

Çoklu Atama Yönteminde Değişimlenen Atama Sayısının Açımlayıcı Faktör Analizindeki Etkilerinin İncelenmesi¹

Duygu KOÇAK² & Ömay ÇOKLUK-BÖKEOĐLU³

ÖZET

Bu araştırmada kayıp veri baş etme yöntemlerinden çoklu atama yöntemindeki atama sayısının, açımlayıcı faktör analizi sonuçları üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla öncelikle farklı örneklem büyüklüklerinde yapay veri setleri üretilmiştir. Üretilen veri setlerinde farklı kayıp veri oranlarında tamamen rastgele kayıp ve rastgele kayıp örüntüsü oluşturulacak şekilde veriler silinerek, kayıp verili setler oluşturulmuştur. Tamamen rastgele kayıp mekanizmasında herhangi bir değişkene bağlı olmadan belirlenen oranlarda veri silinmiştir. Rastgele kayıp mekanizmasında ise, veri setine sıralama ölçeği düzeyinde ikinci bir değişken atanmış ve bu değişkenin düzeylerine bağlı olarak farklı oranlarda verinin silinmesi yoluyla rastgele kayıp mekanizmasında kayıp veri içeren veri setleri elde edilmiştir. Verilerin üretilmesinde R yazılımındaki {psych} paketinden yararlanılmıştır. Verilerin silinmesinde ise yine R programına, belirlenen kayıp veri mekanizması koşullarını sağlayacak şekilde veri silme işlemini gerçekleştirecek “dplyr” paketi kullanılarak kod yazılmıştır. Çoklu atamada atama sayısı değişimlenerek, atama sayısı farklı olan, farklı tamamlanmış veri setleri elde edilmiştir. Tamamlanan veri setlerine açımlayıcı faktör analizi uygulanarak faktör sayısı ve açıklanan toplam varyans oranları elde edilmiştir. Bu değerler başlangıçta eksiksiz olarak üretilen veriden elde edilen faktör sayısı ve açıklanan varyans oranları referans alınarak değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda çoklu atama yönteminin rastgele kayıp koşulunda tüm tekrar sayılarında tamamen rastgele kayıp mekanizmasına göre daha iyi performans gösterdiği ve kayıp veri oranı arttıkça her iki kayıp veri mekanizmasında da atama sayısı artırılarak eksiksiz veri setinden uzaklaşmanın azaltılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yapı geçerliği, Açımlayıcı faktör analizi, Faktör sayısı, Kayıp veri, Çoklu atama

¹ Bu çalışma Uluslararası Eğitim Bilimleri Kongresi'nde (ICES/UEBK-2017) sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

² Yrd. Doç. Dr. - Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi - duygu.kocak@alanya.edu.tr

³ Doç. Dr. - Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Fakültesi - cokluk@education.ankara.edu.tr

GİRİŞ

Eğitim ve psikoloji alanlarında ölçmeye konu olan özellikler çoğunlukla yapı olarak adlandırılan soyut özelliklerdir. Söz konusu soyut özelliğin gözlenmesi, yapının göstergesi olan davranışlarla somut hale getirilmesi ve uyarılara dönüştürülerek tepkilerin gözlenmesine dayanır. Bu amaçla yapıyı ölçmek için uygun ölçme araçları geliştirilir ve ilgilenilen yapıyı ne düzeyde ölçtüğünü ortaya koymak amacıyla da yapı geçerliği çalışmaları yapılır. Çünkü ölçme araçları soyut olan bu özellikleri çeşitli maddeler kümesi ile ölçmeyi amaçlar ve bu amacı ne düzeyde gerçekleştirebildiğinin bir diğer ifadeyle özelliği ne ölçüde ölçebildiğinin ortaya koyulması gerekmektedir (Baykul, 2000).

Yapı geçerliğini belirlemede; yanıtlayıcıların yanıtlama süreçlerinin incelenmesi, kümeleme analizi, uzman görüşü alma, iç-tutarlılığın incelenmesi, diğer ölçme araçlarıyla korelasyon, faktör analizi gibi bir çok farklı yönteme başvurulabilir ve bu yöntemler aracılığıyla yapı geçerliği kanıtları elde edilebilir (Baykul, 2000). Bu yöntemlerden biri olan faktör analizi, yapının göstergesi olan değişkenler arasındaki ilişkilerden yola çıkarak, bir başka deyişle değişkenler arasındaki kovaryansı temel alarak, yapıyı “faktör” olarak adlandırılan daha az sayıda gizil değişkene indirgemeyi amaçlayan istatistiksel bir yöntemdir. Özellikle sosyal bilimlerde ölçek geliştirme ve uyarılama çalışmalarında, yapı geçerliğine kanıt üretmek, yapıyı oluşturan faktörleri belirlemek ya da daha önce belirlenmiş olan faktörlerin doğrulanıp doğrulanmadığını sınamak amacıyla sıklıkla kullanılır. Açımlayıcı ve doğrulayıcı olmak üzere iki türü bulunan faktör analizinde açımlayıcı faktör analizi (AFA), yapıyı tanımlayan değişkenler arasındaki ilişkileri ortaya koyarak daha az sayıda değişkene indirgemeyi amaçlamaktadır (Çokluk, Şekercioğlu, & Büyüköztürk, 2012).

Açımlayıcı faktör analizi uygulamalarında açıklanan toplam varyans oranı, faktörlerin açıkladıkları varyans oranları gibi dikkat edilmesi gereken önemli bazı noktalar bulunmakla birlikte, öncelikle ilgili yapıyı açıklayan faktörlerin net olarak birbirinden ayrılması ve tanımlanmasının gerekliliği tartışılmaz. Bu noktada yapının göstergesi olan değişkenlere (maddelere ya da ifadelere) verilen tepkiler, bir diğer ifadeyle “yanıtlar” önem taşımaktadır. Çünkü açımlayıcı faktör analizinde maddelere verilen yanıtlardan, yani mevcut verilerden hareketle yapı ve yapıyı oluşturan faktörler keşfedilmeye çalışılır. Dolayısıyla da bu süreçte bazı maddelerin yanıtı bırakılması, kayıp verilerin oluşmasına ve söz konusu çıkarımların doğruluğunun etkilenmesine neden (Koçak, 2016).

Hohensinn ve Kubinger (2011) kayıp veriyi, hemen hemen her çalışmada karşılaşılan ve araştırma süreci ne kadar dikkatli planlanırsa planlansın tam olarak önüne geçilmesi mümkün olmayan bir problem olarak nitelendirmektedirler. Veri setlerindeki kayıp değer sorunu çözülmeksizin istatistiksel analizlerin gerçekleştirilmesi çoğu zaman mümkün değildir; çünkü standart istatistiksel işlemler satırları bireylerden, sütunları değişkenlerden oluşan matrisler temelinde gerçekleştirilir. Dolayısıyla her zaman için bu matrislerin eksiksiz olması tercih edilen bir durumdur ve tercihin de ötesinde çoğu zaman zorunluluktur. Çünkü araştırmalarda sorulara yanıt aranmak için başvuru istatistiksel analizlerin pek çoğu eksiz veri seti üzerinden yani kayıp veri içermeyen veri setlerinde yapılabilmektedir. Bu nedenle kayıp veri konusuna olan ilginin artması ve farklı çözüm yollarının üretilmesi, 20. Yüzyılda büyük bir ivme kazanmıştır. Bunun nedeni olarak çoğunluğu 20. Yüzyıl başlarında geliştirilmiş olan istatistiksel tekniklerin eksiksiz veri setleri gerektirmesi, buna karşılık kayıp verilerle nasıl baş edileceğine dair herhangi bir çözüm mekanizması içermemeleri olarak düşünülebilir. Bu durum kayıp veri sorunu ile baş etme yöntemlerine olan ihtiyacı

beraberinde getirmiş ve liste bazında silme, regresyonla atama, ortalama atama, beklenti maksimizasyon yöntemi ile atama, çoklu atama gibi silmeye, basit atamaya dayalı ve model tabanlı farklı yöntemler geliştirilmiştir (Graham, 2009). Geliştirilen bu yöntemlerin etkililiği ve performansı da farklı koşullar altında incelenmiş; kayıp verinin oranına, veri setinin büyüklüğüne ve özellikle de kayıp verinin mekanizmasına (ihmal edilebilir olup olmamasına) bağlı olarak yöntemlerin performanslarının farklılaştığı belirlenmiştir (Rubin, 1987; Little, & Rubin, 1987; Schaffer, 1997; Allison, 2007).

Kayıp verinin ihmal edilebilirliği, kaybın rastgele olarak olduğu, bir başka deyişle bir örüntüye sahip olmadığı ve dolayısıyla da veri dağılımında bir sapma ya da farklılık oluşturmayacağı anlamına gelmektedir (Rubin, 1976; Enders, 2010). Rubin (1976), veri setindeki kayıpların ihmal edilebilir olmamasının ise, kestirimlerde yanlılığa yol açacağını, buna karşılık kayıp verilerin rastgele olduğunun kanıtlandığı durumlarda eksiksiz veri setleri ile kayıp veri içeren veri setlerinden yapılacak kestirimler arasında manidar bir farklılık olmayacağını belirtmektedir. Bu nedenle kayıp verilerin “tamamen rastgele kayıp (TRK)” ya da “rastgele kayıp (RK)” olup olmadığının incelenmesi de önem taşımaktadır.

Tamamen rastgele kayıp mekanizması, oluşan kayıp verilerin hem bulunduğu değişken, hem de bireye ait diğer değişkenlerle ilişkili olmadığını ifade etmektedir (Rubin, 1976). Donders ve diğerleri (2006), verinin tamamen rastgele kayıp mekanizmasında olması durumunda, kayıp veri içermeyen kişilerin oluşturduğu veri setinin ana kitlenin rastgele bir örnekleme olacağını belirtmiştir. Bir diğer ifadeyle tamamen rastgele kayıp olması halinde kayıp veri içermeyen değişkenlerin oluşturduğu veri kümesinin, ana kitlenin yani asıl veri setinin rastgele bir örnekleme olacağıdır. Rastgele kayıp mekanizmasının, herhangi bir değişkende kayıp veri olması olasılığının, modeldeki diğer değişkenlerle ilişkili, ancak bulunduğu değişkendeki gözlenen değerlerle ilişkisiz olarak ortaya çıktığı anlamına gelmektedir. Enders (2010) rastgele kayıp durumunun aslında kayıp veri olasılığı ile bir veya daha fazla değişken arasındaki sistematik ilişkiyi ifade ettiğini belirtmiştir. Herhangi bir değişkendeki kayıp veri olasılığı modeldeki diğer değişkenlerle ve kendi değişkeniyle ilişkili ise kayıp veri, “rastgele olmayan kayıp” mekanizmasındadır. Kayıp veri baş etme yöntemlerinin performanslarının her kayıp veri mekanizmasında farklı olacağına ilişkin görüşler bulunmaktadır. Bir diğer ifadeyle her kayıp veri mekanizmasında ve koşulunda eksiksiz veri setine yakın kestirimler sunulmasını sağlayacak şekilde performans gösteren kayıp veri baş etme yöntemi farklıdır ve tek bir yöntem için tüm mekanizma ve koşullarda iyi sonuçlar veriyor demek mümkün olmamaktadır. Örneğin Satıcı (2009), TRK mekanizmasında birçok yöntemin yansız sonuçlar üreteceğini ifade etmektedir. Donders ve diğerleri (2006) ile Satıcı (2009) tarafından yapılan çalışmalar, RK mekanizmasında ise, model tabanlı yöntemlerin ve çoklu atama yöntemlerinin iyi sonuçlar vereceğini belirtmektedirler. Enders (2010) ise ROK mekanizmasında mevcut yöntemlerin hiç birinin iyi performans sergilemeyeceğini savunmaktadır.

Kayıp veriler ile baş etme kullanılan pek çok yöntem bulunmaktadır. Bunlar liste bazında silme, çiftler bazında silme gibi silmeye dayalı yöntemler, ortalama atama, regresyonla atama gibi basit atama yöntemleri ve beklenti maksimizasyon algoritması ile atama, çoklu atama gibi model tabanlı yöntemlerdir. Kayıp verilerle ilgili yapılan çalışmalar, kayıp verilerle baş etmede çoklu atama ve en çok olabilirlik temelli yöntemleri önermektedir. Çünkü bu yöntemlerin silme ve basit atama yöntemlerine göre daha güçlü teorik altyapıya sahip olmaları, daha az kısıtlayıcı varsayımlara sahip olmaları, yanlılığı azaltmaları gibi bazı

avantajları bulunmaktadır (Baraldi, & Enders, 2010; Young, Weckmen, & Holland, 2011; Demir, 2013; Enders, 2013; Kang, 2013).

Model tabanlı atama yöntemlerinden biri olan çoklu atama yöntemi, kayıp verileri tamamlamada gerçek veri setine en yakın veri setini üretmesi ve kayıp veriler yerine birden çok değer atama olanağı sunması nedeniyle sık tercih edilen bir yöntemdir. Bu açıdan standart hatalardaki yanlılığı azaltması bakımından çoklu atama yöntemi, tekli atama yöntemlerine göre daha avantajlıdır. Ek olarak liste bazında silme, ortalama atama gibi yöntemler TRK mekanizmasında iyi performans sergilerken, çoklu atama yöntemi, hem TRK, hem de RK mekanizmasında iyi performans sergilemektedir (Ginkel vd., 2010). Rubin (1987) çoklu atama yönteminin, atamalar rastgele yapıldığında tahmin değerinin etkililiğini artırması, kayıp veri yerine birden fazla değer atama olanağı sunması bakımından tekli atama yöntemlerine göre daha avantajlı olduğunu ifade etmektedir. Çoklu atamada değer atamalarının rastgele yapılmasının ve lineer regresyona dayalı tahmin değerleri üretildikten sonra her regresyon denklemi için hata dağılımı belirlenerek bu hataların ataması yapılacak verileri üretmek için her regresyon denkleminin eklenmesinin, varyans tahmininde yanlılığı azaltacağı ifade edilmektedir (Allison, 2003; Allison, 2009).

Çoklu atamada her bir kayıp veri için m tane veri ataması yapılır ve m atama sonucunda m adet tam veri seti elde edilir. Ardından elde edilen bu veri setleri ortalamalarının alınması gibi yollarla birleştirilerek tek bir veri setine dönüştürülür. Bu yolla elde edilen eksiksiz tek bir veri seti, gerçek veri setiymiş gibi analiz edilerek sonuçlar yorumlanır (Ginkel vd., 2010; Granberg- Rademacker, 2007; Rubin, 1987). Çoklu atama yöntemi, her atama için farklı bir çözüm önerisi sunar. Eğer m tane atama sonucu birbirine yakınsa, yöntemin kullanımı tercih edilmeli, sonuçlar önemli farklılıklar içeriyorsa yani atama sonucu elde edilen kestirimler arasında önemli farklılıklar söz konusuysa, bu farklılık standart hatalarla ilişkilendirilmelidir (Acock, 2005). Bu gerekçeden kaynaklı olarak çoklu atamada atama sayısı önem taşımaktadır ve alan yazında bu konuda farklı görüşler yer almaktadır. McKnight ve diğerleri (2007), 3 ile 10 arasında değer atama işleminin yapılmasının yeterli olacağı belirtirken, Cheema (2012) ve Rubin (1987) 2-10 arası atama ile tamamlanmış veri setinin kullanımının ideal olacağını, Schafer (1997) ve Graham (2009) ise 3 ile 5 arası atama yapmanın yeterli olacağını ifade etmektedirler. Schafer (1997), çoklu atamada atama aralığının değişkenlik gösterdiğini, 10'dan çok sayıda atama ile tamamlanan veri setlerinde değişkenliğin önemli derecede azaldığını, 3 veya 5 atama yapıldığında ise değişkenliğin fazla olabileceğini, ancak bunun sonuçların güvenilir olmadığı anlamına gelmemesi gerektiğini çünkü bu değişkenliğin hata faktörünü içerdiğini vurgulamaktadır. Tüm bu tartışmalar, çoklu atama yönteminde atama sayısına bağlı olarak ortaya çıkacak değişkenliğin hata faktörünü yansıttığını, bunun da veri setinin psikometrik niteliklerini etkileyebileceğini akla getirmektedir. Bu nedenle bu çalışmada kayıp veri ile baş etmede çoklu atama yönteminin kullanılması durumunda, atama sayısının (iterasyon) açıklayıcı faktör analizinde Bartlett Küresellik Testi sonucuna, verinin faktörleşebilirliğine (KMO), açıklanan toplam varyans oranına, faktör sayısına, faktör yüklerine ne tür etkilerinin bulunacağı incelenmeye değer görülmektedir. Bir başka deyişle bu araştırmada kayıp veri baş etme yöntemlerinden çoklu atama yöntemindeki atama sayısının, açıklayıcı faktör analizi sonuçları üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

YÖNTEM

Araştırma Modeli

Bu çalışma, kayıp veri baş etme yöntemlerinden çoklu atama yöntemindeki atama sayısının, açımlayıcı faktör analizi sonuçları üzerindeki etkilerinin belirlenmesini amaçlayan bir simülasyon çalışmasıdır. Araştırma bu yönüyle temel araştırma modeli ile uyumludur.

Verilerin Üretilmesi ve Analizi

Araştırmada analizler yapay (simülatif) veriler üzerinden yürütülmüştür. Yapay verilerin üretimi için R yazılımında yer alan {psych} paketindeki “sim.poly.ideal.npn(...)” komutu kullanılmıştır. Araştırmanın açımlayıcı faktör analizi temelli olması nedeniyle, veri setlerinin oluşturulmasında faktör analizinin varsayımları dikkate alınmıştır. Bunlardan biri de gerekli örneklem büyüklüğüdür. Alan yazında bu konuda da farklı görüşler bulunmaktadır. 200 kişilik bir örneklem büyüklüğünün faktör analizi için yeterli, 500 kişilik örneklem büyüklüğünün ise çok iyi olacağını belirten görüşler (Cattell, 1978; Gorsuch, 1983; Comrey, & Lee, 1992) dikkate alınarak, çalışmada kullanılacak örneklem büyüklüklerinin n=200 ve n=500 olmasına karar verilmiştir. Üretilen veri setlerinde madde sayısı, eğitim ve psikoloji alanında kullanılan ölçeklerdeki madde sayılarının genellikle 30 civarında olduğu düşünülerek 30 ile faktör sayısının ise her iki veri setinde de 6 ile sınırlandırılması uygun bulunmuştur. Bu belirlemeler doğrultusunda 200x30'luk ve 500x30'luk çok kategorili (1-2-3-4-5) puanlanan iki ayrı veri seti oluşturulmuştur.

Kayıp Verilerin Oluşturulması:

Üretilen veri setleri üzerinde tamamen rastgele kayıp ve rastgele kayıp mekanizmasını sağlayacak şekilde kayıp veriler oluşturulmuştur. Kayıp verilerin oluşturulmasında R programında yer alan “dplyr” paketinden yararlanılarak, belirlenen mekanizma ve koşulları sağlayacak kodlar yazılmıştır. Kayıp verinin ihmal edilebilir olup olmamasının yanı sıra, miktarı (oran) da önem taşımaktadır. Çünkü herhangi bir nedenle oluşan kayıp veriler, veri setinin daralmasına ve buna bağlı olarak da yapılacak kestirimlerin zayıflamasına yol açar (Rubin, 1987; Little, & Rubin 1987; Schaffer, 1997; Allison, 2007). Alanyazında yer alan araştırmalarda kayıp veri oranlarının çoğunlukla %2, %3, %5, %10 ve %15 (Enders, & Bandalos, 2001; Chen, Wang, & Chen, 2005; Fiona vd., 2006) olarak belirlendiği göz önünde bulundurularak, bu çalışmada da kayıp veri oranlarının %2, %5 ve %10 olarak belirlenmesi kararlaştırılmıştır. Buna göre her iki kayıp veri mekanizmasında da %2, %5 ve %10 oranlarında kayıp veri oluşturulmuştur.

Tamamen rastgele kayıp mekanizmasında herhangi bir değişkene bağlı olmadan %2, %5 ve %10 oranlarında gözenek silinmiştir. Örneğin 200 kişilik veri setinde (200x30) 6000 gözenek bulunmaktadır, %2 TRK mekanizması için bunların (6000x2/100) 120'sinin silinmesi sağlanmıştır. Rastgele kayıp mekanizması, ölçülen özellikten farklı bir değişkene bağlı olarak oluşan kayıp verileri ifade etmektedir. Bu nedenle bu koşulu sağlayabilmek için üretilen veri setinde tüm kişilere sıralama ölçeği düzeyinde, üç kategorisi (1-2-3) olan yeni bir değişken tanımlanmıştır. Bu değişken tanımlanırken her bir düzeyden yaklaşık olarak eşit sayıda kişinin olmasına dikkat edilmiştir. Bir diğer deyişle, 200 kişilik veri setinde 66 kişiye 1, 67 kişiye 2 ve 67 kişiye de 3 sıra numarası rastgele tanımlanmıştır. Ardından tanımlanan bu düzeylerde farklı oranlarda kayıp veriler oluşturulmuştur. Oluşturulan toplam kayıp veri oranının %10'u 1, %30'u 2 ve %60'ı 3 atanan kişilerden olacak şekilde silinmiştir. Çünkü bu değişken sıralama ölçeği düzeyindedir ve kayıp verinin rastgele olabilmesi için değişkenin

düzeylerine bağlı olarak farklı oranlarda kayıp oluşmasını gerektirmektedir. Örneğin 200 kişilik veri setinde %2 oranında kayıp veri olabilmesi için 120 gözeneğin silinmesi gerekir. Bunun %10'u (12 gözeneğe) 1, %30'u (36 gözeneğe) 2 ve %60'ı (72 gözeneğe) 3 sıra numarası atanan kişilerden olacak şekilde silinmiştir. Bu işlemlerden sonra TRK ve RK mekanizmalarında, 200 ve 500 örneklem büyüklüğünde, %2, %5 ve %10 oranlarında kayıp veriler içeren toplam 12 farklı veri seti elde edilmiştir.

Kayıp Verilerin Tamamlanması:

Schafer (1997), atama sayısının 10'un üzerine çıkması durumunda değişkenlikte önemli bir azalmanın olduğunu ifade etmektedir. Bu görüş dikkate alınarak çoklu atama yönteminde atama sayısı 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10 ile sınırlandırılarak, kayıp verili setlerin tümünde atama sayısı değişimlenmek suretiyle eksik veriler tamamlanmıştır.

Örneğin 200 kişilik örneklemde TRK mekanizmasında %2 kayıp veri içeren veri seti çoklu atama yöntemi ile atama sayısı 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10 olmak üzere, 10 kez ayrı ayrı tamamlanmıştır. Bu işlem tüm eksik verili veri setleri için yapılarak toplam 120 tamamlanmış veri seti elde edilmiştir. Çoklu atama yöntemi ile kayıp verilerin tamamlanmasında SPSS programından yararlanılmıştır. Tamamlanan veri setleri yine SPSS aracılığıyla açıklayıcı faktör analizine tabi tutulmuş, elde edilen sonuçlar başta üretilen eksiksiz veri setlerinden elde edilen analiz sonuçları ile karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Bir diğer ifade ile eksiksiz veri setleri referans olarak kullanılmıştır.

BULGULAR

Bu bölümde tamamen rastgele kayıp ve rastgele kayıp durumunda çoklu atama yönteminin atama sayısının, açıklayıcı faktör analizinde açıklanan varyans oranı ve faktör sayısına olan etkisi öncelikle tamamen rastgele kayıp koşulu ve ardından rastgele kayıp koşulu için $n=200$ ve $n=500$ örneklem büyüklükleri için incelenerek sunulmuştur.

Öncelikle Tablo 1'de Tamamen Rastgele Kayıp koşulunda ve $n=200$ örneklem büyüklüğünde, veri setlerine ilişkin KMO ve Bartlett Küresellik Testi sonuçları sunulmuştur.

Tablo 1. Tamamen rastgele kayıp koşulunda veri setlerine ilişkin KMO ve Bartlett Küresellik testi sonuçları (n=200)

	KMO	Kayıp Veri Oranı								
		%2			%5			%10		
		KMO	χ^2	p	KMO	χ^2	p	KMO	χ^2	p
Eksiksiz veri	.877	2106.57	.00	.877	2106.57	.00	.877	2106.57	.00	
Atama Sayısı	1	.852	2138.63	.00	.843	2189.38	.00	.823	2311.35	.00
	2	.866	4379.97	.00	.847	4424.80	.00	.833	4675.00	.00
	3	.866	6657.38	.00	.855	6722.55	.00	.840	6841.77	.00
	4	.863	8923.14	.00	.857	8957.90	.00	.846	9369.43	.00
	5	.864	11175.18	.00	.858	11209.42	.00	.844	11379.07	.00
	6	.864	13374.09	.00	.859	13531.56	.00	.847	13714.61	.00
	7	.862	15586.40	.00	.853	15725.89	.00	.846	16044.69	.00
	8	.864	17916.26	.00	.856	17979.70	.00	.849	18233.82	.00
	9	.862	20223.12	.00	.857	20226.51	.00	.847	20477.07	.00
	10	.863	22430.72	.00	.859	22405.41	.00	.849	22979.70	.00

Tablo 1 incelendiğinde, üretilen eksiksiz veri setine ilişkin KMO değerinin .877 olduğu görülmektedir. TRK koşulunda, tüm kayıp veri oranlarında ve tüm atama sayılarında elde edilen veri setlerinin KMO değerlerinin ise .823 ile .866 arasında değiştiği görülmektedir. KMO değerinin .8 ile .9 aralığında olması, verinin faktörleşebilmesi için “iyi” olarak yorumlanır (Şencan, 2005; Tavşancıl, 2005). Kayıp veri oranı %2 olduğunda tüm atama sayılarında birbirine yakın KMO değerleri elde edildiği görülmektedir. Küçük örneklerde (n=200) ve kayıp veri oranı düşük (%2) olduğunda tüm atama sayılarında benzer sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Kayıp veri oranı orta düzeyde (%5) olduğunda, atama sayısı üç ve üzerinde iken, hem birbirine, hem de eksiksiz veri setine daha yakın sonuçlar elde edilmektedir. Kayıp veri oranı %10'a çıktığında ise bu kez de atama sayısı 4 ve üzerinde olduğunda hem birbirlerine, hem de eksiksiz veri setine daha yakın sonuçlar elde edilmektedir. Bununla birlikte tüm kayıp veri oranlarında ve atama sayılarında Bartlett Küresellik Testi sonuçlarının manidar olduğu görülmektedir (p<.01). Bu sonuçlar gerek üretilen eksiksiz verinin, gerekse tüm koşullarda farklı atama sayısı ile tamamlanan veri setlerinin faktör çıkartmaya uygun olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda tamamen rastgele kayıp koşulunda düşük oranda kayıp veri bulunduğunda, atama sayısı 2 ve üzerinde ise, eksiksiz veri setine oldukça yakın sonuçlar elde edilmektedir. Kayıp veri oranı %5 ve %10 olduğunda ise atama sayısının 3 ve üzerinde olması, eksiksiz veri setine en yakın sonuçların elde edilmesini sağlamaktadır. Çoklu atama yönteminin farklı kayıp veri oranlarındaki performansları karşılaştırıldığında, kayıp veri oranı arttıkça, eksiksiz veri setinden uzaklaşıldığı, bir başka deyişle yöntemin performansının düştüğü görülmektedir. ÇA yönteminin özellikle kayıp veri miktarının fazla olduğu durumda diğer yöntemlere göre eksiksiz veri setine daha yakın sonuçlar verdiği ifade edilmekle birlikte, kayıp veri oranı arttıkça, diğer tüm yöntemler gibi ÇA yönteminin de performansı düşmektedir (Enders, 2013; Kang, 2013; Young, Weckmen, & Holland, 2011). Görüldüğü gibi, bu çalışmadan elde edilen bulgular da alan yazın ile uyumlu niteliktedir.

Tablo 2’de Tamamen Rastgele Kayıp koşulunda ve n=500 örneklem büyüklüğünde, veri setlerine ilişkin KMO ve Bartlett Küresellik Testi sonuçları sunulmuştur.

Tablo 2. Tamamen rastgele kayıp koşulunda veri setlerine ilişkin KMO ve Bartlett Küresellik testi sonuçları (n=500)

		Kayıp Veri Oranı								
		%2			%5			%10		
		KMO	χ^2	p	KMO	χ^2	p	KMO	χ^2	p
Eksiksiz veri		.922	4473.58	.00	.922	4473.58	.00	.922	4473.58	.00
Atama Sayısı	1	.919	4477.09	.00	.915	4560.60	.00	.901	4617.79	.00
	2	.920	8987.04	.00	.914	9197.33	.00	.908	9188.30	.00
	3	.921	13610.58	.00	.916	13870.69	.00	.911	14011.45	.00
	4	.921	18142.25	.00	.916	18591.59	.00	.909	18293.35	.00
	5	.922	22713.46	.00	.917	23202.10	.00	.910	23046.18	.00
	6	.921	27261.46	.00	.915	27660.87	.00	.909	27576.62	.00
	7	.922	31925.85	.00	.917	32284.53	.00	.911	32361.23	.00
	8	.922	36401.43	.00	.915	36898.98	.00	.911	36897.28	.00
	9	.921	41075.94	.00	.916	41504.54	.00	.910	41502.83	.00
	10	.921	45519.49	.00	.916	46231.02	.00	.909	46211.06	.00

Tablo 2 incelendiğinde, üretilen eksiksiz veri setine ilişkin KMO değerinin .922 olduğu görülmektedir. TRK koşulunda, tüm kayıp veri oranlarında ve tüm atama sayılarında elde edilen veri setlerinin KMO değerlerinin ise .901 ile .922 arasında değiştiği görülmektedir.

KMO değerinin .9'un üzerinde olması, verinin faktörleşebilmesi için "çok iyi" olarak yorumlanır (Şencan, 2005; Tavşancıl, 2005). Kayıp veri oranı %2 olduğunda tüm atama sayılarında birbirine yakın KMO değerleri elde edildiği görülmektedir. Dolayısıyla örneklem büyüklüğü n=500 olduğunda, TRK koşulunda, kayıp veri oranı %2 gibi düşük bir oran olduğunda, tüm atama sayılarında birbirleri ile benzer ve eksiksiz veri setini nerdeyse aynen yansıtan bir performans elde edilmektedir. Kayıp veri oranı %5 olduğunda, yine tüm atama sayılarında benzer performans gözlenmektedir. Sonuçlar incelendiğinde kayıp veri oranı %2 olduğu duruma göre uzak, ancak yine de eksiksiz veri setine yakın değerler elde edildiği ifade edilebilir. Kayıp veri oranı %10 olduğunda ise atama sayısı 2 ve üzerinde olduğunda, hem birbirine, hem de ve eksiksiz veri setine daha yakın sonuçlar elde edilmektedir. Tüm kayıp veri oranlarında ve atama sayılarında Bartlett Küresellik Testi sonuçlarının da manidar olduğu görülmektedir (p<.01). Çoklu atama yönteminin farklı kayıp veri oranlarındaki performansı incelendiğinde, TRK koşulunda, örneklem büyüklüğü n=500 olduğunda, kayıp veri oranı arttıkça, atama sayısı kaç olursa olsun yöntemin performansı düştüğü görülmektedir. Ancak bu durumun yalnızca ÇA için değil, tüm kayıp veri baş etme yöntemleri için geçerli olduğu söylenebilir. Çünkü kayıp veri baş etme yöntemlerinin performansı kayıp veri oranı ile de ilişkilidir ve kayıp veri oranı arttıkça, ister istemez düşüş göstermektedir (Rubin, 1987; Schafer, 1997; Graham, 2009; Allison, 2003; Baraldi, & Enders, 2010). Kayıp veri oranlarını düşük (%2) ve orta düzeyde (%5) olduğunda tüm atama sayılarında, kayıp veri oranı yüksek olduğunda (%10) ise, atama sayısının 2 ve üzerinde olması durumunda benzer bir performans elde edilmektedir.

Çoklu atama yönteminin örneklem büyüklüğünün n=200 ve n=500 olduğu koşullardaki performansları karşılaştırıldığında, n=500'de daha iyi sonuçlar verdiği, bir diğer deyişle eksiksiz veri setine daha yakın kestirimler sunduğu ifade edilebilir. Bu durum alan yazında farklı araştırmacılarca da ifade edilen, örneklem büyüklüğünün yükselmesi durumunda yapılan tahminlerin evren parametresine yaklaşma olasılığının artacağı bilgisi ile tutarlıdır (Agresti, & Finlay, 1997; Allison 2002; Allison 2009). Ayrıca Allison (2009) da, model

tabanlı yöntemlerin en çok olabilirlik temelli tahminler ürettiğini ve küçük örneklerde zayıf çalıştıklarını belirtmektedir.

Tablo 3’de Rastgele Kayıp koşulunda ve n=200 örneklem büyüklüğünde, veri setlerine ilişkin KMO ve Bartlett Küresellik Testi sonuçları sunulmuştur.

Tablo 3. Rastgele kayıp koşulunda veri setlerine ilişkin KMO ve Bartlett Küresellik testi sonuçları (n=200)

	Kayıp Veri Oranı									
	%2			%5			%10			
	KMO	χ^2	p	KMO	χ^2	p	KMO	χ^2	p	
Eksiksiz veri	.877	2106.57	.00	.877	2106.57	.00	.877	2106.57	.00	
Atama Sayısı	1	.861	2143.83	.00	.836	2223.70	.00	.819	2266.36	.00
	2	.862	4426.56	.00	.851	4483.81	.00	.847	4394.24	.00
	3	.865	6703.33	.00	.852	6775.72	.00	.837	6785.00	.00
	4	.864	8906.27	.00	.852	9027.15	.00	.838	9158.27	.00
	5	.864	11174.11	.00	.856	11365.67	.00	.844	11233.44	.00
	6	.864	13386.41	.00	.855	13612.44	.00	.845	13469.57	.00
	7	.865	15634.17	.00	.857	15852.14	.00	.839	15720.04	.00
	8	.864	17966.18	.00	.856	18091.17	.00	.848	17901.79	.00
	9	.864	20251.90	.00	.859	20457.37	.00	.848	20076.97	.00
	10	.864	22498.85	.00	.855	22700.65	.00	.844	22335.15	.00

Tablo 3 incelendiğinde, rastgele kayıp olması durumunda, n=200 kişilik örnekte, farklı kayıp veri oranlarında çoklu atama yönteminin atama sayısına bağlı olarak KMO ve küresellik üzerindeki etkileri sunulmuştur. Örneklem 200 olduğunda kayıp veri oranı %2 ise tüm atama sayılarında birbirine benzer ve eksiksiz veri setine yakın performans elde edilmiştir. Kayıp veri oranı %5 yani orta düzeyde olduğunda ise atama sayısı 2 ve üzerinde olduğunda birbirine yakın ve eksiksiz veri setine daha yakın sonuçlar elde edilmiştir.

Kayıp veri oranı yüksek yani %10 olduğunda ise yine atama sayısı 2 ve üzerinde olduğunda birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir. Fakat kayıp veri oranı arttıkça tüm atama sayılarında eksiksiz veri setinden elde edilen KMO değerinden uzaklaştığı görülmektedir. Buna bağlı olarak atama sayısı kaç olursa olsun kayıp veri oranı arttıkça rastgele kayıp koşulunda da ÇA yöntemini performansı düşmektedir. Tüm koşul ve atama sayılarında Bartlett Küresellik Testi sonuçlarının da manidar olduğu görülmektedir (p<.01). Eksiksiz veri setinin faktörleşebilme durumu tüm koşullarda ve atama sayılarında korunmaya devam etmiştir. Rubin (1987), Little ve Rubin (1987), Schaffer (1997) ve Allison (2007) çoklu atama yönteminin özellikle RK koşulunu sağlayan veri setlerinde kullanılabileceğini belirtmektedirler. Aynı atama sayısı ve örneklem büyüklüğündeki performanslar TRK ve RK koşulunda karşılaştırıldığında RK koşulunda daha yakın ve tutarlı sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Bu durum ÇA yönteminin RK koşulunda daha iyi performans sergilediğini desteklemektedir. Kayıp veri oranı arttıkça bu koşullarda da performans düşmektedir.

Tablo 4’de Rastgele Kayıp koşulunda ve n=500 örneklem büyüklüğünde, veri setlerine ilişkin KMO ve Bartlett Küresellik Testi sonuçları sunulmuştur.

Tablo 4. Rastgele kayıp koşulunda veri setlerine ilişkin KMO ve Bartlett Küresellik testi sonuçları (n=500)

		Kayıp Veri Oranı								
		%2			%5			%10		
		KMO	χ^2	p	KMO	χ^2	p	KMO	χ^2	p
Eksiksiz veri		.922	4473.58	.00	.922	4473.58	.00	.922	4473.58	.00
Atama Sayısı	1	.914	4470.338	.00	.910	4501.86	.00	.907	4443.65	.00
	2	.915	9009.851	.00	.912	9052.16	.00	.907	8974.85	.00
	3	.916	13599.698	.00	.914	13611.72	.00	.908	13466.23	.00
	4	.918	18204.086	.00	.914	18178.81	.00	.912	17975.95	.00
	5	.917	22740.191	.00	.914	22724.87	.00	.910	22397.08	.00
	6	.917	27362.411	.00	.915	27227.81	.00	.912	26893.41	.00
	7	.917	31886.458	.00	.915	31792.22	.00	.911	31477.08	.00
	8	.917	36461.103	.00	.914	36374.17	.00	.912	35893.43	.00
	9	.917	41196.83	.00	.915	40887.70	.00	.912	40189.80	.00
	10	.917	45537.43	.00	.914	45470.09	.00	.912	44584.72	.00

Tablo 4 incelendiğinde, üretilen eksiksiz veri setinin ve RK koşulunda %2 kayıp durumunda tüm atama sayılarında elde edilen veri setlerinin KMO değerlerinin yaklaşık olarak .917 olduğu görülmektedir. KMO değerinin .9 üzerinde olması faktörleşme için çok iyi olarak yorumlanır (Şencan, 2005; Tavşancıl, 2005). Eksiksiz veri setinin KMO değerinin 0.922 olduğu ve kayıp veri oranı %2 olduğunda tüm atama sayılarında birbirine ve eksiksiz veri setine yakın KMO değerleri elde edildiği görülmektedir. Buna bağlı olarak RK koşulunda örneklem büyüklüğü 500 ise kayıp veri oranı düşük olduğunda tüm atama sayıları benzer performans sunduğu söylenebilir. Aynı durum kayıp veri oranı %5 ve %10 olduğu durum için de geçerlidir.

Tüm atama sayılarında birbirine yakın KMO değerleri elde edilmektedir. Fakat TRK koşulunda da olduğu gibi kayıp veri oranı arttıkça tüm atama sayılarında performans düşmekte bir diğer ifadeyle yapılan kestirimler eksiksiz veri setinden uzaklaşmaktadır. Alan yazında tüm kayıp veri baş etme yöntemlerinin kayıp veri oranı arttıkça performansının düştüğü belirtilmektedir (Rubin, 1987; Schaffer, 1997; Enders, 2013). Elde edilen bulgular bu durumla örtüşmektedir.

Tamamen rastgele kayıp ve rastgele kayıp durumundaki performanslar karşılaştırıldığında ÇA yönteminin örneklem küçük olduğunda TRK koşulunda tüm atama sayıları için daha iyi performans gösterdiği görülmektedir. Aynı durum örneklem büyüklüğü 500 olduğunda da geçerlidir. Her iki kayıp veri mekanizmasında da kayıp veri oranı arttıkça tüm atama sayılarında performans düşmektedir.

Tüm örneklemelerde kayıp veri oranı %2 olduğunda tüm atama sayıları aynı olduğunda atama sayısının 2 ve üzerinde olması eksiksiz veri setine yakın performans elde edilmesini sağlamaktadır. Örneklem büyüklüğü 500 olduğunda kayıp veri oranı %5 ise tüm atama sayıları benzer performans sunmaktadır. Küçük örneklemde kayıp veri oranı %10 ise her iki kayıp veri koşulunda da atama sayısı 3 ve üzerinde olması durumunda benzer ve eksiksiz veri setine daha yakın kestirimler elde edilmektedir. Örneklem 500 olduğunda kayıp veri oranı %10 olduğunda tüm atama sayılarında benzer sonuçlar gözlenmektedir. Fakat özellikle RK koşulunda ve kayıp veri oranı yüksek olduğunda atama sayısı arttıkça eksiksiz veri setine daha yakın sonuçlar elde edilmektedir. Buna bağlı olarak kayıp veri oranı yüksek

olduğunda kayıp verinin yol açabileceği yanlılığı azaltmak için ÇA yönteminde atama sayısının artırılmasının bir yöntem olabileceği sonucuna gidilebilir.

Hem TRK hem RK koşulunda örneklem büyüklüğü n=500 olduğunda, n=200 olduğu koşula göre daha iyi kestirimler elde edilmiştir. Çoklu atamada örneklem büyüklük bakımından evrene yaklaştıkça yani örneklem büyüdükçe yapılan tahminlerin evren parametresine yaklaşma olasılığı da artar (Baykul, & Güzeller, 2013; Allison 2002; Allison 2009; Agresti, & Finlay, 1997). Buna bağlı olarak da büyük örneklemde tüm atama sayılarında ÇA yöntemi daha iyi performans sunmuştur.

Tablo 5'te, tamamen rastgele kayıp koşulunda örneklem büyüklüğü n=200 olduğunda ÇA yönteminde atama sayısının, faktör sayılarına, faktör yük değerlerine ve açıklanan toplam varyans oranlarına etkileri sunulmuştur.

Tablo 5. Tamamen rastgele kayıp koşulunda veri setlerine ilişkin faktör sayıları, özdeğerler ve açıklanan toplam varyans oranları (n=200)

	Eksiksiz veri	Atama Sayısı										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2 % Kayıp	Faktör 1	7,116	7,029	7,118	7,093	7,083	7,098	7,078	7,097	7,088	7,084	7,090
	Faktör 2	3,990	3,958	3,919	3,980	3,987	3,971	3,949	3,929	3,968	3,947	3,965
	Faktör 3	2,070	2,074	2,057	2,059	2,064	2,065	2,071	2,052	2,047	2,076	2,059
	Faktör 4	1,445	1,406	1,438	1,433	1,413	1,417	1,438	1,430	1,437	1,433	1,421
	Faktör 5	1,114	1,151	1,131	1,125	1,125	1,126	1,130	1,128	1,125	1,127	1,132
	Faktör 6	1,025	1,068	1,059	1,069	1,060	1,051	1,054	1,055	1,047	1,052	1,053
	Açıklanan varyans	55,973	55,623	55,741	55,864	55,775	55,767	55,734	55,639	55,711	55,977	55,735
5 % Kayıp	Faktör 1	7,116	6,979	7,006	7,121	7,050	7,084	7,093	7,053	7,053	7,033	7,020
	Faktör 2	3,990	4,005	3,902	3,888	3,901	3,927	3,921	3,906	3,909	3,919	3,921
	Faktör 3	2,070	2,074	2,114	2,074	2,087	2,083	2,122	2,089	2,100	2,121	2,095
	Faktör 4	1,445	1,514	1,460	1,463	1,457	1,480	1,437	1,445	4,446	1,438	1,445
	Faktör 5	1,114	1,153	1,129	1,107	1,145	1,121	1,107	1,124	1,133	1,130	1,149
	Faktör 6	1,025	1,075	1,051	1,048	1,065	1,051	1,061	1,058	1,041	1,057	1,056
	Açıklanan varyans	55,973	56,005	55,538	55,670	55,686	55,648	55,808	55,582	55,609	55,662	55,625
10 % Kayıp	Faktör 1	7,116	6,921	7,010	6,953	7,099	6,973	6,931	6,966	6,965	6,928	6,986
	Faktör 2	3,990	3,998	3,870	3,854	3,916	3,820	3,922	3,899	3,881	3,871	3,864
	Faktör 3	2,070	2,270	2,196	2,179	2,202	2,221	2,225	2,165	2,186	2,221	2,218
	Faktör 4	1,445	1,504	1,523	1,517	1,449	1,474	1,450	1,512	1,494	1,474	1,462
	Faktör 5	1,114	1,172	1,131	1,180	1,169	1,161	1,137	1,616	1,137	1,138	1,169
	Faktör 6	1,025	1,041	1,080	1,051	1,010	1,048	1,022	1,031	1,022	1,026	1,043
	Factor 7		1,025	1,026	1,007	1,011	1,014	1,014	1,001	1,001		
Açıklanan varyans	55,973	59,771	59,455	59,139	59,510	59,150	59,000	59,120	58,951	55,528	55,809	

Tablo 5 incelendiğinde, kayıp veri oranı %2 ve %5 olduğunda, tüm atama sayılarında açıklanan varyans ve toplam faktör sayılarının, eksiksiz veri seti ile uyumlu olduğu görülmektedir. Ancak kayıp veri oranı %10, atama sayısı 9 ve 10 olduğunda, eksiksiz veri seti ile uyumlu sonuçlar elde edilirken, diğer koşullarda olması gerekenden daha fazla sayıda

faktörün ortaya çıkmasına neden olan bir performans ile karşılaşmıştır. Buna bağlı olarak TRK koşulunda düşük ve orta kayıp veri oranlarında, tüm atama sayılarında birbirine benzer ve eksiksiz veri setine yakın sonuçlar elde edildiği, ancak kayıp veri oranı arttığında, bunun yol açacağı yanlılığı gidermek için atama sayısının en az 9 ve üzerinde olması gerektiği ifade edilebilir. Bu durum kayıp veri oranı arttıkça, ÇA yönteminin performansının düştüğü anlamında yorumlanabilir ve yine alan yazında söz edilen kayıp veri oranı arttıkça yöntemlerin performanslarının düştüğü bulgusu ile tutarlıdır (Rubin, 1987; Schaffer, 1997; Enders, 2013). Ayrıca bu bulgu, kayıp veri oranı yüksek olduğunda, yanlılığı önlemek için yapılacak atama sayısının artırılması gerektiği anlamına da gelmektedir.

Tablo 5 incelendiğinde kayıp veri oranı %10 olduğunda atama sayısı 1-8 aralığındayken faktör sayısının olması gerekenden fazla olduğu ve bu durumun açıklanan varyanstaki artışı da beraberinde getirdiği görülmektedir. Ancak kayıp veri baş etme yönteminin performansı değerlendirilirken tam veri setine bir diğer ifadeyle eksiksiz veriye odaklanılması gerektiği göz önünde bulundurulmalıdır. Buna bağlı olarak kayıp veri oranı arttıkça açıklanan toplam varyans bakımından eksiksiz veri setine yakın değerler elde edilebilmesi için çoklu atama yönteminde atama sayısının artırılması gerektiği ifade edilebilir. Tablo 6'da, tamamen rastgele kayıp koşulunda örneklem büyüklüğü n=500 olduğunda ÇA yönteminde atama sayısının, faktör sayılarına, özdeğerlerine ve açıklanan toplam varyans oranlarına etkileri sunulmuştur.

Tablo 6. Tamamen rastgele kayıp koşulunda veri setlerine ilişkin faktör sayıları, özdeğerleri ve açıklanan toplam varyans oranları (n=500)

	Eksiksiz veri	Atama Sayısı										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2 % Kayıp	Faktör 1	7,112	7,079	7,058	7,097	7,088	7,103	7,097	7,104	7,099	7,095	7,095
	Faktör 2	3,684	3,684	3,665	3,689	3,685	3,671	3,664	3,689	3,669	3,694	3,677
	Faktör 3	1,916	1,926	1,912	1,895	1,897	1,914	1,912	1,901	1,906	1,908	1,900
	Faktör 4	1,125	1,123	1,135	1,119	1,123	1,115	1,123	1,120	1,124	1,114	1,126
	Açıklanan varyans	46,120	46,040	45,897	45,997	45,974	46,008	45,988	46,043	45,993	46,036	45,992
5 % Kayıp	Faktör 1	7,112	7,160	7,084	7,126	7,120	7,157	7,095	7,109	7,089	7,096	7,093
	Faktör 2	3,684	3,667	3,699	3,663	3,701	3,660	3,669	3,673	3,682	3,660	3,695
	Faktör 3	1,916	1,890	1,926	1,942	1,915	1,919	1,916	1,916	1,916	1,920	1,922
	Faktör 4	1,125	1,133	1,107	1,132	1,130	1,110	1,128	1,125	1,130	1,128	1,120
	Açıklanan varyans	46,120	46,164	46,050	46,211	46,453	46,157	46,026	46,074	46,056	46,018	46,101
10 % Kayıp	Faktör 1	7,112	7,061	7,006	7,108	6,997	7,037	7,030	7,078	7,057	7,047	7,033
	Faktör 2	3,684	3,636	3,716	3,657	3,685	3,664	3,660	3,654	3,670	3,646	3,674
	Faktör 3	1,916	1,894	1,897	1,936	1,890	1,929	1,916	1,908	1,886	1,928	1,905
	Faktör 4	1,125	1,159	1,149	1,153	1,140	1,143	1,129	1,128	1,134	1,134	1,139
	Faktör 5		1,023	1,004								
Açıklanan varyans	46,120	49,239	49,241	46,183	45,711	45,909	45,781	45,893	45,823	45,850	45,837	

Tablo 6 incelendiğinde, kayıp veri oranı %2 ve %5 olduğunda tüm atama sayılarında açıklanan varyans oranları ve toplam faktör sayılarının eksiksiz veri seti ile uyumlu olduğu

görülmektedir. Ancak örneklem büyüklüğü $n=200$ olan durumda da olduğu gibi, kayıp veri oranı %10 olduğunda, eksiksiz veri setinden sapmalar gözlenmektedir. ÇA'nın, atama sayısı 1 ve 2 olduğunda, olması gerekenden daha fazla sayıda faktörün ortaya çıkmasına yol açan bir performans sergilediği ve açıklanan varyans oranınının daha yüksek olduğu görülmektedir. Atama sayısı 3 ve üzerinde olduğunda ise açıklanan varyans oranlarının ve faktör sayılarının eksiksiz veri setine yaklaştığı belirlenmiştir. Bu doğrultuda tamamen rastgele kayıp koşulunda örneklem büyüklüğü $n=500$ olduğunda, %2 ve %5 kayıp oranlarında tüm atama sayılarında eksiksiz veri setine yakın kestirimler elde edilirken, kayıp veri oranı %10'a çıktığında, ancak atama sayısı 3 ve üzerinde olursa eksiksiz veri setine kısmen daha yakın ve birbirleri ile benzer sonuçlar elde edilmektedir. Ancak kayıp veri oranlarına göre atama sayısının performansları karşılaştırıldığında kayıp veri oranı arttıkça tüm atama sayılarında ÇA yönteminin performansının düştüğü belirtilmelidir. Örneğin atama sayısı 10 olduğunda eksiksiz veri setine en yakın kesitimler %2 kayıp durumunda, ardından sırasıyla %5 ve %10 kayıp durumlarında elde edilmiştir. Sonuç olarak kayıp veri oranı arttıkça atama sayısı kaç olursa olsun, ÇA yönteminin performansının düştüğü ifade edilebilir.

Tablo 7'de, rastgele kayıp koşulunda örneklem büyüklüğü $n=500$ olduğunda ÇA yönteminde atama sayısının, faktör sayılarına, özdeğerlerine ve açıklanan toplam varyans oranlarına etkileri sunulmuştur.

Tablo 7. Rastgele kayıp koşulunda veri setlerine ilişkin faktör sayıları, özdeğerleri ve açıklanan toplam varyans oranları ($n=200$)

	Eksiksiz veri	Atama Sayısı										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2 % Kayıp	Faktör 1	7,116	7,078	7,074	7,093	7,073	7,084	7,046	7,041	7,072	7,065	7,071
	Faktör 2	3,990	3,932	3,988	3,994	3,980	3,949	3,968	3,982	3,975	3,989	3,966
	Faktör 3	2,07	2,123	2,100	2,089	2,071	2,095	2,113	2,096	2,099	2,088	2,095
	Faktör 4	1,445	1,463	1,443	1,444	1,443	1,440	1,434	1,444	1,448	1,438	1,436
	Faktör 5	1,114	1,157	1,163	1,169	1,151	1,066	1,171	1,165	1,156	1,164	1,175
	Faktör 6	1,025	1,020	1,022	1,028	1,028	1,021	1,012	1,018	1,023	1,023	1,024
	Açıklanan varyans	55,973	55,912	55,963	56,057	55,832	55,849	55,810	55,819	55,910	55,477	55,885
5 % Kayıp	Faktör 1	7,116	7,068	7,015	6,998	7,017	7,039	7,065	7,033	7,065	7,037	7,038
	Faktör 2	3,990	4,063	3,987	4,058	3,979	4,046	3,975	3,979	3,975	4,040	4,010
	Faktör 3	2,07	2,083	2,124	2,078	2,100	2,124	2,096	2,097	2,096	2,093	2,088
	Faktör 4	1,445	1,428	1,456	1,460	1,442	1,426	1,426	1,437	1,426	1,423	1,419
	Faktör 5	1,114	1,153	1,165	1,160	1,166	1,138	1,159	1,168	1,159	1,167	1,149
	Faktör 6	1,025	1,025	1,018	1,006	1,006	1,003				1,017	1,011
	Açıklanan varyans	55,973	56,065	55,880	55,864	55,701	55,918	52,399	52,382	52,399	55,924	55,718
10 % Kayıp	Faktör 1	7,116	7,050	6,898	6,897	6,958	6,915	6,895	6,911	6,903	6,918	6,906
	Faktör 2	3,990	3,880	3,966	3,908	4,001	3,922	3,981	3,948	3,961	3,936	3,960
	Faktör 3	2,07	2,059	2,108	2,076	2,066	2,095	2,042	2,084	2,067	2,074	2,067
	Faktör 4	1,445	1,490	1,461	1,515	1,461	1,476	1,457	1,441	1,458	1,441	1,442
	Faktör 5	1,114	1,201	1,193	1,215	1,206	1,197	1,217	1,194	1,205	1,182	1,206
	Faktör 6	1,025	1,120	1,046	1,010	1,013	1,010	1,049		1,014	1,038	1,001
	Açıklanan varyans	55,973	55,999	55,571	55,401	55,686	55,384	55,473	51,925	55,363	55,297	55,272

Tablo 7 incelendiğinde, kayıp veri oranı %2 olduğunda neredeyse tüm atama sayılarında açıklanan varyans oranları ve toplam faktör sayılarının, eksiksiz veri seti ile uyumlu olduğu görülmektedir. Özellikle atama sayısı 1, 2 ve 8 olduğunda, açıklanan toplam varyans oranlarının eksiksiz veri setinde açıklanan toplam varyans oranına en yakın sonuçların elde edildiği görülmektedir. Bu durum atama sayısı ile eksiksiz veri setine yakın kestirimler sunma arasında doğrusal bir ilişkiden söz etmenin mümkün olmadığını düşündürmektedir. Bir diğer deyişle, TRK'da olduğu gibi RK koşulunda da atama sayısı arttıkça eksiksiz veri setine yakın (ya da tam tersi) kestirimler elde edildiğini söyleyemeyebilmeyi mümkün kılmamaktadır. Benzer bir durumun %5 ve %10 kayıp veri oranları için de geçerli olduğu belirtilebilir. Ek olarak ÇA yönteminin, bu kayıp veri oranlarındaki bazı atama sayılarında, eksiksiz veri setinden daha az sayıda faktör üretme eğilimi gösterdiği görülmektedir. Örneklem büyüklüğü 200 olduğunda, rastgele kayıp koşulunda da kayıp veri oranı arttıkça, ÇA yönteminin performansının düştüğü ifade edilebilir; hatta bu durum atama sayısından da bağımsız olarak gerçekleşmektedir.

Aynı örneklem büyüklüğü, atama sayısı ve kayıp veri oranlarında TRK ve RK mekanizmasındaki koşullar karşılaştırıldığında TRK mekanizmasında daha iyi performans elde edildiği görülmektedir. Alan yazında ÇA yönteminin özellikle RK koşulunda iyi performans göstereceği belirtilmektedir (Allison, 2003; Baraldi, & Enders, 2010). Kayıp verileri tahmin sürecinde çoklu atama en çok olabilirlik yöntemi temelli tahminler yapmaktadır (Cheung, 2007). Ancak gerekli varsayımlar sağlandığı sürece en çok olabilirlik yöntemi tutarlı, asimptotik normal ve asimptotik etkili tahmin değerleri üretmektedir (Agresti, & Finlay, 1997; Allison, 2002, 2009). RK mekanizmasında örneklem küçük olması ve gerekli varsayımların sağlanamaması nedeniyle TRK mekanizmasına göre daha düşük bir performans sergilediği düşünülmektedir.

Tablo 8'de, rastgele kayıp koşulunda örneklem büyüklüğü $n=500$ olduğunda ÇA yönteminde atama sayısının, faktör sayılarına, özdeğerlerine ve açıklanan toplam varyans oranlarına etkileri sunulmuştur.

Tablo 8 incelendiğinde, tüm kayıp veri oranlarında ve atama sayılarında elde edilen faktör sayısının eksiksiz veri seti ile uyumlu olduğu görülmektedir. Bununla birlikte kayıp veri oranı %2 olduğunda tüm atama sayılarında, açıklanan varyans oranlarının benzer olduğu görülmektedir. Aynı durum %5 ve %10 kayıp veri oranları için de geçerlidir. Atama sayısı sabit tutulup bir diğer ifade ile herhangi bir atama sayısı ele alınarak farklı kayıp veri oranlarında elde edilen değerler incelendiğinde kayıp veri oranı arttıkça ÇA yönteminin performansının düştüğü görülmektedir.

Tablo 8. Rastgele kayıp koşulunda veri setlerine ilişkin faktör sayısı, özdeğerleri ve açıklanan toplam varyans oranları (n=500)

		Eksiksiz veri	Atama Sayısı									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2 % Kayıp	Faktör 1	7,112	7,029	7,037	7,060	7,083	7,069	7,068	7,070	7,076	7,074	7,067
	Faktör 2	3,684	3,678	3,663	3,661	3,663	3,667	3,676	3,666	3,669	3,674	3,665
	Faktör 3	1,916	1,928	1,920	1,917	1,918	1,905	1,914	1,906	1,902	1,913	1,905
	Faktör 4	1,125	1,141	1,142	1,139	1,142	1,138	1,139	1,145	1,140	1,149	1,139
	Açıklanan varyans	46,120	45,923	45,897	45,922	46,019	45,930	45,990	45,960	45,959	46,036	45,922
5 % Kayıp	Faktör 1	7,112	7,035	7,082	7,100	7,032	7,061	7,058	7,072	7,036	7,068	7,056
	Faktör 2	3,684	3,636	3,600	3,162	3,640	3,628	3,635	3,618	3,637	3,617	3,636
	Faktör 3	1,916	1,914	1,908	1,896	1,912	1,897	1,883	1,893	1,909	1,900	1,888
	Faktör 4	1,125	1,164	1,139	1,126	1,157	1,139	1,156	1,143	1,152	1,138	1,143
	Açıklanan varyans	46,120	45,827	45,765	45,024	45,806	45,750	45,775	45,754	45,784	45,741	45,740
%10 Kayıp	Faktör 1	7,112	6,999	6,930	6,955	6,934	6,968	6,956	6,940	6,988	6,935	6,948
	Faktör 2	3,684	3,611	3,647	3,602	3,676	3,612	3,631	3,642	3,590	3,621	3,600
	Faktör 3	1,916	1,876	1,916	1,920	1,924	1,897	1,906	1,932	1,911	1,913	1,915
	Faktör 4	1,125	1,126	1,172	1,175	1,152	1,164	1,141	1,157	1,157	1,147	1,140
	Açıklanan varyans	46,120	45,372	45,551	45,510	45,620	45,469	45,444	45,568	45,484	45,383	45,344

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada kayıp veri baş etme yöntemlerinden çoklu atama yöntemindeki atama sayısının, açımlayıcı faktör analizi sonuçları üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 200 ve 500 örneklem büyüklüğündeki veri setlerinde %2, %5 ve %10 oranlarında tamamen rastgele kayıp ve rastgele kayıp mekanizmalarında kayıp veriler oluşturularak çoklu atama yönteminin tekrar sayısı değişimlenerek tamamlanmış ve elde edilen sonuçlar faktör sayısı, açıklanan toplam varyans ve öz değerler bakımından eksiksiz veri seti temel alınarak değerlendirilmiştir.

Her koşulda atama sayısı sabit tutulup kayıp veri oranı artırıldığında ÇA yönteminin performansı düşmektedir. Buna göre kayıp veri oranı arttıkça atama sayısından bağımsız olarak hem TRK, hem RK koşulunda her iki örneklem büyüklüğünde de ÇA yönteminin performansı düşmektedir. Elde edilen bu bulgu alan yazın ile tutarlıdır. Alan yazında kayıp veri oranı arttıkça tüm kayıp veri baş etme yöntemlerinin performansının düştüğü belirtilmektedir (Rubin, 1987; Schaffer, 1997; Collins, Schafer, & Kam, 2001; Baraldi, & Enders, 2010; Enders, 2013). Kayıp veri oranı arttıkça tüm koşullarda atama sayısından bağımsız olarak ÇA yönteminin performansının düşmesi alan yazın ile uyumlu bir sonuçtur.

Kayıp veri oranı %10, örneklem büyüklüğü 500 olduğunda TRK koşulunda, atama sayısı az iken, ÇA yönteminin olması gerekenden daha fazla sayıda faktör oluşmasına yol açacak bir performans sergilediği belirlenmiştir. Aynı örneklem büyüklüğü ve kayıp veri oranı için, kayıp RK mekanizmasında olduğunda, tüm atama sayılarında faktör sayısı olması gereken ile uyumlu görünmektedir. Bu durum söz konusu koşullar altında ÇA yönteminin kayıpların RK mekanizmasında olması durumunda, genel olarak TRK mekanizmasına göre daha iyi performans sergilediği şeklinde yorumlanabilir. Bu bulgu alan yazında yer alan, ÇA

yöntemi gibi model tabanlı atama yöntemlerin RK koşullarında daha iyi performans gösterdiği bulguları ile tutarlıdır (Rubin, 1987; Graham et.al., 1994; Schaffer, 1997; Pigott, 2001; Arnold, & Kronmal, 2002; Streiner, 2002; Newman, 2003; Wayman, 2003; Barzi, & Woodward, 2004; Durrant, 2005; Baraldi, & Enders, 2010; Enders, 2013). Ancak benzer bir sonuç n=200 örneklem büyüklüğü için geçerli değildir. Daha net bir ifade ile ÇA yöntemi söz konusu örneklem büyüklüğünde RK mekanizmasında daha iyi bir performans sergilememekte, aksine TRK mekanizmasında daha iyi sonuçlar elde edilmektedir.

Kayıp verileri tahmin sürecinde çoklu atama yöntemi en çok olabilirlik yöntemine dayalı tahminler yapmaktadır (Cheung, 2007). En çok olabilirlik yöntemi gerekli varsayımlar sağlandığı sürece tutarlı, asimptotik normal ve asimptotik etkili tahmin değerleri üretmektedir (Agresti, & Finlay, 1997; Allison 2002; Allison 2009). RK mekanizmasının küçük örneklerde (gerekli varsayımların sağlanamaması nedeniyle), TRK mekanizmasına göre daha düşük bir performans sergilediği düşünülmektedir. Çünkü küçük örneklerde kayıp verilerin rastgele kayıp mekanizmasında olması, asimptotik normalliğin sağlanmasının önünde bir engel olabilir. Örneklem ne kadar büyürse, bilinmeyen kitle parametresini (burada eksiksiz veri setini) tahmindeki hata da o kadar azalır.

Her iki kayıp veri mekanizmasında da örneklem büyüklüğü arttıkça, tüm atama sayılarında ÇA yönteminin performansının iyileştiği görülmektedir. Bu sonuç ÇA yöntemlerinin geniş örneklerde daha iyi kestirimler yaptığı, örneklem büyüklüğü evrene yaklaştıkça, yapılan tahminlerin de evren parametresine yaklaşma olasılığının arttığı bulguları ile tutarlıdır (Baykul, & Güzeller, 2013; Allison, 2009; Rubin 1987, Little, & Rubin 1987, Schaffer, 1997; Allison, 2007).

Tamamen rastgele kayıp koşulunda özellikle örneklem büyüklüğünün n=200 olduğu veri setinde kayıp veri oranı %10 olduğunda, eksiksiz veri setinden sapmalar artmaktadır. Atama sayısı 9 ve üzerinde olduğunda, oluşan bu yanlılık ortadan kalkmaktadır. Buna bağlı olarak TRK koşulunda küçük örneklerde büyük oranda kayıp veri ile karşılaşılması durumunda oluşacak yanlılığın önüne geçilmesi için ÇA yönteminin kullanılması ve atama sayısının 9 ve üzerinde alınması önerilmektedir. McKnight ve diğerleri (2007), 3 ile 10 arası, Cheema (2012) ve Rubin (1987), 2 ile 10 arası, Schafer (1997) ve Graham (2009) ise 3 ile 5 arasında değer atamanın yeterli olacağını ifade etmektedirler. Bu çalışmadan elde edilen bulgular incelendiğinde, TRK mekanizmasında örneklem büyüklüğü n=200 ve kayıp veri oranı düşük olduğunda, atama sayısının en az 2 olması gerekmektedir. Bu koşulda atama sayısının artırılması, performansta önemli değişimlere neden olmamaktadır. Kayıp veri oranı arttıkça, minimum atama sayısının artırılması önerilmektedir. Örneğin kayıp veri oranı %5 olduğunda atama sayısı en az 3, kayıp veri oranı %10 olduğunda ise atama sayısı en az 9-10 olmalıdır. Örneklem büyüklüğü n=500 olduğunda ise, alınması gereken minimum atama sayısının düştüğü görülmektedir. Örneklem büyüklüğü n=500, kayıp veri oranı %2 olduğunda minimum atama sayısı 1, %5 kayıp veri oranında ise minimum atama sayısı 2 olarak alınabilir. Ancak kayıp veri oranı %10'a çıktığında minimum atama sayısının en az 3 olması gerekmektedir.

Rastgele kayıp koşulu için ise, örneklem büyüklüğü n=200 olduğunda minimum atama sayısı %2 ve %5 kayıp veri oranları için en az 2 olmalıdır. %10 kayıp veri oranı söz konusu olduğunda ise yöntemin iyi bir performans sergilediği söylenemez. Örneklem büyüklüğü n=500 olduğunda ise atama sayısının en az 4 ve üzerinde belirlenmesi önerilebilir. En fazla kaç atama yapılmasının yeterli olacağına ilişkin net bir şey yargıya varılamamakla birlikte, genel

olarak 3 ve üzerinde atama yapmak gerektiği belirtilebilir. Ancak, minimum olarak ifade edilen belirtilen atama sayısının üzerine çıktığında da bu mekanizmada önemli değişimlerin gözlenemediği de vurgulanmalıdır.

KAYNAKÇA

- Acock, A. C. (2005). Working with missing values. *Journal of Marriage & Family*, 67(4), 1012-1028.
- Agresti, A., & Finlay, B. (1997). *Statistical methods for the social sciences (4th ed.)*. USA: Pearson Prentice Hall.
- Allison, P. D. (2000). Multiple imputation for missing data: A cautionary tale. *Sociological Methods and Research*, 28(3), 301-309.
- Allison, P. D. (2002). *Missing Data*. Sage Publications.
- Allison, P. D. (2003). Missing data techniques for structural equation modeling. *Journal of Abnormal Psychology*, 112(4), 545-557.
- Allison, P. D. (2009). *Missing data*. In R. E. Millsap & A. Maydeu-Olivares (Eds.), *The SAGE Handbook of Quantitative Methods in Psychology* (pp. 72-89). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Arnold, A. M., & Kronmal, R. A. (2002). Multiple imputation of baseline data in the cardiovascular health study. *American Journal of Epidemiology*, 157(1), 74-84. DOI: 10.1093/aje/kwf156.
- Baraldi, A. N., & Enders, C. K. (2010). An introduction to modern missing data analysis. *Journal of School Psychology*, 48(1), 5-37.
- Barzi, F., & Woodward, M. (2004). Imputations of missing values in practice: results from imputations of serum cholesterol in 28 cohort studies. *American Journal of Epidemiology*, 160(1), 34-45. DOI: 10.1093/aje/kwh175.
- Baykul, Y. (2000). *Eğitimde ve psikolojide ölçme*. Ankara: ÖSYM Yayınları.
- Baykul, Y., & Güzeller, C. O. (2013). *Sosyal bilimler için istatistik: SPSS uygulamalı*. Ankara: Pegem Akademi.
- Cattell, R. B. (1978). *The scientific use of factor analysis*. New York: Plenum Press.
- Cheema, J. (2012). *Handling missing data in educational research using SPSS* (Unpublished Doctoral dissertation). George Mason University, Fairfax, VA.
- 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(4), 4026-4031.
- Collins, L. M., & Lanza, S. T. (2010). *Latent class and latent transition analysis with applications in the social, behavioral, and health sciences*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- Comrey, A. L., & Lee, H. B. (1992). *A first course in factor analysis*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve Lisrel uygulamaları*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Demir, E. (2013). *Kayıp verilerin varlığında iki kategorili puanlanan maddelerden oluşan testlerin psikometrik özelliklerinin incelenmesi* (Unpublished Doctoral dissertation). Ankara University, Ankara.
- Donders, A. R. T., van der Heijden, G. J. M. G., Stijnen, T., & Moons, K. G. M. (2006). Review: A gentle introduction to imputation of missing values. *Journal of Clinical Epidemiology*, 59(10), 1087-1091. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2006.01.014.

- Durrant, G. B. (2005). *Imputation methods for handling item-nonresponse in the social sciences: A methodological review*. ESRC National Centre for Research Methods and Southampton Statistical Sciences Research Institute, NCRM Methods Review Papers NCRM/002. Southampton, UK: University of Southampton.
- Enders, C. K. (2010). *Applied missing data analysis* (1st ed.). New York: Guilford Press.
- Enders, C. K. (2013). Using the expectation maximization algorithm to estimate coefficient alpha for scales with item-level missing data. *Psychological Methods*, 8(3), 322-337.
- Enders, C. K., & Bandalos, D. L. (2001). The relative performance of full information maximum likelihood estimation for missing data in structural equation models. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 8(3), 430-457.
- 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.
- Gorsuch, R. L. (1983). *Factor analysis*. Philadelphia: Saunders.
- Graham, J. W. (2009). *Missing data: Analysis and design*. New York: Springer.
- Graham, J. W., Hofer, S. M., & Piccinin, A. M. (1994). Analysis with missing data in drug prevention research. In L. M. Collins & L. A. Seitz (Eds.), *Advances in data analysis for prevention intervention research* (pp. 13-64). Rockville, MD: National Institutes of Health.
- 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., & 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.
- Kang, H. (2013). The prevention and handling of missing data. *Korean J Anesthesiology*, 64(5), 402-406.
- Koçak, D. (2016). *Kayıp veriyle baş etme yöntemlerinin madde tepki kuramı bir parametrelili lojistik modelinde model veri uyumuna ve standart hataya etkisi* (Unpublished Doctoral dissertation). Ankara University, Ankara.
- Little, R. J. A., & Rubin, D. B. (1987). *Statistical analysis with missing data*. New York: Wiley.
- McKnight, P. E., McKnight, K. M., Sidani, S., & Figueredo, A. J. (2007). *Missing data: A gentle introduction*. New York: Guilford Press.
- Newman, D. A. (2003). Longitudinal modeling with randomly and systematically missing data: A simulation of ad hoc, maximum likelihood and multiple imputation techniques. *Organizational Research Methods*, 6(3), 328-362. DOI: 10.1177/1094428103254673.
- Pigott, T. D. (2001). A review of methods for missing data. *Educational Research and Evaluation: An International Journal of Theory and Practice*, 7(4), 353-383.
- Rubin, D. B. (1976). Inference and missing data. *Biometrika*, 63(3), 581-592
- Rubin, D. B. (1987). *Multiple imputation for nonresponse in surveys*. New York: John Wiley & Sons.
- Satıcı, E. (2009). *Kayıp gözlem olması durumunda kitle ortalaması tahmini* (Unpublished Doctoral dissertation). Hacettepe University, Ankara.
- Schafer, J. L. (1997). *Analysis of incomplete multivariate data*. USA: Chapman & Hall.
- Streiner, D. V. (2002). The case of the missing data: methods of dealing with dropouts and other research vagaries. *Research methods in Psychiatry*, 47(1), 68-75.

- Şencan, H. (2005). *Sosyal ve davranışsal ölçümlerde güvenilirlik ve geçerlilik*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Tavşancıl, E. (2005). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi* (2nd ed.). Ankara: Nobel Yayınları.
- Wayman, J. C. (2003, April). *Multiple imputation for missing data: What is it and how can I use it?* Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association. Chicago, IL.
- Young, W., Weckmen, 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.

Atıf için:

- Koçak, D., & Çokluk-Bökeoğlu, Ö. (2017). Çoklu atama yönteminde değişimlenen atama sayısının açımlayıcı faktör analizindeki etkilerinin incelenmesi. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi - Journal of Educational Sciences Research*, 7(2), 113-131. <http://ebad-jesr.com/>