Türkiye Klinikleri Biyoistatistik Dergisi
Turkiye Klinikleri Journal of Biostatistics Turkiye Klinikleri J Biostat. 2022;14(3):180-9

ORİJİNAL ARAŞTIRMA ORIGINAL RESEARCH DOI: 10.5336/biostatic.2022-88576

Cronbach Alfa Katsayısının Hipotez Testinde Bayesci Metaanalizi: Metodolojik Araştırma

Bayesian Meta-Analysis of Cronbach's Alpha Coefficient in Hypothesis Testing: A Methodological Research

Esin AVCI[a]

[a]Fen Edebiyat Fakültesi Giresun Üniversitesi, İstatistik Bölümü, Giresun, Türkiye

Bu çalışma, Ulusal Matematik ve İstatistik Sempozyumu'nda (10-11 Aralık 2021, Ordu) sözlü olarak sunulmuştur.

ÖZET Amaç: Sağlık ve sosyal bilimlerde sıklıkla kullanılan ölçeklerin güvenirlilik testlerinde Cronbach alfa katsayısı en çok raporlanan güvenilirlik katsayısıdır. Aynı ölçeği ele alan birbirinden bağımsız çalışmaların Cronbach alfa katsayılarının istatistiksel bir yöntem olan metaanalizi ile birleştirilmesi, ölçeğin güvenirliliği hakkında tek bir çalışmanın sonucundan daha fazla güçlü sonuçlar vermesini sağlar. Güvenilirlik katsayısının meta-analizinde; tahmin değerinin yanı sıra "Bir ölçeğin Cronbach alfa katsayısının belirli bir değerden büyüktür" gibi hipotezler test edilmek istenebilir. Bu çalışmada, Bayesci metaanalizinden yararlanarak kurulan hipotezlerin doğrudan test edilmesi amaçlanmıştır. **Gereç ve Yöntemler:** Bu çalışmada, Cronbach alfa katsayısının Bayesci metaanalizinde kilit rol oynayan önsel dağılımlar seçilmiştir. Sırasıyla bilgilendirici olmayan ve daha önceki çalışmalardan elde edilen yüzdelikler yardımıyla bilgilendirici önsel dağılım tanımlanmış ve Bayesci metaanalizi uygulanmıştır. Cronbach alfa katsayısı için hipotezler Bayes faktöründen yararlanılarak test edilmiştir. Uygulamada obsesif kompulsif bozukluklar için 20 soru ve 4 alt bölümden oluşan "Boyutsal Obsesif Kompulsif Bozukluk Ölçeği" ölçeğini ele alan 72 çalışmadan derlenen veriler kullanılmış ve "Bu ölçeğin Cronbach alfa katsayı değeri 0,9'dan büyüktür" hipotezi test edilmiştir. **Bulgular:** Her iki önsel için Cronbach alfa katsayısının Bayesci metaanalizinden elde edilen tahmin değeri 0,92 ve %95 güvenirlik aralığı (0,91-0,94) şeklinde elde edilmiştir. Bayes faktörünün bilgilendirici önsel için bilgilendirici olmayan önselden daha büyük olduğu ve her iki önsel için hipotezin çok güçlü bir şeklide kabul edildiği saptanmıştır. **Sonuç:** Cronbach alfa katsayısı için test edilen hipotezlerin, Bayesci metaanalizle elde edilen sonuçlarının en önemli avantajı, daha geniş hacimli örneklem ve daha önceki çalışmalardan elde edilen bilgilerin önsel dağılımla dâhil edilerek daha güçlü bir şekilde karara bağlandığının görülmesidir.

Anahtar kelimeler: Cronbach alfa katsayısı; Bayes; metaanalizi; hipotez testi; Bayes faktörü

ABSTRACT Objective: The Cronbach's alpha coefficient is the most reported reliability coefficient for scales that are frequently used in health and social sciences. Combining the Cronbach's alpha coefficients dealing with the same scale from the independent studies with a statistical method, meta-analysis provides stronger results about the reliability of the scale than the result of a single study. In the meta-analysis of the reliability coefficient, besides estimating the coefficient, it may be desirable to test hypotheses such as "the Cronbach's alpha coefficient of a scale is greater than a certain value". This study aimed to directly test the hypotheses by using Bayesian meta-analysis. **Material and Methods:** In this study, prior distributions that play a key role in the Bayesian meta-analysis of the Cronbach's alpha coefficient were selected. An informative prior distribution that was determined with the help of percentages obtained from previous studies and non-informative prior distribution is considered respectively and Bayesian meta-analysis was applied. The hypotheses for the Cronbach's alpha coefficient were tested using the Bayes factor. In application, data collected from 72 studies dealing with the "Dimensional Obsessive Compulsive Disorder Scale" consisting of 20 questions and 4 subsections for obsessive-compulsive disorders were used and the hypothesis that "The Cronbach's alpha coefficient of this scale is greater than 0.9" was tested. **Results:** For both priors, the estimated value of Cronbach's alpha coefficient obtained via the Bayesian meta-analysis was 0.92 and the 95% credible interval (0.91-0.94). It was found that the Bayes factor was greater for the informative prior than for the non-informative prior, and the hypothesis was strongly accepted for both priors. **Conclusion:** The most important advantage of the results obtained by Bayesian meta-analysis of the hypotheses tested for the Cronbach's alpha coefficient is that it appears to be more strongly decided by the larger sample size and the inclusion of information obtained from previous studies with a priori distribution.

Keywords: Cronbach's alpha coefficient; Bayes; meta-analysis; hypothesis testing; Bayes factor

Correspondence: Esin AVCI
Fen Edebiyat Fakültesi Giresun Üniversitesi, İstatistik Bölümü, Giresun, Türkiye
E-mail: esinavci@hotmail.com

Peer review under responsibility of Turkiye Klinikleri Journal of Biostatistics.

Received: 31 Jan 2022 ***Received in revised form:*** 18 Aug 2022 ***Accepted:*** 24 Aug 2022 ***Available online:*** 13 Sep 2022

2146-8877 / Copyright © 2022 by Türkiye Klinikleri. This in an open access article under the CC BY-NC-ND license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Sağlık ve sosyal bilimlerde sıklıkla kullanılan ölçeklerin geçerli ve pratik kullanıma sahip olması için güvenilir olması gerekmektedir. Kavramsal olarak güvenirlik "ölçülerin hatasız olma ve dolayısıyla tutarlı sonuçlar verme derecesi" olarak tanımlanmaktadır.[1] Kabul edilebilir düzeyde güvenirlikle ilgili literatürde görüşler farklılık göstermektedir.[2] Örneğin Davis, ölçeğin güvenirlilik düzeyinin bireyler hakkında tahmin amaçlanıyorsa 0,75'ten büyük, gruplar arasında farklılığın saptanması amaçlanıyorsa 0,5'ten büyük olmasını önermektedir.[3] Nunnally ise ölçeğin güvenirlilik düzeyinin temel araştırmalar için 0,8 ve uygulamalı araştırmalar için 0,90-0,95 olmasını önermektedir.[4] Kaplan ve Saccuzzo ise ölçeğin güvenirlilik düzeyinin temel araştırmalar için 0,7-0,8 ve uygulamalı araştırmalar için 0,95'ten büyük olmasını önermektedir.[5]

Bir testin güvenilirliği, zaman içinde tekrar eden ölçeğin (aynı denekler üzerinde) verileri arasındaki korelasyonun hesaplanmasını içeren test-tekrar test tekniği ile değerlendirilebilir. Aldridge ve ark., test-tekrar testin güvenilirlik değerlendirmesinin psikometrik araçların geliştirilmesinde çok önemli olduğunu ve ölçüm farklılığının zamandan, hedef davranıştan veya kullanıcı profilinden bağımsız olarak insanlar arasındaki farklılıkları ölçmeye yardımcı olduğunu belirtmişlerdir.[6] Bununla birlikte bireysel tepkisellik (hafıza veya öğrenme etkileriyle değerlendirilmek istenilen özellik değiştirebilir bu da ilk test ile ikinci testteki performansı etkileyebilir) ve 2 test arasında konuda meydana gelebilecek değişiklik bu tekniğin sosyal bilimlerdeki uygulamasını zorlaştırmaktadır. Ayrıca zaman içindeki bu tekrarlama, bir test uygulamasından diğerine değişen rastgele faktörleri tespit edilmesini sağlasa da cihaz ve kayıt moduna atfedilebilen diğer 2 rastgele değişim türünü ortaya çıkaramaz. Bunun yerine aynı testin rastgele ölçüm hatası dışında birbirinin yerine kullanılabilen farklı versiyonlarının katılımcılara uygulanması olarak tanımlanan paralel test tekniği ile ölçeğin güvenilirliği değerlendirilebilir. İki test genellikle aynı uzunluktadır ve aynı konu üzerinde, aynı şekilde ifade edilmiş soruları içermektedir. Bu bağlamda, matematiksel yeteneğin değerlendirildiği 2 zekâ testinin uygulanmasında, aynı türde bilgi ve mantıksal işlemler gerektiren veya sözel yeteneğin 2 test arasında basitçe farklılık gösterdiği 40 kelimenin tanımlanarak test soruları oluşturulabilir.[7] Alternatif formların kullanılması, belirli test uyaranlarının öğrenilmesini engelleyerek, uygulama etkilerini potansiyel olarak azaltır. Ancak değişen formlar test-tekrar test güvenirlik katsayılarını azaltabilir.[8] Güvenilirlik genel olarak paralel testler arasındaki korelasyon, yani test puanı varyansının gerçek puan varyansına olan oranı olarak tanımlanır. Paralel test mümkün olmadığında, pratik olmadığında veya kullanılamadığında, araştırmacılar tek bir test uygulamasından elde edilen verileri kullanarak gerçek test puan varyansını toplam test puanı varyansından ayırmaya çalışmalıdır.[9]

Bir ölçeğin güvenirliliği, birçok farklı güvenirlik katsayısı ile tahmin edilebilmektedir. Yaygın olarak genel güvenirlik yapısını diğer katsayılara göre en iyi yansıtan, istatistik temellerine dayanan ve tüm soruları dikkate alarak hesaplanan Cronbach alfa katsayısı kullanılmaktadır.[10] Sijtsma, Cronbach'ın orijinal makalesine yapılan atıfların sayısının 6.500'den fazla olduğunu, Watson ve Crick'in DNA'nın çift sarmal yapısının keşfine ilişkin tarihsel makalesini bile geride bıraktığını bildirmektedir.[11,12] Cronbach alfa katsayısının raporlanması; psikoloji, sosyal, sağlık bilimi ve diğer ilgili disiplinlerde rutin bir uygulama hâline gelmiştir.[13,14]

Tek bir çalışmadan elde edilen güvenilirliğe ilişkin sonuçların gücü; deneklerin sayısının az olması, deneklerin popülasyonu yeteri derecede temsil edilmemesi ve rastgele hata dâhil olmak üzere çeşitli nedenlerle düşük olabilir. Bu nedenle birden fazla çalışmanın sonuçlarını birleştirmek, daha güçlü sonuçlara ulaşılmasını sağlar. Vacha-Haase, 1998 yılında yaptığı çalışmada birçok çalışmadan elde edilen güvenilirlik tahminlerini birleştirmek için güvenilirlik genellemesi yaklaşımını önermiştir.[15] Ancak Sawilowsky, Vacha-Haase tarafından önerilen güvenirlik genelleme yaklaşımının, örneklem dağılımını dikkate almadığını belirtmiştir.[16] Rodriguez ve Maeda bu noktayı eleştirerek, hassas ağırlıklandırma için örneklem dağılımını kullanarak, istatistiksel temele dayanan bağımsız ve karşılaştırılabilir çalışmaları birleştiren ve özetleyen bir yöntem olan metaanalizini, Cronbach alfa katsayısı için uygulayarak daha güvenilir tahmin değerleri elde etmişlerdir.[17]

Bayes yaklaşımında önsel dağılımları kullanması, önceki çalışmalardan elde edilen bilgilerin dâhil edilmesi ve belirsizliğin kontrol edilmesi için güçlü bir yöntem oluşturmaktadır. Örneğin teşhis hatası

varlığında, bireyin gerçekte var olan hastalık durumu gibi gözlemlenmeyen değişkenler önsel dağılımlar yardımıyla ele alabilmektedir. Önsel dağılımlar genel olarak bilgilendirici olmayan ve bilgilendirici önsel başlığı altında toplanmaktadır. Bilgilendirici olmayan önsel dağılımlar, parametrenin olası gerçek değeri hakkında belirsiz veya genel bilgileri ifade eden önsel olarak tanımlanmaktadır. Bilgilendirici önsel dağılımlar, sonsal dağılım üzerinde etkisi olan, olabilirliğe etkisi olmayan bir önseldir. Önceki çalışmalardan elde edilen bilgi, geçmiş deneyimler veya uzman görüşü ile belirlenir.[18] Veri ve önsel dağılımların birleştirilmesiyle elde edilen sonsal olasılıklar, klasik yöntemde kullanılan p değerlerine alternatif olarak kolayca yorumlanabilmektedir. Markov zinciri Monte Carlo [Markov chain Monte Carlo (MCMC)] algoritmasının son gelişmeler, eksik gözlemler ve çok boyutlu sonuçları içeren karmaşık veri setlerine Bayes yaklaşımının uygulanmasını kolaylaştırmaktadır. Bu nedenle Brannick ve Zhang, MCMC yöntemlerini kullanarak, Cronbach alfa katsayısının klasik metaanaliz yaklaşımını Bayes yaklaşımıyla değiştirmiştir. Böylece aykırı değerlere karşı daha tutarlı tahminler ve sezgisel olasılık yorumları elde edilmiştir.[19] Okada, Bayes yaklaşımını kullanarak Cronbach alfa katsayısının metaanalizi için bilgilendirici hipotezleri değerlendirmek için yeni bir yöntem önermiştir.[20]

Bu çalışma, sağlık alanında sıklıkla karşılaştığımız ölçeklerin güvenirlilik katsayısının metaanalizinde, güvenirlilik katsayısının belirli bir değerden büyük (veya küçük) olma hipotezinin testi için Bayes yaklaşımını ele alan bir uygulama olması bakımından literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Cronbach alfa katsayısının Bayesci metaanalizinde, bilgilendirici olmayan ve bilgilendirici önsel dağılımlar için kurulan hipotezlerin doğrudan test edilmesinden Bayes faktöründen (BF) yararlanılmıştır. Bilgilendirici önsel dağılım, parametrenin daha yüksek kesinlikle tahmin edilmesi ve uzman görüşlerinin matematiksel olarak değerlendirilmesi açısından önemlidir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Genel olarak boylamsal verilere dayanan (örneğin ön-test ve son-test güvenirlik katsayısı) ve kesitsel verilere dayanan (örneğin iç tutarlılık güvenirlik katsayıları ve eş değerlik güvenirlik katsayıları) 2 güvenilirlik katsayı kategorisi bulunmaktadır.[2]

Cronbach alfa katsayısı, kesitsel verilere dayanan ölçek maddeleri arasındaki iç tutarlılık derecesini yansıtır. Her bir maddeye ait toplam puan varyansları ile tüm maddelere ait toplam puan varyansları arasındaki ilişkilerin ortalaması yardımıyla hesaplanabilmektedir.[21]

Literatür incelemeleri, Cronbach alfa katsayısının rapor edilen güvenilirlik tahminlerinin 2/3'ünden fazlasını oluşturduğunu göstermektedir.[22,23]

Cronbach alfa katsayısı her zaman 0-1 arasında değer almaktadır. Değerlendirmede; $0 \leq \alpha < 0,5$ güvenilir değil, $0,5 \leq \alpha < 0,6$ düşük güvenilirlikte, $0,6 \leq \alpha < 0,7$ sorgulanabilir, $0,7 \leq \alpha < 0,8$ kabul edilebilir güvenilirlikte, $0,8 \leq \alpha < 0,9$ oldukça güvenilir ve $0,9 \leq \alpha < 1$ yüksek derecede güvenilir yorumu yapılmaktadır.[24]

Bir bilimsel çalışmadan elde edilen güvenilirlik; katılımcı sayısının az olması, katılımcıların popülasyonu yeterince temsil etmemesi ve rastgele hata gibi nedenlerle yüksek düzeyde olamayabilir. Bu nedenle aynı konuda yapılmış birbirinden bağımsız ve karşılaştırılabilir çalışmaların sonuçlarını birleştirmek, daha güçlü sonuçlara ulaşılmasını sağlar. Sonuçların metodolojik bir yolla sentezlenmesinde istatistiksel bir yöntem olan metaanalizi yaygın olarak kullanılmaktadır.

Cronbach alfa katsayısının metaanalizinde i çalışma sayısını ve j ölçekteki madde sayısını ifade etmektedir. Buna göre

s_{ji}^2 i. çalışmanın ($i=1,\ldots, I$) j. maddesinin ($j=1,\ldots, J$) toplam puan varyansını ve s_{i+}^2 i. çalışmanın toplam test puanının varyansını göstermektedir. Bu durumda, Cronbach alfa katsayısı aşağıdaki gibi tanımlanır;

$$\alpha_i = \frac{J_i}{J_i - 1}\left[1 - \frac{\sum_{j=1}^{J_i} s_{ji}^2}{s_{i+}^2}\right] \quad (1)$$

Cronbach alfa katsayısının örneklem teorisi, Feldt ve Kristof tarafından geliştirilmiştir.[25,26] Hakstian ve Whalen ise Cronbach alfa katsayısına (2) eşitliğinde ifade edilen *T* dönüşümünü uygulayarak, *T* dönüşümlü Cronbach alfa katsayısının normal dağılıma sahip olduğunu, örneklem teorisi sonuçlarını kullanarak göstermişleridir.[27]

$$T_i = (1 - \alpha_i)^{1/3} \quad (2)$$

Dönüşüme ait varyansı aşağıdaki gibi tanımlamışlardır.

$$v_i = \frac{18\, J_i (N_i - 1)(1-\alpha_i)^{2/3}}{(J_i - 1)(9N_i - 11)^2} \quad (3)$$

Burada N_i i. çalışmanın örneklem büyüklüğüdür.

Brannick ve Zhang, Cronbach alfa katsayısının klasik metaanaliz yaklaşımı yerine Bayes yaklaşımını önerirken, Bayes teoremine dayanan Bayesci yaklaşımın 3 faydasını aşağıdaki gibi sıralamışlardır.[19]

i. Bayes tahmini, aykırı değerler veya küçük örneklem büyüklüğü gibi problemler ile başa çıkmak için yararlı olan önseller ile tahminler sağlar.

ii. Değişkenlerin modele esnek (farklı dağılımlar tanımlanabilmesi) bir şekilde dâhil edilmesini sağlar.

iii. Güvenilir bir aralığın yanı sıra bir tahmin aralığı sağlar. Klasik güven aralıklarının aksine Bayes aralıklarının sezgisel bir olasılık yorumu vardır. Ayrıca yaygın önseller için Bayes yaklaşımı, klasik yönteme benzer tahminler vermektedir.

Cronbach alfa katsayısının metaanalizinin Bayesci yaklaşımında, birleştirilecek her bir çalışmaya ait Cronbach alfa katsayısının rastgele değişken olarak tanımlanmalıdır. Bu nedenle olasılık dağılımı söz konusu olmaktadır.

Her bir çalışmanın *T* dönüşümlü Cronbach alfa katsayısı normal dağılma sahip olduğunun bilinmesi Bayesci yaklaşımının uygulanmasını kolaylaştırmaktadır. *i*. çalışmanın *T* dönüşümlü Cronbach alfa katsayısı $\mu_i$ortalamalı ve v_i varyanslı normal dağılıma sahip olmaktadır.

$$T_i \sim N(\mu_i, v_i) \quad (4)$$

ile gösterilir. Burada μ_i yerel Cronbach alfa katsayısının *T* dönüştürülmüş değeridir (ki bu α^* ile gösterilirse)

$$\mu_i = (1 - \alpha_i^*)^{1/3} \quad (5)$$

ve varyans v_i denklem de (3) verilmiştir.

Her bir çalışmanın ortalama parametresine ait önsel dağılımların tanımlanmasında hiper-parametrelerden yararlanılmaktadır.[28] Her bir çalışmanın ortalaması (μ_i), $\bar{\mu}$ ortalamalı ve τ^2 varyanslı hiper-parametreli normal dağılımlıdır.

$$\mu_i \sim N(\bar{\mu}, \tau^2) \quad (6)$$

Burada τ^2 metaanalizindeki rastgele etkili varyans bileşenini tanımlamaktadır. (6) denklemindeki $\bar{\mu}$, birleştirilmiş alfa katsayısını ($\bar{\alpha}$) göstermektedir.

$$\bar{\mu} = (1 - \bar{\alpha})^{1/3} \quad (7)$$

Bu, $\bar{\mu}$'nin birleştirilmiş alfa parametresinin ($\bar{\alpha}$) *T* dönüştürülmüş bir değeri olduğu anlamına gelir.

Bir hiper-parametre için tek bir değer kullanmak yerine, her bir hiper-parametrenin bir olasılık dağılımı olarak düşünülmesi (böylece rastgele bir fonksiyon yazılması yerine bir dağılım yazılarak hiper-parametreler değiştirerek, ilgili parametrenin doğru tahmin edilmesi sağlanır) belirsizliğin ortaya çıkarılması ve duyarlılık analizi için önemlidir. Buna "hiper-önsel" denir. $\bar{\alpha}$ ve τ için hiper-parametreleri için hiper-önsel dağılımlar belirlemek için

$\bar{\alpha}$, 0-1 aralığında değer aldığından beta dağılımı seçilmiştir.

$$\bar{\alpha} \sim Beta(a, b) \quad (8)$$

τ için hiper-önsel dağılım

$$\tau \sim Cauchy(0,1)_{I(0,\infty)} \quad (9)$$

seçilmiştir.

Konum parametresi 0 ve ölçek parametresi 1 olan Cauchy dağılımlı bir değişkenin mutlak değerinin dağılımı standart yarım Cauchy dağılımı olarak tanımlanmaktadır.

Brannick ve Zhang τ için ters gamma dağılımını kullansa da Daniels (1999) ve Gelman (2006) dâhil olmak üzere bazı araştırmacılar, elde edilecek tahmin sonuçlarının seçilen hiperparametrelere karşı hassas olacağını, bu nedenle ters gamma dağılımının kullanılmamasını önermişlerdir.[29,30] Okada çalışmasında; Gelman ve Hill (2007), Gelman (2006) ile Polson ve Scott (2012) önerilerine dayanarak standart yarım-Cauchy dağılımını seçmiştir.[20,28,30,31]

Güvenilirliğin metaanalizinde tahmin değerinin yanı sıra "Bir ölçeğin Cronbach alfa katsayısının değeri belirli bir değerden büyüktür" gibi hipotezler test edilmek istenebilir.

Güvenilirliğin metaanalizinde kullanılabilecek bir tür bilgilendirici hipotez, "Popülasyondaki Cronbach alfa değeri belirlenen bir eşik değerinden daha büyüktür" şeklindedir. Bilgilendirici hipotezin diğer türü, "Bir ölçeğin Cronbach alfa değeri, diğer ölçeğin Cronbach alfa değerinden daha büyüktür (veya daha küçüktür)" şeklindedir. Bu tür bilgilendirici hipotez metaanaliz tarafından desteklendiğinde, bu tür testlerin kanıta dayalı karşılaştırmalı değerlendirmesini sağlar.[20]

Bayes yaklaşımında BF, 2 hipotez arasında niceliksel değerlendirme için en önemli ve yaygın olarak kullanılan ölçülerden biridir.[32]

BF, belirli bir hipotezin sonsal olasılığının diğer hipotezin sonsal olasılığına oranıdır.

$$H_0: \bar{\alpha} < \bar{\alpha}_0$$

$$H_1: \bar{\alpha} \geq \bar{\alpha}_0$$

$$BF_{10} = \frac{P(y|H_1)}{P(y|H_0)} \quad (10)$$

BF'nin değerlendirmesi:

- ✓ $BF_{10} = 1$ Kanıt yok,
- ✓ $1 < BF_{10} < 3$ H_0 için az kanıt var,
- ✓ $3 \leq BF_{10} < 10$ H_1için orta düzeyde kanıt var,
- ✓ $10 \leq BF_{10} < 30$ H_1 için güçlü düzeyde kanıt var,
- ✓ $30 \leq BF_{10} < 100$ H_1 için çok güçlü düzeyde kanıt var,

şeklindedir.

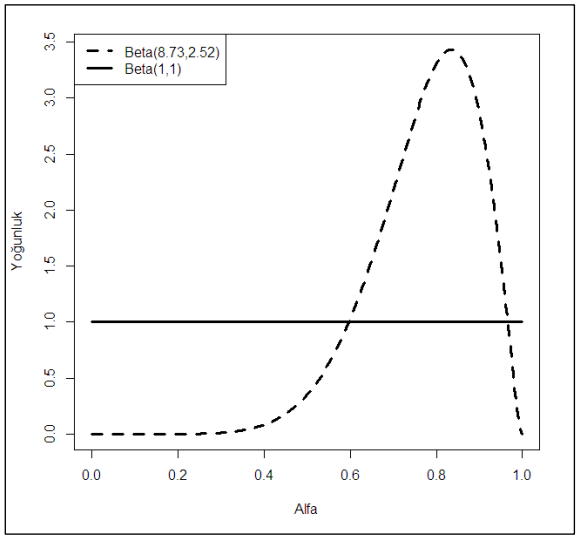
Bu çalışmada, Cronbach alfa katsayısının Bayesci metaanalizinde OpenBUGS (Cambridge Üniversitesi, MRC Biostatistics Unit, İngiltere) programından, bilgilendirici beta önsel dağılımının parametrelerinin belirlenmesinde ise R programının "rriskDistributions" paketinin get.beta.par() fonksiyonundan yararlanılmıştır.

BULGULAR

Cronbach alfa katsayısının bilgilendirici olmayan ve bilgilendirici önseller için Bayesci metaanalizi hesaplanmış ve kurulan hipotezler BF'den yararlanılarak test edilmiştir.

Bu amaçla, López-Nicolás ve ark. 2021 yılında obsesif kompulsif bozukluklar için 20 soru ve 4 alt bölümden oluşan "Boyutsal Obsesif Kompulsif Bozukluk Ölçeği'ni (BOKÖ)" ele alan 72 çalışmadan derlenen veriler kullanılmış ve "Bu ölçeğin Cronbach alfa katsayı değeri 0,9'dan büyüktür" hipotezi test edilmiştir.[33]

Cronbach alfa katsayısı için önsel dağılım, beta dağılımı olarak belirlenmiştir. Bilgilendirici olmayan önsel için beta (1,1) dağılımı, bilgilendirici önsel için ise Peterson tarafından Cronbach alfa katsayısı raporlanmış çalışmaların kapsamlı bir incelemesi olan ve literatürde 4.286 çalışmanın konum istatistiklerinden olan yüzdelik değerlerinden yararlanılmıştır. 25, 50, 51 ve 86. yüzdelik değerleri sırasıyla 0,7, 0,79, 0,8 ve 0,9 olarak elde edilmiştir.[2] R programından beta dağılımının parametreleri a=8,73 ve b=2,52 olarak elde edilmiştir. Önsel dağılımlara ait yoğunluk grafiği Şekil 1'de gösterilmiştir.



ŞEKİL 1: Cronbach alfa katsayısı için beta önsel dağılımı.

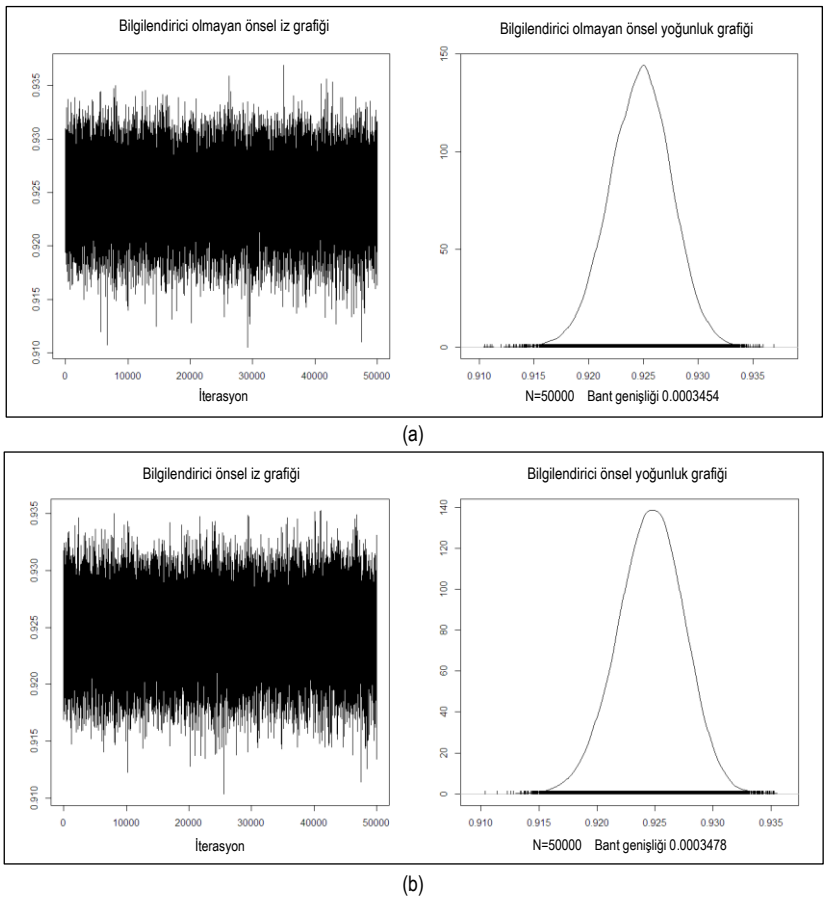
Bayesci metaanalizi ile 72 çalışmanın Cronbach alfa değerleri *T* dönüşümü yapılarak, ortalama ve varyans değerleri hesaplanarak normal dağılım parametreleri elde edilmiştir. Tahmin değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Sonsal dağılımdan yararlanarak parametre tahminleri Gibbs örnekleme algoritmasıyla elde edilmiştir. Olası yanlılığı azaltılmak amacıyla 500.000 iterasyonun ilk 5.000'i burn-in (yakma) periyodu olarak çıkarılmıştır. Parametrelere ait iz ve sonsal grafikleri Şekil 2'de verilmiştir.

TABLO 1: Bilgilendirici olmayan ve bilgilendirici önsel için Cronbach alfa tahmini ve %95'lik güvenirlik aralığına ait alt ve üst sınırlar.

Önsel dağılım	Cronbach alfa tahmini	Alt sınır	Üst sınır
Bayes (Beta(1,1))	0,9228	0,9079	0,9363
Bayes (Beta(8.73,2.52))	0,9227	0,9078	0,9363

Bayesci metaanalize göre Cronbach alfa katsayısının 0,92 olduğu söylenebilmektedir. %95'lik güvenirlik aralığına ait alt ve üst sınırların birbirine oldukça yakın olması tahminlerin kesinliğine dair iyi bir göstergedir.

Yetmiş iki çalışmaya ait Cronbach alfa katsayı verilerinin 0,8-0,97 arasında değişmesi ve bilgilendirici önsel dağılımın 0,75-0,95 arasında daha yoğunluk göstermesi, bilgilendirici olmayan ve bilgilendirici önsellerden elde edilen tahminlerin benzer sonuçlar vermesine yol açmıştır (Şekil 1). Çünkü bilgilendirici olmayan önsel ile elde edilen sonsal dağılımın tahmin değerinde veri daha ağırlık kazanmakta iken bilgilendirici önsel ile elde edilen sonsal dağılımın tahmin değerinde önsel dağılım daha ağırlık kazanmaktadır.[34]



ŞEKİL 2: İz ve sonsal yoğunluk grafikleri; (a) bilgilendirici olmayan önsel, (b) bilgilendirici önsel.

Şekil 2'deki yakınsama grafikleri incelendiğinde; iz grafiklerinin oldukça fazla ve sık salınım göstermesi yakınsamaların hızlı bir şekilde gerçekleşmesini, kernel yoğunluk grafiklerinin ise çan şeklinde ve tek tepeli görünümü sonsal dağılımlara yakınsamayı göstermektedir.

Cronbach alfa katsayısının; "Bu ölçeğin Cronbach alfa katsayı değeri 0,9'dan büyüktür" hipotezinin test edilmesi için hipotezler:

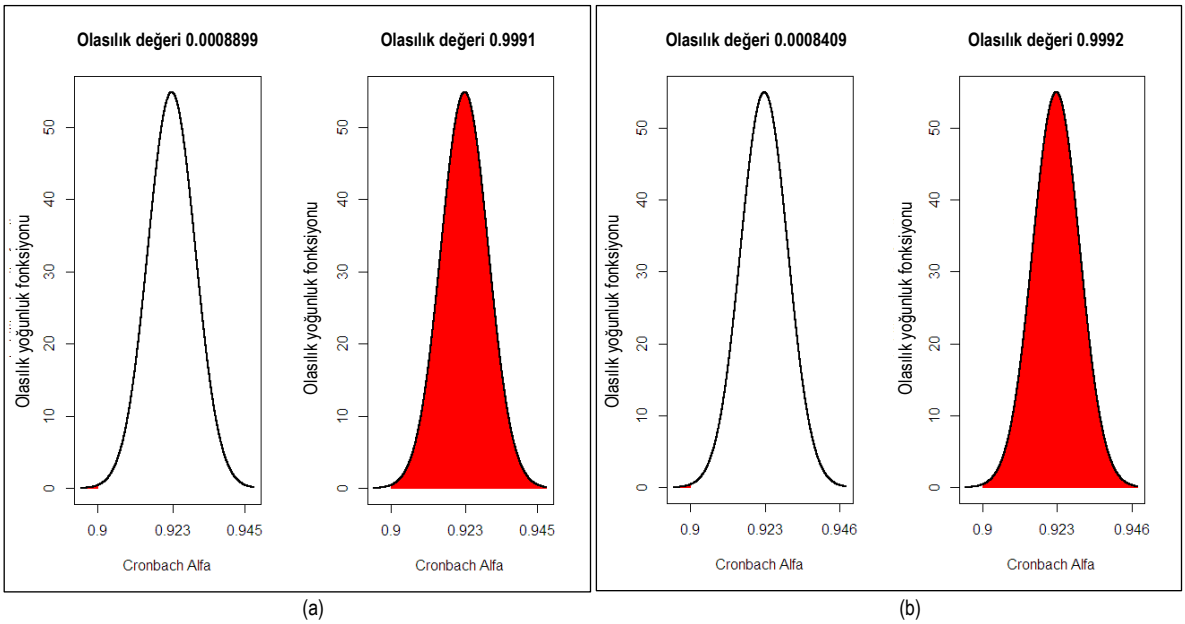
$H_0: \bar{\alpha} < 0{,}9$

$H_1: \bar{\alpha} \geq 0{,}9$

Şeklinde kurulmuş ve hipotezlere ait olasılık değerleri Tablo 2'de ve grafikleri Şekil 3'te verilmiştir.

TABLO 2: Bilgilendirici olmayan ve bilgilendirici önsel için Cronbach alfa hipotez test sonuçları.

Önsel dağılım	H_0 doğruluğu altında sonsal olasılık değeri	H_1 doğruluğu altında sonsal olasılık değeri
Bayes (Beta(1,1))	0,0009	0,9991
Bayes (Beta(8.73,2.52))	0,0008	0,9992



ŞEKİL 3: Hipotezlerin sonsal olasılık grafikleri; (a) bilgilendirici olmayan önsel, (b) bilgilendirici önsel.

Tablo 2'de görüldüğü gibi H_1 hipotezinin doğruluğu altında sonsal olasılık değeri H_0 hipotezinin doğruluğu altında sonsal olasılık değerinden oldukça büyüktür.

Değerlendirme kriteri olarak BF incelendiğinde;

Bilgilendirici olmayan önsel için

$$BF_{10} = \frac{P(y|H_1)}{P(y|H_0)} = \frac{0{,}9991}{0{,}0009} = 1110.11$$

Bilgilendirici önsel için

$$BF_{10} = \frac{P(y|H_1)}{P(y|H_0)} = \frac{0{,}9992}{0{,}0008} = 1249$$

olarak elde edilmiştir. Buna göre her iki önsel için H_1 hipotezinin doğruluğu yönünde çok güçlü düzeyde kanıt olduğu görülmektedir. Önsel dağılımlara göre BF karşılaştırıldığında; bilgilendirici önsel için hesaplanan BF'nin bilgilendirici olmayana göre daha büyük olduğu saptanmıştır. Bu da daha önce yapılan çalışmalardan derlenen bilgilerin, veriden elde edilen bilgi ile güncellenmesinin önemini ve Bayes yaklaşımının avantajını göstermiştir.

TARTIŞMA

Bilimsel araştırmalarda yaygın olarak kullanılan ölçeklerin güvenirlilik testlerinde Cronbach alfa katsayısı; istatistik temellere dayanması, tüm soruları dikkate alarak hesaplanması ve genel güvenirlik yapısını diğer katsayılara göre en iyi yansıtan katsayı olmasından dolayı öne çıkmaktadır. Literatür taramasında da raporlanan güvenirlilik katsayıların 2/3'ünden fazlasının Cronbach alfa katsayısı olduğu saptanmıştır.[22,23]

Katsayı değeri ne kadar yüksekse, ölçeğin ilgili özelliğin değerlendirmesinde sorulan soruların o kadar tutarlı olduğunu gösterir. Cronbach alfa katsayısı uygulanan örneklemin karakteristik özelliklerine göre farklı değerler alabilmektedir.[24]

Bilimsel literatürün artmasıyla birlikte ilgilenilen ölçeğe ait farklı çalışmalardan elde edilen Cronbach alfa katsayı değerleri ile karşılaşan araştırmacılar, bu katsayıları metodolojik bir yolla sentezleyen bir yöntem aramışlardır. Rodriguez ve Maeda, bağımsız ve karşılaştırılabilir çalışmaları birleştiren ve özetleyen bir yöntem olan metaanalizini Cronbach alfa katsayısı için uygulayarak daha güvenilir tahmin değerleri elde etmişlerdir.[17] Önerilen bu yöntem aykırı değerlere karşı daha tutarlı tahminler ve sezgisel olasılık yorumları elde edilmesi için Brannick ve Zhang, Cronbach alfa katsayısının metaanalizine Bayesci yaklaşımı önermişlerdir.[19]

Bayesci metaanalizinin en önemli avantajlarından biri; daha önce yapılan çalışmalar veya uzman görüşlerinden elde edilen bilgilerin, verilerden elde edilen bilgilerle güncellenmesidir. Böylece sadece verilerden yararlanarak elde edilen klasik metaanalizinden ayrışmaktadır.

Klasik yaklaşımlar, bilgisayar programında bir modül kullanılarak uygulanabildiğinden Bayes yaklaşımlarına göre daha yaygın kullanılmaktadır. Öte yandan teorik bilgi ve yoğun matematiksel işlemler gerektirmesi nedeniyle Bayesci yaklaşım, özellikle örnekleme algoritmalarının çok gelişmediği dönemlerde öne çıkmamış olsa da son yıllardaki algoritma ve yazılımlardaki gelişmeler, istatistiksel analizlerde sıklıkla başvurulan bir yaklaşım hâline getirmiştir.

Bayesci metaanalizi doğrudan olasılık değerinin elde edilmesinden dolayı avantaj sağlamaktadır. Öte yandan daha önce yapılan çalışmalardan derlenen bilgiler ile elde edilen bilgilendirici önsellerden yararlanılarak hesaplanan Bayesci metaanalizi, tahmin için daha fazla bilgi içermektedir.

Güvenilirliğin metaanalizinde tahmin değerinin yanı sıra "Bir ölçeğin Cronbach alfa katsayısının değeri belirli bir değerden büyüktür" gibi hipotezler test edilmek istenebilmektedir. Bu tür hipotezlerin test edilmesinde, Bayesci yaklaşım ile ilgili hipoteze ait doğrudan olasılık değerinin elde edilmesinden dolayı daha sezgisel bir sonuç vermektedir.

Literatürde, Cronbach alfa katsayısının Bayesci metaanaliziyle ilgili yöntem önermesi dışında uygulamasıyla ilgili çalışmalara rastlanmaması nedeniyle elde edilen analiz sonuçları karşılaştırılamamıştır. Bu da ilgili çalışmanın literatüre katkısı açısından önemini göstermektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada, Cronbach alfa katsayısının Bayesci metaanalizi ve Cronbach alfa katsayısına ilişkin kurulan hipotezlerin Bayesci metaanalizi ile doğrudan test edilmesi ele alınmıştır. Bayesci metaanalizinin klasik metaanalizinden ayrışmasında en önemli nokta önsel dağılımın analize dâhil edilmesidir. Burada hem bilgilendirici olmayan hem de bilgilendirici önseller için Bayesci metaanalizi hesaplanmıştır. López-Nicolás ve ark. 2021 yılında obsesif kompulsif bozukluklar için BOKÖ'yü ele alan 72 çalışmadan derlenen veriler kullanılmış ve "Bu ölçeğin Cronbach alfa katsayı değeri 0,9'dan büyüktür" hipotezi test edilmiştir.[35] Sonuç olarak Cronbach alfa katsayısının Bayesci metaanalizine ait tahmin değerinin %95 güvenirlik aralığının oldukça dar olması iyi bir tahmin elde edildiğini göstermiştir. Ayrıca test edilen hipotezlerin, özellikle daha önceki bilgilerden yararlanarak elde edilen bilgilendirici önsel için istatistiksel olarak daha güçlü bir şekilde karara bağladığı saptanmıştır.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Bu çalışma tamamen yazarın kendi eseri olup başka hiçbir yazar katkısı alınmamıştır.

KAYNAKLAR

1. Peter JP. Reliability: a review of psychometric basics and recent marketing practices. Journal of Marketing Research. 1979;16(1):6-17. [Crossref]
2. Peterson RA. A meta-analysis of cronbach's coefficient alpha. Journal of Consumer Research. 1994;21(2):381-91. [Crossref]
3. Davis FB. Educational Measurements and Their Interpretation. Belmont, CA: Wadsworth; 1964. p.24.
4. Nunnally JC. Psychometric Theory [Uses of the reliability coeffiecient]. 2nd ed. New York: McGraw-Hill. 1978. p.245-6.
5. Kaplan RW, Saccuzzo DP. Psychological Testing: Principles, Applications, and Issues: [Principles]. 1st ed. Monterey, CA: Brooks/Cole; 1982. p.106.
6. Aldridge VK, Dovey TM, Wade A. Assessing test-retest reliability of psychological measures: Persistent methodological problems. European Psychologist. 2017;22(4):207-18. [Crossref]
7. Corbetta P. Quantitative techniques. Social Research: Theory, Methods and Techniques. 1st ed. London: SAGE Publications; 2003. p.81-2. [Crossref] [PMC]
8. Benedict RH. Effects of using same- versus alternate-form memory tests during short-interval repeated assessments in multiple sclerosis. J Int Neuropsychol Soc. 2005;11(6):727-36. [Crossref] [PubMed]
9. Lord FM, Novick MR. Statistical Theories of Mental Test Scores. Reading, MA: Addison-Wesley; 1968.
10. Cronbach LJ. Coefficient alpha and the internal structure of tests. Psychometrika. 1951;16:297-334. [Crossref]
11. Sijtsma K. On the use, the misuse, and the very limited usefulness of Cronbach's alpha. Psychometrika. 2009;74(1):107-20. [Crossref] [PubMed] [PMC]
12. Watson JD, Crick FH. Molecular structure of nucleic acids; a structure for deoxyribose nucleic acid. Nature. 1953;171(4356):737-8. [Crossref] [PubMed]
13. Schmitt N. Uses and abuses of coefficient alpha. Psychological Assessment. 1996;8(4):350-53. [Crossref]
14. Tavakol M, Dennick R. Making sense of Cronbach's alpha. Int J Med Educ. 2011;2:53-55. [Crossref] [PubMed] [PMC]
15. Vacha-Haase T. Reliability generalization: Exploring variance in measurement error affecting score reliability across studies. Educational and Psychological Measurement. 1998;58(1):6-20. [Crossref]
16. Sawilowsky SS. Psychometrics versus datametrics: Comment on Vacha-Haase's "reliability generalization" method and some EPM editorial policies. Educational and Psychological Measurement. 2000;60(2):157-73. [Crossref]
17. Rodriguez MC, Maeda Y. Meta-analysis of coefficient alpha. Psychological Methods. 2006;11(3):306-22. [Crossref] [PubMed]
18. Gelman A, Carlin JB, Stern HS, Rubin DB. Bayesian Data Analysis: [Single-parameter models]. 2nd ed. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC; 2003. p.38-62. [Crossref]
19. Brannick MT, Zhang N. Bayesian meta-analysis of coefficient alpha. Research Synthesis Methods. 2013;4(2):198-207. [Crossref] [PubMed]
20. Okada K. Bayesian meta-analysis of Cronbach's coefficient alpha to evaluate informative hypotheses. Res Synth Methods. 2015;6(4):333-46. [Crossref] [PubMed]
21. Cortina JM. What is coefficient alpha? An examination of theory and application. Journal of Applied Psychology. 1993;78(1):98-104. [Crossref]
22. Barry AE, Chaney B, Piazza-Gardner AK, Chavarria EA. Validity and reliability reporting practices in the field of health education and behavior: a review of seven journals. Health Educ Behav. 2014;41(1):12-8. [Crossref] [PubMed]
23. Flake JK, Pek J, Hehman E. Construct validation in social and personality research: Current practice and recommendations. Social Psychological and Personality Science. 2017;8(4):370-8. [Crossref]
24. George D, Mallery P. SPSS for Windows Step by Step, A Simple Guide and Reference, 11.0 Update [Reliability Analysis: Coefficient Alpha and split-half Reliability]. 4th ed. Boston, MA: Allyn & Bacon; 2003. p.231.
25. Feldt LS. The approximate sampling distribution of Kuder-Richardson reliability coefficient twenty. Psychometrika. 1965;30(3):357-70. [Crossref] [PubMed]
26. Kristof W. The statistical theory of stepped-up reliability coefficients when a test has been divided into several equivalent parts. Psychometrika. 1963;28(3):221-38. [Crossref]
27. Hakstian AR, Whalen TE. A K-sample significance test for independent alpha coefficients. Psychometrika. 1976;41(2):219-31. [Crossref]
28. Gelman A, Hill J. Data Analysis Using Regression and Multilevel/Hierarchical Models [Likelihood and Bayesian inference and computation]. 1st ed. Cambridge UK: Cambridge University Press; 2007. p.387-413.
29. Daniels MJ. A prior for the variance in hierarchical models. Canadian Journal of Statistics. 1999;27(3):567-78. [Crossref]
30. Gelman A. Prior distributions for variance parameters in hierarchical models. Bayesian Analysis. 2006;1(3):515-34. [Crossref]
31. Polson NG, Scott JG. On the half-Cauchy prior for a global scale parameter. Bayesian Analysis. 2012;7(4):887-902. [Crossref]
32. Lodewyckx T, Kim W, Lee MD, Tuerlinckx, Kuppens P, Wagenmakers EJ. A tutorial on Bayes factor estimation with the product space method. Journal of Mathematical Psychology. 2011;55(5):331-47. [Crossref]
33. López-Nicolás R, Rubio-Aparicio M, López-Ibá-ez C, Sánchez-Meca J. A reliability generalization meta-analysis of the dimensional obsessive-compulsive scale. Psicothema. 2021;33(3):481-9. [PubMed]
34. Bolstad WM. Introduction to Bayesian Statistics [Bayesian Inference for Difference Between Means]. 2nd ed. New Jersey: Wiley-Interscience; 2007. p.247.