

Kayıp Veri Sorununun Çözümünde Kullanılan Farklı Yöntemlerin Ölçeklerin Geçerlik ve Güvenirliği Bağlamında Karşılaştırılması*

Comparison of Various Methods Used in Solving Missing Data Problems in the context of Validity and Reliability of the Scales

Merve ŞAHİN KÜRŞAD **

Zekeriya NARTGÜN **

Öz

Bu araştırmanın amacı kayıp veri sorununun çözümünde kullanılan farklı yöntemlerin etkililiğini ölçeklerin geçerliği ve güvenirliliği bağlamında karşılaştırmaktır. Bu amaçla, PISA 2012 Türkiye örnekleme ve “Matematik Çalışma Etiği” ölçeğinden yararlanılmıştır. Analizler için Türkiye örnekleminde rastgele 200 kişilik tam veri seti çekilmiştir. Tam veri setinden, tamamıyla rassal olarak kayıp (TROC) mekanizması altında, farklı oranlarda veri silme ve bu verileri farklı kayıp veri yöntemleriyle yeni tam veri setlerine dönüştürme işlemlerinden sonra geçerlik ve güvenirliliğe ilişkin analizler gerçekleştirilmiştir. Kayıp veri içeren setlerin yeni tam veri setlerine dönüştürülmesinde seri ortalaması, yakın noktaların ortalaması, yakın noktaların medyanı, doğrusal değer kestirimi, noktanın doğrusal eğimi, liste bazında silme, beklenti maksimizasyonu, regresyon ataması ve çoklu atama kayıp veri yöntemleri kullanılmıştır. Yeni tam veri setlerinden geçerlik ve güvenirliliğe ilişkin elde edilen değerleri karşılaştırarak yorumlamada tam veri setinden elde edilen değerler referans değerler olarak kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre liste bazında silme yöntemi için elde edilen değerler, genel olarak tam veri setinden elde edilen değerlere en az benzerlik gösteren değerler olmuştur. Yaklaşık değer atama yöntemleri için elde edilen değerler kayıp veri oranının düşük olduğu durumlarda genel olarak tam veri setinden elde edilen değerlere yakın veya aynı değerleri verirken, tüm kayıp veri oranları için tam veri setinden elde edilen değerlere en yakın değer veren yöntemler çoklu atama, beklenti maksimizasyonu ve regresyon ataması yöntemleri olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kayıp veri, geçerlik, güvenirlilik

Abstract

The purpose of this research is to compare the effectiveness of various methods used in solving missing data problems in the context of validity and reliability of the scales. For this purpose PISA 2012 Turkey sample and “Math Work Ethics” scale was used. For the analysis, complete data set of 200 persons were chosen from the Turkey sample at random. After the process of data deletion at different rates from complete data set and transforming them into new complete data sets, under *missing completely at random* (MCAR) mechanism, analysis of validity and reliability were realized. During the phase of transforming missing data set into new complete data sets, series mean, mean of nearby points, median of nearby points, linear interpolation, linear trend at point, listwise deletion, expectation maximization, regression imputation and multiple imputation methods were used. The values obtained from the complete data set were used as reference values in interpreting the values by comparing the values of validity and reliability at the new complete data sets. The research results reveal that the values obtained for the listwise deletion at different rates of missing data are the values with the least similarity to the ones generally obtained from the complete data set. While the values obtained for the approximate value imputation methods resulted in proximal or same values as the ones generally obtained from

*Bu çalışma, birinci yazarın Doç. Dr. Zekeriya Nartgün danışmanlığında tamamlanan yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

** Arş. Gör. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Bolu-Türkiye, sahinmerv@gmail.com

*** Doç. Dr. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Bolu-Türkiye, nartgun@yahoo.com

the complete data set in cases where the missing data rate is low multiple imputation, expectation maximization and regression imputation methods resulted in close proximal values at all missing data rates as the ones obtained from the complete data set.

Key Words: Missing data, validity, reliability

GİRİŞ

Yapılan birçok araştırmada, toplanan verilerde eksiklerle karşılaşmaktadır. Verilerde bulunan bu eksikler kayıp veri veya kayıp değer olarak adlandırılır. Bu durum istatistiksel analizlerde çoğu araştırmacının karşılaştığı önemli bir sorundur (Çokluk ve Kayri, 2011). Örneğin, bilindiği üzere, psikolojik değerlendirmenin temelinde gözlenen verilerden hareketle örtük değişkenler hakkında çıkarımlarda bulunmak vardır. Ancak gözlenen verilerde bulunacak eksikler, örtük değişkenler hakkında çıkarımda bulunulmasını da zorlaştıracaktır (Hohensinn ve Kubinger, 2011). Bundan dolayı araştırmacılardan kayıp veri sorununu ya baştan engellemeleri ya da bu sorunla karşılaştıktan sonra olabildiğince düzeltmeleri beklenir (McKnight, McKnight, Sidani ve Figueredo, 2007).

Kayıp veri sorunuyla en çok sosyal bilimler (Vansteelandt, Carpenter ve Kenward, 2010) ve kişisel davranışların ölçüldüğü alanlarda karşılaşmaktadır (Ginkel, Sijtsma, Van der Ark ve Vermunt, 2010). Uzun anketlerde soruların atlanması, deneysel çalışmalarda verilerin kaydedilmemesi gibi mekanik hatalar, seksüel davranışlar vb. hassas konularda araştırma yapma (Field, 2009), soruların dikkatsizlik sonucu veya cevabı bilinmediği için boş bırakılması (Finch ve Margraf, 2008) gibi sebepler kayıp veri sorununun başlıca sebepleri arasındadır. Brown ve Kros (2003) bu sebepleri 3 grupta sınıflandırmıştır. Bunlardan birincisi süreçle ilgili nedenlerdir. Süreçle ilgili nedenler veri girişi sırasında karşılaşılan sorunları kapsamaktadır. Bu sorunlar verilerin girilmemesi ve veri gruplaması sırasında karşılaşılan problem durumlarını içerir. Bir diğer neden ise cevaplamayı reddetme ile ilgili nedenlerdir. Böyle durumlar, bazı soruların ağır veya hassas konularla ilgili olmasından kaynaklanmaktadır. Üçüncü neden ise herhangi bir durum, grup veya konuyla ilgisi olmayan soruların sorulmasıdır, yani soruların özel bir gruba sorulması yerine daha geniş bir kitleye sorulmasından kaynaklanan kayıp veri durumudur. Örneğin evli olmayan bir gruba kaç yıllık evlisiniz gibi bir soru sorulması kayıp veriye neden olacaktır.

Araştırmalarda yer alan kayıp veriler, bilgi eksikliğini temsil eder, dolayısıyla da bilgi kaybına neden olurlar (Bal, 2003). Araştırmalarda, katılımcılar tüm soruları cevaplandırmaları için bilgilendirilse bile çalışmalarda kayıp veri durumu ile karşılaşmaktadır (Ginkel, Van der Ark, Sijtsma ve Vermunt, 2007). İstatistiksel analizler için gerekli olan paket programlar tam veri setlerine göre düzenlendiği için, toplanan verilerde bulunan kayıplar istatistiksel analizlerde önemli sorunlara neden olmaktadır (Bal, 2003). Kayıp verilerden kaynaklanan problemlerin yaşanmaması için araştırmacıların tam veri setleri ile çalışması gerekmektedir.

McKnight ve diğerlerine (2007) göre kayıp veriler çalışma sonuçlarını şu şekilde etkilemektedir. Eğer kayıp veri miktarı fazlaysa elde edilen sonuçların güvenilirliği, genellenebilirliği ve yapılacak istatistiksel çıkarımlar bundan önemli derecede etkilenecektir. Bunun sonucunda da yapılan istatistiksel çıkarımlar yanıltıcı olacaktır. Ayrıca kayıp veriler çalışmanın geçerliğini de olumsuz yönde etkileyecektir.

İlgili alan yazın yukarıda belirtilen hususların yanı sıra kayıp verilerin ölçme sonuçlarının ortalaması, standart sapması, basıklık ve çarpıklık değerleri gibi istatistikleri de etkilediğini göstermektedir (Bal, 2003; Demir, 2013). Alan yazında kayıp verilere herhangi bir işlem uygulamadan yapılan betimsel istatistik, güvenilirlik ve geçerlik kestirimlerinin kayıp verinin niteliğine ve miktarına bağlı olarak yanlışlık ve kestirim hataları üretebileceği belirtilmektedir (Demir ve Parlak, 2012).

Kayıp veri ile karşılaşılan durumlarda araştırmacılar genellikle kayıp veri içeren durumları analiz dışı bırakmayı tercih etmektedirler. Ancak bunun yapılabilmesi için öncelikle kayıp veriye neyin neden olduğunun anlaşılması gerekmektedir (Demir ve Parlak, 2012). Çünkü kayıp veriler farklı nedenlerle ve farklı örüntülerle ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, kayıp verilerin tamamen rassal olarak kayıp, rassal olarak kayıp veya rassal olmayan kayıp veri mekanizmalarından hangisi ile ilişkili olduğunun

belirlenmesi, kayıp veri sorunuyla baş etmede hangi kayıp veri yönteminin kullanılacağını belirlemek açısından da önemlidir (Allison, 2003).

Araştırmalarda karşılaşılan kayıp veri sorunun çözümünde kullanılmak üzere geçmişten günümüze farklı yöntemler geliştirilmiştir. Kayıp veri ile analize devam etme, eksik gözlemleri analiz dışı bırakma, eksik gözlemler yerine veri atama veya çeşitli istatistiksel yöntemlerle eksik verileri tamamlama gibi yöntemler kayıp verilerle karşılaşıldığı durumlarda kullanılan yöntemlerden bazılarıdır. (Bal, 2003; Carpita ve Manisera, 2011; Duncan, Duncan ve Li, 1998; Downey ve King, 1998; Little, 1988). Bu yöntemler içerisinde araştırmacılar tarafından en çok kullanılan yöntemler liste bazında silme ve çiftler bazında silme gibi eksik verileri analiz dışı bırakma yöntemleridir. Ancak yapılan çalışmalar bu yöntemlerin örnekleme kayba, güvenilirlikte azalmaya, tahminlerde yanlılığa neden olduğunu (Allison, 2009; Cumming, 2013; Satıcı ve Kadılar, 2009; Oğuzlar, 2001; Van Der Ark ve Vermunt, 2010) ve yanlılıktan kaynaklı olarak da örneklemin evreni temsil etme derecesinin düştüğünü göstermektedir (Demir ve Parlak, 2012, Little, 1988). Belirtilen bu sebeplerden dolayı, son yıllarda, bu yöntemler yerine, beklenti maksimizasyonu ve çoklu atama gibi “modern” yöntemler önerilmektedir. Çünkü bu yöntemler, silme yöntemleri gibi geleneksel kayıp veri yöntemlerinin aksine, yanlılığın azaltılması, etkili parametre tahminlerinin yapılması ve daha büyük istatistiksel gücün sağlanması hususunda daha etkili sonuçlar vermektedir (Enders, 2013).

Bu yöntemlerden bu araştırma kapsamında ele alınanlara ilişkin açıklamalar kısaca özetlenerek aşağıda verilmiştir.

a. Silme Yöntemleri:

Liste bazında silme (LBS): Yöntemde bir ya da daha fazla kayıp veri içeren bireyler veya durumlar listeden çıkartılarak sadece tam veri içeren durumlar kullanılır (Cheema, 2012; Yılmaz, 2014)

b. Yaklaşık değer atama yöntemleri:

Seri ortalaması (SO): Tüm deneklerin belirli bir değişkene ilişkin ortalaması atanır.

Yakın noktaların ortalaması (YNO): Kayıp verinin yakınındaki değerlerin ortalaması alınarak kayıp veri yerine atama yapılır.

Yakın noktaların medyanı (YNM): Kayıp verinin yakınındaki tam verilerin medyanı alınarak kayıp veri yerine atama yapılır.

Doğrusal değer kestirimi (DDK): Eksik veriden önceki son tam gözlem ile eksik veriden sonraki ilk tam gözlem değeri eksik veri yerine atanır.

Noktanın doğrusal eğimi (NDE): Kayıp veri yerine mevcut yapının sahip olduğu eğilim ile uyumlu olarak bir değer atanır (Çokluk ve Kayrı, 2011).

c. Beklenti maksimizasyonu (BM): Kayıp verileri, en çok olabilirlik kestirimleri ile dolduran iki aşamalı yöntemdir. İlk aşama olan beklenti aşamasında, kayıp veriler beklenen değerlerle tamamlanır. İkinci aşama olan maksimizasyon aşamasında ise, ilk aşamada tahmin edilen değerler kullanılarak parametre tahmini yapılır (Enders, 2001)

d. Regresyon ataması (RA): Tam veriler kullanılarak, regresyon modeli elde edilir ve kayıp veriler yerine atama yapılır (Yılmaz, 2014).

e. Çoklu atama (ÇA): Kayıp veri yerine m tane atamanın yapıldığı tekniktir. Atama sayısı genelde 3-10 arasında değişmektedir ve yöntem atfetme, analiz etme ve bir araya getirme adımlarından oluşmaktadır (Oğuzlar, 2001).

Kayıp veriler için birçok farklı yöntem ve her yöntemin kayıp veriyi tahmin etme konusunda kendine göre farklı etkileri vardır. Kayıp veriler çalışma sonuçlarını farklı şekillerde etkilediği için, araştırmacıların örnekleme büyüklüğü, kayıp veri oranı vb. faktörleri dikkate alarak uygun yöntem seçimi yapması gerekmektedir (Cheema, 2012). Kayıp verilerle çalışmaya devam edildiği veya uygun yöntem seçilmediği takdirde çalışma sonuçları bu durumdan olumsuz yönde etkilenecektir (Ginkel ve diğerleri, 2007).

Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, kayıp veri sorununun çözümünde kullanılan farklı yöntemlerin etkililiğini ölçeklerin geçerlik (faktör yapıları-yapı geçerliği) ve güvenilirliği (cronbach alfa) bağlamında, normal dağılım, tek faktörlü yapı ve farklı büyüklüklerdeki (%5, %10 ve %20) kayıp veri oranları altında inceleyerek karşılaştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda, geçerlik ve güvenilirliğe ilişkin olarak tam veri setinden elde edilen değerler ile tamamen rassal olarak kayıp (TROC) mekanizması altında veri eksiltilecek oluşturulan eksik veri setlerinin kayıp veri sorununun çözümünde kullanılan farklı yöntemlerle yeni tam veri setlerine dönüştürülmesi neticesinde elde edilen değerler karşılaştırılmıştır.

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Bu araştırma kayıp veri sorununun çözümünde kullanılan farklı yöntemlerin etkililiğinin, ölçeklerin geçerliği ve güvenilirliği bağlamında karşılaştırıldığı bir temel araştırmadır. Temel araştırmalar var olan bilgiye yenilerini eklemek amacıyla gerçekleştirilen teorik veya deneysel nitelikte çalışmalardır (Karasar, 2007).

Veriler ve Verilerin Düzenlenmesi

Araştırmada kullanılan tam veri setini, PISA 2012 sınavı kapsamında yer alan “Matematik Çalışma Etiği” ölçeğindeki tüm maddeleri eksiksiz olarak cevaplayan Türk öğrenciler (n=3127) arasından rastgele seçilen 200 öğrenciye ait veriler oluşturmaktadır. 200 öğrenci seçilmesinin nedeni bu yöntemlerin küçük örneklemdeki etkisini incelemektir. Tam veri setinden, araştırmanın amacı doğrultusunda, tamamıyla rassal olarak kayıp mekanizması altında, belirli oranlarda (%5, %10, %20) veri silinerek eksik veri setleri oluşturulmuş daha sonra bu setler kayıp veri sorununun çözümünde kullanılan farklı yöntemler ile yeni tam veri setlerine dönüştürülmüştür. Kayıp veri içeren veri setlerinin yeni tam veri setlerine dönüştürülmesinde seri ortalaması, yakın noktaların ortalaması, yakın noktaların medyanı, doğrusal değer kestirimi, noktanın doğrusal eğimi, liste bazında silme, beklenti maksimizasyonu, regresyon ataması ve çoklu atama kayıp veri yöntemleri kullanılmıştır.

Veri Toplama Aracı

Araştırmada kullanılan veri toplama aracı PISA 2012 öğrenci ölçeklerinden “Matematik Çalışma Etiği” ölçeğidir. Tek faktörlü bir yapıya sahip olan bu ölçek, “Kesinlikle katılıyorum (1)”, “Katılıyorum (2)”, “Katılmıyorum (3)”, “Kesinlikle katılmıyorum (4)” şeklinde 4’lü Likert tipi dereceleme ölçeği formatında olup toplam 9 maddeden oluşmaktadır.

Verilerin Analizi

Verilerin analizi sürecinde öncelikle, tam veri setindeki veriler üzerinden tek boyutluluk ve puan dağılımlarının normallığı test edilmiştir. Temel bileşenler analizi neticesinde ölçekte yer alan tüm maddelerin ilk boyut altında yüksek yük değerleri verdiği ve birinci boyuta ait öz değer (5,26), ikinci boyuta ait öz değer (1,14) üç buçuk katından daha fazla olduğu görülmüştür. Bu durum ölçeğin yapısının tek boyutlu olduğunun bir göstergesi sayılmıştır. Birinci boyutun açıkladığı varyans ise toplam varyansın % 58,41’i olarak tespit edilmiştir. Tek boyutlu ölçeklerde açıklanan varyansın minimum % 30 olması durumunun kabul edilebilir olduğu (Büyüköztürk, 2007) dikkate alındığında bu değer oldukça yüksek olduğu söylenebilir. Tam veri seti için hesaplanan çarpıklık ve basıklık katsayıları ise sırasıyla 0,313 ve 0,214’tür. Bu katsayıların -1 ile +1 değerleri arasında oluşu dağılımların normallığının bir göstergesi sayılmıştır (Huck, 2012).

Verilerin analizi sürecinin ikinci aşamasında 200 kişilik tam veri setinden, %5, %10 ve %20 oranlarında veri silinerek eksik veri setleri oluşturulmuştur. Verilerin silinmesinde rastgelelik dikkate alınmış olsa da, rastgeleliğin sağlandığını görmek amacıyla verilere Little'ın TROK testi uygulanmıştır. Bunun için SPSS 20.0 programında bulunan BM algoritmasına bağlı olarak hesaplanan Little'ın TROK testi kullanılmıştır. Verilere BM algoritması uygulanırken 2 varsayımın sağlanması gerekmektedir; bunlardan birincisi verilerin kesikli olmaması, ikincisi de verilerin normal dağılımıdır (Oğuzlar, 2001). Araştırma verileri bu iki varsayımı da sağladığı için BM algoritması uygulanmıştır.

Little'ın TROK testi neticesinde p değerleri %5 kayıp veri oranı için 0,99; %10 kayıp veri oranı için 0,74 ve %20 kayıp veri oranı için ise 0,88 olarak elde edilmiştir. Bu değerlerin 0,05'ten büyük olması verilerin TROK mekanizmasına uyduğunun göstergesidir (IBM,2012). Dağılımların normalliği ve TROK sonuçlarının incelenmesi neticesinde verilerin ilgili analizler için uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Tek boyutluluk, puan dağılımının normalliği ve Little'ın TROK testi sonuçları incelendikten sonra farklı oranlarda eksik veri içeren veri setleri kayıp veri sorununun çözümünde kullanılan farklı kayıp veri yöntemleri ile yeni tam veri setlerine dönüştürülmüştür. Dönüştürmede kullanılan yöntemler silme yöntemlerinden liste bazında silme ve atama yöntemlerinden yaklaşık değer atama (seri ortalaması, yakın noktaların ortalaması, yakın noktaların medyanı, doğrusal değer kestirimi, noktanın doğrusal eğimi) ile beklenti maksimizasyonu, regresyon ataması ve çoklu atama yöntemleridir.

Hem tam veri seti hem de farklı kayıp veri yöntemleri ile oluşturulan yeni tam veri setleri üzerinde geçerliğe ilişkin analizler ve karşılaştırmalar temel bileşenler analizine dayalı açıklayıcı faktör analizi ile elde edilen değerler üzerinden gerçekleştirilmiştir. Güvenirliğe ilişkin yapılan analizler ve karşılaştırmalarda ise Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı ve Fisher'in z istatistiklerinden yararlanılmıştır. 200 kişilik tam veri setinden geçerlik ve güvenilirliğe ilişkin analizler neticesinde elde edilen değerler, karşılaştırmalarda referans değerler olarak kullanılmıştır.

BULGULAR

Geçerliğe ilişkin olarak yapılan analizlerin sonuçları, %5, %10 ve %20 kayıp veri oranları için ayrı ayrı olmak üzere, aşağıda Tablo 1, Tablo 2 ve Tablo 3'te sunulmuştur.

200 kişilik tam veri seti için hesaplanan madde faktör yük değerleri 0,71 ile 0,81 arasında değişmektedir. Bu veri seti için hesaplanan öz değer 5,26, açıklanan varyans değeri ise 58,41'dir. Bu değerler farklı kayıp veri yöntemlerinden elde edilen değerlerle yapılan karşılaştırmalarda referans değerler olarak kullanılmışlardır.

Örneklem büyüklüğü 200 ve kayıp veri oranı %5 olan durum için geçerliğe ilişkin (faktör yükleri, öz değer, açıklanan varyans) elde edilen bulgular

Tablo 1. Örneklem Büyüklüğü 200 ve Kayıp Veri Oranı %5 Olan Durum için Geçerlik Analizi Sonuçları

Maddeler	Kayıp Veri Yöntemleri									
	Tam veri	Seriler ortalaması	Yakın noktaların ortalaması	Yakın noktaların medyanı	Doğrusal değer kestirimi	Noktanın doğrusal eğimi	Liste bazında silme	Beklenti maksimizasyonu	Regresyon ataması	Çoklu atama
1	,71	,71	,71	,71	,70	,71	,71	,71	,72	,71
2	,78	,79	,79	,79	,79	,79	,79	,79	,79	,79
3	,77	,77	,77	,77	,77	,77	,77	,77	,77	,77

4	,73	,73	,77	,77	,72	,73	,72	,73	,73	,73
5	,80	,80	,80	,80	,80	,80	,80	,80	,80	,80
6	,81	,81	,81	,81	,80	,81	,80	,81	,81	,81
7	,77	,77	,77	,77	,77	,77	,77	,77	,77	,77
8	,75	,75	,76	,75	,75	,75	,76	,76	,76	,76
9	,75	,75	,75	,75	,75	,75	,74	,75	,75	,75
Ö	5,26	5,24	5,24	5,23	5,21	5,24	5,25	5,27	5,27	5,26
AV	58,4	58,2	58,17	58,07	57,93	58,22	58,31	58,54	58,60	58,46

Ö = Öz değer; AV = Açıklanan Varyans

Kayıp veri sorununun çözümünde kullanılan farklı yöntemler çerçevesinde elde edilen madde faktör yük değerleri Tablo 1’de incelendiğinde, seriler ortalaması ve noktanın doğrusal eğimi yöntemlerinde ikinci madde hariç, tam veri seti ile aynı faktör yük değerlerinin elde edildiği görülmektedir. Yakın noktaların medyanı (2.ve 4.madde), beklenti maksimizasyonu (2.ve 8.madde) ve çoklu atama (2.ve 8.madde) yöntemlerinde ikişer madde hariç tam veri seti ile aynı faktör yük değerleri elde edilmiştir. Yakın noktaların ortalaması (2. 4. ve 8. madde) ve regresyon ataması (1. 2. ve 8.madde) yöntemlerinde ise üçer madde hariç, tam veri seti ile aynı sonuçlar elde edilmiştir. Doğrusal değer kestirimi yönteminde 4 maddede (1. 2. 4. ve 6. madde), liste bazında silme yönteminde ise 5 maddede (2. 4. 6. 8 ve 9. madde), tam veri setinden elde edilen değerlere göre, farklı faktör yük değerleri elde edilmiştir.

Öz değerler incelendiğinde bu değerlerin 5,21 ile 5,27 arasında değiştiği görülmektedir. Çoklu atama yöntemi için hesaplanan öz değer tam veri seti için hesaplanan öz değerle aynıdır (5,26). En düşük ve tam veri setinden elde edilen öz değere en uzak değer doğrusal değer kestirimi (5,21) yönteminden elde edilirken, en yüksek öz değeri beklenti maksimizasyonu ve regresyon ataması (5,27) yöntemleri vermiştir.

Açıklanan varyans değerleri incelendiğinde ise tam veri setinden elde edilen değere en yakın değeri veren yöntemin çoklu atama (58,46) yöntemi olduğu görülmektedir. En büyük açıklanan varyans değeri regresyon ataması (58,60) yönteminden elde edilirken, en düşük değer doğrusal değer kestirimi (57,93) yönteminden elde edilmiştir.

Örneklem büyüklüğü 200 ve kayıp veri oranı %10 olan durum için geçerliğe ilişkin (faktör yükleri, öz değer, açıklanan varyans) elde edilen bulgular

Tablo 2. Örneklem Büyüklüğü 200 ve Kayıp Veri Oranı %10 Olan Durum için Geçerlik Analizi Sonuçları

Kayıp Veri Yöntemleri										
Maddeler	Tam veri	Seriler ortalaması	Yakın noktaların ortalaması	Yakın noktaların medyanı	Doğrusal değer kestirimi	Noktanın doğrusal eğimi	Liste bazında silme	Beklenti maksimizasyonu	Regresyon ataması	Çoklu atama
1	,71	,72	,72	,72	,71	,72	,73	,73	,72	,73
2	,78	,79	,79	,78	,79	,79	,80	,79	,79	,79
3	,77	,77	,77	,77	,77	,77	,77	,77	,78	,77
4	,73	,74	,74	,74	,74	,74	,75	,74	,74	,74
5	,78	,79	,79	,79	,79	,79	,80	,79	,79	,79
6	,81	,81	,80	,80	,80	,81	,82	,81	,81	,81
7	,77	,78	,78	,78	,78	,78	,78	,78	,78	,78
8	,75	,75	,75	,75	,75	,75	,75	,75	,75	,75

9	,75	,74	,74	,74	,74	,74	,75	,75	,74	,74
Ö	5,26	5,27	5,27	5,26	5,25	5,27	5,36	5,31	5,29	5,30
AV	58,41	58,60	58,52	58,45	58,36	58,29	59,57	59,03	58,72	58,97

Ö = Öz değer; AV = Açıklanan Varyans

Kayıp veri sorununun çözümünde kullanılan farklı yöntemler çerçevesinde elde edilen madde faktör yük değerleri Tablo 2’de incelendiğinde, beklenti maksimizasyonu yönteminde 4 madde (3. 6. 8. 9. madde) hariç, tam veri seti ile farklı faktör yük değerleri elde edildiği görülmektedir. Seriler ortalaması (3. 6. ve 8.madde), yakın noktaların medyanı (2. 3. 8. madde), doğrusal değer kestirimi (1. 3. 8. madde), noktanın doğrusal eğimi (3. 6. 8. madde), liste bazında silme (3. 8. 9.madde) ve çoklu atama (3. 6. 8.madde) yöntemlerinde üçer madde tam veri seti ile aynı sonucu vermiştir. Tam veri seti ile en az benzerlik gösteren yöntemler ise yakın noktaların ortalaması ve regresyon ataması yöntemleridir. Bu yöntemler için sadece ikişer madde tam veri seti ile aynı sonucu vermiştir.

Öz değerler incelendiğinde, bu değerlerin 5,25 ile 5,36 arasında değiştiği görülmektedir. Yakın noktaların medyanı yöntemi için hesaplan öz değer (5,26) tam veri seti için hesaplanan öz değerle aynıdır. En düşük öz değer (5,25) doğrusal değer kestirimi yönteminden elde edilirken, en yüksek ve tam veri setine en uzak öz değeri (5,36) liste bazında silme yöntemi vermiştir.

Açıklanan varyans değerleri incelendiğinde ise tam veri setinden elde edilen değere en yakın değeri (58,45) yakın noktaların medyanı yöntemi vermiştir. Farklı kayıp veri yöntemleri için elde edilen en büyük açıklanan varyans değeri (59,57) liste bazında silme yönteminden elde edilirken, en düşük değer ise (58,29) noktanın doğrusal eğimi yönteminden elde edilmiştir.

Örneklem büyüklüğü 200 ve kayıp veri oranı %20 olan durum için geçerliğe ilişkin (faktör yükleri, öz değer, açıklanan varyans) elde edilen bulgular

Tablo 3. Örneklem Büyüklüğü 200 ve Kayıp Veri Oranı %20 Olan Durum için Geçerlik Analizi Sonuçları

Kayıp Veri Yöntemleri										
Maddeler	Tam veri	Seriler ortalaması	Yakın noktaların ortalaması	Yakın noktaların medyanı	Doğrusal değer kestirimi	Noktanın doğrusal eğimi	Liste bazında silme	Beklenti maksimizasyonu	Regresyon ataması	Çoklu atama
1	,71	,72	,72	,72	,72	,72	,73	,72	,73	,72
2	,78	,76	,77	,77	,76	,76	,77	,78	,77	,77
3	,77	,75	,74	,75	,75	,75	,78	,77	,77	,76
4	,73	,72	,72	,71	,71	,72	,71	,73	,73	,73
5	,80	,79	,78	,78	,78	,78	,80	,80	,79	,79
6	,81	,81	,80	,80	,81	,81	,82	,81	,81	,81
7	,77	,78	,77	,78	,77	,78	,79	,77	,77	,77
8	,75	,75	,75	,75	,75	,76	,77	,76	,76	,75
9	,75	,75	,75	,75	,74	,75	,77	,75	,75	,75
Ö	5,26	5,17	5,13	5,12	5,13	5,17	5,33	5,28	5,27	5,24
AV	58,41	57,48	57,00	56,92	57,04	57,47	59,22	58,69	58,52	58,17

Ö = Öz değer; AV = Açıklanan Varyans

Kayıp veri sorununun çözümünde kullanılan farklı yöntemler çerçevesinde elde edilen madde faktör yük değerleri Tablo 3’te incelendiğinde beklenti maksimizasyonu yönteminin tam veri setinden elde

edilen değerlere en yakın sonuçları verdiği görülmektedir. Beklenti maksimizasyonu yönteminde iki madde (1. ve 8. madde) hariç tam veri seti ile aynı madde faktör yük değerleri elde edilmiştir. Regresyon ataması ve çoklu atama yöntemleri beklenti maksimizasyonu yöntemiyle birlikte tam veri setinden elde edilen değerlere en yakın sonuçları veren diğer yöntemlerdir. Regresyon ataması (1. 2. 5. 8. madde) ve çoklu atama (1. 2. 3. 5.madde) yöntemlerinde dörder madde hariç tam veri seti ile aynı faktör yük değerleri elde edilmiştir. Seriler ortalaması (6. 8. 9. madde), yakın noktaların ortalaması (7. 8. 9. madde) ve doğrusal değer kestirimi (6. 7. 8. madde) yöntemlerinde üçer madde tam veri seti ile benzerlik gösterirken; yakın noktaların medyanı (8 ve 9.madde) ve noktanın doğrusal eğimi (6 ve 9.madde) yöntemlerinde ikişer madde tam veri seti ile benzerlik göstermiştir. Liste bazında silme yönteminde ise sadece beşinci maddenin tam veri seti ile aynı sonucu verdiği görülmektedir.

Öz değerler incelendiğinde, bu değerlerin 5,12 ile 5,33 arasında değiştiği görülmektedir. Tam veri setinden elde edilen öz değere en yakın sonucu (5,27) veren yöntem regresyona ataması yöntemi olmuştur. En düşük ve tam veri setinden elde edilen öz değere en uzak değer (5,12) yakın noktaların medyanı yönteminden elde edilirken, en yüksek öz değeri (5,33) liste bazında silme yöntemi vermiştir.

Açıklanan varyans değerleri incelendiğinde ise tam veri setinden elde edilen değere en yakın değeri (58,52) regresyon ataması yönteminin verdiği görülmektedir. Farklı kayıp veri yöntemleri için elde edilen en büyük açıklanan varyans değerini (59,22) liste bazında silme yöntemi verirken en düşük değer (56,92) yakın noktaların medyanı yönteminden elde edilmiştir.

Güvenirlige ilişkin olarak yapılan analizlerin sonuçları (Cronbach alfa güvenilirlik katsayıları ve Fisher'in z testi) %5, %10 ve %20 kayıp veri oranları için ayrı ayrı olmak üzere Tablo 4'te verilmiştir.

200 kişilik tam veri seti için hesaplanan Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı 0,910'dur. Bu değer farklı kayıp veri yöntemlerinden elde edilen değerlerle yapılan karşılaştırmalarda referans değerler olarak kullanılmışlardır.

Tablo 4'de görüldüğü üzere, %5 oranında kayıp veri içeren veri seti için farklı kayıp veri yöntemleri çerçevesinde elde edilen Cronbach alfa güvenilirlik katsayıları 0,908 ile 0,911 arasında değişmektedir. En düşük Cronbach alfa katsayısı ($\alpha=0,908$) doğrusal değer kestirimi yönteminden elde edilirken, liste bazında silme, beklenti maksimizasyonu ve çoklu atama yöntemleri tam veri seti ile aynı katsayıyı ($\alpha=0,910$) vermişlerdir. Seri ortalaması, yakın noktaların ortalaması, yakın noktaların medyanı, noktanın doğrusal eğimi ve regresyon ataması yöntemleri ise tam veri setine yakın katsayılar verirken, en yüksek katsayı ($\alpha=0,911$) regresyon ataması yönteminden elde edilmiştir.

%10 oranında kayıp veri içeren veri seti için farklı kayıp veri yöntemleri çerçevesinde elde edilen Cronbach alfa güvenilirlik katsayılarının 0,910 ile 0,914 arasında değiştiği görülmektedir. Seri ortalaması yöntemi hariç yaklaşık değer atama yöntemleri tam veri seti ile aynı katsayıyı ($\alpha=0,911$) verirken; en yüksek katsayıyı ($\alpha=0,914$) liste bazında silme yöntemi vermiştir. Seri ortalaması, regresyon ataması ve çoklu atama yöntemleri ise tam veri setine göre yüksek katsayılar ($\alpha=0,911$) verse de bu katsayılar tam veri setinden elde edilen katsayıya oldukça yakındır.

Tablo 4. Örneklem Büyüklüğü 200 ve Kayıp Veri Oranlarının %5, %10 ve %20 Olduğu Durumlar için Güvenirlilik Analizi Sonuçları

Kayıp Veri Yöntemleri	%0 kayıp (Tam Veri)	%5 kayıp	%10 kayıp	%20 kayıp
	Cronbach α	Cronbach α (Fisher z)	Cronbach α (Fisher z)	Cronbach α (Fisher z)
Seri ortalaması		0,909 (0,000)	0,911 (0,000)	0,906 (0,290)
Yakın noktaların ortalaması	0,910	0,909 (0,000)	0,910 (0,000)	0,905 (0,290)
Yakın noktaların medyanı		0,909 (0,000)	0,910 (0,000)	0,904 (0,290)
Doğrusal değer kestirimi		0,908	0,910	0,905

	(0,000)	(0,000)	(0,290)
Noktanın doğrusal eğimi	0,909	0,910	0,906
	(0,000)	(0,000)	(0,290)
Liste bazında silme	0,910	0,914	0,913
	(0,000)	(-0,290)	(-0,290)
Beklenti maksimizasyonu	0,910	0,912	0,911
	(0,000)	(0,000)	(0,000)
Regresyon ataması	0,911	0,911	0,910
	(0,000)	(0,000)	(0,000)
Çoklu atama	0,910	0,911	0,909
	(0,000)	(0,000)	(0,000)

%20 oranında kayıp veri içeren veri seti için farklı kayıp veri yöntemleri çerçevesinde elde edilen Cronbach alfa güvenilirlik katsayılarının ise 0,904 ile 0,913 arasında değiştiği görülmektedir. En düşük katsayıyı ($\alpha= 0,904$) yakın noktaların medyanı yöntemi veririrken, en yüksek katsayı ($\alpha= 0,913$) liste bazında silme yönteminde elde edilmiştir. Regresyon ataması yöntemi ile elde edilen katsayı ($\alpha= 0,910$) tam veri setinden elde edilen katsayı ile aynı iken beklenti maksimizasyonu ($\alpha= 0,911$) ve çoklu atama ($\alpha= 0,909$) yöntemleri tam veri setinden elde edilen katsayıya en yakın katsayıları vermiştir. Yaklaşık değer atama yöntemlerinden elde edilen katsayıların ise tam veri setinden elde edilene göre düşük olduğu görülmektedir.

Tam veri setinden elde edilen Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı ile farklı oranlarda kayıp veri içeren veri setlerine uygulanan farklı kayıp veri yöntemleri çerçevesinde elde edilen Cronbach alfa güvenilirlik katsayıları arasında manidar bir farklılık bulunup bulunmadığına ilişkin olarak gerçekleştirilen Fisher'in z testi sonuçları incelendiğinde, tüm kayıp veri oranları ve tüm kayıp veri yöntemleri için hesaplanan z değerlerinin sınır değerler olan -1,96 ile + 1,96 aralığında (Akhun, 1994; Kenny, 1987) değerler aldığı görülmektedir. Bu bulgu, tam veri seti ile kayıp veri yöntemlerinin uygulandığı veri setlerinden elde edilen Cronbach alfa güvenilirlik katsayıları arasında manidar bir farklılığın bulunmadığını göstermektedir.

SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Bu araştırmada, kayıp veri sorununun çözümünde kullanılan farklı yöntemlerin etkililiği ölçeklerin geçerlik (faktör yapıları-yapı geçerliği) ve güvenilirliği (Cronbach alfa) bağlamında, normal dağılım, tek faktörlü yapı ve farklı büyüklüklerdeki (%5, %10 ve %20) kayıp veri oranları altında incelenerek karşılaştırılmıştır.

Geçerliğe ilişkin olarak açımlayıcı faktör analizi bağlamında yapılan karşılaştırmalar, farklı kayıp veri oranları için tüm kayıp veri yöntemlerinin, tam veri setlerine benzer biçimde, tek faktörlü bir yapıyı gösterdiği görülmüştür. Bu bulgu Çokluk ve Kayri (2011) ile Chen, Wang ve Chen'in (2012) çalışmaları ile tutarlık göstermektedir.

Kayıp veri oranı arttıkça madde faktör yük değerlerinin tam veri setlerinden elde edilen değerlere benzerliği küçük bir miktar azalsa da düşük ve yüksek faktör yük değeri veren maddelerin neredeyse tüm koşullar altında benzerlik gösterdiği gözlemlenmiştir. Beklenti maksimizasyonu, regresyon ataması ve çoklu atama yöntemleri farklı kayıp veri oranlarının tamamı için, özellikle de kayıp veri oranının yüksek olduğu durumlar için, genel olarak tam veri setlerinden elde edilen değerlere en yakın madde faktör yük değerlerini vermişlerdir. Yaklaşık değer atama ve silme yöntemlerinde ise kayıp veri setlerinin tamamı için kayıp veri oranı arttıkça, madde faktör yük değerlerinin tam veri seti ile benzerliği küçük düzeylerde olsa da azalmıştır.

Özdeğerler ve açıklanan varyans değerleri bakımından, genel olarak, yaklaşık değer atama yöntemlerinden elde edilen değerler tam veri setlerinden elde edilen değerlerden çok az da olsa düşük bulunmuştur. Kayıp veri yöntemleri içinde özellikle doğrusal değer kestirimi yöntemi tam veri setlerinden elde edilen değerlere göre en düşük değerleri veren yöntem olurken, liste bazında silme yöntemi ise genel olarak en yüksek değerleri veren yöntem olmuştur. Beklenti maksimizasyonu ve

regresyon ataması yöntemleri çoklu atama yönteminden sonra tam veri setlerinden elde edilen değerlere en yakın değerleri veren yöntemler olmuşlardır. Ulaşılan bu sonuçlar konu ile ilgili olarak yapılan çeşitli araştırmaların sonuçları ile büyük benzerlik göstermektedir (Bernaards ve Sijtsma, 2000; Bal, 2003; Bernaards ve Sijtsma, 2000; Cheema, 2012; Enders, 2004; Graham, Hofer ve Piccinin, 1994; Musil, Warner, Yobas ve Jones, 2002; Peng, Harwell, Liou ve Ehman, 2006; Streiner, 2002).

İlgili alan yazında kayıp veri yöntemlerinden herhangi birinin her koşul altında benzer ve doğru sonuç verdiği ile ilgili bir bulguya rastlamak zordur. Kayıp veri yöntemlerinin etkililiği karşılaşılan kayıp veri mekanizmasına, kayıp veri miktarına, örneklem büyüklüğüne vb. etkenlere göre değişmektedir. Bu çalışmada ele alınan kayıp veri yöntemleri tamamıyla rassal olarak kayıp (TROC) mekanizması temelinde değerlendirilmiştir. Veri yapısı TROC olduğu zaman elde edilen değerler tam veri setlerinden elde edilen değerlerle birebir aynı çıkmayabilir ancak yapılan kestirimlerin kayıp veri yapısının ihmal edilebilir olmasından dolayı yansız olduğu kabul edilmektedir (Bernaards ve Sijtsma, 2000; Bui, Goodson, ve Neilands, 2008; Graham, 2009). Bu araştırmada oluşturulan yeni veri setleri ile tam veri setlerinden elde edilen değerler arasında büyük benzerliklerin oluşu, ya da bir başka deyişle, çok küçük farklılıkların bulunmasının nedeni veri yapısının TROC olmasıyla açıklanabilir.

Sonuç olarak, veri yapısı TROC olduğunda yöntemlerin birbirlerine göre üstünlüğü yok gibi görünse de çoklu atama, beklenti maksimizasyonu ve regresyon ataması yöntemlerinin diğer yöntemlere göre daha yüksek performans gösterdiği söylenebilir.

Güvenirliliğe ilişkin olarak ise farklı kayıp veri oranları için farklı kayıp veri yöntemlerinin kullanılması neticesinde elde edilen Cronbach alfa güvenilirlik katsayıları ile tam veri setinden elde edilen katsayıların genel olarak birbirlerinden farklılaştığı ancak bu farklılıkların çok küçük değerler düzeyinde olduğu görülmüştür. Kayıp veri oranının düşük olduğu durumda tam veri setinden elde edilen değerlere çok yakın güvenilirlik katsayıları elde edilirken, kayıp veri miktarı arttıkça elde edilen katsayılar tam veri setlerinden elde edilen katsayılardan az da olsa farklılaşmıştır. Özellikle kayıp veri oranının yüksek olduğu durumlarda, yaklaşık değer atama yöntemlerinden elde edilen güvenilirlik katsayıları tam veri setinden elde edilenlerden daha düşük çıkmıştır. Liste bazında silme yöntemi kayıp veri oranının düşük olduğu durumda genelde tam veri setlerinden elde edilen katsayılara yakın veya aynı katsayı değerini verirken, kayıp veri oranı arttıkça tam veri setlerinden elde edilen katsayılardan daha yüksek değerler almıştır. Bu sonuç Demir'in (2013) çalışmasının sonuçlarıyla tutarlıdır. Yaklaşık değer atama yöntemlerinde, kayıp veri oranının fazla olduğu durumlarda yapılan kestirimlerin tam veri setinden elde edilen değerlere göre daha düşük olduğu görülmektedir. Bu sonuç Çokluk ve Kayri (2011) ile Demir'in (2013) çalışmasında ulaşılan sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Beklenti maksimizasyonu, regresyon ataması ve özellikle de çoklu atama yöntemleri tüm farklı kayıp veri oranları için tam veri setlerinden elde edilen katsayılara çok yakın veya aynı değerleri vermiştir. Beklenti maksimizasyonu yönteminin tam verilerden elde edilen güvenilirlik katsayılarına benzer kestirimlerde bulunabildiğine ilişkin elde edilen bu bulgu Enders'in (2004) çalışmasını destekler niteliktedir. Bunun yanı sıra, kayıp veri oranının yüksek olduğu durumda, çoklu atama yönteminin diğer kayıp veri yöntemlerine göre daha iyi sonuçlar vermesi Granberg-Rademacker (2007), Leite ve Beretvas (2010) ve Young, Weckman ve Holland'ın (2011) çalışmalarıyla da tutarlık göstermektedir.

Güvenirlilik katsayıları bakımından tam veri setlerinden elde edilen değerlerle farklı kayıp veri yöntemlerinin kullanılması ile farklı kayıp veri oranları için elde edilen değerler arasında bir takım farklılıklar gözlemlense de Fisher'in z testi bu farklılıkların istatistiksel olarak manidar olmadığını göstermiştir. Sonuç olarak, farklı kayıp veri yöntemlerinin, ölçeklerin güvenilirliği bağlamında, araştırmada dikkate alınan koşullar altında, tam veri seti için hesaplanan katsayıya benzer sonuçlar verdiği söylenebilir. Ancak, yine de, özellikle kayıp veri oranının yüksek olduğu durumlarda, yaklaşık değer atama yöntemlerinin kullanılması neticesinde elde edilen Cronbach alfa katsayılarının tam veri setlerinden elde edilen katsayılardan daha düşük olmasından dolayı, kayıp verinin fazlalığı durumunda, bu yöntemlerin ölçeklerin iç tutarlılık güvenilirliği üzerinde olumsuz etki yaratabileceği düşünülmektedir.

Araştırmada ulaşılan bu sonuçlar çerçevesinde özellikle kayıp veri miktarının fazla olduğu durumlarda, kayıp verilerin çoklu atama, beklenti maksimizasyonu veya regresyon ataması yöntemlerinden biri kullanılarak tamamlanması önerilebilir. Kayıp veri miktarının düşük olduğu durumda ise liste bazında silme yöntemi hariç diğer tüm yöntemler kullanılabilir.

Bu çalışma kapsamında farklı kayıp veri oranına göre farklı kayıp veri yöntemleri karşılaştırılmıştır. Çalışmada gerçek veriler kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan veriler tek faktörlü bir yapıya ve normal dağılıma sahiptir. Kayıp veriler ise TROK mekanizmasındadır. Gelecekteki araştırmalara yönelik olarak farklı kayıp veri mekanizmaları altında çok faktörlü, çarpık dağılıma sahip, farklı örneklem büyüklüğü ve farklı kayıp veri oranlarına göre farklı yöntemler kullanarak yöntemlerin etkililiği karşılaştırılabilir.

KAYNAKÇA

- Akhun, İ. (1994). *İstatistiksel formüller ve tablolar*. (4.Baskı). Ankara: Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi
- Allison, P.D. (2003). Missing data techniques for structural equation modeling. *Journal of Abnormal Psychology*, 112 (4), 545-557, DOI: 10.1037/0021-843X.112.4.545.
- Allison, P.D. (2009). *Missing data*. Sage University Paper Series on Quantitative Applications in the Social Sciences, 72-89. London: Sage Publication.
- Bal, C. (2003). *Çok gruplu veri setlerinde eksik gözlem sorununun çözümlenmesi ve sağlık alanında bir uygulama*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Bernaards, C.A. & Sijtsma, K. (2000). Influence of imputation and EM methods on factor analysis when item nonresponse in questionnaire data is nonignorable. *Multivariate Behavioral Research*, 35(3), 321-364, DOI: 10.1207/S15327906MBR3503_03.
- Brown, M.L. & Kros, J. F. (2003). Data mining and the impact of missing data. *Industrial Management & Data System*, 103 (8), 611- 621, DOI: 10.1108/02635570310497657.
- Buhi, E.R., Goodson, P. & Neilands, T.B. (2008). Out of sight, not out of mind: Strategies for handling missing data. *American Journal of Health Behavior*, 32 (1), 83-92.
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *Sosyal bilim için veri analizi el kitabı* (7.Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Carpita, M. & Manisera, M. (2011). On the imputation of missing data in surveys with likert-type scales. *Journal of Classical*, 28, 93-112, DOI: 10.1007/s00357-011-9074-z
- Cheema, J. (2012). *Handling missing data in educational research using SPSS*. Unpublished doctoral dissertation, George Mason University, USA.
- Chen, S.F., Wang, S. & Chen, Y.C. (2012). A simulation study using EFA and CFA programs based the impact of missing data on test dimensionality. *Expert Systems with Applications*, 39, 4026-4031.
- Cumming, P. (2013). Missing data and multiple imputation. *Clinical Review & Education*, 167 (7), 656-661.
- Çokluk, Ö. ve Kayri, M. (2011). Kayıp değerlere yaklaşık değer atama yöntemlerinin ölçme araçlarının geçerlik ve güvenilirliği üzerindeki etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 11 (1), 289-309.
- Demir, E. ve Parlak, B. (2012). Türkiye’de eğitim araştırmalarında kayıp veri sorunu. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 3(1), 230-241.
- Demir, E. (2013). Kayıp verilerin varlığında çoktan seçmeli testlerde madde ve test parametrelerinin kestirilmesi: SBS örneği. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 47-68.
- Downey, R.G. & King, C.V. (1998). Missing Data in Likert Ratings: A Comparison of Replacement Methods. *The Journal of General Psychology*, 125 (2), 175-191, DOI: 10.1080/00221309809595542.
- Duncan, T.E., Duncan, S.C. ve Li, F. (1998). A comparison of model- and multiple imputation-based approaches to longitudinal analyses with partial missingness. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 5 (1), 1-21, DOI: 10.1080/10705519809540086.
- Enders, C.K. (2001). A primer on maximum likelihood algorithms available for use with missing data. *Structural Equation Modeling*, 8(1), 128-141, DOI: 10.1207/S15328007SEM0801_7.
- Enders, C.K. (2004). The impact of missing data on sample reliability estimates: Implications for reliability reporting practices. *Educational and Psychological Measurement*, 64(3), 419-436, DOI: 10.1177/0013164403261050.
- Enders, C.K. (2013). Dealing with missing data in developmental research. *Child Development Perspectives*, 7 (1), 27- 31.
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS* (3. Edition). London: Sage Publication.
- Finch, H., & Margraf, M. (2008). *Imputation of categorical missing data: A Comparison of multivariate normal and multinomial methods*. 20.11.2014 tarihinde <http://www.mwsug.org/proceedings/2008/stats/MWSUG-2008-S05.pdf> adresinden alınmıştır.

- Ginkel, J.R.V., Van der Ark, L.A., Sijtsma, K. & Vermunt, J.K. (2007). Two-way imputation: A Bayesian method for estimating missing scores in tests and questionnaires, and an accurate approximation. *Computational Statistics & Data Analysis*, 51, 4013 – 4027, DOI:10.1016/j.csda.2006.12.022.
- Ginkel, J.R.V., Sijtsma, K., Van der Ark, L.A. & Vermunt, J.K. (2010). Incidence of missing item scores in personality measurement, and simple item-score imputation. *Methodology*, 6 (1), 17-30, DOI: 10.1027/1614-2241/a000003
- Graham, J.W., Hofer, S.M. ve Piccinin, A.M.(1994). Analysis with missing data in drug prevention research. Collins, L.M. ve Seitz, L.A. (eds.). *Advances in data analysis for prevention intervention research* (ss. 13- 64) içinde. National Institutes of Health.
- Graham, J.W. (2009). Missing data analysis: Making it work in the real World. *Annual Review of Psychology*, 60, 549-576.
- Granberg- Rademacker, J.S. (2007). A comparison of three approaches to handling incomplete state level data. *State Politics and Policy Quarterly*, 7(3), 325-338.
- Hohensinn, C. ve Kubinger, K.D. (2011). On the impact of missing values on the item fit and the model validness of the Rasch model. *Psychological Test and Assessment Modeling*, 53 (3), 380-393.
- Huck, S.W. (2012). *Reading statistics and research* (6.Edition). USA: Pearson.
- IBM (2012). 28.11.2014 tarihinde http://www-01.ibm.com/support/knowledgecenter/SSLVMB_20.0.0/com.ibm.spss.statistics.cs/mva_describe_rerun_mcartest.htm sitesinden alınmıştır.
- Karasar, N. (2007). *Bilimsel araştırma yöntemi: kavramlar, ilkeler, teknikler*. (17. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kenny, D.A. (1987). *Statistics for the social and behavioral science*. USA.
- Leite, W. ve Beretvas, S.N. (2010). The performance of multiple imputation for likert-type items with missing data. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, (9)1, 64-74.
- Little, R.J.A. (1988). Missing data adjustments in large surveys. *Journal of Business & Economic Statistics*, 6 (3), 287-296.
- McKnight, P.E., McKnight, K.M., Sidani, S. & Figueredo, A.J (2007). *Missing data: A gentle introduction*. United States of America: The Guilford Press.
- Musil,C.M., Warner, C.B, Yobas, P.K. & Jones, S.L. (2002). A comparison of imputation techniques for handling missing data. *Western Journal of Nursing Research*, 24(7),815-829,DOI: 10.1177/019394502237390.
- Oğuzlar, A. (2001, Eylül). *Alan araştırmalarında kayıp değer problemi ve çözüm önerileri*. V. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu'nda sunulan bildiri. Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Peng, C.-Y. J., Harwell, M., Liou, S.-M & Ehman L. H. (2006). *Advances in missing data methods and implications for educational research*. In S. Sawilowsky (ed.), *Real data analysis* (ss.31-78) içinde. Greenwich, CT: Information Age Publishing Inc.
- Satıcı, E. ve Kadılar, C. (2009). Kayıp gözlem olduğunda kitle ortalamasının tahmini. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10(2), 549-556.
- Streiner, D.V. (2002). The case of the missing data: Methods of dealing with dropouts and other research vagaries. *Research methods in Psychiatry*, 47, 68-75.
- Van der Ark, L. A. & Vermunt, J. K. (2010). New developments in missing data analysis. *Methodology*, 6(1), 1-2, DOI: 10.1027/1614-2241/a000001
- Vansteelandt, S., Carpenter, J. & Kenward, M.G. (2010). Analysis of incomplete data using inverse probability weighting and doubly robust estimators. *Methodology*, 6(1), 37-48. DOI: 10.1027/1614-2241/a000005.
- Yılmaz, H. (2014). *Random forests yönteminde kayıp veri probleminin incelenmesi ve sağlık alanında bir uygulama*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Young, W., Weckman, G. & Holland, W. (2011) A survey of methodologies for the treatment of missing values within datasets: limitations and benefits, *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 12 (1), 15-43, DOI: 10.1080/14639220903470205

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

One of the major problems in researches in social and behavioral sciences is missing data (Vansteelandt, Carpenter, Kenward, 2010; Ginkel, Sijtsma, Van der Ark, Vermunt, 2010). Mechanical

mistakes such as missing questions in long questionnaires, not recording the data in experimental works, and making research on delicate topics such as sexual behaviour (Field, 2009), leaving questions blank because of inattention or not knowing the answer (Finch and Margraf, 2008) are among the main reasons of missing data. Missing data in researches means lack of knowledge and thus causes information loss (Bal, 2003). According to McKnight et.al. (2007), missing data affect the results as follows: If the missing data amount is high, the reliability, generalizability and statistical inferences of the obtained data are affected dramatically, which will result in misleading statistical inferences. Besides, missing data will adversely affect the validity of the study.

In cases of missing data, researchers generally prefer to exclude the missing data cases from the analysis. However, to do this, it is required to understand what causes missing data (Demir and Parlak, 2012) because missing data is caused by various reasons and patterns. Moreover, defining whether missing data is related to complete missing at random or missing at random or else missing at nonrandom mechanisms is important in terms of determining which missing data method is going to be used in solving the missing data problem (Allison, 2003).

Different methods have been developed to be used in solving the missing data problem in researches. Methods such as continuing the analysis with missing data, excluding the missing observations from the analysis, data allocation for the missing data or completing the missing data with various statistical methods are some of the methods used in missing data situations (Bal, 2003; Carpita ve Manisera, 2011; Duncan, Duncan ve Li, 1998; Downey ve King, 1998; Little, 1988).

In this research, the effects of different methods used in solving the missing data problem on the validity (factor structures- construct validity) and reliability (Cronbach alpha) of the scales were compared in the context of normal distribution and single-factor structure, at missing data rates of different sizes (5%, 10%, and 20%)

Method

“Math Work Ethics” scale in PISA 2012 examination was used as data collection tool. The tool is in the format of Likert type rating scale and consists of nine items. The complete data set used in the research consists of data obtained from 200 students randomly selected among the Turkish students (n=3127) who completely answered all the items at this scale. Data were deleted at certain rates (5%, 10% , 20%) from the complete data set and missing data sets were obtained. Afterwards, these sets were transformed into new complete data sets with different methods used in solving missing data problem. In transforming the data sets with missing data into complete data sets series mean, mean of nearby points, median of nearby points, linear interpolation, linear trend at point, listwise deletion, expectation maximization, regression imputation and multiple imputation methods were used.

During the data analysis, the single dimensionality and normality of score distributions of data in complete data set were tested. The consistency of data with *missing completely at random* (MCAR) mechanism was also controlled.

Analysis and comparisons on validity of the new complete data sets composed with both complete data set and different missing data methods were made with the values obtained with the exploratory factor analysis based on principal component analysis. On the other hand, the analyses and comparisons on reliability were made with Cronbach alpha reliability coefficient and Fisher’s z statistics. The values obtained as a result of the analyses on validity and reliability of complete data set of 200 persons were used as reference values in comparisons.

Results and Discussion

The comparisons made in exploratory factor analysis of validity revealed that all missing data methods showed a single-factor structure, similar to complete data sets, for different missing data rates.

As the missing data rate increased, the similarity of item-factor loadings to the values obtained from complete data sets decreased with a low level but the items with low and high factor loadings were similar almost at all conditions.

The values obtained from approximate value imputation methods generally were found to be lower, despite slightly, than the ones obtained from complete data sets with respect to eigenvalues and explained variances. Expectation maximization and regression imputation methods were found to be the ones giving the values most proximal to the values obtained from complete data sets following the multiple imputation method.

For reliability, it has been found that the Cronbach alpha reliability coefficients obtained as a result of different missing data methods used for different missing data rates generally differentiated from the coefficients obtained from complete data set but the differences are at low levels and statistically not significant.

However, especially in cases of high rate of missing data, as the Cronbach alpha coefficients obtained as a result of using approximate value imputation methods are lower than the ones obtained from the complete data sets, these methods may cause adverse effect on the internal consistency reliability of the scales in cases of high level of missing data.

In light of the research results, especially in cases when missing data level is high, missing data is recommended to be completed by using multiple imputation, expectation maximization or regression imputation. When the missing data level is low, all methods except for listwise deletion can be used in completing missing data.