

ÜNİVERSİTE TERCİHLERİNDE URAP SIRALAMASINDA KULLANILAN DEĞİŞKENLERİN ETKİLERİNİN GENELLEŞTİRİLMİŞ TAHMİN DENKLEMLERİ İLE İNCELENMESİ

Seda BAĞDATLI KALKAN*, Özlem DENİZ BAŞAR**,
Ünal H. ÖZDEN***

Özet

Türkiye’de üniversitelerde öğrenim görecekt kişiler kendilerine en uygun bölüm veya üniversiteyi seçmeleri hem kendileri hem de aileleri için büyük önem arz etmektedir. Kişiler üniversite tercihlerini yaparken, inceledikleri üniversitelere ilişkin bir çok özelliği dikkate almaktadır. Bu nedenle tercih dönemlerinde üniversiteler tarafından yapılan bilgilendirmelerde kurumlarını ön plana çıkaracağı düşünülen özellikler tanıtılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, her yıl URAP tarafından açıklanan ve ağırlıklı olarak akademisyenlerin performanslarıyla ilişkili olan farklı değişkenler için hesaplanmış puan değerlerini kullanarak, üniversitelerin doluluk oranlarının bu değerlerden ne ölçüde etkilendiğinin belirlenmesidir.

***Anahtar Kelimeler:** Üniversite doluluğu, URAP, Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri.*

***JEL Sınıflaması:** C51, C52, C59, I23.*

ANALYZING THE EFFECTS OF VARIABLES USED IN URAP RANKING FOR UNIVERSITY CHOICES THROUGH GENERALIZED ESTIMATION EQUATIONS

Abstract

Choosing the most appropriate department or university of people who will study in these universities has a great importance for both people and their families in Turkey. When people making their university choices, they take into account a lot of features for the universities which they examine. Therefore, in the university choice

* Yrd. Doç. Dr., İstanbul Ticaret Üniversitesi, sbagdatli@ticaret.edu.tr

** Doç. Dr., İstanbul Ticaret Üniversitesi, odeniz@ticaret.edu.tr

*** Doç. Dr., İstanbul Ticaret Üniversitesi, uozden@ticaret.edu.tr

terms in the university informations they introduce the foreground features. The aim of this study is to discover how effects the criterion which use in URAP in the university occupancy rate. The scores which are used in this study is to be revealed every year by URAP. These scores are calculated by using academic's performance predominantly.

Keywords: University Occupancy Rate, URAP, Generalized Estimating Equations.

JEL Classifications: C51, C52, C59, I23.

1. Giriş

İnsanların öğrenim düzeyi arttıkça ülke ekonomisine yaptıkları katkı oranı artmaktadır. Çünkü gelişmekte olan ülkelerde toplumun ortalama öğrenim düzeyinin 1 yıl artması o ülkenin milli gelirinin %10 artmasını sağlamaktadır. Bu nedenle, öğrenim hayatında en önemli kararlardan birisi üniversite seçimidir¹. Türkiye’de ve tüm dünyada üniversitelerde öğrenim görecekt kişilerin kendilerine en uygun bölüm veya üniversiteyi seçmeleri hem kendileri hem de aileleri için büyük önem arz etmektedir. Tercih edecekleri üniversite veya bölüm kişilerin gelecekte hayatlarını idame ettirmeye yönelik seçecekleri meslek için en belirleyici unsurlardan birisidir. Bu nedenle, iyi bir mesleki formasyona sahip olmak için kişiler üniversite ve bölüm seçerken en iyi üniversiteyi tercih etmek ve orada öğrenim görmek istemektedirler.

Günümüzde yerel ve küresel bazda üniversiteler arasındaki rekabetin artması, kişi ve kurumların üniversiteler hakkında karşılaştırılabilir birden çok farklı kriterleri dikkate alarak sıralama yapmaya yönelik ihtiyaç ortaya çıkarmıştır. Bu ihtiyaç nedeniyle son yıllarda üniversitelerin sıralanmasına yönelik araştırmalar oldukça yaygınlaşmıştır.

Dünya’da ilk olarak üniversite sıralaması 1900 yılında başarılı mezun sayısına göre İngiltere’de yapılmıştır. 1906 yılında ise ABD’de başarılı akademisyenlere göre üniversiteler sıralanmıştır. Ancak bu tür sıralamalar periyodik olarak tekrarlanmadığı için yeterince ilgi uyandırmamıştır. Periyodik olarak tekrarlanan ilk üniversite sıralaması 1983 yılında US News and World Report adlı dergi tarafından yapılmaya başlanmıştır. Dergi her yıl üniversitelere gerekli bilgileri toplayıp sıralama yaparak üniversite adaylarına tercihleri konusunda yardımcı olmaya çalışmaktadır. Buna benzer sıralamalar daha sonra yaygınlaşmaya başlamış ve benzeri sıralamalar, Kanada’da Maclean’s dergisi, İngiltere’de Times, The Guardian, The Daily Telegraph, Independent ve The Sunday Times gibi dergi ve gazeteler tarafından yapılmaya başlanmıştır².

Son yıllarda toplumun farklı kesimlerinin ihtiyaçları doğrultusunda çeşitli kurum ve kuruluşlar tarafından; evrensel, bölgesel ve ulusal seviyelerde çok yönlü ola-

¹ Ural Akbulut, “**Tercih yaparken üniversite sıralamalarından nasıl yararlanılır?**”, <http://www.hurriyet.com.tr/egitim/23667070.asp>, 2013, Erişim Tarihi (29.11.2014).

² Ural Akbulut, “**Tercih Aşamasında, Üniversite Sıralamalarının Yararı**”, <http://www.uralakbulut.com.tr/wp-content/uploads/2014/06/Tercih-Aşamasında-Üniversite-Sıralamalarının-Yararı-28-Haziran-2014-Milliyet.pdf>, 2014, Erişim Tarihi (29.11.2014), s.1.

rak sıralamalar yapılmaktadır³. Ulusal düzeyde yapılan üniversite sıralamaları, genellikle yurt içindeki üniversite adaylarına yol göstermek için yapılmaktadır. Evrensel ve bölgesel sıralamalar ise öğrenimini yurt dışında yapmak isteyen öğrencilere yardımcı olmak amacıyla gerçekleştirilmektedir. Ulusal ve evrensel sıralamaların diğer yararı ise üniversitelere, kendilerini akademik olarak diğer üniversitelerle karşılaştırma olanağı sağlamasıdır. Gelişmekte olan ülkelerin üniversiteleri, dünyanın önde gelen üniversiteleriyle kendilerini karşılaştırıp hangi alanlarda kendilerini geliştirmeleri gerektiğini bu sıralamalar sayesinde görebilmektedirler⁴.

Bunun yanı sıra farklı sıralama sistemleri de bulunmaktadır. Her bir sıralama sistemi farklı kriterleri kullanarak farklı sıralamalar yapmaktadır ve bunun sonucu olarak da farklı düzeylerdeki sıralamalarda ve farklı sıralama sistemlerine göre üniversitelerin sıra numaraları farklı çıkmaktadır. Dolayısıyla sıralama sistemlerinin birbirlerine göre kullandıkları yöntem ve sıralama kriterleri açısından avantaj ve dezavantajları vardır⁵. Diğer taraftan evrensel olarak yapılan sıralamalarda, ülkeye özgü özellikler (bütçe, sosyal olanaklar vb.) dikkate alınmadığından yanlış sıralama yapmaya neden olabilmektedir. Buna engel olmak için ülkesel ve bölgesel sıralama sistemlerinde dikkate alınması gereken bu özelliklere yönelik kapsamlı bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır⁶. Evrensel ve bölgesel olarak yapılan sıralamalardaki bu eksikliğin giderilebilmesi için URAP (University Ranking by Academic Performance) Araştırma Laboratuvarı tarafından 2009 yılında “Üniversitelerimizin Akademik Performansa Dayalı Sıralaması” adıyla Türkiye’deki üniversitelerin sıralaması ilk defa yayınlanmıştır⁷ ve bu sıralama daha sonra her yıl periyodik olarak tekrarlanmıştır. Bu sıralamalar Türkiye’deki yükseköğretim kurumları için belirlenmiş olan 9 akademik başarı kriteri dikkate alınarak gerçekleştirilmektedir.

Sıralama sistemlerine yönelik olarak en çok tartışmalara neden olan konu; sıralama sisteminde kullanılan metodolojilerin güvenilirliği ve sıralama sistemlerinde kullanılan kriterlerin geçerliliğidir. Güvenilirlik; sıralama sistemleri üniversitelerin göreceli performansını daha gerçekçi olarak yansıtmasıdır. Geçerlilik ise, sıralama sistemlerinin kriterlerini en iyi şekilde nasıl gösterildiğini ve değerlendirmede belirlenen kurallara uygun olup olmadığını değerlendirilmesidir⁸.

³ David D. Dill-Maarja Soo, **Academic quality, league tables, and public policy: A cross-national analysis of university ranking systems**. *Higher Education*, 49(4), doi:10.1007/10734-004-1746-8, 2005, s.495-533.

⁴ Ural, **a.g.m.**, Erişim Tarihi (29.11.2014), s.1.

⁵ A.F.M.A. AL Juboori-Yunji Na-F. Ko, “University Ranking and Evaluation: Trend and Existing Approaches”, **The 2nd International Conference on Next Generation Information Technology**, Print ISBN: 978-1-4577-0266-2, 2011, s.137-142.

⁶ Oğuzhan Alaşehir-Fatih Ömrüzun-Nazife Baykal, “Üniversite Sıralama Sistemlerinin Anlattıkları ve Türkiye İçin Yeni Bir Sıralama Sistemi Gereksinimi”, **Uluslararası Yükseköğretim Kongresi: Yeni Yönelişler ve Sorunlar (UYK-2011)**, 27-29 Mayıs 2011, İstanbul; 2. Cilt, Bölüm IX, 2011, s.1003-1009.

⁷ Alaşehir-Ömrüzun-Baykal, **a.g.m.**, s.1003-1009.

⁸ Mu Hsuan Huang, “A Comparison of Three Major Academic Rankings for World Uni-

Bu çalışmanın amacı; üniversite doluluk oranlarını, URAP sıralamasında kullanılan değişkenlerin etkileyip etkilemediğini ortaya çıkarmaktır. Bu amaca yönelik olarak Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri (GTD) yöntemi kullanılmıştır. GTD yöntemi aynı birimlere ait özelliklerin zaman içerisinde tekrarlı olarak ölçülmesi ile edilen boylamsal verilerde sıkça kullanılmaktadır. Bu çalışmada da 2011, 2012 ve 2013 yılları için aynı üniversitelere ait özellikler boylamsal olarak toplanmış ve analiz edilmiştir. Yöntem

2. Yöntem

Bu çalışmada URAP sıralamasında kullanılan başarı kriterleri bağımsız değişkenler, 2011, 2012 ve 2013 yıllarındaki üniversite doluluk oranları ise bağımlı değişken olarak alınmıştır.

URAP sıralamaları oluşturulurken çeşitli değişkenler kullanılarak her bir üniversiteyi temsil edecek genel puan hesaplanır ve üniversiteler hesaplanan bu puanlara göre sıralanır. Üniversitelerin sıralamalarında kullanılan genel puan aşağıda belirtilmiş olan değişkenler kullanılarak oluşturulur⁹. Bu çalışmada da bağımsız değişkenler aşağıda açıklanmış 5 değişken olarak belirlenmiştir.

1. Makale Puanı: İlgilenilen yıla ilişkin makale sayısı puanı + Öğretim üyesi başına düşen ilgili yıla ait makale sayısı puanı

2. Toplam Atıf Puanı: İlgilenilen yıla ilişkin atıf sayısı (son 5 yıllık) puanı + Öğretim Üyesi başına düşen ilgili yıla ilişkin atıf sayısı (son 5 yılda yayınlanan makalelere verilen) puan

3. Toplam Bilimsel Doküman Puanı: Son 5 yıl için yapılan toplam bilimsel doküman (yayın, tebliğ vb.) sayısı puanı + Öğretim üyesi başına düşen toplam bilimsel doküman (yayın, tebliğ vb.) sayısı puanı

4. Doktora öğrencisi puanı: Doktora öğrenci sayısı puanı + doktora öğrenci sayısının toplam öğrenci içindeki yüzdesi puanı

5. Öğretim Üyesi / Öğrenci Puanı: Öğretim üyesi başına düşen öğrenci sayısı puanı

Çalışmada, bu değişkenlerin değerlerine 2011, 2012 ve 2013 yılları için açıklanmış olan üniversitelere ilişkin sıralama raporlarından ulaşılmıştır. Bağımlı değişken olarak belirlenmiş “üniversitelerin doluluk oranları”na ilişkin değerler ise 2012, 2013 ve 2014 yılları için açıklanan raporlardan düzenlenmiştir. Üniversitelerin doluluk oranları bir önceki yılın sıralamasından etkileneceğinden bir yıl gecikme ile veriler düzenlenmiştir. Ayrıca bazı üniversitelerin 2013, bazılarının ise 2014 yılında kurulması nedeniyle Türkiye’deki bütün üniversitelerin verilerine ulaşılamamıştır. Analiz için kayıp gözlem bulunmaması açısından tüm verilerine ulaşılan 124 üniversite analize dahil edilmiştir.

versities: From a Research Evaluation Perspective”, **Journal of Library and Information Studies**, Vol. 9, Issue 1, 2011, s.1-25.

⁹ <http://tr.urapcenter.org/2012/index.php>, Erişim Tarihi (20 Ekim 2014).

Bu çalışmada üniversitelere ait boylamsal veri setinin analizi Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri (GTD) ile gerçekleştirilmiştir. GTD, Karma Etki Modelleri (KEM)'ne alternatif olarak geliştirilmiş bir yöntemdir. Bu yöntem ilk defa 1986 yılında Liang ve Zeger¹⁰ tarafından ileri sürülmüştür.

Geleneksel regresyon modellerinde hatalarının dağılımının normal olması ve bağımlı değişkenin varyansının sabit olması varsayımları söz konusu olmaktadır. Ancak boylamsal verilerin analizinde her iki durumla da karşılaşmak her zaman mümkün olamamaktadır. GTD, KEM gibi varsayımsal sorunlarla karşılaşıldığında, bu varsayımlarda esneklik sağlayarak boylamsal verilerin analizini olanaklı kılmaktadır. GTD, bağımlı değişken yapısının sürekli, sıralı, iki terimli ve sayma olduğu durumlarda kullanılabilir¹¹.

GTD, Genelleştirilmiş Doğrusal Modellerin (GDM) uzantısı olarak ileri sürülmüştür. GDM'de ortalama yapının modellenmesi ve normal olmayan bağımlı değişkenlerin dönüşümünün sağlanması için geleneksel regresyon modellerinin bir uzantısıdır. GDM'de tesadüfi bileşen, sistematik bileşen ve bağ fonksiyonu olmak üzere üç çeşit bileşen vardır. Tesadüfi bileşen, bağımlı değişkeni ve bağımlı değişkenin olasılık dağılımlarını tanımlar. Sistematik bileşen, doğrusal tahmin fonksiyonunda kullanılan açıklayıcı değişkenler vektörü ile ilişkilidir. Bağ fonksiyonu ise tesadüfi ve sistematik bileşenleri birbirine bağlayan fonksiyondur¹². GDM'de tesadüfi değişken ve sistematik bileşenin yapısına göre modeller değişmektedir. GTD, marjinal modeller (*anakütle-ortalama-population-averaged*) olarak ifade edilmektedir. Bu modellerde bağımlı değişkenin ortalaması sadece bağımsız değişkenlere bağlıdır. KEM birim-özel modellerdir. GTD ise anakütle ortalama değerindeki marjinal değişimi bulmayı sağlayan modellerdir. GDM ailesi Şekil 1'de özetlenmektedir.

Doğrusal Karma Etki Modelleri (DKEM), (Doğrusal Olmayan Karma Etki Modelleri) DOKEM ve Genelleştirilmiş Doğrusal Karma Etki Modelleri (GD-KEM)'nin tahmini bahsedildiği üzere olabilirlik teorisine dayanır. Olabilirlik teorisinin temelinde dağılımsal varsayımlar söz konusudur. Örneğin, GDKEM'nde bağımlı değişkenin dağılımının üstel bir aileden geldiği, DKEM ve DOKEM'nde ise bağımlı değişkenin dağılımının normal olduğu varsayılır. Eğer varsayımlar gerçekleşiyorsa En Çok Olabilirlik (EÇO) tahminleri asimtotik olarak en etkin ve asimtotik olarak normal olurlar¹³.

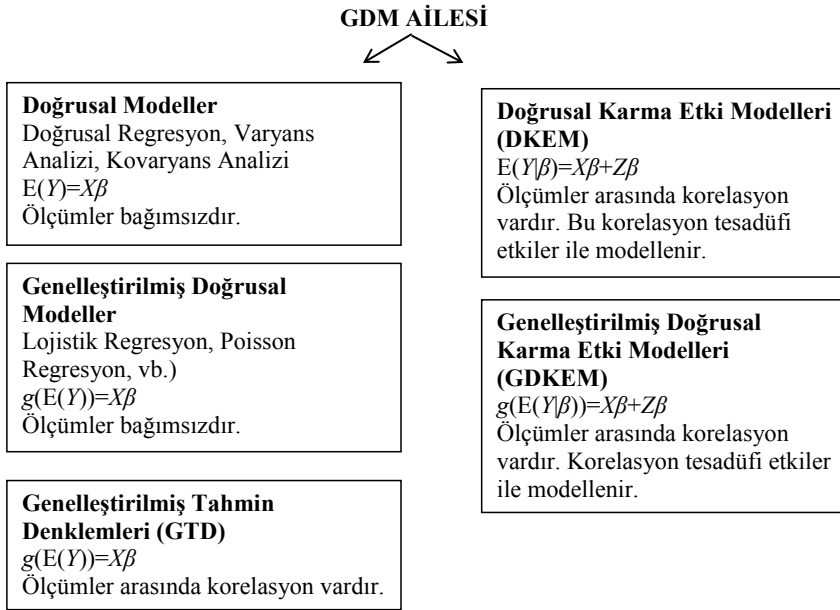
¹⁰ Kung-Yi Liang-Scott L. Zeger, "Longitudinal Data Analysis Using Generalized Linear Models", **Biometrika**, (73)1, 1986, s.13-22.

¹¹ Paolo Ghisletta-Dario Spini, "An Introduction to Generalized Estimating Equations and an Application to Assess Selectivity Effects in a Longitudinal Study on Very Old Individuals", **Journal of Educational and Behavioral Statistics**, 29(4), 2004, s.421-437.

¹² Serpil Kılıç, "Genelleştirilmiş Tahmin Denklemlerinde Çalışan Korelasyon Yapısına Entropi Yaklaşımı", İstanbul: Marmara Üniversitesi SBE, 2012, s.19, (Yayınlanmamış Doktora Tezi).

¹³ Lang Wu, **Mixed Effects Models for Complex Data**, New York: Chapman & Hall/CRC Press, 2010, s.333.

Şekil 1: GDM Ailesinin Şekilsel Gösterimi



Kaynak: Greene, T. GEE and Generalized Linear Mixed Models. *The University of Utah, Scholl of Medicine*. humis.bmi.utah.edu/.../organization_1863_133, 2005, Erişim (24 Eylül 2013).

Boylamsal verilerin analizinde özellikle GDM ve GDKEM’nde varsayımlar her zaman gerçekleşmeyebilir. Verideki gözlenen değişkenlik modeldeki dağılım tarafından belirlenen değişkenlikten fazla ise aşırı yayılım (*over-dispersion*) problemi ile karşılaşılır ve dağılımsal varsayımlar gerçekleşmez. Bu durumda da olabilirlik teorisi etkin sonuçlar vermez. Aşırı yayılım probleminden kurtulmak adına modele bir yayılım parametresi eklenerek bu yayılım hesaba katılmış olur. Ancak yeni eklenen parametre ile oluşturulan “skor” denkleminin parametre tahminlerini elde etmek gerekmektedir. Tahmin, olabilirlik yöntemine dayanmaktadır ancak burada gerçek olabilirlik değil Yarı Olabilirlik (YO) söz konusu olmaktadır. Oluşturulan “skor” denklemine ise GTD adı verilmektedir¹⁴.

GTD, YO teorisine dayanmaktadır. YO teorisi bağımlı değişkenin dağılımı ile ilgili herhangi bir varsayıma ihtiyaç duymamaktadır¹⁵. YO teorisinde, bağımlı değişkenin ortalaması bağımsız değişkenlerin parametrik bir fonksiyonudur.

GTD, GDKEM gibi bağımlı değişkenin yapısının kategorik olduğu durumlarda kullanılmaktadır. Ancak aralarındaki temel fark GDKEM’de tesadüfi etkiler mode-

¹⁴ Wu, a.g.k., s.333.

¹⁵ Shan Liu- J. Dixon-G. Qui-Y. Tian-R. McCorkle, “Using Generalized Estimating Equations to Analyze Longitudinal Data in Nursing Research”, *Western Journal of Nursing Research*, 31(7), 2009, s.948-964.

le dahil edilir ve birim-özel etkiler ortaya çıkartılır. GTD’nde ise parametreler birimler boyunca sabittir ve anakütlede ki ortalama değişim analiz edilir. GTD anakütle düzeyinde, GDKEM ise birim düzeyindedir¹⁶.

GTD’nin olumlu ve olumsuz yönleri aşağıda görüldüğü gibi özetlenmiştir.

- GTD dağılımsal bir varsayıma ihtiyaç duymazlar sadece ilk iki momentin tanımlanması gerekir.
- GTD’de varyans-kovaryans yapısı yanlış belirlense bile ortalama yapı doğru belirlendiği takdirde tahminler tutarlıdır.
- GTD tahminleri uygun şartlar altında asimtotik olarak normaldir.
- GTD’de birim-özel tahmin yapılamadığından birimler arasında büyük değişkenlikler varsa kullanılması uygun değildir.

Boylamsal veriler için marjinal modeller de ortalama yapısı ve varyans-kovaryans yapısı, dağılımsal varsayım olmadan ayrı ayrı modellenmektedir.

- Bağımlı değişkenin marjinal ortalaması (1)’de görüldüğü gibidir.

$$\mu_{ij}(\beta) = E(y_{ij} | x_i, \beta) = h(x_i' \beta) \quad (1)$$

Burada $h(\cdot)$ bilinen fonksiyonu ifade etmektedir.

- Varyans-kovaryans yapısı ayrı bir şekilde çalışan korelasyon matrisi ile belirlenir.

$$Cov(y_i) = \sum_i(\beta, \alpha) \quad (2)$$

Burada α varyans-kovaryans yapısı için parametreleri içerir.

Çalışan korelasyon matrisi eşitlik (3)’deki gibi ifade edilmektedir.

$$\sum_i(\beta, \alpha) = V_i^{1/2}(\beta) R_i(\alpha) V_i^{1/2}(\beta) \quad (3)$$

Eşitlik (3)’de $V_i(\beta) = kösegen(\sigma_{i1}^2, \dots, \sigma_{in_i}^2)$ ve burada $\sigma_{ik}^2 = \text{var}(y_{ik} | x_i, \beta)$ olarak ifade edilir. $R_i(\alpha)$ ise çalışan korelasyon matrisini ifade eder. Bu matris aynı birimler için bağımlı değişken değerleri arasındaki korelasyonu ölçer. Çalışan korelasyon yapısının gerçek korelasyon yapısına en yakın olacak şekilde seçilmesi gerekmektedir. Çalışan korelasyon yapısı yanlış bir şekilde belirlendiğinde, parametre tahminlerinin görece etkinliği düşük olmaktadır¹⁷.

¹⁶ Julian J. Faraway, **Extending the Linear Model With R; Generalized Linear, Mixed Effects and Nonparametric Regression Models**, London : New York: Chapman & Hall/ CRC Press, 2006, s.205.

¹⁷ Masahiko Gosho-Chikuma Hamada-Isao Yoshimura, “Criterion for the Selection of a Working Correlation Structure in the Generalized Estimating Equation Approach for Longitudinal Balanced Data”, **Communications in Statistics- Theory and Methods**, 40(21), 2011, s.3839-3856.

Çalışan korelasyon yapılarından en çok kullanılanlar aşağıda görüldüğü gibi açıklanmıştır.

Bağımsız (Independent) Çalışan Korelasyon Yapısı

$$R_i(\alpha) = I_{n_i} \quad (4)$$

Eşitlik (4)'de I_{n_i} $n_i \times n_i$ boyutlu birim matrisi ifade etmektedir. Bu durumda ikili korelasyon katsayısı hesaplanamaz¹⁸⁻¹⁹. Bağımsız çalışan korelasyon yapısında aynı birim üzerinden alınan tekrarlı ölçümlerin birbirleriyle ilişkisiz olduğu varsayılır. Bu durumda bağımsız çalışan korelasyon yapısının genel gösterimi eşitlik (5)'deki gibidir.

$$Cor(y_{ij}, y_{ik}) = \begin{cases} 1 & k = j \\ 0 & k \neq j \end{cases} \quad (5)$$

Değiştirilebilir (Exchangeable) Çalışan Korelasyon Yapısı

Değiştirilebilir çalışan korelasyon yapısında, aynı birim üzerinden alınan tekrarlı ölçümler arasındaki korelasyonun birbirine eşit olduğu varsayılır. Bu yapı değiştirilebilir korelasyon adının yanı sıra; eşit korelasyon, ortak korelasyon, bileşik simetri olarak da isimlendirilmektedir²⁰. Eşitlik (6)'da değiştirilebilir korelasyon yapısının genel gösterimi ve eşitlik (7)'de değiştirilebilir korelasyon matrisi gösterilmektedir. Bu eşitliklerde α skaler bir büyüklüğü ifade etmektedir. Bu bağlamda sadece 1 parametre tahmin edilir.

$$Cor(y_{ij}, y_{ik}) = \begin{cases} 1 & k = j \\ \alpha & k \neq j \end{cases} \quad (6)$$

$$R(\alpha) = \begin{bmatrix} 1 & \alpha & \alpha & \alpha \\ \alpha & 1 & \alpha & \alpha \\ \alpha & \alpha & 1 & \alpha \\ & & & \alpha \\ \alpha & \alpha & \alpha & 1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Aynı küme içerisindeki birimler arasındaki korelasyonun gerçekten düşük olduğu durumlarda ve kümeler arasındaki korelasyonun da gerçekten yüksek olduğu durumlarda değiştirilebilir çalışan korelasyon yapısı uygun olmaktadır²¹. Özellikle

¹⁸ Mi Jin Jang, "Working Correlation Selection in Generalized Estimating Equations", California: University of Iowa, Department of Biostatistics, 2011, s.10. (Yayınlanmamış Doktora Tezi).

¹⁹ Andreas Ziegler, **Generalized Estimating Equations**, New York: Springer, 2011, s.93.

²⁰ James W. Hardin-Joseph M. Hilbe, **Generalized Estimating Equations**, New York: Chapman & Hall/CRC Press, 2003, 2003, s.59.

²¹ Ziegler, a.g.k, s.94.

sağlık ile ilgili çalışmalarda ve hane halkı çalışmalarında bu korelasyon yapısı uygun olmaktadır.

Durağan (Stationary) Çalışan Korelasyon Yapısı

Durağan çalışan korelasyon yapısı boylamsal yapıdaki verilere en uygun çalışan korelasyon yapısıdır. Aynı birimler üzerinden alınan tekrarlı ölçümler arasındaki korelasyon, aralarındaki zaman uzaklığıyla orantılıdır²². Durağan çalışan korelasyon yapısının genel görünümü eşitlik (8)'de gösterildiği gibidir.

$$Cor(y_{ij}, y_{ik}) = \begin{cases} 1 & k = j \\ \alpha |t_{ij} - t_{ik}| & k \neq j \end{cases} \quad (8)$$

M-Bağımlı Çalışan Korelasyon Yapısı

Aradışık tekrarlı ölçüm çiftlerine ortak bir korelasyon katsayısı verildiği durumlarda M-Bağımlı çalışan korelasyon yapısı söz konusu olur²³. M-bağımlı çalışan korelasyon yapısının genel görünümü eşitlik (9)'da gösterildiği gibidir.

$$Cor(y_{ij}, y_{ik}) = \begin{cases} 1 & t = 0 \\ \alpha_t & 1, 2, \dots, m \\ 0 & t > m \end{cases} \quad (9)$$

M-bağımlı çalışan korelasyon yapısı veri setinin yapısına göre genişletilebilmektedir. Örneğin; M-bağımlı durağan çalışan korelasyon yapısı, M-bağımlı durağan olmayan çalışan korelasyon yapısı ve M-bağımlı otoregresif çalışan korelasyon yapısı gibi. M-bağımlı çalışan korelasyon yapısı; zamanlama hatası yapılan ölçümlere ait veri setinde korelasyon, gözlemler arasındaki zamanın bir fonksiyonu ise tercih edilir²⁴.

Birinci Mertebeden Otoregresif (AR(1)) Çalışan Korelasyon Yapısı

AR(1) çalışan korelasyon yapısı tekrarlı ölçümlerde en sık kullanılan yapıdır. Bu yapı her gözlemin birbiriyle ilişkili olduğunu, ancak ölçüm zamanları arasındaki uzaklıklar arttıkça korelasyonun azaldığını ifade eder²⁵. AR(1) çalışan korelasyon matrisinde köşegen dışında kalan elamanlar üstel olarak azalan değere sahiptir. AR(1) çalışan korelasyon yapısının genel görünümü eşitlik (10)'da gösterildiği gibidir.

$$Cor(y_{ij}, y_{ik}) = \begin{cases} 1 & k = j \\ \alpha^{|j-k|} & k \neq j \end{cases} \quad (10)$$

²² Ziegler, a.g.k., s.94.

²³ Ronald H. Heck-Scott L. Thomas ve Lynn N. Tabata, **Multilevel Modeling of Categorical Outcomes Using IBM SPSS**, New York: Taylor & Francis Group, 2012, s.202.

²⁴ Kılıç, a.g.k., s.64.

²⁵ Ziegler, a.g.k., s.95.

AR(1) çalışan korelasyon yapısı, ölçümlerin alındığı zaman dilimleri arasındaki farkın birbirine eşit olduğu durumlarda tercih edilmektedir.

Yapılandırılmamış (Unstructured) Çalışan Korelasyon Yapısı

Yapılandırılmamış çalışan korelasyon yapısında, korelasyonun özel bir yapıya sahip olması gerekli değildir²⁶. Bu nedenden dolayı yapılandırılmamış ifadesi kullanılmaktadır. Yapılandırılmamış çalışan korelasyon yapısının genel görünümü eşitlik (11)'de gösterildiği gibidir.

$$Cor(y_{ij}, y_{ik}) = \begin{cases} 1 & k = j \\ \alpha_{jk} & k \neq j \end{cases} \quad (11)$$

Yapılandırılmamış çalışan korelasyon yapısı veri setinde kayıp gözlem olması durumunda ve kümelerdeki gözlem sayısının çok büyük olmadığı durumlarda tercih edilmektedir²⁷.

Sabit (Fixed) Çalışan Korelasyon Yapısı

Sabit çalışan korelasyon yapısı, basit ancak en nadir kullanılan yapıdır. Kullanıcı-tanımlı çalışan korelasyon yapısı olarak da bilinmektedir. Araştırmacı önceden sadece çalışan korelasyon yapısını belirlemez ayrıca çalışan korelasyon matrisindeki bütün değerleri de belirler²⁸.

Çalışan korelasyon yapısı parametre tahminlerinin etkinliğini etkilediğinden bu yapının seçimi çok büyük önem arz etmektedir. Çalışan korelasyon yapısının seçimi için bir çok kriter önerilmiştir. Pan²⁹ tarafından Akaike Bilgi Kriteri (ABK), GTD için geliştirilmiş ve yeni bir bağımsız model kriteri altında yarı olabilirlik metodu önermiştir. Hin, Carey ve Wang³⁰, Rotnitzky ve Jewell metodunu çalışan korelasyon yapısının seçimi için geliştirmişlerdir. Hin ve Wang³¹ ise Korelasyon Bilgi Kriterini önermişlerdir. Bu kriter Pan (2001)³² tarafından önerilen YO metodunun değiştirilmiş bir biçimidir ve performansı ciddi bir biçimde arttırdığı görülmüştür. Literatürde en çok kullanılan kriterler bunlardır ancak daha başka kriterlerde bulunmakta ve yapılan çalışmalar ile bu kriterler daha da geliştirilmektedir.

²⁶ Hardin ve Hilbe, **a.g.k.** Hardin s.72.

²⁷ Jang, **a.g.k.**, s.11.

²⁸ Ziegler, **a.g.k.**, s.93.

²⁹ Wei Pan, "Akaike's Information Criterion in Generalized Estimating Equations", **Biometrics**, 57(1), 2001, s.120-125.

³⁰ Lin Yee Hin-Vincent Carey-You Gan Wang, "Criteria for Working-Correlation Structure Selection in GEE: Assessment via Simulation", **The American Statistician**, 61(4), 2007, s.360-364.

³¹ Lin Yee Hin-You Gan Wang, "Working-Correlation-Structure Identification in Generalized Estimating Equations", **Statistics in Medicine**, 28(4), 2009, s.642-658.

³² Pan, **a.g.m.**, s.120-125.

Birliktelem parametresi olan α ve yayılım parametresi olan φ 'nın tahminleri verildiğinde marjinal modeldeki ortalama parametresi olan β 'yu tahmin etmek için oluşturulan GTD eşitlik (13)'de görüldüğü gibidir.

$$S_{\beta}(\beta, \alpha) = \sum_{i=1}^N \left[\Delta_i(\beta) \Sigma_i^{-1}(\beta, \alpha)(y_i - \mu_i(\beta)) \right] = 0 \quad (13)$$

Bu eşitlikte $\mu_i(\beta) = E(y_i | x_i, \beta)$, $\Delta_i(\beta) = \partial \mu_i(\beta) / \partial \beta$ ve $\Sigma_i(\beta, \alpha)$ çalışan korelasyon matrisini ifade etmektedir. Eşitlik (13)'de görülen GTD standart olabirlik denklemleri ile aynı yapıdadır. Ancak, bağımlı değişken için herhangi bir dağılımsal varsayım yoktur ve çalışan korelasyon yapısı kullanılır. GTD'nin çözümüne GTD tahminleri adı verilir. Bu tahminlerin tutarlılık ve asimtotik normallik gibi özellikleri EÇÖ tahminleri ile aynıdır ancak çalışan korelasyon yapısı doğru belirlenmediğinde tamamen etkin tahminler elde edilememektedir³³.

GTD iteratif bir algoritmayla çözülmektedir. ω . iterasyonda ($\omega=0,1,2,\dots$) $\hat{\alpha}^{(\omega)}$ ve $\hat{\beta}^{(\omega)}$ verildiğinde β 'nin yeni tahmini eşitlik (14)'de görüldüğü gibi olmaktadır.

$$\hat{\beta}^{(\omega+1)} = \hat{\beta}^{(\omega)} + (\hat{A}^{(\omega)})^{-1} S_{\beta}(\hat{\beta}^{(\omega)}, \hat{\alpha}^{(\omega)}) \quad (14)$$

Bu eşitlikte görülen $\hat{A}^{(\omega)}$ eşitlik (15)'deki gibi ifade edilmektedir.

$$\hat{A}^{(\omega)} = \sum_{i=1}^N \left[\Delta_i'(\hat{\beta}^{(\omega)}) \Sigma_i^{-1}(\hat{\beta}^{(\omega)}, \hat{\alpha}^{(\omega)}) \Delta_i(\hat{\beta}^{(\omega)}) \right] \quad (15)$$

Bu algoritma yakınsama sağlanana kadar tekrarlanır ve β 'nin GTD tahminine ulaşılır.

Birliktelem parametresi olan α 'nın ve eğer var ise yayılım parametresi olan φ 'nin tahminleri eşitlik (16)'de gösterilen Pearson kalıntıları ile hesaplanır³⁴.

$$\hat{r}_{ij}^{(\omega)} = v(\hat{\mu}_{ij}^{(\omega)})^{-1/2} (y_{ij} - \hat{\mu}_{ij}^{(\omega)}) \quad (16)$$

Bu eşitlikte, $\hat{\mu}_{ij}^{(\omega)} = E(y_{ij} | x_i, \hat{\beta}^{(\omega)})$ ve $v(\hat{\mu}_{ij}^{(\omega)}) = \text{var}(y_{ij} | x_i, \hat{\beta}^{(\omega)})$ olarak ifade edilmektedir. Çalışan korelasyon yapısının yapılandırılmamış olduğu durumda;

$$\hat{\Sigma}^{(\omega)} = \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{\mu}_i^{(\omega)})(y_i - \hat{\mu}_i^{(\omega)})' / (N \hat{\phi}^{(\omega)}) \quad (17)$$

olarak gösterilir.

³³ Wu, a.g.k., s.345.

³⁴ Wu, a.g.k., s.345.

Bu eşitlikte $\hat{\phi}^{(\omega)} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{n_i} \hat{r}_{ij}^{2(\omega)} / \left(\sum_{i=1}^N n_i - p \right)$ olarak ifade edilmektedir.

Birliktelik parametresi olan α 'nın ve eğer var ise yayılım parametresi olan φ 'nın tahminleri Prentice³⁵ tarafından ileri sürülen GTD2 yaklaşımı ile de hesaplanabilmektedir. GTD2, yaklaşımı ortalamanın ve korelasyon parametrelerinin birleşik tahmini için kullanılır ve GTD'nin bir uzantısıdır³⁶.

Birliktelik parametresi olan α 'nın tahminini elde etmek için oluşturulan GTD2 eşitlik (18)'de görüldüğü gibidir.

$$S_{\alpha}(\beta, \alpha) = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial v_i}{\partial \alpha} \right) W_i^{-1} (w_i - E(w_i)) = 0 \quad (18)$$

Eşitlik(17)'de $w_i = (w_{i12}, w_{i13}, \dots, w_{in_i-1n_i})'$ ve $w_{ijk} = (y_{ij} - \mu_{ij})(y_{ik} - \mu_{ik})$ olarak ifade edilir. W_i ise w_i için çalışan korelasyon matrisini ifade etmektedir.

$\hat{\beta}$ uygun şartlar altında tutarlı ve asimtotik olarak normaldir;

$\hat{\beta} \xrightarrow{d} N(\beta, U^{-1} V U^{-1})$ burada U ve V eşitlik (19) ve eşitlik (20)'de görülmektedir.

$$U = \sum_{i=1}^N \Delta_i \Sigma_i^{-1} \Delta_i \quad (19)$$

$$V = \sum_{i=1}^N \Delta_i \Sigma_i^{-1} (Cov(y_i)) \Sigma_i^{-1} \Delta_i \quad (20)$$

$\hat{\beta}$ 'nin istatistiksel olarak anlamlılığını sınamak için Wald tipi hipotez testleri kullanılmaktadır³⁷.

3. Bulgular

Bu çalışmada GTD sonuçlarına ulaşmak için R bilgisayar programı içerisindeki gee ve geepack kütüphaneleri eklentileri kullanılmıştır. Her iki kütüphane eklentileri ile elde edilen sonuçlar aynı olmakla birlikte gee kütüphanesi eklentisi Wald istatistikleri ile değerlendirme yaparken, geepack kütüphanesi eklentisi Robust Z istatistikleri ile değerlendirme yapmaktadır. Gee kütüphanesi eklentisinin geepack kütüphanesi eklentisinden farklılığı çalışan korelasyon yapısının çalışma sonuçlarında

³⁵ Ross L. Prentice, "Correlated Binary Regression With Covariates Specific to Each Binary Observation", **Biometrics**, 44, 1988, s.1033-1048.

³⁶ Kılıç, **a.g.e.**, s.51.

³⁷ Wu, **a.g.k.**, s.346.

gösterilmesidir. Dolayısıyla her iki kütüphane eklentisi birlikte çalıştırılıp sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Çalışmada ilk önce GTD'nin çözümünde kullanılacak olan çalışan korelasyon yapısının belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada 3 tekrar söz konusu olduğundan karmaşık bir korelasyon yapısına ihtiyaç duyulmamaktadır. Ancak aynı birim üzerinden alınan tekrarlı ölçümlerin birbiriyle ilişkili olduğu varsayımı altında bağımsız korelasyon yapısı kullanılmamıştır. Bu bağlamda sadece değiştirilebilir ve AR(1) korelasyon yapıları denenmiştir. Ancak her iki yapı için sonuçlar aynı çıkmıştır. Her iki çalışan korelasyon matrisi aşağıda gösterilmiştir

$$R = \begin{bmatrix} 1.0000 & 0.4919 & 0.4919 \\ 0.4919 & 1.0000 & 0.4919 \\ 0.4919 & 0.4919 & 1.0000 \end{bmatrix} \text{ Değiştirilebilir Çalışan Korelasyon Matrisi}$$

$$R = \begin{bmatrix} 1.0000 & 0.4949 & 0.2449 \\ 0.4949 & 1.0000 & 0.4949 \\ 0.2449 & 0.4949 & 1.0000 \end{bmatrix} \text{ AR(1) Çalışan Korelasyon Matrisi}$$

Matrisler incelendiğinde değiştirilebilir çalışan korelasyon matrisinde bir parametre tahmin edilmiş AR(1) Çalışan Korelasyon Matrisinde ise iki parametre tahmin edilmiştir. Birinci matriste dönemler arası korelasyon eşit olarak gösterilmiş ve 0.4919 olarak bulunmuştur. Ancak ikinci korelasyon matrisinde ise birinci matristen farklı olan sadece 1. Dönem ile 3. Dönem arasındaki korelasyondur. Ancak bu matrislerin farklı olması GTD sonuçlarını etkilememektedir. Sonuçların etkilenmemesinin nedeni bulunan korelasyonların istatistiksel olarak çok farklı olmaması ve çok uzun dönemler söz konusu olmadığından karmaşık bir matris oluşmamasıdır.

Çalışmada GTD sonuçları Wald testi ile değerlendirilmiş ve bu sonuçlar Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1: Üniversite Doluluk Oranlarına İlişkin GTD Sonuçları

Değişkenler	Parametre Tahmini	Standart Hata	Wald İstatistiği	Olasılık
Sabit	7.960e+01	2.581e+00	951.045	< 2e-16***
Makale Puanı	-1.334e-02	2.924e-02	0.208	0.648
Toplam Atıf Puanı	-4.472e-02	4.070e-02	1.207	0.272
Toplam Bilimsel Doküman Puanı	1.143e-01	5.422e-02	4.445	0.035 *
Doktora Öğrencisi Puanı	-5.922e-05	1.804e-02	0.000	0.997
Öğretim Üyesi/ Öğrenci Puanı	8.736e-03	3.544e-02	0.061	0.805
Zaman	2.862e+00	5.132e-01	31.114	2.43e-08 ***

Tablo 1 incelendiğinde sadece sabit değişken, üniversitelere ait toplam bilimsel doküman puanı ve zaman değişkenlerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Dolayısıyla analize dahil edilen üniversitelerin doluluk oranlarının, toplam bilimsel doküman puanları ve zaman değişkeni arttıkça (yıl geçtikçe) arttığı söylenebilmektedir. Bu çalışmada anlamsız olan değişkenler analizden çıkartılarak GTD tekrarlanmıştır. Ancak hiçbir koşulda istatistiksel olarak anlamlı bir değişken ortaya çıkartılamamıştır. Dolayısıyla, üniversite adaylarının tercihlerini, dolayısıyla üniversitelerin doluluk oranlarını URAP Üniversite sıralamasında kullanılan makale puanı, toplam atıf puanı, doktora öğrencisi puanı ve Öğretim Üyesi/Öğrenci Puanı değişkenlerinden etkilenmediği söylenebilmektedir.

4. Sonuç

Türkiye'deki eğitim sisteminde kişilerin üniversite tercihlerini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Üniversitenin fiziki, sosyal ve kültürel faktörlerinin yanı sıra bunlara üniversitenin akademik kadrosu, akademik kadrosunun bilimsel başarısı ve üniversitenin isminin marka özelliği taşıyor olması gibi bir çok farklı faktör de eklenebilir.

Bu çalışmada URAP raporunda kullanılan değişkenlerin üniversitelerin tercih edilebilirliğini etkileyip etkilemediği incelenmiştir. Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri Yöntemi ile yapılan analiz sonucunda incelenen değişkenler arasından sadece toplam bilimsel doküman puanı ve zaman değişkenlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Üniversite adaylarının tercihlerinin, dolayısıyla üniversitelerin doluluk oranlarının URAP Üniversite sıralamasında kullanılan makale puanı, toplam atıf puanı, doktora öğrencisi puanı ve Öğretim Üyesi/Öğrenci Puanı değişkenlerinden etkilenmediği görülmektedir. Dolayısıyla üniversiteler tercih edilebilirliklerini artırmak adına stratejilerini oluştururken öğretim üyelerinin toplam yayın sayılarını artırmının yanı sıra üniversitelerin farklı özelliklerini tanıtmaya yolunu tercih etmelerinin doluluk oranlarını artıracakları düşünülmektedir.

Kaynakça

- AKBULUT, Ural, “**Tercih Aşamasında, Üniversite Sıralamalarının Yararı**”, <http://www.uralakbulut.com.tr/wp-content/uploads/2014/06/Tercih-Aşamasında-Üniversite-Sıralamalarının-Yararı-28-Haziran-2014-Milliyet.pdf>, 2014, Erişim Tarihi (29.11.2014), s.1.
- AKBULUT, Ural, “**Tercih yaparken üniversite sıralamalarından nasıl yararlanılır?**”, <http://www.hurriyet.com.tr/egitim/23667070.asp>, 2013, Erişim Tarihi (29.11.2014).
- ALAŞEHİR, Oğuzhan, Fatih Ömrüuzun, Nazife Baykal, “Üniversite Sıralama Sistemlerinin Anlattıkları ve Türkiye İçin Yeni Bir Sıralama Sistemi Gereksinimi”, **Uluslararası Yükseköğretim Kongresi: Yeni Yönelişler ve Sorunlar (UYK-2011)**, 27-29 Mayıs 2011, İstanbul; 2. Cilt, Bölüm IX, 2011, s.1003-1009.
- AL-JUBOORI, A.F.M.A., Na, Y. and Ko, F., “University Ranking and Evaluation: Trend and Existing Approaches”, **The 2nd International Conference on Next Generation Information Technology**, Print ISBN: 978-1-4577-0266-2, 2011, s.137-142.
- DIII, D. D., & Soo, M., **Academic quality, league tables, and public policy: A cross-national analysis of university ranking systems. Higher Education**, 49(4), doi:10.1007/10734-004-1746-8, 2005, s.495-533.
- FARAWAY, J.J., **Extending the Linear Model With R; Generalized Linear, Mixed Effects and Nonparametric Regression Models**, London : New York: Chapman & Hall/CRC Press, 2006, s.205.
- GHISLETTA, P ve D. Spini, “An Introduction to Generalized Estimating Equations and an Application to Assess Selectivity Effects in a Longitudinal Study on Very Old Individuals”, **Journal of Educational and Behavioral Statistics**, 29(4), 2004, s.421-437.
- GOSHO, M., C. Hamada ve I. Yoshimura, “Criterion for the Selection of a Working Correlation Structure in the Generalized Estimating Equation Approach for Longitudinal Balanced Data”, **Communications in Statistics- Theory and Methods**, 40(21), 2011, s.3839-3856.
- GREENE, T., GEE and Generalized Linear Mixed Models. *The University of Utah, Scholl of Medicine*. humis.bmi.utah.edu/.../organization_1863_133, 2005, Erişim (24 Eylül 2013).
- HARDIN, J.W. ve J.M. Hilbe, **Generalized Estimating Equations**, New York: Chapman & Hall/CRC Press, 2003, 2003, s.59.
- HECK, R.H., S.L. Thomas ve L.N. Tabata, **Multilevel Modeling of Categorical Outcomes Using IBM SPSS**, New York: Taylor & Francis Group, 2012, s.202.
- HIN, L.Y. ve Y.G. Wang, “Working-Correlation-Structure Identification in Generalized Estimating Equations”, **Statistics in Medicine**, 28(4), 2009, s.642-658.

HIN, L.Y., V.J. Carey ve Y.G. Wang, “Criteria for Working-Correlation Structure Selection in GEE: Assessment via Simulation”, **The American Statistician**, 61(4), 2007, s.360-364.

<http://tr.urapcenter.org/2012/index.php>, Erişim Tarihi (20 Ekim 2014).

HUANG, M.H., “A Comparison of Three Major Academic Rankings for World Universities: From a Research Evaluation Perspective”, **Journal of Library and Information Studies**, Vol. 9, Issue 1, 2011, s.1-25.

JANG, M.J., “Working Correlation Selection in Generalized Estimating Equations”, California: University of Iowa, Department of Biostatistics, 2011, s.10. (Yayınlanmamış Doktora Tezi).

KILIÇ, S., “Genelleştirilmiş Tahmin Denklemlerinde Çalışan Korelasyon Yapısına Entropi Yaklaşımı”, İstanbul: Marmara Üniversitesi SBE, 2012, s.19, (Yayınlanmamış Doktora Tezi).

LIANG, K. ve S.L. Zeger, “Longitudinal Data Analysis Using Generalized Linear Models”, **Biometrika**, (73)1, 1986, s.13-22.

LIU, S., J. Dixon, G. Qui, Y. Tian ve R. McCorkle, “Using Generalized Estimating Equations to Analyze Longitudinal Data in Nursing Research”, **Western Journal of Nursing Research**, 31(7), 2009, s.948-964.

PAN, W., Akaike’s Information “Criterion in Generalized Estimating Equations”, **Biometrics**, 57(1), 2001, s.120-125.

PRENTICE, R. L., “Correlated Binary Regression With Covariates Specific to Each Binary Observation”, **Biometrics**, 44, 1988, s.1033-1048.

WU, L., **Mixed Effects Models for Complex Data**, New York: Chapman & Hall/ CRC Press, 2010, s.333.

ZIEGLER, A., **Generalized Estimating Equations**, New York: Springer, 2011, s.93.