlemeler yapılabilir. O'Connor tarafından yazılan programda MAP testi için oluşturulan korelasyon matrisi doğrudan betiğin içine yazılabildiği gibi ayrı bir dosya halinde de kaydedilerek kullanılabilir. Araştırmada korelasyon matrisi doğrudan betiğin içine yazılmış ve analiz yapılmıştır. Yine O'Connor (2000) tarafından paralel analiz için yazılan betik paralel analiz için kullanılmıştır. Burada korelasyon matrisi oluşturmaya gerek duyulmamış ve programda veriye ilişkin gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra analiz yapılmıştır. Paralel analiz temel bileşenler tekniğinden yararlanılarak yapılmıştır. Sırasıyla fen öğrenmekten zevk alma, çevre ve çevre kaynaklarına yönelik sorumluluk ve fen öğrenimine yönelik araçsal motivasyona ilişkin Cronbach Alpha güvenilirlik katsayıları: 0.912, 0.812 ve 0.916'dır. Cronbach Alpha katsayısı alt boyutlara yönelik iç tutarlılık katsayısını vermektedir, dolayısıyla üç alt boyutun güvenilirlik katsayıları incelendiğinde her bir alt boyut için güvenirlüğün oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Doğrulayıcı Faktör Analizi Sonuçları

Yapısal eşitlik modellerinin en önemli özelliği sınanmaya çalışılan model ya da modellerin, o model için toplanmış olan veriler için ne derecede uygun olduğuna ilişkin değerlendirme ölçütleri sunabilmesidir. OECD (2007; 2009) tarafından öğrenci anketinde kuramsal olarak üç ayrı boyutta olduğu ifade edilen tutum maddelerine yönelik olarak yapılan doğrulayıcı faktör analizi sonucunda maddelerin üç boyutta olup olmadığının belirlenmesine ilişkin bulgular tablo ve şekillerle aşağıda verilmiştir.



Şekil 1: Modele ilişkin path diyagramı

Tablo 1: Uyum ve Hata İndeksleri

$\chi^2/ Sd(=116)$	RMR	RMSEA	SRMR	NFI	NNFI	CFI	GFI	AGFI
13.24	0.017	0.05	0.026	0.98	0.98	0.98	0.96	0.95

Analizler sonucunda elde edilen modele ilişkin uyum istatistikleri tablo1’de verilmiştir. İlk olarak path diyagramının altında verilen ve ‘gözlenen kovaryans matrisi ile faktör kovaryans matrisi arasında fark yoktur’ şeklindeki hipotezi test eden ki-kare istatistiği incelendiğinde bu değer büyük olduğu (1535.90) görülmektedir. Büyük ki-kare istatistik değeri modelin gözlemsel yapıya uygun olmadığını, küçük istatistik değerleri ise modelin gözlemsel yapıya uygun olduğunu ifade eder. Ancak ki-kare değeri örneklem büyüklüğüne duyarlıdır ve örneklem büyüklüğü arttıkça ki-kare değeri de artmaktadır. Bu nedenle özellikle büyük örneklem gruplarında ki-kare istatistiği modelin doğrulanmasına ilişkin araştırmacının karar vermesini zorlaştırmaktadır. Nitekim araştırmada kullanılan veri grubu 4645 öğrenciden elde edildiğinden, Tabachnick ve Fidell (2007) tarafından özellikle büyük örneklem gruplarında kıkarenin serbestlik derecesine oranının kriter olarak alınması önerilmektedir. Bulunan  $\chi^2/ Sd$  değeri iyi uyum için istenilen aralıkta değildir. Örneklem büyüklüğüne bağlı olarak değeri değişen  $\chi^2$  ye

alternatif olan ve model uyumunun örneklem büyüklüğünden bağımsız olarak değerlendirilmesini sağlayan iyilik uyum indeksi (GFI, AGFI), karşılaştırmalı uyum indeksi (CFI) ve normlaştırılmış uyum indeksi (NFI, NNFI) değerleri 1'e ne kadar yaklaşırsa modelin veriye o kadar uyumlu olduğu ifade edilmektedir. Uyum iyiliği indeksleri için 0.90-0.95 aralığı kabul edilebilir, 0.95 üzerinde olması ise yüksek uyumun göstergesidir. Tablodaki değerler incelendiğinde tüm uyum indeksi değerlerinin 0.95 ve üzerinde olduğu görülmektedir. Bunların tersine yaklaşık hataların ortalama kare kökü (RMSEA) ile artık ortalamaların kare kökü (RMR, SRMR) şeklinde verilen hata indeks değerlerinin ise 0' a yaklaştıkça iyi uyumun olduğu ifade edilmektedir (Kline, 2005; Tabachnick ve Fidell, 2007). Tablodan bu değerler incelendiğinde ise yine modelin iyi uyuma sahip olduğu söylenebilir.

### 3.2. Velicer'in MAP Testine İlişkin Bulgular

Kuramsal olarak üç boyutlu olduğu PISA değerlendirme raporunda ifade edilen ölçeğe yönelik yapılan MAP testi sonuçlarına göre ölçeğe ait öz değerler ile ortalama kısmi korelasyonlarının kareleri ( $TR^2$ ) ve ortalama kısmi korelasyonların dördüncü kuvvetine ( $TR^4$ ) ilişkin öz değerler Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2: MAP Testinden Elde Edilen Kısmi Korelasyonlara İlişkin Öz Değerler**

Kısmi Ortalamalar Matrisi					
	TR2	TR4		TR2	TR4
<b>0</b>	0.1388	0.0445	<b>9</b>	0.0974	0.0471
<b>1</b>	0.0580	0.0049	<b>10</b>	0.1293	0.0728
<b>2</b>	0.0394	0.0050	<b>11</b>	0.1714	0.0480
<b>3</b>	<b>0.0166*</b>	<b>0.0014**</b>	<b>12</b>	0.1361	0.0748
<b>4</b>	0.0230	0.0044	<b>13</b>	0.1678	0.1156
<b>5</b>	0.0334	0.0090	<b>14</b>	0.2261	0.1976
<b>6</b>	0.0507	0.0203	<b>15</b>	0.3338	0.3506
<b>7</b>	0.0744	0.0421	<b>16</b>	0.4810	1.0000
<b>8</b>	0.1388	0.0540	<b>17</b>	1.0000	0.0471

\*En küçük kısmi korelasyon kareler ortalaması

\*\* En küçük 4. Kuvvete ilişkin kısmi korelasyon

Tablo 2 incelendiğinde ortalama kısmi korelasyonun karesine ait öz değerlerin sırasıyla 0.1388, 0.0580, 0.0394, **0.0166**, 0.0230, 0.0334.. şeklinde olduğu görülmektedir. Burada dördüncü basamakta en düşük öz değere ulaşıldığı görülmektedir. Dolayısıyla dördüncü öz değere kadar olan basamak sayısı boyut sayısını verdiğinden, boyut sayısının üç olduğu açıkça görülmektedir. Kısmi korelasyonun dördüncü kuvvetinin daha etkili sonuç verdiği (Velicer ve diğerleri, (2000); O'Connor, 2000) ifade edilmektedir. Dolayısıyla 2000 yılında dördüncü kuvvete ilişkin hesaplama yolu da O'Connor tarafından programa dahil edilmiştir. Ancak yine tablo incelendiğinde ortalama kısmi korelasyonların dördüncü kuvvetine dayalı olarak hesaplanmış öz değerler ise; 0.0445, 0.0049, 0.0050, **0.0014**, 0.0090.. şeklindedir. Yine en küçük öz değer dördüncü sırada olan değerdir. Dolayısıyla boyut sayısı en küçük öz değere kadar olan basamak sayısı olduğundan boyut sayısının üç olduğu burada da açıkça görülmektedir.

### 3.3. Paralel Analize İlişkin Bulgular

Paralel analize ilişkin bulgular ise Tablo 3'de verilmiştir. Paralel analizde daha önce de değinildiği gibi; Paralel analizde gerçek veriyle aynı sayıda katılımcı ve değişken sayısı içeren



tesadüfi bir seri korelasyon matrisi gerekmektedir. Bu tesadüfi korelasyon matrisleri daha sonra temel bileşen analizine tabii tutulmakta ve öz değerlerinin ortalaması hesaplanmaktadır. Ve tesadüfi matrislerden hesaplanan öz değerlerin ortalama değeri gerçek veriden hesaplanan öz değerler ile karşılaştırılmaktadır. Faktör (bileşen) sayısı belirlemede kullanılan kriter ise; gerçek veriden hesaplanan öz değerlerin tesadüfi verilerden hesaplanan öz değerden büyük olduğu noktadır (O'Connor, 2000; Piccone, 2009).

**Tablo 3: Paralel Analizden Elde Edilen Öz Değerler**

No	Gerçek Özdeğer	Random veri özdeğerleri		No	Gerçek özdeğer	Random veri özdeğerleri	
		ortalama	%95 yüzdelik			ortalama	%95 yüzdelik
1	6.3968	1.0954	1.1127	9	0.5165	0.9888	0.9974
2	2.9016	1.0750	1.0889	10	0.5165	0.9769	0.9862
3	1.5023	1.0597	1.0715	11	0.4421	0.9648	0.9739
4	0.7886	1.0463	1.0563	12	0.4222	0.9536	0.9631
5	0.6551	1.0324	1.0442	13	0.3603	0.9406	0.9504
6	0.6278	1.0214	1.0312	14	0.3222	0.9265	0.9388
7	0.5824	1.0100	1.0200	15	0.2579	0.9091	0.9229
8	0.5370	0.9993	1.0084	16	0.2164	1.0954	1.1127
				17	0.2493	1.0750	1.0889

Tablo 3 incelendiğinde orijinal matrise ait ilk üç öz değerlerin ortalama ve yüzde öz değerden büyük olduğu ancak dördüncü öz değerden itibaren daha küçük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla boyut sayısı orijinal matrise ait değerlerin ilk üçü tesadüfi matristen elde edilen öz değerlerden büyük olduğu için üç olarak bulunmuştur. Doğrulayıcı faktör analizi ile ve EARGED (2010) tarafından yayınlanan PISA ulusal nihai rapora göre Fen'e yönelik tutumla ilişkili olduğu belirtilen ölçeğe yönelik yapılan MAP testi ve paralel analiz sonuçlarında kuramsal yapıyı desteklemektedir.

#### 4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Kuramsal olarak üç boyutlu olduğu PISA ulusal nihai formunda (EARGED, 2010) ifade edilen ve doğrulayıcı faktör analizi ile de desteklenmiş olan ve Cronbach Alpha güvenilirlik katsayıları sırasıyla 0.912. 0.916. 0.812 şeklinde olan fen bilgisine yönelik tutumu belirlemeye ilişkin fen öğrenmekten zevk alma, fen öğrenimine yönelik araçsal motivasyon, sürdürülebilir kalkınma konusunda sorumluluk isimli üç alt boyut MAP testi ve paralel analiz yöntemi ile analiz edilmiş ve maddelerin üç alt boyuta sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ve bu durum iki yöntemin doğrulayıcı faktör analiziyle ve beklentilerle uyumlu sonuç verdiğini göstermiştir.

Doğrulayıcı faktör analizi kuramsal yapıların belirlenmesinde çok güçlü bir analiz yöntemidir (Floyd ve Widaman, 1995; Kline, 2005), dolayısıyla kuramsal boyutu PISA ön ve son raporunda ülke genelinde ve ayrıca dünyadaki büyük bir öğrenci grubuna uygulanıp boyutlara yönelik yapılan yapı geçerliği çalışmaları sonucunda kanıtlanmış üç boyuta ilişkin doğrulayıcı faktör analizi sonuçları da bu üç boyutun varlığını doğrulamıştır. Yine daha önce ifade edilen MAP yöntemi ve paralel analiz de özellikle son yıllarda literatürde yaygın kullanılan yöntemlerdir ve çok sayıda araştırmacı açıklayıcı faktör analizinde kullanılması önerilen bir çok tekniğe kıyasla üstün olduğunu savunmaktadır (Hayton, ve diğerleri, 2004; Watkins 2006; Storch ve diğerleri, 2006; Munroe ve Pearson 2006; Nelson ve diğerleri, 2007; Justica ve diğerleri, 2008; Crawford ve diğerleri, 2010; Garrido ve diğerleri, 2011). Son yıllarda yapılan tezlerde (Piccone, 2009) ve makale araştırmalarında bu yöntemlerin üstün ve sınırlılıklarına yönelik simülasyon çalışmaları

da yapılmaktadır (Garrido ve diğerleri, 2011). Son olarak özellikle Vista-Paran uygulamasıyla ve O'Connor tarafından yazılan betik ile kullanımı yaygınlaşan paralel analiz ile de üç boyutlu yapının doğrulanıp doğrulanmadığı araştırılmıştır. Paralel analiz ile de yöntemin üç boyutlu olduğu doğrulanmış olup Velicer ve arkadaşları tarafından da bu iki yöntemin sıklıkla benzer sonuçlar verdiği ifade edilmiştir (O'Connor, 2000).

Aslında çok yeni olmayan bu yöntemlerin neden son zamanlarda yaygın kullanıldığına ve özellikle açımlayıcı faktör analizi tekniklerine üstünlüklerinin son zamanlarda vurgulandığına yönelik aklımıza bir soru gelebilir; O'Connor'a (2000), göre bu durumun nedeni çoğunluğu keyfi kararlara varmamıza neden olan özdeğerin 1'den büyük olması, yamaç eğimi grafiği gibi tekniklerin paket programlarda "default" (varsayılan) olarak seçilmiş olması ve MAP ile paralel analizini uygulamamıza olanak tanıyabilen bir programın mevcut olmaması bu iki tekniğin diğer tekniklere üstün olmasına rağmen kullanılmadığıdır. Yine Ladesma ve Valero-Mora (2007), tarafından da aynı şekilde durum açıklanmıştır ve bu araştırmacılarda paralel analiz uygulaması için Vista-Paran adlı bilgisayar programının kullanımına yönelik çalışmalar yapmıştır. Ayrıca Kaufman ve Dunlap (2000), tarafından geliştirilen FORTRAN programı da iki yöntemin uygulanmasına yönelik olanak sağlamasıyla birlikte sadece Macintosh yazılım paketleri için uygun olması da yine dezavantajdır. Özellikle O'Connor' un 2000 yılında yazdığı programdan sonra bu iki yöntem çok sayıda araştırmacı tarafından kullanılmış ve diğer tekniklere üstün oldukları ifade edilmiştir.

Yurt dışında çok sayıda araştırmada boyut sayısı belirlemede bazı yöntemlerle birlikte veya özellikle öz değerin 1'den büyük olması, yamaç eğimi grafiği gibi yöntemlerin yerine kullanılması önerilen bu iki yöntemin ülkemizde de kullanılması özellikle açımlayıcı faktör analizi çalışmalarında oldukça önemlidir. Çok sayıda araştırmacı özellikle kuramsal olarak boyutlarına ilişkin literatür desteği olmadığı durumda boyut sayısına karar verirken subjektif değerlendirmeler yapmak durumunda kalmaktadır. Dolayısıyla istatistiksel olarak daha güçlü sonuçlar üreten bu iki yöntemin ülkemizdeki çalışmalarda da kullanılması önerilebilir. Söz konusu tekniklerin farklı ölçeklerde uygulanmasının faydalı olabileceği düşünülmektedir. İki yöntemin optimum koşullarına yönelik ek simülasyon çalışmalarının da yapılmasının, yöntemlerin üstün ve sınırlı olduğu koşullar hakkında fikir verebileceği düşünülmektedir. Farklı sayıda veri grubunun, değişken sayısının ve veri türünün yöntemlere olan etkisine yönelikte çalışılmasının yine yöntemlerin daha iyi sonuçlar üretebilmesi açısından önemli olacağı düşünülmektedir. Ayrıca yeni geliştirilmiş ve boyut sayısına karar vermede güçlük yaşayan araştırmacılar tarafından açımlayıcı faktör analizi teknikleriyle birlikte ya da sadece bu teknikler kullanılarak yapı geçerliği çalışmaları yapılabileceği ve eşit aralıklı verilerin yanı sıra kategorik verilerle de yöntemlerin uygulamasına yönelik geçerlik çalışmaları yapılabileceği düşünülmektedir.

## 5. KAYNAKLAR

- Baykul, Y. (2000). *Eğitimde ve psikolojide ölçme: Klasik test teorisi ve uygulaması*. Ankara: ÖSYM yayınları.
- Cattell, R. B. (1966). The scree test for the number of factors. *Multivariate Behavioral Research*, 1, 245-276.
- Catell, R.B. (1978). *The scientific use of factor analysis in behavioral and life sciences*. New York: Plenum Press.
- Cliff, N. (1998). The eigenvalues-greater-than-one rule and the reliability of components. *Psychological Bulletin*, 103(2), 276-279.
- Cota, A.A., Longman, R. S., Holden, R. R., & Fekken, G. C. (1993). Comparing different methods for implementing parallel analysis: A practical index of accuracy. *Educational & Psychological Measurement*, 53, 865-875.
- Coovert, M. D., & McNelis, K. (1988). Determining the number of common factors in factor analysis: A review and program. *Educational & Psychological Measurement*, 48, 687-692.
- Crawford, C.B., & Koopman, P. (1979). Inter-rater reliability of scree test and mean square ratio test of number of factors. *Perceptual & Motor Skills*, 49, 223-226.

- Crawford, A. V., Green, S. B., Levy, R., Lo, W. J., Scott, L., Svetina, D. & Thompson, M. S. (2010). Evaluation of parallel analysis methods for determining the number of factors. *Educational and Psychological Methods*, 70, 885-901.
- EARGED, (2010). *Milli Eğitim Bakanlığı, Eğitimi Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı, PISA 2006 (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı, Ulusal Nihai Rapor, Ankara.*
- Fava, J.L. & Velicer, W. F. (1992). The effects of overextraction on factor and component analysis. *Multivariate Behavioral Research*, 27, 387-415.
- Fava, J.L. & Velicer, W. F. (1996) The effects of underextraction in factor and component analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 56, 907-929.
- Floyd, F. J. & Widaman, K. F. (1995). Factor analysis in the development and refinement of clinical assessment instruments. *Psychological Assessment*, 7, 286-299.
- Garrido, L. E., Abad, F. J. & Ponsoda, V. (2011). Performance of velicer's minimum average partial factor retention method with categorical variables. *Educational and Psychological Measurement*, 71(3), 551-570.
- Glorfeld, L.W. (1995). An improvement on Horn's parallel analysis methodology for selecting the correct number of factors to retain. *Educational and Psychological Measurement*, 55, 377-393.
- Goodwin, L.D. & Goodwin, W.L. (1999). Measurement myths and misconceptions. *School Psychology Quarterly*, 14, 408-427.
- Gorsuch, R.L. (1973). Using Bartlett's significance test to determine the number of factor to extract. *Educational and Psychological Measurement*, 33, 361-364.
- Harman, H. H. (1967). *Modern factor analysis (2nd ed.)*. Chicago: University of Chicago Press.
- Hair, J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L. & Black, W.C. (1998). *Multivariate data analysis*, Prentice Hall, New Jersey.
- Hayton, J. C., Allen, D. G., & Scarpello, V. (2004). Factor retention decisions in exploratory factor analysis: A tutorial on parallel analysis. *Organizational Research Methods*, 7(2), 191-205.
- Hubbard, R., & Allen, S. J. (1987). An empirical comparison of alternative methods for principal component extraction. *Journal of Business Research*, 15(2), 173-190.
- Horn, J. L. (1965). A rationale and test for the number of factors in factor analysis. *Psychometrika*, 30(2), 179-185.
- Justicia, F., Pichardo, M. C., Cano, F., Berben, A. B. G., & De la Fuente, J. (2008). The revised two- factor study process questionnaire (R-SPQ-2F). Exploratory and confirmatory factor analyses at item level. *European Journal of Psychological of Education*, 23(3), 355-372.
- Kaiser, H. F. (1960). The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 141-151.
- Kalaycı, Ş. (2009). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti.
- Kaufman, J. D., & Dunlap, W. P. (2000). Determining the number of factors to retain: A program for parallel analysis. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 32, 389-385.
- Kline, R. B. (2005). *Principles and practice of structural equation modeling (2nd ed.)*. New York: Guilford. 366 pp., ISBN 978-1-57230-690-5.
- Ladesma, R.D. & Valero- Mora, P. (2007). Determining the number of factors to retain in EFA: An easy-to-use computer program for carrying out parallel analysis. *Practical Assessment. Research and Evaluation*, 12, 1-11.
- Merenda, P.F. (1997). A guide to the proper use of factor analysis in the conduct and reporting of research: Pitfalls to avoid. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 30(3), 156-164.
- Munroe, A., & Pearson, C. (2006). The Munroe Multicultural Attitude Scale Questionnaire: A new instrument for multicultural studies. *Educational and Psychological Measurement*, 66, 819-834.
- Nelson, J. M., Canivez, G. L., Lindstrom, W., & Hatt, C. V. (2007). Higher-order exploratory factor analysis of the Reynolds Intellectual Assessment Scales with a referred sample. *Journal of School Psychology*, 45, 439-456.
- OECD, (2007). *PISA 2006: Science competencies for tomorrow's world*, Executive Summary.
- OECD, (2009). *PISA 2006 technical report*. Paris: OECD Publishing.
- O'Connor, B. P. (2000). SPSS and SAS programs for determining the number of components using parallel analysis and Velicer's MAP test. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 32, 396-402.
- Özgülven, İ. E. (1994) *Psikolojik testler*. Ankara: Yeni Doğu Matbaası.
- Piccone, A.V. (2009). *A comparison of three computational procedures for solving the number of factors problem in exploratory factor analysis*. Published Doctor of Philosophy dissertation. University of Northern Colorado.
- Reise, S., Waller, N., & Comrey, A. (2000). Factor analysis and scale revision. *Psychological Assessment*, 12(3), 287-297.

- Stern, T., Jelemanska, P., & Radits, F., (2009). *Exploring students' interests and attitudes toward science: Some results of the Austrian PISA 2006*. European Conference on Educational Research. 25-30 September, Vienna.
- Streiner, D. L. (1998). Factors affecting reliability of interpretations of scree plots. *Psychological Reports*, 83, 687-694.
- Storch, E. A., Murphy, T. K., Bagner, D. M., Johns, N., Baumeister, A., & Goodman, W. K. (2006). Reliability and Validity of the child behavior checklist obsessive-compulsive scale. *Psychiatry Research*, 129, 91-98.
- Tabachnick, B. G., and Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics*, 5th ed. Boston : Allyn and Bacon.
- Tavşancıl, E. (2006). *Tutumların ölçülmesi ve spss ile veri analizi*, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Tinsley, H. E. A. & Tinsley, D.J. (1987). Uses of factor analysis in counseling psychology research. *Journal of Counseling Psychology*, 34, 414-424.
- Turner, N. E. (1998). The effect of common variance and structure on random data eigenvalues: Implications for the accuracy of parallel analysis. *Educational & Psychological Measurement*, 58, 541-568.
- Velicer, W.F. (1976). Determining the number of components from the matrix of partial correlations. *Psychometrika*, 41, 321-327.
- Velicer, W. F., Eaton, C.A. & Fava, J. L. (2000). Construct explication through factor or component analysis: A review and evaluation of alternative procedures for determining the number of factors or components. In Goffin, R. D., & Helmes, E. (Eds.), *Problems and solutions in human assessment: Honoring Douglas Jackson at Seventy*. (pp. 41-71). Boston: Kluwer.
- Watkins, M. W. (2006). Determining parallel analysis criteria. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 5, 344-346.
- Wood, J. M., Tataryn, D. J. & Gorsuch, R. L. (1996). Effects under-and overextraction on principal axis factor analysis with varimax rotation. *Psychological Methods*, 1, 354-365.
- Zwick, W. R. & Velicer, W. F. (1986). Comparison of five rules for determining the number of components to retain. *Psychological Bulletin*, 99, 432-442.

### Extended Abstract

Construct validity is a central issue for researchers who are want to measurement of psychological constructs. For investigating of construct validity, factor analysis is an important tool. There are two types of factor analysis: exploratory factor analysis and confirmatory factor analysis. Exploratory factor analysis (EFA) is used for discovering the nature of construct influencing a set of responses and confirmatory factor analysis is aim to determine the ability of a predetermined factor model to fit an observed set of data. When researchers want to use EFA; there are basic steps to performing. This analysis required to make decision on a number of technique issues, including the number of factor to retain, extraction and rotation techniques and the procedure for computing factor scores (O'Connor, 2000). According to Zwick and Velicer (1986); the determination of the number of components or factors to retain is likely to be the most important decision a researcher will make. And 'How we can extract optimal number of factors' is a critical question in validity studies. According to O'Connor (2000), the discussions are sometimes technical and many users simply trust the default decision rule implemented in their statistical software packages (typically the eigenvalues –greater-than-one-rule). Users examine scree plots of eigenvalues which are also available in popular statistical packages (such as SPSS and SAS) before making decisions. But unfortunately; with these rules, the number of component overestimates and sometimes underestimates.

For these reason there is increasing consensus among statisticians that two less well-known procedures; Horn's Parallel Analysis and Velicer's minimum average partial (MAP) test and according to some researchers (Zwick ve Velicer, 1986; Wood et al., 1996; O'Connor, 2000; Watkins, 2006; Ladesma & Valero-Mora, 2007; Garrido et al., 2011), these procedures are statistically based, have consistently emerged as accurate, most effective and are reliable. In parallel analysis, the focus is on the number of components that account for more variance than the components derived from random data. In MAP test the focus is on the relative amounts of systematic and unsystematic variance remaining in correlation matrix after extractions of increasing number of component. In parallel analysis for deciding on the number of components involves extracting eigenvalues from random data sets that parallel the actual data set with regard to the number of cases and variables. In study these two procedures have been used for determining components number of PISA 2006, science attitude scales.

PISA is the most comprehensive and rigorous international programme to assess student performance and to collect data on the student, family and institutional factors that can help to explain differences in performance. Three PISA surveys have taken place so far, in 2000, 2003 and 2006, focusing on reading, mathematics and science, respectively. This sequence will be repeated with surveys in 2009, 2012 and 2015. PISA 2006 gathered data on students' attitudes and engagement with science in four areas: support for scientific enquiry (questions on support for scientific enquiry (integrated into the science assessment); general value of science; personal value of science), self-belief as science learners (questions on self-efficacy in science; self-concept in science.), interest in science (questions on interest in learning science topics (integrated into the science assessment); general interest in science; enjoyment of science; importance of learning science; instrumental motivation to learn science; future-oriented motivation to learn science; participation in science-related activities.) and responsibility towards resources and environments (questions on awareness of environmental issues; level of concern for environmental issues; optimism for the evolution of selected environmental issues; and responsibility for sustainable development. (OECD, 2007). In study enjoyment of science (five items), instrumental motivation to learn science (five items) and responsibility of sustainable development scales (seven items) questions was used. So all questions have consisted three components. Research data has been taken from 4645 students who participated PISA 2006.

MAP Test, Parallel analysis and CFA were used to determine the construct validity of scale. The MAP test and parallel analysis were implemented with the use of available syntax (O'Connor, 2000). For implementation of MAP test, O'Connor's program requires a correlation matrix or principal component analysis of the variables of interest. So first a correlation matrix was prepared and then the matrix was placed into the syntax and the program was executed. For parallel analysis the program do not need correlation matrix and the necessary definition in the program was for our variables (N=4645 and k=17). Program was executed for the parallel analysis too. With using of O'Connor's syntax; MAP test and parallel analysis provides number of dimension directly. The number of dimensions which offered on MAP test and parallel analysis; directly visible in the output. We performed a confirmatory factor analysis (CFA) using LISREL 8.80 on the MOS (Joreskog&Sörbon, 2002). Finally for all dimensions Cronbach Alpha coefficient calculated.

Both Velicer's MAP test and Horn's parallel analysis identified three factor for enjoyment of science (five items), instrumental motivation to learn science (five items) and responsibility of sustainable development scales (seven items) questions. So the theoretical construct was confirmed by two methods. CFA, on samples systematically discovered that the hypothesized measurement model of the three dimension construct provided significantly better model fit. The three factor model produced chi-square statistics with  $p < 0.05$ . RMSEA equal to 0.051. RMR is equal 0.017. The other fit indices including CFI, NFI, IFI, GFI, were all larger than or equal 0,95. Based on this results the model fit indices revealed a good three factor model fit. The results also confirmed the three factor structure discovered in MAP test and Parallel analysis. The Cronbach Alpha coefficient was accounted for sub dimensions about science such as; 0.912, 0.812 and 0.916. So these values were satisfied. Horn's parallel analysis (HPA) and Minimum Average Partial (MAP), the procedures which were broadly validated recommended by statisticians, are recommended use in our country instead of or with exploratory factor analysis techniques such as eigenvalues- greater -than- one, scree plot and so on. Also, it is thought that these techniques can be used at different scale and with these techniques some simulation studies can be made by researchers.

---

### Kaynakça Bilgisi

Yavuz, G. & Doğan, N. (2015). Boyut sayısı belirlemede Velicer'in map testi ve Horn'un paralel analizinin kullanılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi [Hacettepe University Journal of Education]*, 30(3), 176-188.

### Citation Information

Yavuz, G. & Doğan, N. (2015). Using Velicer's map test and Horn's parallel analysis for determining component number. [in Turkish]. *Hacettepe University Journal of Education [Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi]*, 30(3), 176-188.