

Değişkenlerin Kategori Sayılarının ve Dağılımlarının Korelasyon Katsayılarına Etkisi*

Abdullah Faruk Kılıç¹

Öz

Korelasyon katsayıları birçok bilim alanında kullanılmaktadır. Bilim alanlarına göre kullanılan değişkenlerin tipleri de farklılaşabilmektedir. Bu çalışmada farklı örneklem büyüklüklerinde değişkenlerin kategori sayısı ve çarpıklığının korelasyon katsayılarına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda gerçekleştirilen Monte Carlo simülasyon çalışmasıyla polikorik / tetrakorik, Pearson momentler çarpımı (PMÇ), Spearman'ın sıra farkları (ρ), Kendall'ın Tau, Goodman-Kruskal Gamma ve Lambda katsayıları karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda polikorik / tetrakorik korelasyon katsayısının diğer yöntemlere göre daha yansız sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Kategori sayısının artmasıyla normal dağılan veri setlerinde PMÇ de yansız kestirimler yapabilmektedir. Ancak çarpık dağılan veri setlerinde PMÇ'nin parametrik olmayan alternatifi olan Spearman'ın sıra farkları korelasyon katsayısı, yeterli performansı gösterememiştir. Polikorik korelasyon katsayısı, hem normal hem de çarpık dağılan veri setlerinde diğer yöntemlere nazaran daha yansız ve doğru sonuçlar vermiştir. Araştırma bulgularına göre kategorik verilerle gerçekleştirilen korelasyon analizinde polikorik / tetrakorik korelasyon katsayısının kullanılması önerilmektedir. Kategori sayısı arttıkça değişkenin sürekli kabul edilebileceği belirtilse de korelasyon analizi sonuçlarında PMÇ ve parametrik olmayan karşılığı olan Spearman'ın sıra farkları ile Kendall'ın Tau katsayısı yanlı sonuçlar vermiştir.

Anahtar Sözcükler

Goodman Kruskal Gamma
Goodman Kruskal Lambda
Pearson korelasyonu
Kendall Tau
Polikorik korelasyon

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi
03 Mart 2021
Kabul Tarihi
13 Ocak 2022
Makale Türü
Araştırma Makalesi

The Effect of Categories and Distribution of Variables on Correlation Coefficients*

Abstract

Correlation coefficients are used in many scientific fields. The types of variables used can also vary according to the scientific fields. In the current study, it was aimed to examine the effect of the number of categories and skewness of variables in different sample sizes on the correlation coefficients. Monte Carlo simulation study was conducted and polychoric / tetrachoric, Pearson product moments (PPM), Spearman's rank differences (ρ), Kendall's Tau, Goodman-Kruskal Gamma and Lambda coefficients were compared. As a result of the study, it was observed that the polychoric / tetrachoric correlation coefficient had more unbiased results than others. With the increase in the number of categories, unbiased estimates were made by PPM in normally distributed data sets. However, Spearman's ρ could not show sufficient performance in the skewed data sets. The polychoric correlation coefficient gave more unbiased and accurate results in both normal and skewed data compared to other methods. According to the research findings, it is recommended to use the polychoric / tetrachoric correlation coefficient in the correlation analysis performed with categorical data. Although it is stated that the variable can be analyzed as continuous when the number of categories increases, PPM and its non-parametric alternatives Spearman's ρ , Kendall's Tau coefficient gave biased results.

Keywords


Goodman Kruskal Gamma
Goodman Kruskal Lambda
Pearson correlation
Kendall Tau
Polychoric correlation

Article Info

Received
March 03, 2021
Accepted
January 13, 2022
Article Type
Research Paper

Atf. Kılıç, A. F. (2022). Değişkenlerin kategori sayılarının ve dağılımlarının korelasyon katsayılarına etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 23(1), 50-80. doi: 10.12984/eggedf.890104

* Bu araştırmanın pilot çalışmasının sonuçları, 1-2 Eylül 2020 tarihleri arasında İstanbul'da düzenlenen V. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. [The results of the pilot study of this research was presented as an oral presentation at the Fifth International Scientific Research E-Congress held on 1-2 September 2020 in İstanbul.]

¹  Adıyaman Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, Türkiye, abdullahfarukkilic@gmail.com

Extended Abstract

Introduction

The relationship between the two variables is a curious issue for most researchers. Investigating the relationships between variables in most of the scientific fields such as educational sciences, social sciences, health sciences or natural sciences constitute the research problems. In addition, using the network of relationships between variables, the structures formed by variables can also be examined. The examination of the relationships between variables properly becomes important not only in examining the relationship between two variables, but also in making decisions about the structure formed by the variables. Correlation coefficients are used to examine the relationships between variables.

The correlation coefficients have different assumptions and developed / modified forms for different data types. However, it can be said that the most used correlation coefficient in the literature is the Pearson product moment (PPM) correlation coefficient (Coolen-Maturi & Elsayigh, 2010). However, both variables must be distributed normally to use PPM. On the other hand, in cases where the data are not distributed normally, Spearman's rho or Kendall's Tau coefficient are used instead of PMM. However, this situation is criticized in terms of correlation coefficients approach. PPM examines the linearity of the relationship while the nonparametric ones examine the monotonicity of the relationship (Coolen-Maturi & Elsayigh, 2010). In addition, it is also stated that due to the calculation formula, it gives approximate results when two variables have the same value. For example, it is recommended to use Kendall's Tau instead of Spearman's rho, as it gives an approximate value if the values of X and Y variables have one or more of the same order (Hahs-Vaughn & Lomax, 2020). Since the correlation coefficients are developed to be used in different data specifications, it is important to examine how they give results under different conditions. For this reason, it becomes important to decide which correlation coefficient to use when it is needed to examine the relationships in situations where variables are not normally distributed or are categorical. In this study, Goodman-Kruskal Gamma and Lambda coefficients, polychoric / tetrachoric correlation coefficients, PPM, Spearman's rho and Kendall's Tau were examined. The research questions were created as to what extend is there a change in i) correct estimation percentages, ii) relative bias, and iii) mean squared error values obtained from the correlation coefficients?

Method

This study, which was carried out to compare the correlation coefficients according to different categories of variables and data distribution characteristics, is a Monte Carlo simulation study. Monte Carlo Simulation studies are statistical sampling studies in which sample data that will show a certain distribution specification are produced (Bandalos & Leite, 2013).

In the study, the categories of variables (2, 3, 4, 5 and 7), the magnitude of the relationship between the variables (0.20, 0.40, 0.60 and 0.80), the distribution of the variables (left skewed, normal, right skewed), and the sample size (50, 100, 200, 500, 1000 and 5000) conditions were manipulated. Accordingly, $5 \times 4 \times 3 \times 6 = 360$ conditions were studied, and 250 replications were made for each condition.

R software (R Core Team, 2020) was used for data generation and analysis. In the research, firstly the dataset was generated continuously and then categorized with the used thresholds. The *stats* package, which is part of the R software (R Core Team, 2020) was used for data generation and calculation of PPM, Kendall's Tau and Spearman's rho coefficient. The *psych* package (Revelle, 2020) was used to calculate tetrachoric / polychoric correlation. Goodman-Kruskal Gamma and Lambda was calculated by *DescTools* package (Signorell et al., 2020).

Percent of correct estimate (PCE), relative bias and mean squared error were used as outcome variables in the study. For the PCE, firstly an acceptable range was created by calculating $\pm 5\%$ of the real (population) correlation value. Then, it was examined what percentage of the estimated correlation values for 250 replications fall within this range. Relative bias was calculated as;

$$RB = \frac{\hat{\rho} - \rho_{true}}{\rho_{true}} \quad (1)$$

Where $\hat{\rho}$, is the average correlation value obtained from the methods, ρ_{true} is the true correlation (population) value. Since it is stated in the literature that the estimate is acceptable when $|RB|$ is less than 0.10 (Flora & Curran, 2004; Forero and Maydeu-Olivares, 2009), the cutoff value was used in this study as 0.10. In addition, the mean squared error calculated as (Bandalos & Leite, 2013);

$$MSE = \sum_{j=1}^{n_{rep}} \frac{(\hat{\rho}_j - \rho)^2}{n_{rep}} \quad (2)$$

Where n_{rep} is the number of replication (250), $\hat{\rho}_j$ is estimated correlation value obtained from correlation coefficient for one replication, ρ is true (population) correlation value.

Findings

When the percentage of correct estimates (PCE) was examined, it can be said that correlation coefficients except for polychoric correlation, did not exceed 90% under any conditions. In addition, no correlation coefficient could exceed 90% under any condition where the sample size is 50, 100 and 200.

The polychoric correlation coefficient has acceptable performance (PCE > 90%) under conditions where sample size was 500, the magnitude of relationship was 0.80, and the number of categories was 4, 5 and 7. As the magnitude of the relationship between two variables increased, PCE values were increased for the polychoric correlation coefficient.

According to the relative bias (RB) values, Goodman-Kruskal Gamma, lambda and Kendall's Tau coefficient could not perform adequately under any conditions ($|RB| < 0.10$). Goodman-Kruskal Gamma and Kendall's Tau coefficient are negatively biased under all conditions. The Goodman-Kruskal lambda coefficient was positively biased where data was right-skewed, magnitude of relationship was 0.20. Except for this condition, it was negatively biased in other all conditions. Goodman-Kruskal Gamma coefficient generally estimated the correlation between variables about zero. The lambda coefficient, on the other hand, made less biased estimates than the Gamma coefficient, but still was not within an acceptable range. Kendall's Tau coefficient has a relative bias ranging from -0.17 to -0.58. It can be said that Kendall's Tau coefficient is less biased compared to Goodman-Kruskal Lambda and Gamma coefficients.

According to mean squared error (MSE) values, it can be said that PPM, Spearman's rho and Kendall's Tau coefficient have similar values. The polychoric correlation coefficient has values very close to zero. However, the MSE values of Goodman-Kruskal Gamma and Lambda coefficients are higher than the other ones. As the magnitude of relationship increases MSE values of Gamma and Lambda coefficients also increases. However, it can be said that Gamma coefficient has more biased estimates than Lambda coefficient. It can be said that the magnitude of relationship has an effect on MSE values.

Discussion and Conclusion

In summary, it can be suggested that the correlation between the two categorical variables should be calculated by using the polychoric / tetrachoric correlation coefficient according to the research findings. However, the eigenvalues could be negative (Cooper, 2019) when polychoric correlation is used in some cases for factor analysis. Therefore, the results of the use of these correlation coefficients in factor analysis can be examined in future studies. In addition, in the correlational studies PPM, Spearman's rho and Kendall's Tau coefficients can be used instead of polychoric correlation if the categorical data normally distributed. However, the polychoric correlation coefficient will provide more unbiased results for skewed data sets.

This research is limited to simulation conditions. Therefore, in factor analytical models, the results of the correlation coefficients can be examined under conditions where the underlying variable was nonnormal or by using different threshold points.

Giriş

İki değişken arasındaki ilişki, çoğu araştırmacı için merak edilen bir konudur. Eğitim bilimleri, sosyal bilimler, sağlık, tarım ya da fen bilimleri gibi bilimsel çalışma alanlarının büyük bir kısmında değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesi, araştırma problemlerini oluşturmaktadır. Değişkenler arasındaki ilişkiler belirlendikten sonra gelecek çalışmalarda bu ilişkinin nedenleri ya da bu ilişkide hangi değişkenin diğerinin nedeni olduğuna yönelik çalışmalar gerçekleştirilebilmektedir. Ancak tüm bu çalışmaların gerçekleştirilebilmesi, araştırmalarda kullanılan korelasyon katsayılarının doğru sonuçlar vermesine bağlıdır.

Korelasyon katsayılarının farklı varsayımları ve farklı veri tipleri için geliştirilmiş / düzenlenmiş formları bulunmaktadır. Bununla beraber alanyazında en çok kullanılan korelasyon katsayısının Pearson momentler çarpımı (PMÇ) korelasyon katsayısı olduğu söylenebilir (Coolen-Maturi ve Elsayigh, 2010). PMÇ'nin kullanılabilmesi için her iki değişkenin de normal dağılması gerekmektedir (Schober, Boer ve Schwarte, 2018). Diğer taraftan değişkenlerin normal dağılmadığı durumda PMÇ yerine Spearman'ın sıra farkları (ρ) ya da Kendall'ın Tau katsayısının kullanılması önerilmektedir. Ancak bu katsayılar PMÇ ile aynı özelliğe odaklanmamaktadır. PMÇ değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiyi incelemektedir. Ancak Spearman'ın sıra farkları (ρ) ya da Kendall'ın Tau katsayısı iki değişken arasındaki ilişkinin monotonluğunu dikkate almaktadır (Coolen-Maturi ve Elsayigh, 2010). Ayrıca hesaplama formülü nedeniyle iki değişkenin aynı değere sahip olması durumunda yaklaşık sonuçlar verdiği belirtilmektedir. Örneğin X ve Y değişkeninin bir ya da birden fazla aynı sıra değerinde olan ölçüme sahip olması durumunda yaklaşık bir değer vermesi nedeniyle, Spearman'ın ρ katsayısı yerine Kendall'ın Tau katsayısının kullanılması önerilmektedir (Hahs-Vaughn ve Lomax, 2020). Buradan da anlaşılacağı üzere korelasyon katsayıları farklı değişken tipleri ya da koşullarında kullanılmak için geliştirilmiştir. Bu nedenle değişkenlerin normal dağılmadığı ya da kategorik olduğu durumlar için ilişkilerin incelenmesi ihtiyacı ortaya çıktığında hangi korelasyon katsayısının kullanılacağına karar verilmesi önemli hâle gelmektedir. Korelasyon katsayıları her ne kadar geliştirilme sürecinde bazı varsayımlara dayanarak geliştirilseler de varsayımlarının sağlanmadığı durumda nasıl sonuçlar verdiğinin incelenmesi yol gösterici olabilir. Örneğin kategorik ve / veya çarpık dağılan değişkenlerde hangi korelasyon katsayısının gerçek değere daha yakın sonuçlar verdiği, araştırmacılara da yol gösterici olabileceğinden, çalışmayı önemli hâle getirdiği düşünülmektedir. Bu araştırmada Polikorik, Pearson momentler çarpımı (PMÇ), Spearman'ın ρ , Kendall'ın Tau, Goodman ve Kruskal'ın Gamma ve Lambda katsayıları incelenmiştir. Korelasyon katsayılarının hesaplama sürecinin bilinmesinin, katsayıların yorumlanmasını veya yanlış sonuçlar verdiği durumda bunun nedeni hakkında fikir yürütmeyi kolaylaştıracığı düşünülmektedir. Bu nedenle bu bölümde, hesaplama bağlantılarına yer verilmiştir.

Korelasyon Katsayıları

Polikorik Korelasyon Katsayısı. Polikorik korelasyon katsayısının elde edilmesinde farklı yöntemler mevcuttur. Polikorik korelasyon katsayısı eğer değişkenler iki kategoriden oluşuyorsa tetrakorik korelasyon katsayısı olarak isimlendirilmektedir. Tetrakorik korelasyon katsayısı;

$$r_{tet} = \cos \left(\frac{\pi}{1 + \sqrt{\frac{B \cdot C}{A \cdot D}}} \right) \quad (1)$$

ile hesaplanmaktadır. Eşitlik (1)'de verilen A, B, C ve D değerleri, iki değişkenin frekanslarıyla oluşturulan çapraz tabloda verileri belirtmektedir (Baykul, 2010; Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2012). Polikorik korelasyonun hesaplanmasında integral çözümleri ile en çok olabilirlik yöntemi yardımıyla iki adımda kestirim yapılmaktadır (Jöreskog, 1994; Olsson, 1979).

Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon Katsayısı (PMÇ). Bu korelasyon katsayısı şu şekilde hesaplanmaktadır (Tabachnick ve Fidell, 2019):

$$r_{PMÇ} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (2)$$

Eşitlik (2)'de X ve Y değişkenlerin aldıkları değerleri, N ise örneklem büyüklüğünü ifade etmektedir. PMÇ korelasyon katsayısı, her iki değişkenin normal dağılım gösterdiği ve en az eşit aralık düzeyinde olduğu durumlarda kullanılmaktadır.

Spearman'ın Sıra Farkları Korelasyon Katsayısı (ρ). Bu korelasyon katsayısı, değişkenlerin ölçeği sıralama düzeyinde olduğunda kullanılmaktadır. Değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiyi değil, değişkenlerin monoton olarak artıp azalmasını incelemektedir. ρ katsayısı şu şekilde elde edilmektedir (Hahs-Vaughn ve Lomax, 2020):

$$r_s = 1 - \frac{6[\sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)]}{n(n^2 - 1)} \quad (3)$$

Eşitlik (3)'te $X_i - Y_i$ sıra farklarını ifade ederken n örneklem büyüklüğünü ifade etmektedir.

Kendall'in Tau Katsayısı (τ). Bu korelasyon katsayısı Spearman'ın rho katsayısına çok benzemektedir ve sıralı veri tipinde kullanılmaktadır. Kendall'in Tau katsayısı hesaplanırken Spearman'ın rho katsayısından farklı olarak X değişkeni sıraya konulduktan sonra Y değişkeninde farklı sırada olan çiftler incelenmektedir. Böylece eşleşmeyen çift sayısı ile Kendall'in Tau (τ) korelasyon katsayısı hesaplanmaktadır. Buna göre her iki değişkendeki tüm veriler aynı sıra numarasıyla eşleşirse Kendall'in Tau katsayısı +1 değerini alacaktır. Diğer taraftan eğer hiçbir sıra uyumlu değilse bu durumda da Tau, -1 olacaktır (Hahs-Vaughn ve Lomax, 2020). Buna göre Kendall'in Tau katsayısı şu şekilde elde edilmektedir (Kolassa, 2020):

$$r_\tau = 1 - \frac{2(P - Q)}{n(n - 1)} \quad (4)$$

Eşitlik (4)'te P uyumlu çift sayısını, Q uyumsuz çift sayısını, n örneklem büyüklüğünü ifade etmektedir.

Goodman-Kruskal Lambda Katsayısı. Bu katsayı, iki sınıflama düzeyindeki değişkenin birlikteliğinin (association) bir ölçüsünü vermektedir. Goodman-Kruskal Lambda katsayısı şu şekilde hesaplanmaktadır (Goodman ve Kruskal, 1979; Kvålseth, 2018):

$$\hat{\lambda} = \frac{\sum_{i=1}^l p_{im} - p_{+m}}{1 - p_{+m}} \quad (5)$$

Eşitlik (5)'te $p_{+m} = \max_j \{p_{+j}\}$, $p_{im} = \max_j \{p_{ij}\}$ 'yi ifade etmektedir. p_{+j} , $\sum_{i=1}^l p_{ij}$ ile elde edilmektedir. Burada p_{ij} , i . satır ve j . sütunda bulunan çapraz tablo değeridir. Lambda katsayısı, değişkenler birbirinden bağımsız olduğunda 0 değerini almaktadır.

Goodman-Kruskal Gamma Katsayısı. Bu katsayı, iki sıralama düzeyindeki verinin birlikteliğinin (association) bir ölçüsünü vermektedir. Gamma katsayısı uyum ve uyumsuzluk değerleri ile hesaplanmaktadır. Uyum (P) ve uyumsuzluk (Q) değerleri şu şekilde elde edilmektedir (Goodman ve Kruskal, 1954; Kvålseth, 2017):

$$P = \sum_i \sum_{<h} \sum_j \sum_{<k} n_{ij} n_{hk} \quad (6)$$

$$Q = \sum_i \sum_{<h} \sum_j \sum_{>k} n_{ij} n_{hk} \quad (7)$$

Eşitlik (6) ve (7)'de verilen n_{ij} i . satır ve j . sütundaki frekansı, n_{hk} h . satır ve k . sütundaki frekans değerini ifade etmektedir. Bu değerler elde edildikten sonra da Gamma katsayısı şu şekilde hesaplanmaktadır.

$$\gamma = \frac{P - Q}{P + Q} \quad (8)$$

Çalışmanın Amacı ve Önemi

Bu çalışmanın amacı, anılan korelasyon katsayılarının sıralı veri tipindeki kategorik değişkenlerin, kategori sayısı ve dağılımına göre nasıl sonuçlar verdiğinin incelenmesidir. Bu çalışmanın sonucunun üç açıdan önemli olduğu düşünülmektedir: 1) Sıklıkla kategorik veri kullanarak korelasyon analizi gerçekleştirilen bilim dallarında değişkenlerin kategori sayısı ve çarpıklığının korelasyon katsayılarını nasıl etkilediğinin belirlenmesi, hangi korelasyon katsayısının seçilmesi gerektiğini ortaya koyacaktır. 2) Belli varsayımlara göre geliştirilen katsayıların bu varsayımların sağlanmadığı durumda nasıl sonuçlar verdiği incelenebilecektir. Böylece o değişken tipi için geliştirilmese de kullanılabilir olup olmadığı değerlendirilebilecektir. 3) Korelasyon katsayısının yansız kestirilmesi korelasyon (ya da kovaryans) katsayısının kullanıldığı diğer analiz sonuçlarını da olumlu etkileyecektir. Örneğin korelasyon matrisiyle gerçekleştirilen açılımlı faktör analizi için bu çalışma sonucunda yansız kestirimler veren korelasyon matrisi tercihi yapılabilecektir. Diğer taraftan sosyal bilimlerden eğitim bilimlerine, tarıma yönelik çalışmalardan sağlık bilimlerine kadar birçok alanda sıralı düzeydeki kategorik veriler arasındaki korelasyonlar incelenmektedir. Buna göre korelasyon katsayılarının karşılaştırılmasının, geniş bir kitleye hitap etmesi nedeniyle yararlı olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle mevcut araştırmanın birçok bilim alanında kullanılabileceği ifade edilebilir.

Alanyazında korelasyon katsayılarının karşılaştırıldığı çalışmalar incelendiğinde bu çalışmaların bazı açılardan sınırlı olduğu söylenebilir (Altaş, Kaspar ve Ergüt, 2012; Göktaş ve İşçi, 2011; Hauke ve Kossowski, 2011; Şensoy, 2020; Tuğran, Kocak, Mirtağoğlu, Yiğit ve Mendes, 2015). Öncelikle korelasyon katsayılarının

karşılaştırıldığı çalışmaların incelenen alanyazında sayı olarak da az olduğu gözlenmiştir. Bunun yanında bu çalışmaların birkaç yönden sınırlı olduğu düşünülmektedir. Örneğin Altaş ve diğerleri (2012) tarafından gerçekleştirilen simülasyon çalışmasında Spearman'ın rho, Kendall Tau, Goodman ve Kruskal Gamma korelasyon katsayıları karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda Spearman'ın sıra farkları korelasyon katsayısının çoğu koşulda gerçek değere yakın sonuç verdiği raporlanmıştır. Ancak bu çalışmada kategorik veriler için geliştirilen polikorik korelasyon katsayısı kullanılmamış, değişkenlerin çarpıklığı da incelenmemiştir. Halbuki çarpık verilerle pratikteki uygulamalarda sıklıkla karşılaşılmaktadır. Hauke ve Kossowski (2011), PMÇ ile Spearman'ın sıra farkları korelasyon katsayısını, aynı veri seti üzerinde, hangisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu açısından karşılaştırmışlardır. Gerçek veri setiyle gerçekleştirilen araştırma sonucunda PMÇ'de istatistiksel olarak anlamsız bulunan korelasyon katsayısının, Spearman'ın sıra farkları korelasyon katsayısı hesaplandığında anlamlı olabileceği belirtilmiştir. Ayrıca PMÇ negatif iken Spearman'ın pozitif çıktığı durumların da olabileceği ve bu nedenle değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesinde Spearman'ın sıra farkları korelasyon katsayısına temkinli yaklaşılması yani gereğinden fazla anlam yüklenmemesi gerektiğini vurgulamışlardır. Hauke ve Kossowski'nin (2011) gerçekleştirdiği bu çalışmanın sınırlılığı, gerçek veri setiyle analizler gerçekleştirilerek katsayıların istatistiksel anlamlılığına odaklanmasıdır. Gökteş ve İşçi (2011) tarafından gerçekleştirilen simülasyon çalışmasında PMÇ, Spearman, Gamma, Kendall'in Tau-b, Tau-c, ve Somer'in d katsayıları karşılaştırılmıştır. Kapsamlı bir simülasyon çalışması olmasına rağmen bu çalışmada verilerin çarpıklığı koşulu ele alınmamıştır. Tuğran ve diğerleri (2015) tarafından gerçekleştirilen simülasyon çalışmasında ise PMÇ, Spearman, Kendall'in Tau, permütasyon temelli ve Winsorized korelasyon katsayıları 1. tip hata ve güç açısından karşılaştırılmıştır. Simülasyonun kapsamı geniş olmasına rağmen 1. tip hata ve güç açısından korelasyon katsayılarının karşılaştırılması, çalışmanın sınırlılığını oluşturmaktadır. Çünkü korelasyon katsayısı sıfırdan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaşabilir ancak gerçek korelasyon değerine yakın olmayabilir (yanlı olabilir). Şensoy (2020) tarafından gerçekleştirilen simülasyon çalışmasında PMÇ, Spearman, Kendall'in Tau-b, Kendall'in Tau-c, Gamma ve Somer'in d katsayılarını karşılaştırılmıştır. Ancak bu çalışmada da değişkenlerin çarpıklığının simülasyon koşulu olarak belirlenmemesi bir sınırlılık oluşturmaktadır. Bu çalışmada diğer çalışmalarda karşılaştırılmayan değişkenlerin çarpıklığı ve kategori sayısı koşulları manipüle edilerek bir simülasyon çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla kategorik verilerde kullanılan Polikorik korelasyon katsayısı ile PMÇ, Spearman'ın rho, Kendall'in Tau, Goodman-Kruskal Gamma ve Lambda katsayıları farklı simülasyon koşulları altında karşılaştırılmıştır. Bu doğrultuda araştırma problemi "Korelasyon katsayıları farklı simülasyon koşullarında nasıl sonuçlar vermektedir?" şeklinde oluşturulmuştur. Bu probleme cevap bulmak amacıyla şu alt problemlere yanıt aranmıştır: Korelasyon katsayılarından elde edilen i) doğru kestirim yüzdeleri, ii) göreceli yanlılık ve iii) ortalama hata kareleri değerleri nasıldır?

Yöntem

Korelasyon katsayılarının, farklı veri tipi ve dağılım özelliklerine göre karşılaştırılması amacıyla gerçekleştirilen bu çalışma, bir Monte Carlo simülasyon çalışmasıdır. Monte Carlo simülasyon çalışmaları, belli bir dağılım özelliği gösterecek örneklem verisinin üretildiği istatistiksel örnekleme araştırmalarıdır (Bandalos ve Leite, 2013). Bunun yanında simülasyon çalışmalarının deneysel çalışma kategorisine girdiğini belirten araştırmacılar da bulunmaktadır (Feinberg ve Rubright, 2016).

Simülasyon Koşulları

Araştırmada değişkenlerin kategori sayısı (2, 3, 4, 5 ve 7), değişkenler arasındaki ilişkinin gücü (0.20, 0.40, 0.60 ve 0.80), değişkenlerin dağılımı (sola çarpık, normal ve sağa çarpık) ve örneklem büyüklüğü (50, 100, 200, 500, 1000 ve 5000) koşulları manipüle edilmiştir. Buna göre $5 \times 4 \times 3 \times 6 = 360$ koşulda çalışılmış olup her bir koşul için 250 tekrar yapılmıştır. Simülasyon çalışmalarında kaç tekrar veri üretilmesi gerektiğiyle ilgili net bir sayı bulunmamaktadır. Tekrar sayısı araştırmacının imkân ve zamanıyla ilgili bir durumdur. Bu nedenle çalışmanın amacı ve değişkenlerine göre tekrar sayısına karar vermek gerekmektedir. Örneğin Baris Pekmezci ve Sengul Avsar (2021) madde tepki kuramı simülasyonları için tekrar sayısının 625'in üzerinde olması durumunda 1. tip hatanın azalacağı ve gücün yükseleceğini ancak en az 156 tekrar yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Diğer taraftan Kılıç, Uysal ve Doğan (2018), 50 tekrarın faktör yüklerini stabil hâle getirdiğini raporlamışlardır. Bu nedenle bu çalışmada anılan tekrar sayısı kadar veri seti üretilmiştir.

Değişkenler, kategori sayısı 2, 3, 4, 5 ve 7 olacak şekilde kategorik hâle getirilmiştir. Alanyazında değişkenlerin kategori sayısı arttıkça değişkenlerin sürekli olarak kabul edilebileceği belirtilmektedir. Bunun için Cooper (2019), kategori sayısının 5 ve üzerinde olması gerektiğini belirtirken Finney ve DiStefano (2013), kategori sayısının 6 ve üzerinde olması gerektiğini savunmaktadırlar. Verinin sürekli olarak kabul edildiği durumda Pearson momentler çarpımı (PMÇ) korelasyon katsayısı kullanılabilir. Ancak PMÇ kullanıldığında normal ve çarpık dağılan veri setlerinde gerçek korelasyon değerine ne kadar yakın sonuçlar elde edileceğinin incelenmesi önemlidir. Bu nedenle değişkenlerin kategori sayısının korelasyon katsayıları üzerinde etkisinin incelenmesi amacıyla kategori sayıları anılan şekilde belirlenmiştir.

Değişkenler arasındaki ilişkinin gücü; 0.20, 0.40, 0.60 ve 0.80 olacak şekilde manipüle edilmiştir. Korelasyon katsayısının 0.20 olması düşük, 0.80 olması ilişkinin yüksek olduğu anlamına gelmektedir (Akbulut, 2016). Bu nedenle bu korelasyon katsayıları seçilmiştir. Korelasyon katsayılarının 0.40 ve 0.60 olduğu koşullar, ilişkinin gücünün yükselmesinin korelasyon katsayılarına etkisinin incelenmesi amacıyla araştırmaya eklenmiştir.

Değişkenlerin dağılımı, sola çarpık, normal ve sağa çarpık olacak şekilde manipüle edilmiştir. İlk olarak her iki değişken de sürekli ve normal dağılım gösterecek şekilde üretilmiştir. Üretilen veri setlerinin ortalamasının 0 (-0.000006), standart sapmasının 1 (1.000197) olduğu gözlenmiştir. Üretilen veri seti simülasyon koşulundaki kategori sayısına göre kategorik hâle getirilmiştir. Değişkenler kategorik hâle getirilirken kullanılan eşik noktalarına (Ek D) göre çarpık ya da normal dağılım gösteren değişkenler elde edilmiştir. Sola ve sağa çarpık dağılan değişkenlerin çarpıklık katsayısı sırasıyla -2.5 ve 2.5 olacak şekilde belirlenmiştir. Buna göre de değişkenler kategorik hâle getirilirken anılan çarpıklık katsayılarını elde edecek şekilde kesme noktaları (threshold) kullanılmıştır. Örneğin 2 kategorili veri setleri öncelikle sürekli yapıda, normal dağılım gösterecek şekilde ve belirlenen korelasyon değerine uygun olarak üretilmiştir. Daha sonra tüm 2 kategorili normal dağılan değişkenler için aynı eşik noktaları kullanılmıştır. Başka bir örnek olarak 7 kategorili ve sağa çarpık dağılan koşulların tümü için aynı eşik noktaları kullanılarak veriler, 7 kategorili ve sağa çarpık dağılacak şekilde kategorik hâle getirilmiştir. Tüm veri setleri değerlendirildiğinde çarpıklık katsayısının ortalamasının normal dağılan veri setleri için 0, sağa çarpık olanlar için 2.45 ve sola çarpık olanlar için -2.44 olduğu gözlenmiştir. Çarpıklık katsayısının ± 2 aralığında olduğu durumda değişkenlerin normal kabul edilebileceğini belirten yazarlar bulunduğundan (Chou ve Bentler, 1995; Curran, West ve Finch, 1996; Finney ve DiStefano, 2013; Muthén ve Kaplan, 1985) araştırmada çarpıklık katsayısı ± 2.5 olarak ele alınmıştır. Böylece değişkenin normal dağıldığının kabul edilebileceği aralığın dışına çıkmıştır.

Örneklem büyüklüğü 50, 100, 200, 500, 1000 ve 5000 olacak şekilde manipüle edilmiştir. Örneklem büyüklüğü koşullarından 50 ve 100, küçük örneklerde korelasyon katsayılarının nasıl sonuçlar verdiğinin incelenmesine imkân vermek amacıyla araştırmaya alınmıştır. 200, 500 ve 1000 örneklem büyüklükleri, örneklemin artmasının korelasyon katsayılarına nasıl etki edeceğini incelemek amacıyla araştırmaya eklenmiştir. Ayrıca araştırmacıların genellikle 200 örneklem büyüklüğüne ulaşabildiği söylenebilir. Kılıç ve Koyuncu (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, ölçek uyarlama araştırmalarının örneklem büyüklüğü ortalamasının 392 olduğu raporlanmıştır. Örneklem büyüklüğünün 5000 olduğu durumda örneklemin çok geniş olduğu ve evrene çok yakın sonuçlar elde edilebileceği söylenebilir. Bu nedenle 5000 örneklem büyüklüğü de araştırmaya dahil edilmiştir. Diğer örneklem büyüklükleri de korelasyon katsayılarının örneklemin büyümesiyle nasıl sonuçlar verdiğinin incelenmesi amacıyla araştırmaya eklenmiştir.

Veri Analizi

Verilerin üretimi ve analizi için R yazılımı (R Core Team, 2020) kullanılmıştır. Veri üretiminde araştırmacı tarafından yazılan kodlardan faydalanılmıştır. Polikorik / tetrakorik korelasyon katsayısının hesaplanmasında *psych* paketi (Revelle, 2020), Pearson momentler çarpımı, Kendall'ın Tau ve Spearman'ın rho katsayısı için R yazılımının (R Core Team, 2020) bir parçası olan *stats* paketi, Goodman-Kruskal Gamma ve Lambda katsayıları için de *DescTools* paketi (Signorell ve diğ., 2020) kullanılmıştır.

Araştırmada katsayıların performanslarını karşılaştırmak için doğru kestirim yüzdesi, görelî yanlılık ve ortalama hata kareleri kullanılmıştır. Doğru kestirim yüzdesi için öncelikle gerçek korelasyon değerinin $\pm 5\%$ 'i hesaplanarak kabul edilebilir aralık oluşturulmuştur. Daha sonra korelasyon katsayılarından elde edilen kestirimlerin yüzde kaçının bu aralıkta yer aldığı incelenmiştir (250 tekrar için). 90% ve üzerinde doğru kestirim yüzdesine sahip yöntemler yeterli kabul edilmiştir. Görelî yanlılık değeri;

$$GY = \frac{\hat{\rho} - \rho_{gerçek}}{\rho_{gerçek}} \quad (8)$$

eşitliği ile hesaplanmıştır. Eşitlik (8)'de $\hat{\rho}$, yöntemlerden elde edilen ortalama korelasyon değerini göstermekteyken $\rho_{gerçek}$ gerçek korelasyon değerini ifade etmektedir. $|GY|$ 'nin 0.10'dan küçük olduğu durumlarda kestirimin kabul edilebilir olduğu alanyazında belirtildiğinden (Flora ve Curran, 2004; Forero ve Maydeu-Olivares, 2009) bu çalışmada da 0.10 değeri kullanılmıştır. Ayrıca ortalama hata kareleri değeri;

$$OHK = \sum_{j=1}^{n_{rep}} \frac{(\hat{\rho}_j - \rho)^2}{n_{tekrar}} \quad (9)$$

eşitliği ile hesaplanmıştır (Bandalos ve Leite, 2013). Burada n_{tekrar} tekrar sayısını, $\hat{\rho}_j$ bir replikasyon için kestirilen korelasyon değerini, ρ gerçek korelasyon değerini ifade etmektedir.

Etik Konular

Araştırma simülatif verilerle gerçekleştirildiği için etik açıdan herhangi bir problem barındırmamaktadır. Simülasyon çalışmalarında veri setleri, bilgisayar ortamında araştırma kapsamında incelenen koşullara göre üretilmektedir. Ayrıca araştırmanın raporlama süreçlerinde etik kurallara uyulmuştur.

Bulgular

Bu bölümde araştırma problemleri doğrultusunda elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

Korelasyon Katsayılarından Elde Edilen Doğru Kestirim Yüzdesi Değerleri

Korelasyon katsayılarından elde edilen doğru kestirim yüzdesi (DKY) değerleriyle oluşturulan grafik Şekil 1’de sunulmuştur. Ayrıca ayrıntılı incelemek isteyen araştırmacılar için sonuçlar Ek A’da tablo halinde verilmiştir. DKY değerleri genel olarak değerlendirildiğinde örneklem büyüklüğünün 50, 100 ve 200 olduğu hiçbir koşulda hiçbir korelasyon katsayısının DKY’sinin %90’ı geçemediği söylenebilir. Polikorik korelasyon haricindeki diğer korelasyon katsayılarının DKY’si ise hiçbir koşulda %90’ı geçmemiştir.

Polikorik korelasyon katsayısının DKY’si korelasyonun büyüklüğü arttıkça yükselmiştir. Ayrıca kategori sayısı arttıkça veri çarpık olsa bile örneklem büyüklüğünün 1000, korelasyon büyüklüğünün 0.80 olduğu koşullarda polikorik korelasyon %90’ın üzerinde DKY’ye sahiptir. Polikorik korelasyon katsayısı; i) örneklem büyüklüğünün 500; kategori sayısının 4, 5 ve 7; korelasyon büyüklüğünün 0.80 olduğu koşulda ii) kategori sayısının 2, örneklem büyüklüğünün 1000, gerçek korelasyonun 0.80 olduğu ve değişkenlerin normal dağıldığı koşullarda iii) örneklem büyüklüğü 5000 ve korelasyon büyüklüğünün 0.60 olduğu koşullarda da %90’ın üzerinde DKY’ye sahiptir.

Korelasyon Katsayılarından Elde Edilen Görelî Yanlılık Değerleri

Korelasyon katsayılarından elde edilen görelî yanlılık değerleriyle oluşturulan grafik, Şekil 2’de sunulmuştur. Ayrıca ayrıntılı olarak incelemek isteyen araştırmacılar için sonuçlar Ek B’de tablo hâlinde verilmiştir.

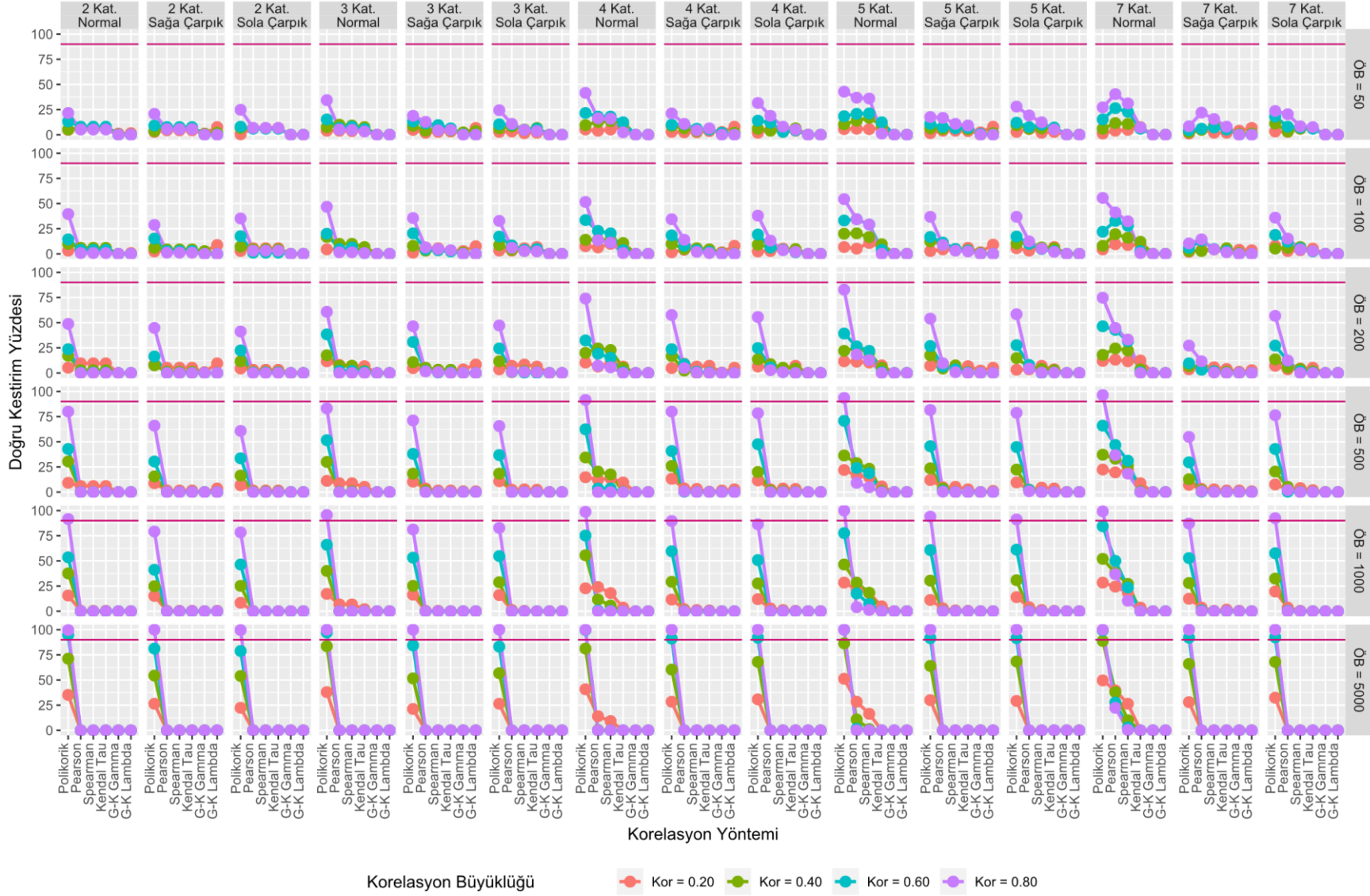
Görelî yanlılık (GY) değerlerine göre Goodman-Kruskal Gamma, Lambda ve Kendall’in Tau katsayısı hiçbir koşulda yeterli performansı ($|GY| < 0.10$) gösterememiştir. Goodman-Kruskal Gamma ve Kendall’in Tau katsayısı her koşulda negatif yanlıdır. Goodman-Kruskal Lambda katsayısı korelasyon büyüklüğünün 0.20 olduğu sağa çarpık veri setlerinde pozitif yanlıyken diğer koşullarda negatif yanlıdır. Goodman-Kruskal Gamma katsayısı genellikle değişkenler arasındaki korelasyonu sıfır civarında kestirmiştir. Lambda katsayısı, Gamma katsayısına göre daha az yanlı kestirim yapmakla birlikte yine de kabul edilebilir aralıkta değildir. Kendall’in Tau katsayısı, -0.17 ile -0.58 arasında değişen görelî yanlılığa sahiptir. Kendall’in Tau katsayısı Goodman-Kruskal Lambda ve Gamma katsayılarına kıyasla daha az yanlı olduğu söylenebilir.

PMÇ korelasyon katsayısı -0.03 ile -0.57 aralığında değişen görelî yanlılık değerlerine sahiptir. Normal dağılan veri setlerinde, kategori sayısı 5 ve daha fazla olduğunda PMÇ’nin görelî yanlılığı kabul edilebilir sınırlarda yer almaktadır. Ancak veri seti çarpık dağıldığında PMÇ negatif yanlı hâle gelmektedir. Normal dağılan veri setlerinde iki değişken arasındaki korelasyonun büyüklüğü arttıkça yanlılık değeri de azalmaktadır.

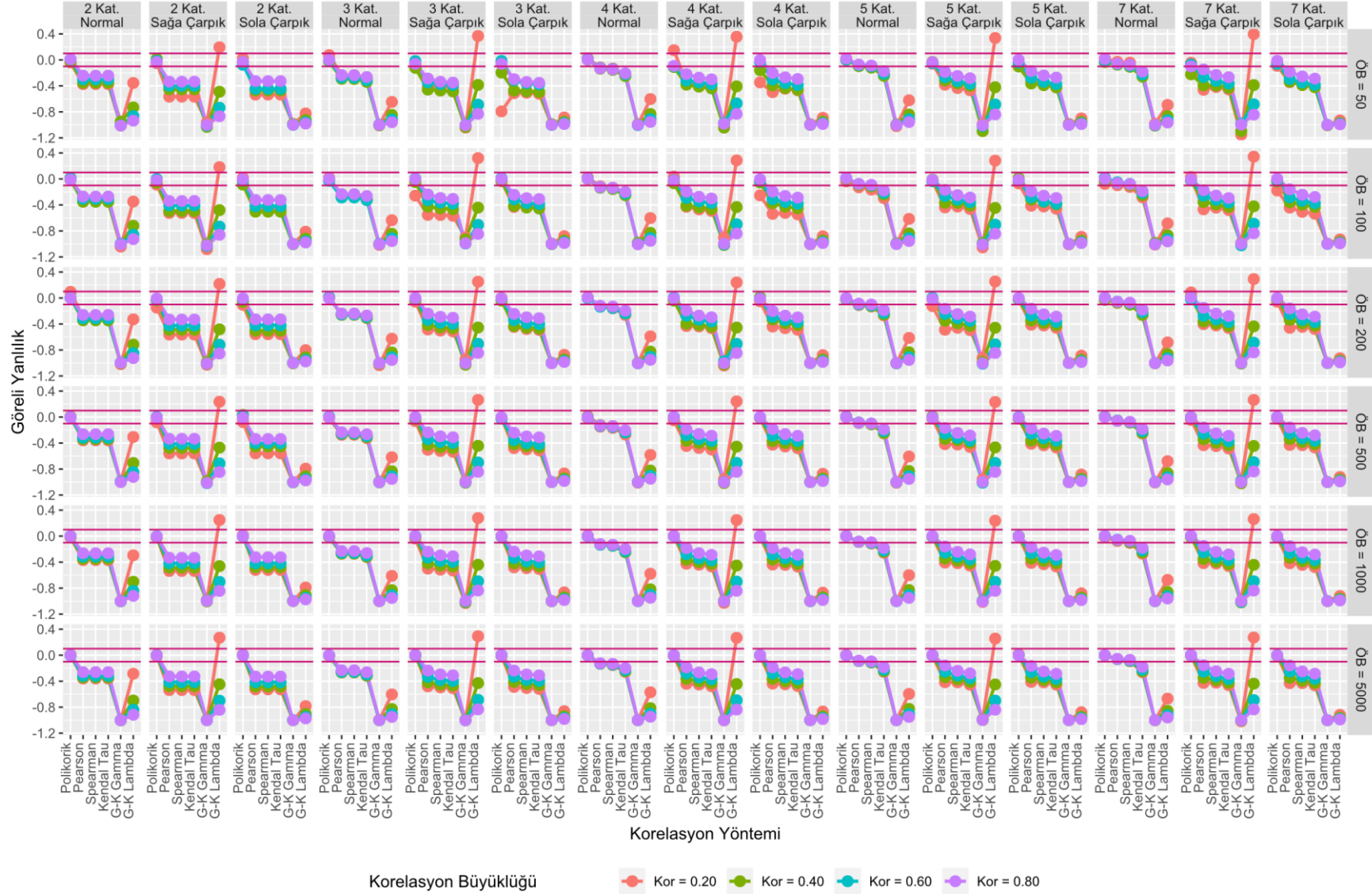
Polikorik korelasyon katsayısı koşulların büyük kısmında (%95.83) kabul edilebilir düzeyde yanlıdır. Veri setinin çarpık dağıldığı küçük örneklemelerde de kabul edilebilir düzeyde yanlı olan Polikorik korelasyon katsayısı -0.79 ile 0.15 aralığında değişen görelî yanlılık değerlerine sahiptir. Polikorik korelasyon katsayısı tüm simülasyon koşulları göz önüne alındığında (360 koşul) 15 koşulda kabul edilebilir aralığın ($|GY| < 0.10$) dışında yanlılık göstermiştir. Bu 15 koşulun; küçük örneklem büyüklüğü, çarpık dağılım ve iki değişken arasındaki korelasyonun düşük olduğu koşullardan oluştuğu söylenebilir.

Spearman’ın rho katsayısı, normal dağılım gösteren değişkenlerde, kategori sayısının 5 olduğu bazı koşullarda ve kategori sayısının 7 olduğu çoğu koşulda kabul edilebilir düzeyde yanlıdır. Kategori sayısının ve iki değişken arasındaki korelasyonun büyüklüğünün artması, rho katsayısının yanlılığını kabul edilebilir düzeye getirmiştir. Spearman’ın rho katsayısı -0.57 ile -0.04 aralığında değişen görelî yanlılık değerlerine sahiptir.

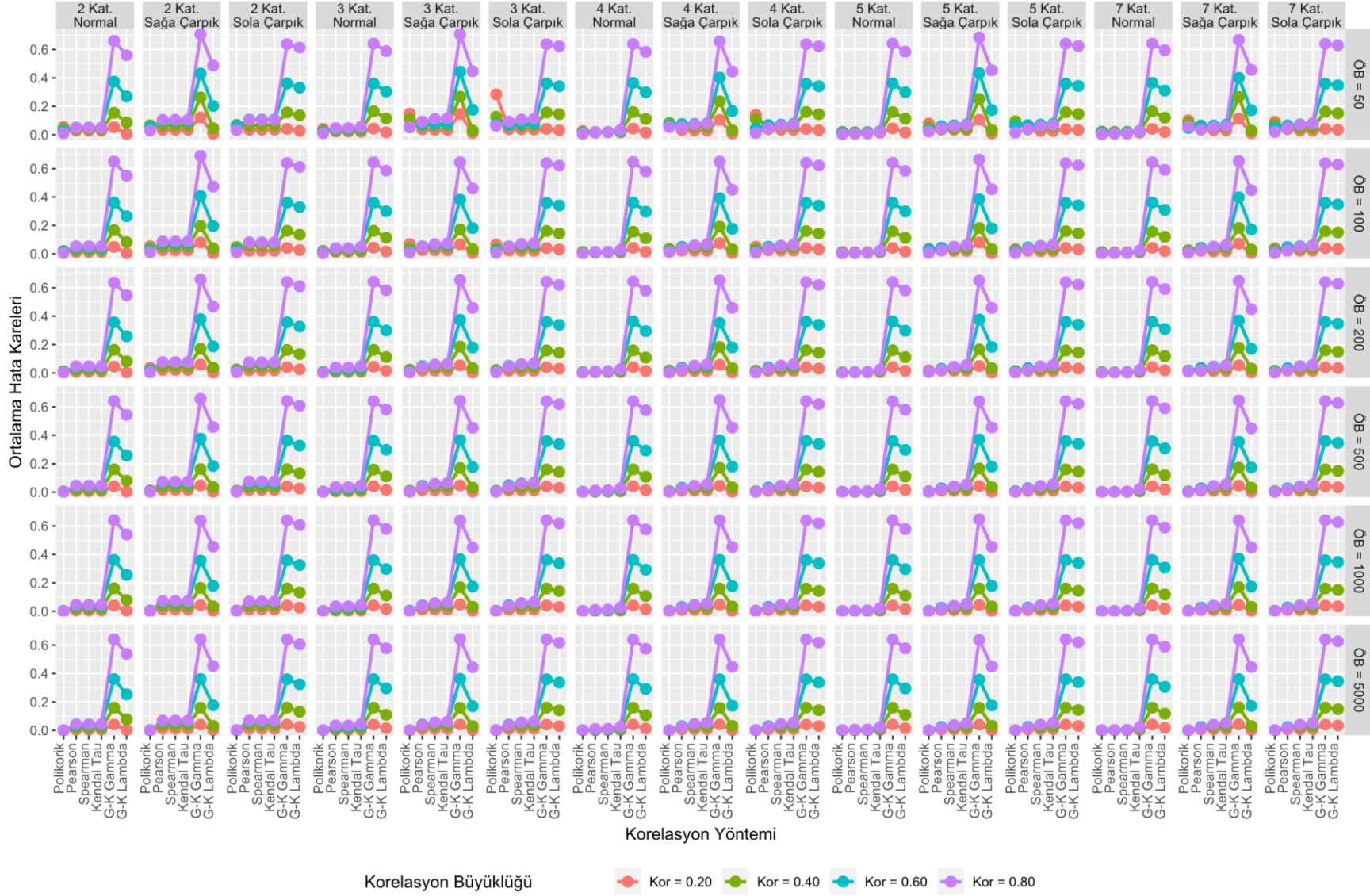
Değişkenlerin Kategori Sayılarının ve Dağılımlarının Korelasyon Katsayılarına Etkisi



Şekil 1. Korelasyon katsayılarından elde edilen doğru kestirim yüzdesi değerleri



Şekil 2. Korelasyon katsayılarından elde edilen görelî yanlılık değerleri



Şekil 3. Korelasyon katsayılarından elde edilen ortalama hata kareleri değerleri

Korelasyon Katsayılarından Elde Edilen Ortalama Hata Kareleri Değerleri

Korelasyon katsayılarından elde edilen ortalama hata kareleri değerleriyle oluşturulan grafik, Şekil 3'te sunulmuştur. Ayrıca ayrıntılı olarak incelemek isteyen araştırmacılar için sonuçlar, Ek C'de tablo hâlinde verilmiştir.

Ortalama hata kareleri açısından incelendiğinde PMÇ 0.00-0.11, Spearman'ın rho'su 0.00-0.11, Kendall'ın Tau'su 0.00-0.12, Goodman-Kruskal Gamma 0.04-0.71 ve Lambda'nın 0.00-0.63 aralığında değerlere sahip olduğu söylenebilir. Polikorik korelasyon katsayısı 0.00-0.28 aralığında ortalama hata kareleri değerlerine sahiptir. Ancak PMÇ'de ortalama hata kareleri değerleri 0 olan koşul yüzdesi %10, Spearman'ın rho katsayısında %8.8, Kendall'ın Tau katsayısında %2.7, Goodman-Kruskal Lambda'da %7.2, Gamma katsayısında %0'dır. Polikorik korelasyon katsayısında ortalama hata kareleri değerleri 0 olan koşul yüzdesi %50.8'dir. Buna göre Goodman-Kruskal Gamma katsayısının ortalama hata kareleri değerlerinin diğer yöntemlere kıyasla daha yüksek olduğu söylenebilir. Gamma ve Lambda katsayılarında korelasyonun büyüklüğü arttıkça ortalama hata kareleri de yükselmektedir. Ancak Gamma katsayısının Lambda'ya göre daha hatalı kestirimler yaptığı söylenebilir. Ortalama hata kareleri değerlerine simülasyon koşullarından sadece korelasyonun büyüklüğünün etki ettiği diğer simülasyon koşullarının bu değer üzerinde etkili olmadığı gözlenmiştir.

Sonuç ve Tartışma

Korelasyon katsayılarının farklı koşullar altında incelenmesi amacıyla gerçekleştirilen bu araştırma sonucunda sıralı düzeydeki kategorik veri setlerinde doğru kestirim yüzdesi açısından en iyi performansı polikorik / tetrakorik korelasyon katsayısı vermiştir. Örneklem büyüklüğünün artmasıyla doğru kestirim yüzdesi yükselen polikorik / tetrakorik korelasyon katsayısı, çarpık veri setlerinde iki değişken arasındaki ilişkinin gücü yüksek olan koşullarda yeterli performansı göstermiştir. Diğer korelasyon katsayıları hiçbir koşulda kabul edilebilir doğru kestirim yüzdesine sahip değildir. Doğru kestirim yüzdesi açısından değerlendirildiğinde araştırmalarda sıklıkla kullanılan PMÇ korelasyon katsayısının, örneklemin büyük ve değişkenlerin normal dağıldığı veri setlerinde bile yeterli performansı gösteremediği gözlenmiştir. Değişkenin sürekli kabul edilebileceğinin belirtildiği 5 kategori (Cooper, 2019; Rhemtulla, Brosseau-Liard ve Savalei, 2012) veya 6 kategori (Finney ve DiStefano, 2013) ve üzerindeki kategorilerde de PMÇ yeterli performansı gösterememiştir. Rhemtulla ve diğerleri (2012) tarafından gerçekleştirilen çalışmada sıralı (ordinal) düzeyde 5 ve daha fazla kategoriye sahip değişkenlerin sürekli kabul edilebileceği belirtilmiştir. Ancak bu çalışma faktör analizi üzerine odaklanılmıştır. Bilindiği gibi faktör analizinde bir grup değişken arasındaki ilişki incelenmektedir. Bu nedenle iki değişken arasındaki ilişki incelendiğinde tolere edilemeyen kestirimler değişken sayısı arttığında tolere edilebilir. Diğer bir deyişle iki değişken arasındaki korelasyon incelenirken yeterli performansı gösteremeyen PMÇ faktör analizi gibi korelasyon / kovaryans matrisiyle gerçekleştirilen analizlerde faktör çıkarma ya da kestirim yöntemlerinin de etkisiyle kabul edilebilir sonuçlar verebilecektir. Mevcut çalışmada yöntemlerin performansı iki değişken arasındaki ilişki üzerinden değerlendirilmektedir. Bu nedenle Rhemtulla ve diğerleri (2012) tarafından gerçekleştirilen çalışma ile mevcut çalışma arasındaki farklılık, incelenen analiz tekniklerinden (faktör analizi - korelasyon analizi) kaynaklanmış olabilir. Mevcut çalışmadan elde edilen kategori sayısının arttığı durumda bile PMÇ'nin yeterli performansı göstermemesi, Göktaş ve İşçi (2011) tarafından gerçekleştirilen çalışma ile de benzerlik göstermektedir. Göktaş ve İşçi (2011) iki değişken arasındaki ilişkinin gücü arttıkça PMÇ'nin kestirim değeri artsa da gerçek korelasyon değerinden daha düşük olduğunu raporlamıştır. PMÇ kestirimlerinin düşük olmasının bir nedeni değişkenlerin kategorik olması olabilir. Her ne kadar sıralı düzeyde beş ve üzerinde kategoriye sahip değişkenlerin sürekli kabul edilebileceği belirtilse de bu öneriler genellikle faktör analizi sonuçlarıyla ilişkilidir. Diğer bir deyişle iki değişken olduğu durumda sonuçlar daha yanlı iken değişken sayısı artıp korelasyon matrisiyle işlemler gerçekleştirildiğinde yanlılık azalabilmektedir. Çünkü bu durumda korelasyon matrisini kullanarak kestirim yapan yöntemler de yanlılığı azaltıcı etki yapabilir (Rhemtulla ve diğ., 2012).

Görelî yanlılık değerleri açısından incelendiğinde polikorik / tetrakorik korelasyon katsayısı çoğu koşulda kabul edilebilir aralıkta yanlıdır. PMÇ, normal dağılım gösteren 5 ve üzerinde kategoriye sahip veri setlerinde kabul edilebilir yanlılığa sahiptir. Goodman-Kruskal Gamma ve Lambda katsayıları da genellikle negatif yanlıdır. Bu sonuç Goodman-Kruskal Gamma ve Lambda katsayılarının pozitif yanlı olduğunu belirten Altaş ve diğerleri (2012) ile Şensoy (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmayla farklılaşmaktadır. Ancak bu çalışmalarda görelî yanlılık değeri kullanılmamış, ortalama korelasyon değerleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca veri üretme süreçleri de bu çalışmayla aynı olmadığı için böyle bir farklılık oluşmuş olabilir. Masson ve Rotello (2009) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise Gamma katsayısının gerçek korelasyonun düşük olduğu durumda pozitif, gerçek korelasyon değerinin yüksek olduğu durumda negatif yanlı olduğu raporlanmıştır. Bu açıdan mevcut araştırma bulgularının Masson ve Rotello (2009) tarafından gerçekleştirilen çalışma ile benzerlik gösterdiği söylenebilir. Diğer taraftan çarpık dağılım gösteren veri setlerinde PMÇ'nin nonparametrik alternatifi olan (Cooper, 2019) Spearman'ın sıra farkları (rho) ya da Kendall'ın Tau katsayısı da yeterli performansı göstermiştir. Ancak Hauke ve Kossowski'nin (2011) Spearman'ın rho ve PMÇ korelasyon katsayılarını aynı veri setinde karşılaştırdığı çalışmada, Spearman'ın rho katsayısının istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu ilişkinin, PMÇ tarafından

istatistiksel olarak anlamsız bulunabildiği raporlanmıştır. Ayrıca PMÇ'nin pozitif bulunduğu ilişki, Spearman'ın rho'su tarafından negatif bulunabilmektedir. Bu nedenle Spearman'ın rho katsayısı kullanılırken dikkatli olunması gerektiği belirtilmiş ve aşırı yorumlamadan (overinterpreting) kaçınılması önerilmiştir. Bu durum da göz önüne alınarak korelasyon katsayısının seçiminde dikkatli olunmalıdır.

Ortalama hata kareleri değerleri açısından incelendiğinde Goodman-Kruskal Gamma ve Lambda katsayılarının korelasyon katsayısının büyüklüğüyle birlikte artan değerlere sahip olduğu söylenebilir. Diğer korelasyon katsayıları gerçek korelasyon değerine daha yakın değerler kestirdiği için Goodman-Kruskal Gamma ve Lambda'ya kıyasla daha az yanlıdır. Bu sonuçlara göre iki değişken arasındaki ilişkinin gücü arttıkça Gamma katsayısının diğer korelasyon katsayılarına göre daha fazla hatalı kestirim yaptığı söylenebilir.

Korelasyon katsayılarının görelî yanlılık değerleri dikkate alındığında Kendall'ın Tau, Goodman-Kruskal Gamma ve Lambda katsayılarının tüm simülasyon koşullarında yüksek düzeyde yanlılığa ($|GY| > 0.10$) sahip olduğu söylenebilir. PMÇ ise değişkenlerin normal dağıldığı, örneklem büyüklüğünün 500 ve üzeri, kategori sayısının beş ve üzeri olduğu koşullarda orta düzeyde ($0.50 < |GY| < 0.10$) yanlıdır. Polikorik korelasyon katsayısı simülasyon koşullarının büyük kısmında ihmal edilebilir ($|GY| < 0.50$) düzeyde yanlı iken Spearman'ın rho katsayısı değişkenlerin yedi kategorili ve korelasyon büyüklüğünün 0.60 ve üzerinde olduğu koşullarda orta düzeyde yanlıdır. DKY ve görelî yanlılık ile değerlendirdiğimizde her ne kadar istenilen sınırlarda olmasa da Goodman-Kruskal Lambda ve Gamma katsayıları haricindeki diğer korelasyon katsayıların gerçek korelasyon değerine bu katsayılara kıyasla daha yakın olduğu söylenebilir. Hata karelerinin düşük olması bu anlama gelmektedir.

Sonuç olarak değerlendirildiğinde, araştırma bulgularına göre kategorik iki değişken arasındaki korelasyonun polikorik / tetrakorik korelasyon katsayısı kullanılarak elde edilmesi önerilebilir. Ancak faktör analizi gibi birden çok değişkenin kullanıldığı ve korelasyon / kovaryans matrisinin analiz edildiği durumlarda polikorik korelasyon katsayısıyla kestirim yapmak bazı durumlarda özdeğerlerin negatif çıkması nedeniyle mümkün olmamaktadır (Cooper, 2019). Bu nedenle bu korelasyon katsayılarının hem açıklayıcı hem de doğrulayıcı faktör analizinde nasıl sonuçlar vereceği ileriki çalışmalarda incelenebilir. Doğrulayıcı faktör analizi için kestirim yöntemlerinin, açıklayıcı faktör analizi için faktör çıkarma yöntemlerinin de sonuçlar üzerinde etkisi olacağı açıktır. Ancak faktör çıkarma / kestirim yöntemleri de manipüle edilerek gerçekleştirilecek çalışmalarda özellikle küçük örneklerde polikorik korelasyon matrisine bir alternatif olup olmayacağı araştırılabilir. Ayrıca iki değişken arasındaki ilişkinin gücünü inceleyen çalışmalarda, kategorik veri normal dağılım gösteriyorsa polikorik korelasyon yerine PMÇ, Spearman'ın rho ve Kendall'ın Tau katsayıları kullanılabilir. Ancak veri seti çarpık dağılıma sahipse polikorik korelasyon katsayısının kullanılması daha yansız sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır.

Bu araştırma simülasyon koşulları ile sınırlıdır. Sonuçlar bu sınırlıklar çerçevesinde değerlendirilmelidir. İleriki çalışmalarda bu çalışmadan farklı olarak altta yatan sürekli değişken çarpık hâle getirilip değişkenler kategorik hâle getirilerek korelasyon katsayılarının nasıl sonuçlar verdiği incelenebilir. Dahası, altta yatan sürekli değişken çarpık hâle getirilerek açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizinin korelasyon katsayılarına göre nasıl sonuçlar verdiği de merak konusu olabilir.

Etik Kurul İzin Bilgisi: *Bu araştırma, simülatif veriler üzerinde yürütüldüğünden etik kurul izni alınmamıştır.*

Kaynakça / References

- Akbulut, Ö. (2016). Korelasyon ve regresyon. Ö. Akbulut (Ed.), *İstatistiğe giriş II içinde*. TUBİTAK. <https://esatis.tubitak.gov.tr/ekitap.htm> adresinden elde edildi.
- Altaş, D., Kaspar, E. Ç. ve Ergüt, Ö. (2012). İlişki katsayılarının karşılaştırılması: Bir simülasyon çalışması. *Namik Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Metinleri*, (2), 1-9.
- Bandalos, D. L., & Leite, W. (2013). Use of Monte Carlo studies in structural equation modeling research. In G. R. Hancock, & R. O. Mueller (Eds.), *Structural equation modeling: A second course* (2nd ed.) (pp. 625-666). Charlotte, NC: Information Age.
- Baris Pekmezci, F., & Sengul Avsar, A. (2021). A guide for more accurate and precise estimations in Simulative Unidimensional IRT Models. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 8(2), 423-447. doi: 10.21449/ijate.790289
- Baykul, Y. (2010). *Eğitimde ve psikolojide ölçme: Klasik test teorisi ve uygulaması* (2. baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Chou, C. P., & Bentler, P. M. (1995). Estimates and tests in structural equation modeling. In R. H. Hoyle (Ed.), *Structural equation modeling: Concepts, issues, and applications*. (pp. 37-55). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. ve Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik SPSS ve LISREL uygulamaları* (2. baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Coolen-Maturi, T., & Elsayigh, A. (2010). A comparison of correlation coefficients via a three-step bootstrap approach. *Journal of Mathematics Research*, 2(2), 3-10.
- Cooper, C. (2019). *Psychological testing: Theory and practice*. Abingdon, Oxon: Routledge.
- Curran, P. J., West, S. G., & Finch, J. F. (1996). The robustness of test statistics to nonnormality and specification error in confirmatory factor analysis. *Psychological Methods*, 1(1), 16-29. doi: 10.1037/1082-989X.1.1.16
- Feinberg, R. A., & Rubright, J. D. (2016). Conducting simulation studies in psychometrics. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 35(2), 36-49. doi: 10.1111/emip.12111
- Finney, S. J., & DiStefano, C. (2013). Nonnormal and categorical data in structural equation modeling. In G. R. Hancock & R. O. Mueller (Eds.), *Structural equation modeling: A second course* (2nd ed., pp. 439-492). Charlotte, NC: IAP.
- Flora, D. B., & Curran, P. J. (2004). An empirical evaluation of alternative methods of estimation for confirmatory factor analysis with ordinal data. *Psychological Methods*, 9(4), 466-491. doi: 10.1037/1082-989X.9.4.466
- Forero, C. G., & Maydeu-Olivares, A. (2009). Estimation of IRT graded response models: Limited versus full information methods. *Psychological Methods*, 14(3), 275-299. doi: 10.1037/a0015825
- Göktaş, A., & Işçi, Ö. (2011). A comparison of the most commonly used measures of association for doubly ordered square contingency tables via simulation. *Metodoloski Zvezki*, 8(1), 17-37.
- Goodman, L. A., & Kruskal, W. H. (1954). Measures of association for cross classifications. *Journal of the American Statistical Association*, 49(268), 732-764. doi: 10.1080/01621459.1954.10501231
- Goodman, L. A., & Kruskal, W. H. (1979). *Measures of association for cross classifications*. New York, NY: Springer. doi: 10.1007/978-1-4612-9995-0
- Hahs-Vaughn, D. L., & Lomax, R. G. (2020). *An introduction to statistical concepts* (4th. ed.). New York, NY: Routledge.
- Hauke, J., & Kossowski, T. (2011). Comparison of values of Pearson's and Spearman's correlation coefficients on the same sets of data. *Quaestiones Geographicae*, 30(2), 87-93. doi: 10.2478/v10117-011-0021-1
- Jöreskog, K. G. (1994). On the estimation of polychoric correlations and their asymptotic covariance matrix. *Psychometrika*, 59(3), 381-389. doi: 10.1007/BF02296131
- Kılıç, A. F ve Koyuncu, İ. (2017). Ölçek uyarlama çalışmalarının yapı geçerliği açısından incelenmesi. Ö. Demirel ve S. Dinçer (Ed.), *Küreselleşen dünyada eğitim içinde* (ss. 1202-1205). Ankara: Pegem Akademi.
- Kılıç, A. F., Uysal, İ. ve Doğan, N. (2018, Nisan). *Simülasyon çalışmalarında replikasyon sayısının üretilen veri setlerine etkisi*. Sözel Bildiri, 27. Uluslararası Eğitim Bilimleri Kongresi. Antalya.
- Kolassa, J. E. (2020). *An introduction to nonparametric statistics*. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC. doi:

10.1201/9780429202759

- Kvålseth, T. O. (2017). An alternative measure of ordinal association as a value-validity correction of the Goodman–Kruskal gamma. *Communications in Statistics - Theory and Methods*, 46(21), 10582-10593. doi: 10.1080/03610926.2016.1239114
- Kvålseth, T. O. (2018). Measuring association between nominal categorical variables: an alternative to the Goodman–Kruskal lambda. *Journal of Applied Statistics*, 45(6), 1118-1132. doi: 10.1080/02664763.2017.1346066
- Masson, M. E. J., & Rotello, C. M. (2009). Sources of bias in the Goodman–Kruskal gamma coefficient measure of association: Implications for studies of metacognitive processes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35(2), 509-527. doi: 10.1037/a0014876
- Muthén, B. O., & Kaplan, D. (1985). A comparison of some methodologies for the factor analysis of non-normal Likert variables. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 38(2), 171-189. doi: 10.1111/j.2044-8317.1985.tb00832.x
- Olsson, U. H. (1979). Maximum likelihood estimation of the polychoric correlation coefficient. *Psychometrika*, 44(4), 443-460. doi: 10.1007/BF02296207
- R Core Team. (2020). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria. Retrieved from <https://www.r-project.org/>
- Revelle, W. (2020). *Psych: Procedures for psychological, psychometric, and personality research*. Evanston, Illinois. Retrieved from <https://cran.r-project.org/package=psych>
- Rhemtulla, M., Brosseau-Liard, P. É., & Savalei, V. (2012). When can categorical variables be treated as continuous? A comparison of robust continuous and categorical SEM estimation methods under suboptimal conditions. *Psychological Methods*, 17(3), 354-373. doi: 10.1037/a0029315
- Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5), 1763-1768. doi: 10.1213/ANE.0000000000002864
- Signorell, A., Aho, K., Alfons, A., Anderegg, N., Aragon, T., Arachchige, C., et al. (2020). *DescTools: Tools for descriptive statistics*. Retrieved from <https://cran.r-project.org/package=DescTools>
- Şensoy, S. (2020). *Kategorik değişkenler arası ilişki katsayılarının simülasyon yoluyla karşılaştırılması*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ordu Üniversitesi, Ordu.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). *Using multivariate statistics* (7th. ed.). Newyork, NY: Pearson.
- Tuğran, E., Kocak, M., Mirtağoğlu, H., Yiğit, S., & Mendes, M. (2015). A simulation based comparison of correlation coefficients with regard to type I error rate and power. *Journal of Data Analysis and Information Processing*, 03(03), 87-101. doi: 10.4236/jdaip.2015.33010

Ek A
Korelasyon Yöntemlerinden Elde Edilen Doğru Kestirim Yüzdesi Değerleri

Kategori Sayısı	Korelasyonun Büyüklüğü	Korelasyon Yöntemi	Verilerin Dağılımı																		
			Normal						Sağa Çarpık						Sola Çarpık						
			Örneklem Büyüklüğü																		
			50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000	
2 Kat.	0,20	Polikorik	4.8	3.2	5.2	9.2	15.6	35.2	2.8	2.4	8.4	8.8	15.2	26.4	0.4	2.8	4.4	6.8	8.4	22.4	
		Pearson	7.6	4.4	9.6	6.0	0.4	0.0	4.4	2.8	5.2	1.6	0.4	0.0	6.8	5.6	3.2	1.6	0.0	0.0	
		Spearman	7.6	4.4	9.6	6.0	0.4	0.0	4.4	2.8	5.2	1.6	0.4	0.0	6.8	5.6	3.2	1.6	0.0	0.0	
		Kendall τ	7.6	4.4	9.6	6.0	0.4	0.0	4.4	2.8	5.2	1.6	0.4	0.0	6.8	5.6	3.2	1.6	0.0	0.0	
		G-K γ	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	2.4	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		G-K λ	1.6	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	8.8	9.6	3.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		Polikorik	5.2	10.0	17.2	30.4	37.6	71.2	3.6	6.0	7.6	15.6	24.8	54.4	6.8	7.2	11.6	16.4	25.2	54.0	
		Pearson	5.6	6.0	2.8	0.0	0.0	0.0	7.2	4.4	1.2	0.0	0.0	0.0	6.4	4.4	0.8	0.4	0.0	0.0	
		Spearman	5.6	6.0	2.8	0.0	0.0	0.0	7.2	4.4	1.2	0.0	0.0	0.0	6.4	4.4	0.8	0.4	0.0	0.0	
		Kendall τ	5.6	6.0	2.8	0.0	0.0	0.0	7.2	4.4	1.2	0.0	0.0	0.0	6.4	4.4	0.8	0.4	0.0	0.0	
		G-K γ	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		G-K λ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	0,40	Polikorik	13.2	14.4	23.6	42.8	53.6	94.8	9.2	15.2	16.4	30.4	41.2	81.2	8.0	17.6	22.4	33.6	46.4	78.8	
		Pearson	8.0	4.0	0.4	0.0	0.0	0.0	7.6	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	1.2	0.4	0.0	0.0	0.0	
		Spearman	8.0	4.0	0.4	0.0	0.0	0.0	7.6	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	1.2	0.4	0.0	0.0	0.0	
		Kendall τ	8.0	4.0	0.4	0.0	0.0	0.0	7.6	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	1.2	0.4	0.0	0.0	0.0	
		G-K γ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		G-K λ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		0,60	Polikorik	21.6	39.6	48.8	80.0	91.6	99.6	20.8	28.8	44.8	66.0	79.2	100.0	24.8	35.2	41.2	60.8	78.4	99.6
			Pearson	5.2	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0
			Spearman	5.2	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0
			Kendall τ	5.2	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0
			G-K γ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			G-K λ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Korelasyon Yöntemlerinden Elde Edilen Doğru Kestirim Yüzdesi Değerleri (Devam)

Kategori Sayısı	Korelasyonun Büyüklüğü	Korelasyon Yöntemi	Verilerin Dağılımı																	
			Normal						Sağa Çarpık					Sola Çarpık						
			Örneklem Büyüklüğü																	
			50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000
3 Kat.	0,20	Polikorik	4.0	4.4	11.6	11.2	17.2	38.0	4.8	1.2	4.8	10.4	16.4	21.2	2.8	3.2	3.6	10.8	16.0	26.4
		Pearson	4.0	4.8	8.0	8.8	6.8	0.0	2.0	6.4	2.8	3.6	0.4	0.0	3.2	3.2	7.2	2.4	1.2	0.0
		Spearman	3.6	4.0	7.2	8.8	6.8	0.0	2.8	5.6	3.2	1.6	0.4	0.0	1.6	5.6	8.4	2.8	0.4	0.0
		Kendall τ	4.8	4.4	6.8	5.2	2.0	0.0	3.2	3.2	2.0	1.6	0.0	0.0	2.0	6.8	6.4	2.4	0.0	0.0
		G-K γ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	2.8	3.6	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		G-K λ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	7.6	8.4	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0,40	Polikorik	7.6	16.8	17.6	30.0	40.0	83.6	8.8	8.0	10.8	18.4	25.2	51.6	6.4	8.8	11.6	18.4	28.8	56.8
		Pearson	10.0	10.0	7.2	0.4	0.0	0.0	4.0	3.2	5.2	1.6	0.0	0.0	8.4	4.0	0.8	0.0	0.0	0.0
		Spearman	9.2	10.0	7.2	0.8	0.0	0.0	6.0	3.6	3.2	0.0	0.0	0.0	5.2	2.8	2.0	0.0	0.0	0.0
		Kendall τ	7.6	6.8	2.0	0.0	0.0	0.0	4.4	3.2	3.2	0.0	0.0	0.0	6.8	3.6	1.2	0.0	0.0	0.0
		G-K γ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		G-K λ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0,60	Polikorik	15.2	20.0	38.4	51.6	66.0	97.2	13.2	20.4	30.8	38.0	53.2	84.4	10.4	17.2	24.4	36.8	54.8	83.2
		Pearson	6.8	4.8	2.0	0.0	0.0	0.0	11.2	4.4	2.0	0.0	0.0	0.0	10.0	8.4	1.2	0.0	0.0	0.0
		Spearman	8.0	6.4	2.0	0.0	0.0	0.0	9.6	3.6	0.4	0.0	0.0	0.0	4.8	4.0	0.4	0.0	0.0	0.0
		Kendall τ	5.6	0.8	1.2	0.0	0.0	0.0	6.4	2.4	0.4	0.0	0.0	0.0	6.0	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0
		G-K γ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		G-K λ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0,80	Polikorik	34.4	46.8	60.8	83.2	95.6	100.0	18.8	35.6	46.4	71.2	81.2	100.0	24.4	32.8	47.2	65.6	82.8	100.0
		Pearson	5.2	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	12.8	6.4	1.6	0.0	0.0	0.0	10.8	6.0	1.2	0.0	0.0	0.0
		Spearman	4.8	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	4.8	0.8	0.0	0.0	0.0	4.8	2.8	1.2	0.0	0.0	0.0
		Kendall τ	3.2	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	2.4	0.8	0.0	0.0	0.0
		G-K γ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		G-K λ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Korelasyon Yöntemlerinden Elde Edilen Doğru Kestirim Yüzdesi Değerleri (Devam)

Kategori Sayısı	Korelasyonun Büyüklüğü	Korelasyon Yöntemi	Verilerin Dağılımı																	
			Normal						Sağa Çarpık						Sola Çarpık					
			Örneklem Büyüklüğü																	
			50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000
4 Kat.	0,20	Polikorik	5.2	7.6	10.4	14.8	22.8	40.8	2.8	1.6	4.8	13.2	11.6	28.4	2.0	2.4	6.4	11.6	12.0	30.8
		Pearson	4.0	6.4	6.4	12.4	24.0	14.0	2.4	4.0	9.2	3.6	2.0	0.0	5.2	2.8	5.6	2.8	2.8	0.0
		Spearman	5.2	10.0	10.0	13.6	18.0	9.2	2.4	4.8	6.4	3.2	1.2	0.0	2.8	5.2	4.8	3.6	1.2	0.0
		Kendall τ	7.6	5.2	6.4	9.6	3.6	0.0	3.6	4.4	7.2	0.4	0.8	0.0	4.0	4.4	7.2	3.2	0.4	0.0
		G-K γ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	1.6	0.4	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		G-K λ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	8.0	5.2	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0,40	Polikorik	9.6	14.0	20.0	34.4	55.6	81.2	8.8	10.0	16.8	26.0	29.2	60.4	6.0	9.2	13.6	20.0	27.6	68.0
		Pearson	12.8	14.0	24.4	20.4	11.6	0.4	6.4	4.8	2.4	0.8	0.4	0.0	4.0	6.4	8.8	1.6	0.0	0.0
		Spearman	13.6	14.0	22.8	17.6	5.6	0.0	3.6	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	4.0	5.2	0.8	0.0	0.0
		Kendall τ	10.4	10.8	5.2	0.4	0.0	0.0	6.0	4.4	0.4	0.0	0.0	0.0	6.4	4.8	4.4	0.4	0.0	0.0
		G-K γ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		G-K λ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0,60	Polikorik	21.6	33.6	32.4	62.4	75.2	99.6	10.0	18.4	23.6	40.8	59.6	91.2	14.0	19.2	24.8	47.6	50.8	92.0
		Pearson	18.0	22.8	19.2	3.6	0.8	0.0	10.4	8.0	8.8	0.4	0.0	0.0	12.0	6.4	5.6	0.0	0.0	0.0
		Spearman	18.0	20.4	15.2	3.6	0.4	0.0	6.0	3.6	1.2	0.0	0.0	0.0	2.8	4.0	0.8	0.0	0.0	0.0
		Kendall τ	12.4	3.6	0.8	0.0	0.0	0.0	5.2	2.0	0.4	0.0	0.0	0.0	4.4	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0
		G-K γ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		G-K λ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0,80	Polikorik	41.6	51.6	74.0	91.6	98.8	100.0	21.2	34.4	57.6	80.0	89.6	100.0	31.6	38.0	55.6	78.4	86.4	100.0
		Pearson	16.4	13.6	7.2	0.0	0.0	0.0	10.8	14.0	4.8	0.8	0.0	0.0	18.8	13.2	2.8	0.0	0.0	0.0
		Spearman	16.0	11.2	5.6	0.0	0.0	0.0	4.4	2.0	0.4	0.0	0.0	0.0	8.0	3.6	0.8	0.0	0.0	0.0
		Kendall τ	2.4	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		G-K γ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		G-K λ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Korelasyon Yöntemlerinden Elde Edilen Doğru Kestirim Yüzdesi Değerleri (Devam)

Kategori Sayısı	Korelasyonun Büyüklüğü	Korelasyon Yöntemi	Verilerin Dağılımı																	
			Normal						Sağa Çarpık						Sola Çarpık					
			Örneklem Büyüklüğü																	
			50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000
5 Kat.	0,20	Polikorik	5.6	6.8	11.6	22.0	28.4	51.2	1.6	2.8	7.2	12.0	11.2	30.0	2.8	5.6	3.2	9.6	14.0	29.2
		Pearson	6.0	5.2	11.2	16.4	21.6	28.4	4.0	4.4	6.0	4.8	2.8	0.0	5.6	3.2	3.6	2.4	4.0	0.0
		Spearman	5.6	10.8	10.4	14.8	18.0	16.4	4.0	3.6	5.2	5.2	0.8	0.0	2.0	6.0	7.2	4.4	1.2	0.0
		Kendall τ	6.4	6.4	7.6	5.6	4.8	0.0	3.6	6.0	6.8	2.8	0.4	0.0	2.8	6.8	3.6	3.6	0.4	0.0
		G-K γ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	1.6	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		G-K λ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	9.2	5.2	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0,40	Polikorik	10.4	20.0	22.0	36.4	46.4	86.4	6.4	12.4	17.6	23.6	30.4	64.0	9.6	10.4	14.8	22.4	30.8	68.4
		Pearson	14.0	20.4	24.8	28.8	28.4	10.8	5.6	10.0	4.4	3.6	0.4	0.0	6.0	11.2	6.0	2.4	0.4	0.0
		Spearman	16.8	16.8	20.4	23.2	18.4	1.2	6.8	4.8	7.6	0.0	0.0	0.0	6.4	6.4	4.0	0.0	0.0	0.0
		Kendall τ	9.6	9.6	5.2	1.2	0.0	0.0	5.6	3.6	0.8	0.0	0.0	0.0	6.0	5.6	2.8	0.0	0.0	0.0
		G-K γ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		G-K λ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0,60	Polikorik	18.4	33.2	39.2	70.8	77.6	100.0	10.8	16.8	26.8	45.6	60.8	91.6	12.0	17.2	27.6	44.8	61.2	91.6
		Pearson	20.8	34.4	26.4	24.0	17.6	1.6	7.6	11.2	6.4	1.2	0.0	0.0	7.6	10.0	8.0	2.0	0.0	0.0
		Spearman	21.2	29.2	22.0	18.8	7.2	0.0	6.4	4.8	3.6	0.0	0.0	0.0	10.0	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0
		Kendall τ	12.4	4.0	0.8	0.0	0.0	0.0	6.8	3.2	0.4	0.0	0.0	0.0	7.2	2.8	0.4	0.0	0.0	0.0
		G-K γ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		G-K λ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0,80	Polikorik	42.8	54.4	82.8	93.6	100.0	100.0	17.6	36.8	54.0	81.6	94.0	100.0	28.0	36.8	58.4	78.8	91.2	100.0
		Pearson	36.8	34.4	18.4	9.2	4.0	0.0	16.8	8.8	9.6	0.4	0.0	0.0	19.2	12.4	4.4	0.8	0.0	0.0
		Spearman	36.0	29.2	12.8	4.8	1.2	0.0	10.8	3.2	0.8	0.0	0.0	0.0	12.4	5.2	0.4	0.0	0.0	0.0
		Kendall τ	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	2.0	0.4	0.0	0.0	0.0
		G-K γ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		G-K λ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Korelasyon Yöntemlerinden Elde Edilen Doğru Kestirim Yüzdesi Değerleri (Devam)

Kategori Sayısı	Korelasyonun Büyüklüğü	Korelasyon Yöntemi	Verilerin Dağılımı																	
			Normal		Sağa Çarpık					Sola Çarpık										
			Örneklem Büyüklüğü																	
			50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000
7 Kat.	0,20	Polikorik	1.2	4.4	12.0	22.4	28.4	49.6	1.2	2.0	3.6	7.2	12.4	28.0	3.2	8.0	7.2	7.6	19.6	32.4
		Pearson	4.0	9.6	13.2	19.6	24.4	39.6	5.2	4.0	5.2	3.2	3.6	0.0	2.8	2.8	3.6	2.8	3.6	0.0
		Spearman	4.8	8.8	11.6	22.0	18.4	26.4	2.0	4.4	5.6	2.8	0.4	0.0	6.0	3.6	4.4	4.0	0.4	0.0
		Kendall τ	7.6	8.8	12.4	8.8	3.6	0.0	2.0	4.8	4.0	1.6	1.6	0.0	6.4	5.2	5.2	2.0	0.0	0.0
		G-K γ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	4.0	1.2	1.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		G-K λ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	3.6	2.8	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0,40	Polikorik	6.0	8.0	18.0	37.2	52.0	88.8	2.4	2.8	6.8	12.8	28.0	66.0	11.2	5.2	13.6	20.4	32.4	68.0
		Pearson	11.6	19.6	24.4	33.2	38.0	38.0	4.8	2.8	6.4	2.0	0.0	0.0	3.2	6.0	5.6	5.2	0.0	0.0
		Spearman	10.8	16.0	22.4	26.4	27.2	10.0	9.2	4.4	1.6	0.0	0.0	0.0	6.0	6.8	4.0	0.4	0.0	0.0
		Kendall τ	7.2	12.0	3.6	0.8	0.0	0.0	6.0	5.6	1.2	0.0	0.0	0.0	6.8	2.8	1.6	0.0	0.0	0.0
		G-K γ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		G-K λ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0,60	Polikorik	15.2	22.0	46.4	66.0	84.4	99.2	4.4	6.0	9.6	29.6	52.8	92.0	18.0	18.8	27.2	42.8	57.6	92.4
		Pearson	26.4	32.8	42.8	46.8	50.0	27.6	6.0	13.2	3.2	0.4	0.8	0.0	8.0	12.0	12.0	0.4	0.4	0.0
		Spearman	22.8	28.0	31.6	31.2	23.6	2.8	7.2	4.8	1.6	0.0	0.0	0.0	7.2	5.6	1.6	0.0	0.0	0.0
		Kendall τ	6.0	2.8	0.8	0.0	0.0	0.0	5.2	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	2.4	0.4	0.0	0.0	0.0
		G-K γ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		G-K λ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0,80	Polikorik	27.2	55.6	74.8	96.4	99.2	100.0	8.4	10.4	27.2	54.8	87.2	100.0	23.6	36.0	56.8	76.4	92.4	100.0
		Pearson	40.4	41.2	44.8	36.8	36.8	22.4	22.0	14.4	11.6	0.8	0.0	0.0	20.4	15.2	12.4	2.0	0.0	0.0
		Spearman	31.2	32.4	33.2	18.4	10.4	0.4	15.6	4.4	0.4	0.0	0.0	0.0	8.4	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0
		Kendall τ	7.2	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
		G-K γ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		G-K λ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Ek B
Korelasyon Yöntemlerinden Elde Edilen Görelî Yanlılık Değerleri

Kategori Sayısı	Korelasyonun Büyüklüğü	Korelasyon Yöntemi	Verilerin Dağılımı																		
			Normal					Sağa Çarpık					Sola Çarpık								
			Örneklem Büyüklüğü																		
			50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000	
2 Kat.	0,20	Polikorik	-0.04	0.02	0.09	0.00	-0.02	0.00	-0.05	-0.09	-0.15	-0.08	-0.02	-0.01	0.02	0.02	-0.11	-0.08	0.01	0.01	
		Pearson	-0.37	-0.35	-0.30	-0.36	-0.37	-0.36	-0.57	-0.52	-0.56	-0.56	-0.54	-0.54	-0.53	-0.47	-0.56	-0.56	-0.52	-0.53	
		Spearman	-0.37	-0.35	-0.30	-0.36	-0.37	-0.36	-0.57	-0.52	-0.56	-0.56	-0.54	-0.54	-0.53	-0.47	-0.56	-0.56	-0.52	-0.53	
		Kendall τ	-0.37	-0.35	-0.30	-0.36	-0.37	-0.36	-0.57	-0.52	-0.56	-0.56	-0.54	-0.54	-0.53	-0.47	-0.56	-0.56	-0.52	-0.53	
		G-K γ	-1.01	-1.04	-1.02	-0.99	-1.00	-1.00	-0.96	-1.08	-1.03	-1.01	-0.98	-0.99	-0.99	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
		G-K λ	-0.35	-0.35	-0.33	-0.31	-0.29	-0.28	0.19	0.18	0.22	0.24	0.25	0.27	-0.82	-0.81	-0.80	-0.79	-0.79	-0.79	-0.78
	0,40	Polikorik	-0.03	-0.01	-0.00	0.01	-0.01	0.01	0.01	-0.06	-0.03	-0.00	-0.01	0.00	-0.03	-0.09	-0.06	0.03	-0.00	-0.00	
		Pearson	-0.35	-0.35	-0.34	-0.34	-0.35	-0.34	-0.45	-0.49	-0.49	-0.48	-0.49	-0.48	-0.47	-0.50	-0.50	-0.45	-0.48	-0.48	
		Spearman	-0.35	-0.35	-0.34	-0.34	-0.35	-0.34	-0.45	-0.49	-0.49	-0.48	-0.49	-0.48	-0.47	-0.50	-0.50	-0.45	-0.48	-0.48	
		Kendall τ	-0.35	-0.35	-0.34	-0.34	-0.35	-0.34	-0.45	-0.49	-0.49	-0.48	-0.49	-0.48	-0.47	-0.50	-0.50	-0.45	-0.48	-0.48	
		G-K γ	-0.95	-1.01	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.03	-1.00	-0.99	-0.99	-1.01	-1.00	-0.99	-1.00	-1.01	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
		G-K λ	-0.73	-0.72	-0.72	-0.71	-0.70	-0.70	-0.49	-0.48	-0.48	-0.47	-0.46	-0.45	-0.92	-0.92	-0.91	-0.91	-0.91	-0.91	-0.91
	0,60	Polikorik	0.01	0.01	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.01	-0.00	-0.03	0.00	-0.00	0.00	-0.07	-0.02	-0.01	0.02	-0.00	-0.00	
		Pearson	-0.30	-0.31	-0.31	-0.32	-0.32	-0.32	-0.40	-0.41	-0.42	-0.41	-0.42	-0.42	-0.45	-0.42	-0.42	-0.40	-0.42	-0.42	
		Spearman	-0.30	-0.31	-0.31	-0.32	-0.32	-0.32	-0.40	-0.41	-0.42	-0.41	-0.42	-0.42	-0.45	-0.42	-0.42	-0.40	-0.42	-0.42	
		Kendall τ	-0.30	-0.31	-0.31	-0.32	-0.32	-0.32	-0.40	-0.41	-0.42	-0.41	-0.42	-0.42	-0.45	-0.42	-0.42	-0.40	-0.42	-0.42	
		G-K γ	-1.01	-1.00	-0.99	-0.99	-1.00	-1.00	-1.01	-1.03	-1.01	-1.02	-0.99	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
		G-K λ	-0.86	-0.86	-0.85	-0.85	-0.84	-0.84	-0.74	-0.73	-0.72	-0.71	-0.70	-0.70	-0.96	-0.96	-0.95	-0.95	-0.95	-0.95	-0.95
	0,80	Polikorik	0.01	-0.01	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.03	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.00	-0.03	-0.01	-0.00	-0.01	0.00	-0.00	
		Pearson	-0.24	-0.27	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.34	-0.34	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33	-0.32	-0.33	-0.34	-0.32	-0.33	
Spearman		-0.24	-0.27	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.34	-0.34	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33	-0.32	-0.33	-0.34	-0.32	-0.33		
Kendall τ		-0.24	-0.27	-0.26	-0.26	-0.26	-0.26	-0.34	-0.34	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33	-0.32	-0.33	-0.34	-0.32	-0.33		
G-K γ		-1.01	-1.01	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.02	-1.01	-1.01	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	
G-K λ		-0.93	-0.93	-0.92	-0.92	-0.92	-0.92	-0.87	-0.86	-0.85	-0.85	-0.84	-0.84	-0.98	-0.98	-0.98	-0.97	-0.97	-0.97	-0.97	

Korelasyon Yöntemlerinden Elde Edilen Görelî Yanlılık Değerleri (Devam)

Kategori Sayısı	Korelasyonun Büyüklüğü	Korelasyon Yöntemi	Verilerin Dağılımı																		
			Normal						Sağa Çarpık						Sola Çarpık						
			Örneklem Büyüklüğü																		
			50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000	
3 Kat.	0.20	Polikorik	0.07	0.02	0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.07	-0.26	-0.06	-0.06	-0.04	0.01	-0.79	-0.03	0.00	-0.02	-0.00	-0.01	
		Pearson	-0.23	-0.25	-0.26	-0.27	-0.27	-0.27	-0.41	-0.55	-0.48	-0.50	-0.50	-0.48	-0.51	-0.43	-0.44	-0.48	-0.48	-0.49	
		Spearman	-0.24	-0.26	-0.26	-0.27	-0.27	-0.27	-0.41	-0.56	-0.50	-0.52	-0.52	-0.50	-0.51	-0.41	-0.48	-0.50	-0.49	-0.51	
		Kendall τ	-0.28	-0.31	-0.31	-0.32	-0.32	-0.32	-0.42	-0.57	-0.51	-0.53	-0.53	-0.51	-0.52	-0.43	-0.49	-0.51	-0.51	-0.52	
		G-K γ	-1.00	-1.02	-1.03	-1.01	-1.00	-1.00	-1.04	-0.90	-0.95	-0.99	-1.03	-1.00	-1.00	-0.99	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
		G-K λ	-0.65	-0.63	-0.63	-0.62	-0.61	-0.60	0.37	0.32	0.25	0.26	0.28	0.29	-0.89	-0.88	-0.87	-0.87	-0.87	-0.87	-0.86
	0.40	Polikorik	-0.02	-0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.00	-0.12	-0.05	-0.02	-0.03	-0.01	-0.01	-0.20	-0.03	-0.04	-0.01	-0.01	0.00	
		Pearson	-0.29	-0.28	-0.26	-0.26	-0.27	-0.26	-0.46	-0.43	-0.41	-0.43	-0.42	-0.42	-0.47	-0.41	-0.43	-0.42	-0.42	-0.41	
		Spearman	-0.29	-0.28	-0.26	-0.26	-0.27	-0.26	-0.47	-0.45	-0.45	-0.46	-0.45	-0.45	-0.48	-0.44	-0.46	-0.45	-0.45	-0.45	
		Kendall τ	-0.34	-0.32	-0.31	-0.31	-0.32	-0.31	-0.49	-0.47	-0.47	-0.48	-0.47	-0.47	-0.50	-0.45	-0.47	-0.46	-0.46	-0.46	
		G-K γ	-1.01	-1.00	-1.01	-1.00	-1.00	-1.00	-1.03	-0.93	-1.03	-1.01	-1.02	-0.99	-0.99	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
		G-K λ	-0.85	-0.84	-0.84	-0.83	-0.83	-0.83	-0.38	-0.44	-0.45	-0.44	-0.44	-0.43	-0.95	-0.95	-0.94	-0.94	-0.94	-0.94	-0.94
	0.60	Polikorik	-0.00	-0.03	0.01	0.01	0.00	-0.00	-0.02	0.01	-0.00	-0.01	0.00	-0.00	-0.01	0.01	-0.01	-0.02	-0.00	0.00	
		Pearson	-0.27	-0.29	-0.25	-0.25	-0.26	-0.26	-0.35	-0.33	-0.34	-0.34	-0.33	-0.33	-0.31	-0.31	-0.34	-0.35	-0.34	-0.33	
		Spearman	-0.27	-0.29	-0.25	-0.25	-0.26	-0.26	-0.37	-0.36	-0.38	-0.38	-0.38	-0.38	-0.36	-0.37	-0.39	-0.40	-0.39	-0.38	
		Kendall τ	-0.31	-0.32	-0.29	-0.29	-0.30	-0.30	-0.39	-0.38	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.38	-0.39	-0.40	-0.42	-0.40	-0.40	
		G-K γ	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-0.99	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
		G-K λ	-0.92	-0.91	-0.91	-0.91	-0.91	-0.91	-0.69	-0.71	-0.70	-0.70	-0.69	-0.69	-0.97	-0.97	-0.97	-0.97	-0.97	-0.97	-0.97
	0.80	Polikorik	0.00	0.00	-0.01	-0.00	0.00	-0.00	-0.06	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.06	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	
		Pearson	-0.23	-0.23	-0.24	-0.23	-0.23	-0.23	-0.29	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.30	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	
		Spearman	-0.24	-0.23	-0.24	-0.23	-0.23	-0.23	-0.34	-0.29	-0.29	-0.30	-0.30	-0.29	-0.34	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	
		Kendall τ	-0.26	-0.26	-0.27	-0.26	-0.26	-0.26	-0.35	-0.31	-0.30	-0.31	-0.31	-0.31	-0.35	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	
		G-K γ	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.01	-0.99	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
		G-K λ	-0.96	-0.96	-0.95	-0.95	-0.95	-0.95	-0.83	-0.85	-0.85	-0.84	-0.84	-0.83	-0.99	-0.99	-0.98	-0.98	-0.98	-0.98	-0.98

Korelasyon Yöntemlerinden Elde Edilen Görelî Yanlılık Değerleri (Devam)

Kategori Sayısı	Korelasyonun Büyüklüğü	Korelasyon Yöntemi	Verilerin Dağılımı																		
			Normal						Sağa Çarpık					Sola Çarpık							
			Örneklem Büyüklüğü																		
			50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000	
4 Kat.	0.20	Polikorik	0.03	0.02	0.01	-0.02	0.01	-0.00	0.15	0.04	-0.02	-0.05	0.01	-0.01	-0.35	-0.25	-0.05	-0.01	-0.00	-0.00	
		Pearson	-0.12	-0.11	-0.13	-0.15	-0.12	-0.13	-0.35	-0.43	-0.43	-0.45	-0.42	-0.44	-0.50	-0.54	-0.44	-0.43	-0.44	-0.44	
		Spearman	-0.13	-0.14	-0.16	-0.17	-0.14	-0.15	-0.40	-0.47	-0.44	-0.48	-0.44	-0.45	-0.44	-0.52	-0.46	-0.45	-0.44	-0.45	
		Kendall τ	-0.24	-0.24	-0.26	-0.27	-0.25	-0.26	-0.43	-0.49	-0.46	-0.50	-0.47	-0.48	-0.47	-0.54	-0.49	-0.48	-0.47	-0.47	
		G-K γ	-1.00	-1.00	-1.00	-1.01	-1.00	-1.00	-0.97	-0.90	-1.04	-0.96	-1.03	-1.00	-0.99	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
		G-K λ	-0.60	-0.60	-0.59	-0.58	-0.58	-0.57	0.36	0.29	0.24	0.24	0.25	0.27	-0.89	-0.88	-0.88	-0.87	-0.87	-0.87	-0.87
	0.40	Polikorik	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	-0.00	-0.11	-0.07	-0.04	-0.00	-0.00	-0.00	-0.16	-0.05	0.01	-0.01	0.00	-0.00	
		Pearson	-0.14	-0.14	-0.13	-0.12	-0.13	-0.13	-0.38	-0.41	-0.39	-0.36	-0.36	-0.36	-0.39	-0.37	-0.33	-0.37	-0.36	-0.36	
		Spearman	-0.15	-0.16	-0.14	-0.14	-0.15	-0.15	-0.41	-0.44	-0.41	-0.40	-0.40	-0.40	-0.43	-0.43	-0.39	-0.40	-0.40	-0.40	
		Kendall τ	-0.25	-0.25	-0.24	-0.24	-0.25	-0.25	-0.44	-0.46	-0.44	-0.43	-0.43	-0.43	-0.46	-0.45	-0.41	-0.43	-0.43	-0.43	
		G-K γ	-0.99	-0.98	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.04	-1.02	-1.02	-1.02	-0.99	-0.99	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
		G-K λ	-0.83	-0.83	-0.82	-0.82	-0.82	-0.81	-0.41	-0.43	-0.45	-0.45	-0.45	-0.44	-0.95	-0.95	-0.95	-0.94	-0.94	-0.94	-0.94
	0.60	Polikorik	0.01	0.01	-0.00	-0.01	-0.00	-0.00	-0.10	-0.02	0.01	0.00	-0.00	-0.00	-0.03	-0.03	-0.01	-0.00	-0.00	0.00	
		Pearson	-0.13	-0.13	-0.13	-0.14	-0.13	-0.13	-0.32	-0.29	-0.27	-0.28	-0.28	-0.28	-0.30	-0.31	-0.29	-0.29	-0.28	-0.28	
		Spearman	-0.14	-0.14	-0.15	-0.15	-0.15	-0.14	-0.35	-0.34	-0.33	-0.34	-0.35	-0.34	-0.36	-0.35	-0.34	-0.34	-0.34	-0.34	
		Kendall τ	-0.22	-0.22	-0.24	-0.24	-0.23	-0.23	-0.37	-0.37	-0.36	-0.37	-0.37	-0.37	-0.39	-0.38	-0.37	-0.37	-0.37	-0.37	
		G-K γ	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-0.97	-1.01	-0.97	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
		G-K λ	-0.91	-0.91	-0.91	-0.90	-0.90	-0.90	-0.67	-0.70	-0.71	-0.70	-0.70	-0.69	-0.97	-0.97	-0.97	-0.97	-0.97	-0.97	-0.97
	0.80	Polikorik	0.00	0.00	0.01	-0.00	0.00	0.00	-0.09	-0.02	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.00	
		Pearson	-0.13	-0.13	-0.12	-0.13	-0.12	-0.12	-0.22	-0.20	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	-0.20	-0.20	-0.20	-0.18	-0.19	-0.19	
		Spearman	-0.14	-0.14	-0.13	-0.14	-0.13	-0.13	-0.27	-0.27	-0.27	-0.26	-0.26	-0.26	-0.27	-0.26	-0.27	-0.26	-0.26	-0.26	
		Kendall τ	-0.21	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.30	-0.30	-0.30	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.30	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29
		G-K γ	-1.00	-1.01	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-0.98	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
		G-K λ	-0.95	-0.95	-0.95	-0.95	-0.95	-0.95	-0.83	-0.84	-0.85	-0.84	-0.84	-0.84	-0.99	-0.99	-0.98	-0.98	-0.98	-0.98	-0.98

Korelasyon Yöntemlerinden Elde Edilen Görelî Yanlılık Değerleri (Devam)

Kategori Sayısı	Korelasyonun Büyüklüğü	Korelasyon Yöntemi	Verilerin Dağılımı																	
			Normal						Sağa Çarpık						Sola Çarpık					
			Örneklem Büyüklüğü																	
			50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000
5 Kat.	0.20	Polikorik	0.01	-0.04	-0.02	0.01	-0.00	0.00	-0.06	-0.03	-0.12	-0.02	-0.01	-0.01	-0.08	-0.07	-0.02	-0.01	-0.01	0.01
		Pearson	-0.08	-0.13	-0.11	-0.08	-0.09	-0.09	-0.38	-0.44	-0.49	-0.42	-0.41	-0.42	-0.31	-0.41	-0.41	-0.41	-0.41	-0.41
		Spearman	-0.09	-0.16	-0.13	-0.11	-0.11	-0.11	-0.43	-0.43	-0.46	-0.42	-0.42	-0.42	-0.39	-0.42	-0.42	-0.43	-0.43	-0.42
		Kendall τ	-0.23	-0.29	-0.27	-0.25	-0.25	-0.25	-0.47	-0.46	-0.49	-0.46	-0.45	-0.45	-0.42	-0.46	-0.46	-0.47	-0.47	-0.45
		G-K γ	-1.02	-1.00	-1.01	-1.01	-1.00	-1.00	-0.99	-1.05	-0.92	-0.96	-1.01	-0.98	-0.99	-1.01	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
		G-K λ	-0.62	-0.61	-0.61	-0.61	-0.60	-0.60	0.34	0.28	0.25	0.23	0.24	0.26	-0.90	-0.89	-0.89	-0.88	-0.88	-0.88
	0.40	Polikorik	-0.00	0.00	-0.01	-0.00	0.00	-0.00	-0.03	-0.01	-0.02	0.01	-0.01	-0.00	-0.10	0.01	-0.02	-0.02	0.00	0.00
		Pearson	-0.10	-0.09	-0.10	-0.09	-0.09	-0.09	-0.32	-0.37	-0.35	-0.34	-0.35	-0.34	-0.36	-0.32	-0.35	-0.36	-0.35	-0.34
		Spearman	-0.12	-0.11	-0.13	-0.11	-0.11	-0.11	-0.36	-0.37	-0.39	-0.35	-0.38	-0.37	-0.39	-0.35	-0.38	-0.39	-0.38	-0.38
		Kendall τ	-0.25	-0.24	-0.25	-0.25	-0.24	-0.24	-0.40	-0.41	-0.43	-0.40	-0.42	-0.41	-0.42	-0.39	-0.42	-0.43	-0.42	-0.42
		G-K γ	-0.99	-0.99	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.10	-0.99	-0.98	-1.00	-0.99	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
		G-K λ	-0.84	-0.84	-0.83	-0.83	-0.83	-0.83	-0.42	-0.45	-0.46	-0.47	-0.46	-0.45	-0.96	-0.95	-0.95	-0.95	-0.95	-0.95
	0.60	Polikorik	0.00	0.01	-0.01	0.00	0.00	-0.00	-0.05	-0.03	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.04	-0.02	-0.01	0.00	-0.00	-0.00
		Pearson	-0.08	-0.08	-0.10	-0.08	-0.09	-0.09	-0.27	-0.26	-0.24	-0.26	-0.26	-0.25	-0.28	-0.28	-0.27	-0.26	-0.26	-0.26
		Spearman	-0.10	-0.10	-0.11	-0.10	-0.10	-0.11	-0.33	-0.32	-0.31	-0.32	-0.32	-0.31	-0.34	-0.35	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33
		Kendall τ	-0.21	-0.22	-0.23	-0.22	-0.22	-0.22	-0.37	-0.36	-0.35	-0.36	-0.36	-0.36	-0.37	-0.38	-0.37	-0.36	-0.36	-0.37
		G-K γ	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.02	-1.00	-1.01	-1.01	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
		G-K λ	-0.91	-0.91	-0.91	-0.91	-0.91	-0.91	-0.68	-0.70	-0.71	-0.70	-0.70	-0.70	-0.98	-0.97	-0.97	-0.97	-0.97	-0.97
	0.80	Polikorik	0.02	0.01	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.03	-0.01	-0.01	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.01	-0.00	-0.00
		Pearson	-0.07	-0.08	-0.09	-0.09	-0.08	-0.08	-0.19	-0.17	-0.17	-0.17	-0.16	-0.16	-0.17	-0.19	-0.16	-0.18	-0.17	-0.17
Spearman		-0.09	-0.09	-0.10	-0.10	-0.09	-0.10	-0.25	-0.25	-0.25	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.26	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25	
Kendall τ		-0.17	-0.18	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19	-0.28	-0.29	-0.29	-0.28	-0.28	-0.28	-0.27	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	-0.29	
G-K γ		-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.01	-1.01	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	
G-K λ		-0.96	-0.96	-0.95	-0.95	-0.95	-0.95	-0.84	-0.84	-0.85	-0.84	-0.84	-0.84	-0.99	-0.99	-0.99	-0.98	-0.98	-0.98	

Korelasyon Yöntemlerinden Elde Edilen Görelî Yanlılık Değerleri (Devam)

Kategori Sayısı	Korelasyonun Büyüklüğü	Korelasyon Yöntemi	Verilerin Dağılımı																		
			Normal						Sağa Çarpık						Sola Çarpık						
			Örneklem Büyüklüğü																		
			50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000	
7 Kat.	0.20	Polikorik	0.02	-0.08	-0.03	0.01	-0.02	-0.00	-0.04	0.03	0.09	-0.04	0.00	0.00	-0.09	-0.18	-0.06	-0.02	-0.02	-0.01	
		Pearson	-0.03	-0.10	-0.07	-0.05	-0.07	-0.06	-0.46	-0.47	-0.40	-0.43	-0.42	-0.43	-0.34	-0.44	-0.46	-0.43	-0.42	-0.43	
		Spearman	-0.04	-0.12	-0.10	-0.08	-0.10	-0.09	-0.42	-0.44	-0.42	-0.45	-0.42	-0.42	-0.37	-0.51	-0.44	-0.43	-0.44	-0.43	
		Kendall τ	-0.21	-0.28	-0.26	-0.25	-0.27	-0.26	-0.45	-0.48	-0.46	-0.48	-0.46	-0.46	-0.41	-0.54	-0.48	-0.47	-0.48	-0.46	
		G-K γ	-0.99	-1.01	-1.01	-1.01	-1.00	-1.00	-1.15	-0.99	-0.99	-0.98	-1.00	-1.02	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
		G-K λ	-0.69	-0.68	-0.68	-0.68	-0.67	-0.67	0.40	0.34	0.29	0.26	0.26	0.27	-0.93	-0.93	-0.93	-0.92	-0.92	-0.92	
		Polikorik	-0.03	-0.03	-0.03	0.00	-0.00	-0.00	-0.22	-0.02	0.02	0.00	-0.01	-0.01	-0.05	-0.04	-0.02	-0.00	-0.00	-0.01	
		Pearson	-0.07	-0.07	-0.07	-0.06	-0.06	-0.06	-0.39	-0.36	-0.36	-0.34	-0.35	-0.35	-0.33	-0.36	-0.34	-0.34	-0.33	-0.35	
		Spearman	-0.11	-0.09	-0.10	-0.09	-0.09	-0.09	-0.40	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39	-0.39	-0.40	-0.39	-0.38	-0.39	-0.39	
		Kendall τ	-0.26	-0.25	-0.26	-0.24	-0.25	-0.25	-0.43	-0.43	-0.43	-0.43	-0.43	-0.42	-0.42	-0.43	-0.43	-0.42	-0.42	-0.43	
	0.40	G-K γ	-1.01	-0.99	-1.00	-1.00	-1.00	-1.10	-1.00	-1.01	-1.02	-1.02	-1.01	-1.01	-1.01	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	
		G-K λ	-0.87	-0.87	-0.86	-0.86	-0.86	-0.39	-0.42	-0.44	-0.44	-0.44	-0.44	-0.97	-0.97	-0.97	-0.97	-0.96	-0.96		
		Polikorik	-0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.07	-0.02	-0.02	-0.00	0.00	0.00	-0.06	-0.02	-0.01	-0.00	-0.01	0.00	
		Pearson	-0.06	-0.05	-0.06	-0.05	-0.05	-0.06	-0.26	-0.26	-0.28	-0.26	-0.25	-0.25	-0.29	-0.28	-0.25	-0.25	-0.26	-0.25	
		Spearman	-0.09	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.33	-0.32	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33	-0.35	-0.34	-0.34	-0.33	-0.33	-0.33	
	0.60	Kendall τ	-0.23	-0.22	-0.22	-0.22	-0.22	-0.23	-0.36	-0.36	-0.37	-0.37	-0.37	-0.37	-0.39	-0.37	-0.37	-0.36	-0.37	-0.36	
		G-K γ	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-0.98	-1.02	-1.00	-0.99	-1.01	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	
		G-K λ	-0.93	-0.93	-0.93	-0.92	-0.92	-0.92	-0.68	-0.69	-0.69	-0.69	-0.69	-0.69	-0.98	-0.98	-0.98	-0.98	-0.98	-0.98	
		Polikorik	0.01	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.10	-0.01	0.01	-0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	
		Pearson	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.15	-0.17	-0.15	-0.16	-0.15	-0.15	-0.18	-0.16	-0.16	-0.16	-0.15	-0.16	
0.80	Spearman	-0.08	-0.08	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.23	-0.26	-0.24	-0.25	-0.24	-0.25	-0.26	-0.24	-0.25	-0.24	-0.25	-0.25		
	Kendall τ	-0.18	-0.19	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18	-0.27	-0.29	-0.28	-0.29	-0.28	-0.29	-0.29	-0.28	-0.29	-0.28	-0.28	-0.28		
	G-K γ	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00		
	G-K λ	-0.96	-0.96	-0.96	-0.96	-0.96	-0.96	-0.84	-0.84	-0.84	-0.84	-0.84	-0.83	-0.99	-0.99	-0.99	-0.99	-0.99	-0.99		

Ek C
Korelasyon Yöntemlerinden Elde Edilen Ortalama Hata Kareleri Değerleri

Kategori Sayısı	Korelasyonun Büyüklüğü	Korelasyon Yöntemi	Verilerin Dağılımı																	
			Normal					Sağa Çarpık					Sola Çarpık							
			Örneklem Büyüklüğü																	
			50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000
2 Kat.	0,20	Polikorik	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.06	0.05	0.04	0.01	0.00	0.00	0.07	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00
		Pearson	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
		Spearman	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
		Kendall τ	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
		G-K γ	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.12	0.08	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
		G-K λ	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02
	0,40	Polikorik	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.07	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.07	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00
		Pearson	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.07	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04
		Spearman	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.07	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04
		Kendall τ	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.07	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04
		G-K γ	0.15	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.26	0.20	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
		G-K λ	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
	0,60	Polikorik	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.06	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.06	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00
		Pearson	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.10	0.08	0.08	0.06	0.06	0.06	0.11	0.08	0.07	0.06	0.06	0.06
		Spearman	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.10	0.08	0.08	0.06	0.06	0.06	0.11	0.08	0.07	0.06	0.06	0.06
		Kendall τ	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.10	0.08	0.08	0.06	0.06	0.06	0.11	0.08	0.07	0.06	0.06	0.06
		G-K γ	0.37	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.43	0.41	0.38	0.38	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
		G-K λ	0.27	0.27	0.26	0.26	0.26	0.25	0.20	0.20	0.19	0.18	0.18	0.18	0.33	0.33	0.33	0.33	0.32	0.32
	0,80	Polikorik	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
		Pearson	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.11	0.09	0.08	0.07	0.07	0.07	0.10	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07
Spearman		0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.11	0.09	0.08	0.07	0.07	0.07	0.10	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	
Kendall τ		0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.11	0.09	0.08	0.07	0.07	0.07	0.10	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	
G-K γ		0.66	0.65	0.64	0.64	0.64	0.64	0.71	0.69	0.66	0.66	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	
G-K λ		0.56	0.55	0.55	0.54	0.54	0.54	0.49	0.47	0.47	0.46	0.45	0.45	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	

Korelasyon Yöntemlerinden Elde Edilen Ortalama Hata Kareleri Değerleri (Dveam)

Kategori Sayısı	Korelasyonun Büyüklüğü	Korelasyon Yöntemi	Verilerin Dağılımı																	
			Normal						Sağa Çarpık					Sola Çarpık						
			Örneklem Büyüklüğü																	
			50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000
3 Kat.	0.20	Polikorik	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.15	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.28	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00
		Pearson	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
		Spearman	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
		Kendall τ	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
		G-K γ	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.15	0.07	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
		G-K λ	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	0.40	Polikorik	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.11	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.13	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00
		Pearson	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.07	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.07	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03
		Spearman	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.07	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.06	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03
		Kendall τ	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.07	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.07	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03
		G-K γ	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.27	0.17	0.19	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
		G-K λ	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
	0.60	Polikorik	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.08	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
		Pearson	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.07	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.07	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04
		Spearman	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.08	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05
		Kendall τ	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.08	0.07	0.06	0.07	0.06	0.06
		G-K γ	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.44	0.38	0.37	0.37	0.37	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
		G-K λ	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.17	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
	0.80	Polikorik	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
		Pearson	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.09	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.09	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
		Spearman	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.11	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.11	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06
		Kendall τ	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.12	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.11	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06
		G-K γ	0.64	0.65	0.64	0.64	0.64	0.64	0.71	0.65	0.65	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
		G-K λ	0.59	0.59	0.58	0.58	0.58	0.58	0.45	0.46	0.46	0.45	0.45	0.44	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62

Korelasyon Yöntemlerinden Elde Edilen Ortalama Hata Kareleri Değerleri (Devam)

Kategori Sayısı	Korelasyonun Büyüklüğü	Korelasyon Yöntemi	Verilerin Dağılımı																	
			Normal		Sağa Çarpık					Sola Çarpık										
			Örneklem Büyüklüğü																	
			50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000
4 Kat.	0.20	Polikorik	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.07	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.14	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00
		Pearson	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
		Spearman	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
		Kendall τ	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
		G-K γ	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.11	0.07	0.06	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
		G-K λ	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	0.40	Polikorik	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.08	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.11	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00
		Pearson	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.06	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.06	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02
		Spearman	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.06	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.06	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
		Kendall τ	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.06	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03
		G-K γ	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.24	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
		G-K λ	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
	0.60	Polikorik	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
		Pearson	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.08	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.07	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03
		Spearman	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.08	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04
		Kendall τ	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.08	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05
		G-K γ	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.40	0.39	0.35	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
		G-K λ	0.30	0.30	0.30	0.29	0.29	0.29	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
	0.80	Polikorik	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
		Pearson	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02
		Spearman	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.05	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04
		Kendall τ	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05
		G-K γ	0.64	0.65	0.64	0.64	0.64	0.64	0.66	0.65	0.65	0.65	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
		G-K λ	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.57	0.44	0.45	0.46	0.45	0.45	0.45	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62

Korelasyon Yöntemlerinden Elde Edilen Ortalama Hata Kareleri Değerleri (Devam)

Kategori Sayısı	Korelasyonun Büyüklüğü	Korelasyon Yöntemi	Verilerin Dağılımı																	
			Normal						Sağa Çarpık					Sola Çarpık						
			Örneklem Büyüklüğü																	
			50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000
5 Kat.	0.20	Polikorik	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.08	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.09	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00
		Pearson	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
		Spearman	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
		Kendall τ	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
		G-K γ	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.11	0.08	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
		G-K λ	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	0.40	Polikorik	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.09	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00
		Pearson	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.06	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02
		Spearman	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.06	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02
		Kendall τ	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.06	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
		G-K γ	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.25	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
		G-K λ	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
	0.60	Polikorik	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
		Pearson	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.06	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.07	0.05	0.03	0.03	0.03	0.02
		Spearman	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.07	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04
		Kendall τ	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.08	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05
		G-K γ	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.43	0.38	0.38	0.37	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
		G-K λ	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.29	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
	0.80	Polikorik	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
		Pearson	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
		Spearman	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
		Kendall τ	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05
		G-K γ	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.69	0.66	0.65	0.64	0.65	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
		G-K λ	0.59	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.45	0.45	0.46	0.46	0.45	0.45	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62

Korelasyon Yöntemlerinden Elde Edilen Ortalama Hata Kareleri Değerleri (Devam)

Kategori Sayısı	Korelasyonun Büyüklüğü	Korelasyon Yöntemi	Verilerin Dağılımı																	
			Normal						Sağa Çarpık					Sola Çarpık						
			Örneklem Büyüklüğü																	
			50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000	50	100	200	500	1000	5000
7 Kat.	0.20	Polikorik	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.10	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.09	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00
		Pearson	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
		Spearman	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
		Kendall τ	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
		G-K γ	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.11	0.07	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
		G-K λ	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	0.40	Polikorik	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.09	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.07	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00
		Pearson	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02
		Spearman	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02
		Kendall τ	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
		G-K γ	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.27	0.18	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
		G-K λ	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
	0.60	Polikorik	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
		Pearson	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.07	0.05	0.03	0.03	0.03	0.02
		Spearman	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.07	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
		Kendall τ	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.08	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05
		G-K γ	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.40	0.40	0.37	0.35	0.37	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
		G-K λ	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
	0.80	Polikorik	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
		Pearson	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
		Spearman	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.07	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
		Kendall τ	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.06	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05	0.08	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05
		G-K γ	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.67	0.65	0.65	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
		G-K λ	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.46	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63

Ek D

Araştırmada Sürekli Değişkenleri Kategorik Hale Getirmek İçin Kullanılan Kesme Noktaları

Kategori Sayısı	Normal Dağılım	Ç.K = 2.5	Ç.K = -2.5
2	$Y = \begin{cases} 0, & y_i^* \leq 0.00 \\ 1, & y_i^* > 0.00 \end{cases}$	$Y = \begin{cases} 0, & y_i^* \leq 1.05 \\ 1, & y_i^* > 1.05 \end{cases}$	$Y = \begin{cases} 0, & y_i^* \leq -1.05 \\ 1, & y_i^* > -1.05 \end{cases}$
3	$Y = \begin{cases} 0, & y_i^* \leq -1.00 \\ 1, & -1.00 < y_i^* \leq 1.00 \\ 2, & y_i^* > 1.00 \end{cases}$	$Y = \begin{cases} 0, & y_i^* \leq 1 \\ 1, & 1 < y_i^* \leq 1.80 \\ 2, & y_i^* > 1.80 \end{cases}$	$Y = \begin{cases} 0, & y_i^* \leq -1.80 \\ 1, & -1.80 < y_i^* \leq -1 \\ 2, & y_i^* > -1 \end{cases}$
4	$Y = \begin{cases} 0, & y_i^* \leq -1.25 \\ 1, & -1.25 < y_i^* \leq 0.00 \\ 2, & 0.00 < y_i^* \leq 1.25 \\ 3, & y_i^* > 1.25 \end{cases}$	$Y = \begin{cases} 0, & y_i^* \leq 0.85 \\ 1, & 0.85 < y_i^* \leq 1.5 \\ 2, & 1.5 < y_i^* \leq 2 \\ 3, & y_i^* > 2 \end{cases}$	$Y = \begin{cases} 0, & y_i^* \leq -2 \\ 1, & -2.00 < y_i^* \leq -1.50 \\ 2, & -1.50 < y_i^* \leq -0.85 \\ 3, & y_i^* > -0.85 \end{cases}$
5	$Y = \begin{cases} 0, & y_i^* \leq -1.50 \\ 1, & -1.50 < y_i^* \leq -0.50 \\ 2, & -0.50 < y_i^* \leq 0.50 \\ 3, & 0.50 < y_i^* \leq 1.50 \\ 4, & y_i^* > 1.50 \end{cases}$	$Y = \begin{cases} 0, & y_i^* \leq 0.75 \\ 1, & 0.75 < y_i^* \leq 1.28 \\ 2, & 1.28 < y_i^* \leq 1.645 \\ 3, & 1.645 < y_i^* \leq 2.05 \\ 4, & y_i^* > 2.05 \end{cases}$	$Y = \begin{cases} 0, & y_i^* \leq -2.25 \\ 1, & -2.25 < y_i^* \leq -1.80 \\ 2, & -1.80 < y_i^* \leq -1.30 \\ 3, & -1.30 < y_i^* \leq -0.8 \\ 4, & y_i^* > -0.8 \end{cases}$
7	$Y = \begin{cases} 0, & y_i^* \leq -2.154 \\ 1, & -2.154 < y_i^* \leq -1.230 \\ 2, & -1.230 < y_i^* \leq -0.402 \\ 3, & -0.402 < y_i^* \leq 0.402 \\ 4, & 0.402 < y_i^* \leq 1.23 \\ 5, & 1.230 < y_i^* \leq 2.156 \\ 6, & y_i^* > 2.156 \end{cases}$	$Y = \begin{cases} 0, & y_i^* \leq 0.8 \\ 1, & 0.8 < y_i^* \leq 1.2 \\ 2, & 1.2 < y_i^* \leq 1.7 \\ 3, & 1.7 < y_i^* \leq 2.1 \\ 4, & 2.1 < y_i^* \leq 2.35 \\ 5, & 2.35 < y_i^* \leq 2.75 \\ 6, & y_i^* > 2.75 \end{cases}$	$Y = \begin{cases} 0, & y_i^* \leq -3 \\ 1, & -3 < y_i^* \leq -2.6 \\ 2, & -2.6 < y_i^* \leq -2.2 \\ 3, & -2.2 < y_i^* \leq -1.8 \\ 4, & -1.8 < y_i^* \leq -1.3 \\ 5, & -1.3 < y_i^* \leq -0.8 \\ 6, & y_i^* > -0.8 \end{cases}$