

## ÖĞRETİM ÜYELERİNİN UNVANLARI İLE ÖĞRENCİLERİN ÖĞRETİM ÜYELERİNİ DEĞERLENDİRMELERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN SIRALI LOJİSTİK REGRESYON ANALİZİ İLE İNCELENMESİ

Özlem DENİZ BAŞAR\*

### ÖZET

Bağımsız değişkenin ikiden fazla kategori içermesi durumunda uygulanabilen yöntemlerden biri sıralı lojistik regresyon analizidir. Burada önemli olan nokta bağımlı değişkenin sıralı bir yapı içermesi gerektiğidir. Bu çalışma için İstanbul'da bir üniversiteden tabakalı örnekleme yöntemi ile seçilmiş olan 460 öğrenciye bir eğitim-öğretim yılı boyunca, derslerine giren öğretim elemanları hakkındaki düşüncelerini ortaya çıkarmak amacıyla anket uygulanmıştır. Anket sonucunda incelenen kriterler yardımı ile öğretim üyesinin unvanını belirleyecek model elde edilmiştir. Bu model ile, ilerleyen çalışmalarda incelenecek bir kişinin kriterlerden aldığı puan yardımıyla unvanının tahmin edilmesi sağlanmış olacaktır. Tüm değişkenlerin kullanıldığı modelin yanı sıra faktör analizi ve Wald istatistiği yardımıyla değişken sayısının azaltıldığı modeller de oluşturulmuş ve tüm modeller birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

***Anahtar Kelimeler:** Sıralı lojistik regresyon, Faktör analizi, Wald istatistiği, Öğretim üyeleri unvanları.*

### AN ANALYSIS ON THE RELATION BETWEEN THE ACADEMIC PERSONNEL'S TITLES AND STUDENTS SCORING THE ACADEMIC PERSONNEL BY USING ORDERED LOGISTIC REGRESSION

#### ABSTRACT

Ordered logistic regression is a method that can be used where the independent variable contains more than two categories. The most important point is that the dependent variable must be in an ordered structure. For this purpose 460

---

\* Dr., İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, mail: odeniz@iticu.edu.tr

students chosen by stratified sampling were asked to fill the questionnaires to find out their views on the academic personnel throughout the academic year. A model has been created to identify the title of the academic personnel based on the criterias listed on the questionnaire. The title of an academic personnel will be estimated by the scores obtained from the criterias. In addition to the model containing all of the variables, new models have been created by using factor analysis and Wald statistics containing less variables and all of the models have been compared with each other.

**Key Words:** *Ordered logistic regression, factor analysis, Wald statistics, Titles of the academic personel.*

## 1. GİRİŞ

Lojistik regresyon analizi birçok bağımsız değişken yardımıyla incelenen iki kategorili bağımlı değişken analizlerinde sık kullanılan bir yöntem olmuştur. Ancak yapılan çalışmalarda ikiden daha fazla kategorinin olduğu durumlarla karşılaşıldığından, ikiden çok kategorili bağımlı değişken kavramının açıklanması gereği ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada, yukarıda belirtilen durumu açıklamada kullanılan analiz yöntemlerinden biri olan sıralı lojistik regresyon analizinden bahsedilecektir.

Sıralı kategorik bağımlı değişken, sıralı lojistik regresyon analizi kullanılarak hem kantitatif, hem de kalitatif bağımsız değişkenlerle ilişkilendirilebilir. Burada kullanılacak model sıralı kategoriler ve açıklayıcı değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklayabilir. Ancak model kategoriler arasındaki ilişkiyi değil, incelenen bireylerin belirtilen her bir kategoride olma olasılığının kestirilmesini sağlar. Le (1998) ve Long (1997) yaptıkları çalışmalarda kategorik verilerin söz konusu olduğu durumlarda kullanılan regresyon yöntemlerini açıklamışlardır. Ancak sıralı kategori söz konusu olması durumunda kullanılan yöntemlerle ilgili bilinen ilk çalışmalar McCullagh(1980) tarafından gerçekleştirilmiştir. Anderson ve Philips (1981), Anderson (1984) ve Agresti (1984)'nin yaptığı çalışmalar da sıralı lojistik regresyon analizi ile ilgili yapılan çalışmaların devamı sayılmaktadır. Son dönemlerde yapılan en kapsamlı çalışma da Murad vd. (2003) tarafından gerçekleştirilen ve küçük örnek durumunu inceleyen çalışmadır.

Bu çalışmada kullanılmış olan veriler İstanbul'da bir üniversiteden tabakalı örnekleme yöntemi ile seçilmiş olan 460 öğrenciye uygulanmış "unvanlarına göre öğretim üyeleri değerlendirme anketi" sonuçlarından alınmıştır. Bu verilerin toplanmasındaki amaç derslere giren öğretim üyelerinin unvanları ile öğrencilerin çeşitli kriterler yardımı ile öğretim üyeleri değerlendirmeleri arasındaki ilişkiyi incelenmektir.

Çalışmanın ilk bölümünde sıralı lojistik regresyon analizine ilişkin bilgiler verilmiştir. İkinci bölümde model tanımlanmış, değişken seçiminin nasıl yapıldığı açıklanmış ve modelin uyum iyiliği incelenmiştir. Çalışmanın son bölümünde ise analiz aşamasında kullanılan yöntemler karşılaştırılmış ve en uygun modelin hangi yöntem sonucunda elde edildiğine karar verilmiştir.

## 2. SIRALI LOJİSTİK REGRESYON ANALİZİ

$Y_i$ ,  $i$ 'nci kişiye ait bir sonuç olmak üzere, sıralı olmak demek en yüksek değerli  $Y_i$  değişkeninin daha düşük değerli değişkenden daha yüksek bir değerle ranklanması anlamına gelmektedir. Bir kişinin sağlık durumu sıralı sonuçlara örnek olarak gösterilebilir. Kişinin “sağlıksız”, “sağlıklı” ve “çok sağlıklı” olmasına bağlı olarak değişken 1,2 ve 3 değerlerini alsın. Bu örnekte, bağımlı değişken için,  $Y_i = 3$  (çok sağlıklı) olması  $Y_i = 2$  (sağlıklı) olmasından daha iyi bir sonuçtur ve  $Y_i = 2$  (sağlıklı) olması,  $Y_i = 1$  (sağlıksız) olmasından daha iyi bir sonuçtur. Bağımlı değişkene ait bilgilerin sıralı ve ikiden fazla sonucu olduğu zaman, en sık kullanılan kestirim yöntemleri sıralı logit ve sıralı probit modelleridir.

Bağımlı değişkenin  $D_i$  olarak gösterildiği bir durumda  $D_i$ 'nin,  $i$ 'nci birey için  $X_{ik}$  ( $k = 1, \dots, K$ ) olarak ifade edilen  $K$  faktörün doğrusal bir fonksiyonu olduğunu varsayalım. Bu durumda model aşağıdaki gibi tanımlanacaktır.

$$D_i = \sum_{k=1}^K \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i = Z_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

Burada  $\beta_k$ ,  $k$ 'nci değişkene ait katsayıyı ve  $Z_i = \sum_{k=1}^K \beta_k X_{ik}$  değerini ifade etmektedir. Bir kişi için  $k$ 'nci artış onun bağımlı değişken değerinde; eğer  $\beta_k > 0$  ise artışa, eğer  $\beta_k < 0$  ise azalışa neden olmaktadır (Borooah, 2001: 5-8).

Daha önce verilmiş olan örneğe bağlı kalarak, (1) nolu eşitliğin kişilerin sağlık durumlarını gösterdiği düşünüldüğünde, “sağlıksız”, “sağlıklı” ve “çok sağlıklı” olmasına bağlı olarak sağlık durumunu ifade eden ve  $D_i$  olarak gösterilen değerlerin elde edilmesi veya gözlenmesi oldukça zordur. Bu durumda insanların sağlık durumlarının kategoriler ile ifade edilmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra  $Y_i$  değişkeni için de; eğer kişi çok sağlıklı ise  $Y_i = 3$ , sağlıklı ise  $Y_i = 2$  ve sağlıksız ise  $Y_i = 1$  değerlerinin kodlanması gerekmektedir. Böyle bir durumda  $Y_i$  değişkeninin sıralı bir

değişken olduğu bilinmektedir. Bu örnekteki kişilerin üç sağlık seviyesine göre kategorize edilebilmesi gizli değişken  $D_i$ 'nin değerlerine (eşik veya limit değeri olarak adlandırılan  $\delta_1$  ve  $\delta_2$  değerlerinin birleşimine) bağlıdır. Böylece;

$$\begin{aligned} Y_i &= 1, \text{ eğer } D_i < \delta_1 \\ Y_i &= 2, \text{ eğer } \delta_1 \leq D_i < \delta_2 \\ Y_i &= 3, \text{ eğer } \delta_2 \leq D_i \end{aligned} \quad (2)$$

değerlerini alacaktır. Bu eşitlikteki  $\delta_1$  ve  $\delta_2$  bilinmeyen değerleri ( $\delta_1 < \delta_2$ ) 1 nolu eşitlikteki  $\beta_k$  ile kestirilmektedir. Kişilerin sağlık durumlarına göre sınıflandırması, onların eşik değeri kesişimi ile sağlık skorları  $D_i$  değerine bağlıdır.  $Y_i$  değerinin 1, 2 ve 3 değerlerini alması olasılıkları aşağıda verildiği gibi olacaktır.

$$\begin{aligned} P(Y_i = 1) &= P(Z_i + \varepsilon_i < \delta_1) = P(\varepsilon_i < \delta_1 - Z_i) \\ P(Y_i = 2) &= P(\delta_1 - Z_i \leq \varepsilon_i < \delta_2 - Z_i) \\ P(Y_i = 3) &= P(\varepsilon_i \leq \delta_2 - Z_i) \end{aligned} \quad (3)$$

$N$  kişinin,  $N_1$  tanesi çok sağlıklı,  $N_2$  tanesi sağlıklı,  $N_3$  tanesi sağlıklı olsun. Gözlenen örneğin olabirliği;

$$\begin{aligned} L &= [P(Y_i = 1)]^{N_1} [P(Y_i = 2)]^{N_2} [P(Y_i = 3)]^{N_3} \\ &= [F(\delta_1 - Z_i)]^{N_1} [F(\delta_2 - Z_i) - F(\delta_1 - Z_i)]^{N_2} \times [1 - F(\delta_1 - Z_i)]^{N_3} \end{aligned} \quad (4)$$

olarak ifade edilir. Burada  $F(x) = P(\varepsilon_i < x)$  ifadesi hata terimlerinin birikimli olasılık dağılımını göstermektedir. Eğer hata terimlerinin olasılık dağılımları biliniyorsa,  $\beta_k, \delta_1$  ve  $\delta_2$  değerleri, maksimum benzerlik yöntemiyle kestirilir. Eğer bu bilgi yoksa hata terimlerinin kısmi olasılık dağılımına sahip olduğu varsayılır.

## 2.1. Sıralı Logit

Lojistik dağılım altında,  $X$  rassal değişkeninin birikimli dağılım fonksiyonu;

$$P(X \leq x) = \Lambda(x) = \frac{\exp(x)}{1 + \exp(x)} = \frac{1}{1 + \exp(-x)} \quad (5)$$

şeklinde ve hata terimlerinin lojistik dağılıma sahip olduğu düşünüldüğünde,

$$\begin{aligned}
P(Y_i = 1) &= \Lambda(\delta_1 - Z_i) = \frac{1}{1 + \exp(Z_i - \delta_1)} \\
P(Y_i = 2) &= \Lambda(\delta_2 - Z_i) - \Lambda(\delta_1 - Z_i) \\
&= \frac{1}{1 + \exp(Z_i - \delta_2)} - \frac{1}{1 + \exp(Z_i - \delta_1)} \\
P(Y_i = 3) &= 1 - \Lambda(\delta_2 - Z_i) = 1 - \frac{1}{1 + \exp(Z_i - \delta_2)}
\end{aligned} \tag{6}$$

olacaktır. Böylece  $\beta_k, \delta_1$  ve  $\delta_2$  değerlerinin kestirimleri, lojistik dağılım fonksiyonunda  $F(\cdot)$  yerine  $\Lambda(\cdot)$  kullanılarak olabilirlik fonksiyonunun maksimize edilmesi ile hesaplanır (Borooah, 2001: 11-12).

### 3. BULGULAR

İstanbul'da bir üniversiteden tabakalı örnekleme yöntemi ile seçilmiş olan 460 öğrenciye bir eğitim-öğretim yılı boyunca, derslerine giren öğretim elemanları hakkındaki düşüncelerini ortaya çıkarmak amacıyla bir anket uygulanmıştır. Öğrencilere ders yılı sonunda uygulanan ankette, derslerine giren öğretim üyelerini unvanlarına göre kodlamaları istenmiştir. Öğretim üyeleri unvanlarına göre Profesör, Doçent Doktor, Yardımcı Doçent Doktor ve Doktor olmak üzere 4 farklı kategoride sınıflanmıştır. Öğrencilerden diledikleri öğretim üyesini değerlendirmeleri istenmiştir. Bu dört kategori hiyerarşik sıralamaya göre sıralı hale getirilmiştir ve sonuçlar Tablo 1'de gösterilmiştir.

**Tablo 1** Ünvanlara ait bilgiler

Kategori	Kategori nosu	Öğretim üyesini seçen öğrenci sayısı	Yüzde
Profesör	1	287	62,40%
Doçent Doktor	2	75	16,30%
Yardımcı Doçent Doktor	3	36	7,80%
Doktor	4	62	13,50%
Toplam		460	100%

Öğrencilerin %62,4'ü derslerine giren profesörler hakkında, %16,3'ü derslerine giren doçent doktorlar hakkında, %7,8'i yardımcı doçent doktorlar hakkında ve %13,5'i derslerine giren doktorlar hakkında anketleri değerlendirmişlerdir. Profesörler, hiyerarşik sıralamada en üst sırada yer

aldıkları için kodlamalar yapılırken 1 numaralı kod verilmiştir. Benzer şekilde buradaki sıralamada doktorlar en alt sırada yer aldıkları için 4 numaralı kod verilmiştir.

Öğrencilerden, derslerine giren öğretim üyelerini değerlendirirken belirlenmiş olan ve Tablo 2’de gösterilen 21 ayrı kriteri göz önüne almaları istenmiştir. Tablo 2’de ayrıca öğrencilerin öğretim üyelerini değerlendirirken kullanılan değişkenler için 1 “hiç katılmıyorum” ve 5 “tamamen katılıyorum” olmak üzere 5 üzerinden verdikleri skorların ortalaması da yer almaktadır.

**Tablo 2** Öğrencilerin öğretim üyelerini değerlendirme kriterleri

Öğretim üyesi değerlendirmede kullanılan değişkenler	Öğretim üyesinin aldığı ortalama not
Dersin ismi ile içeriği tutarlıdır.	4,488
Derse genel program içinde yeterli ders saati ayrılmıştır.	4,1783
Ders için önerilen kaynaklar yeterlidir.	4,3002
Ev ödevleri, projeler ve laboratuvar çalışmaları basarıda katkı sağlamıştır.	4,2940
Ders yasanın kültürel zenginlik katmaktadır.	4,2926
Ders mesleğim için gereklidir.	4,3670
Sınavlar bilgi düzeyini ölçebilecek yeterliliktedir.	4,3802
Sınavların değerlendirilmesi adilidir.	4,3829
Öğretmeni derse hazırlıklı gelmektedir.	4,4605
Öğretmeni derse sistematik bir düzen içerisinde sunmaktadır.	4,4205
Öğretmeni açık, akıcı ve anlaşılır bir dil kullanmaktadır.	4,4170
Öğretmeni zor kavranılan konuları anlaşılır şekilde açıklanmaktadır.	4,4084
Öğretmeni derste yardımcı ve görsel ders araçlarından yararlanmaktadır.	4,2633
Öğretmeni öğrencilerin derse katılımını özendirilmektedir.	4,3648
Öğretmeni öğrencileri araştırmaya yönlendirmektedir.	4,3589
Öğretmeni derste güncel örneklerden yararlanmaktadır.	4,4214
Öğretmeni zamanı iyi kullanmaktadır.	4,4308
Öğretmenin derste içinde ve dışında öğrencilerle ilişkisi ve diyalogu iyidir.	4,4236
Öğretmeni yasanın ve insanın tanınması için iyi bir örnektir.	4,4017
Öğretmeni hoşgörülüdür.	4,5773
Öğretmeni ilkelere bağlıdır.	4,4749

Bu çalışmada, öğretim üyelerinin unvanlarının sıralı kategorik yapısından dolayı sıralı lojistik regresyon analizi uygulanmıştır. Uygulama sırasında bağımsız değişken olarak ele alınması beklenen 21 değişkenin çok fazla olduğu ve bu değişkenler sayısı azaltılırsa sonuca daha çabuk ve kolay ulaşılabileceği düşünüldüğünden bu değişkenler ilk faktör analizi, ikinci olarak da Wald istatistik değerleri yardımıyla indirgenmiştir.

### 3.1. Tüm Değişkenlerin Kullanılması Sonucunda Elde Edilen Model

Önceki bölümlerde belirtilmiş olan 21 tane bağımsız değişkenin kullanılması sonucunda elde edilen sıralı lojistik modeline ilişkin sonuçlar Tablo 3’de gösterilmiştir.

**Tablo 3** Sıralı lojistik regresyon analizi sonuçları

	<i>Katsayı</i>	<i>Std. Hata</i>	<i>Z-değeri</i>	<i>Olasılığı</i>
İçerik	0,600564	0,292742	2,051510	0,0402
Ders saati	-0,366270	0,108126	-3,387444	0,0007
Kaynak	1,081036	0,329175	3,284080	0,0010
Katkı	-0,728928	0,288066	-2,530425	0,0114
Kültürel zen.	0,283210	0,276161	1,025526	0,3051
Gereklilik	0,147142	0,226569	0,649435	0,5161
Sınavlar	-0,490065	0,288391	-1,699307	0,0893
Değerlendir.	0,092078	0,303147	0,303741	0,7613
Hazırlık	-0,058966	0,430428	-0,136993	0,8910
Sunum	-0,049425	0,424561	-0,116413	0,9073
Dil	-0,432409	0,431273	-1,002635	0,3160
Anlaşılır	-0,101592	0,368637	-0,275589	0,7829
Yardımcı araç	0,419342	0,275316	1,523128	0,1277
Derse katılım	0,107159	0,314589	0,340633	0,7334
Araştırma	-0,722607	0,299742	-2,410763	0,0159
Güncel örnek	0,370486	0,333786	1,109951	0,2670
Zaman	-0,016269	0,351540	-0,046278	0,9631
Diyalog	-0,060932	0,375453	-0,162290	0,8711
Yaşam	-0,238180	0,387339	-0,614913	0,5386
Hoşgörü	-0,057772	0,097376	-0,592709	0,5534
İlkeli	0,168020	0,399056	0,421043	0,6737

Bu değerlere bağlı olarak belirlenmiş olan model aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$Y = 0.6005635493 * X_6 - 0.3662695639 * X_7 + 1.081036001 * X_8 - 0.7289283354 * X_9 + 0.2832100705 * X_{10} + 0.147142205 * X_{11} - 0.4900652381 * X_{12} + 0.09207822156 * X_{13} - 0.0589656356 * X_{14} - 0.04942461697 * X_{15} - 0.4324088638 * X_{16} - 0.1015921784 * X_{17} +$$

$$0.4193421622*X18 + 0.1071594844*X19 - 0.7226072959*X20 + 0.37048642*X21 - 0.01626861776*X22 - 0.06093231748*X23 - 0.2381797121*X24 - 0.05771567419*X25 + 0.1680199594*X26$$

Bu modele bağlı olarak belirlenmiş eşik-limit değerleri ise Tablo 4’de verilmiştir. Bu limit değerleri örnekleme incelenen kişilerin bu 4 unvana göre kategorize edilmesine yardımcı olacak olan değerlerdir. Böylece gizli değişken  $D_i$ ’nin değerleri limit değerleri ile karşılaştırılır ve aşağıdaki sonuçlar elde edilir.

$$Y_i = 1, \text{ eğer } D_i < 0,319483$$

$$Y_i = 2, \text{ eğer } 0,319483 \leq D_i < 1,242263$$

$$Y_i = 3, \text{ eğer } 1,242263 \leq D_i < 1,874752$$

$$Y_i = 4, \text{ eğer } 1,874752 < D_i$$

**Tablo 4** Limit noktalarına ait değerler

Limit Noktaları				
	Katsayı	Std.Hata	Z-değeri	Olasılık
Limit 1	0,319483	0,463611	0,689118	0,4907
Limit 2	1,242263	0,468977	2,648878	0,0081
Limit 3	1,874752	0,476917	3,930980	0,0001
Akaike Kriteri: 2,156010		LR İstatistiği (21 s.d): 39,65232		
Log Olabilirlik: -429,8401		Olasılık(LR İst.): 0,008195		

Tablo 4’de verilmiş olan Akaike kriteri (AIC), modelin sıralı olup olmadığına karar vermede kullanılır. Ayrıca bu kriter, modelin verilere ne kadar iyi uyduğunu ve uyumda kullanılmış olan parametre sayısının ne kadar yeterli olduğunu göstermektedir. Ancak bu kriter, daha çok iki sıralı modelin karşılaştırılmasında kullanılır ve anlamlı olduğu bilinen modeller için AIC değeri daha küçük olan model tercih edilir.

Tabloda verilmiş olan log olabilirlik değeri de, modelin verilere ne kadar uyduğunu gösteren bir ölçüttür. AIC gibi iki veya daha fazla modelin karşılaştırılmasında kullanılır ve anlamlı olduğu bilinen modeller için yine daha küçük log olabilirlik oranına sahip olan model tercih edilir.

Analizin bir sonraki adımında modelin uyum iyiliğinin test edilmesi gerekmektedir. Uyum iyiliğinin ölçülmesinde kullanılacak hipotezler:

$H_0$ : Veriler sıralı lojistik modele uygunluk göstermektedir



$H_1$ : Veriler sıralı lojistik modele uygunluk göstermemektedir.  
şeklinde olacaktır.

Yapılan analizlerde uygulamada kullanılan öğretim üyeleri verilerinde hesaplanan LR (21 s.d.'li) 39,65232 olarak bulunmuştur. Bu değer için verilen olasılık değerinin 0,008195 ( $P < 0,05$ ) olduğu bulunmuştur. Bu durum sıfır hipotezi reddedilmesi anlamına gelmektedir. Bu durumda bu değişkenler yardımıyla elde edilen verilerin sıralı lojistik modele uygunluk gösterdiği söylenemez. Modelin anlamlılığı reddedilmektedir.

### **3.2.Faktör Analizi Sonucunda Elde Edilen Verilere Sıralı Lojistik Regresyon Analizinin Uygulanması**

Faktör analizinin uygulanmasındaki amaç çok fazla olan değişken sayısını azaltmak ancak bu değişkenlerin etkisini bağımlı değişken üzerindeki etkisini de değiştirmeden, daha az sayıda değişkene ulaşılmaktır. Buradaki 21 tane bağımsız değişken faktör analizi yardımıyla gerektiği şekilde bir araya getirilip değişken sayısının azalması sağlanacaktır.

Bu veriler için yapılacak olan faktör analizinde, değişkenlerin toplam varyansın yaklaşık olarak %90'ını açıklaması için 2 faktör altında toplanması istenmektedir. Bu değerlere bağlı sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir. Elde edilen faktör skorları yardımıyla da model oluşturulmuştur.

Değişkenlerin hangi faktörlerde buldukları Tablo 6'da gösterilmiştir. Bu durumda, birinci faktörde yer alan değişkenler “dersin yapısı”, ikinci faktörde yer alan değişkenler ise “öğretim üyesinin yıl içerisinde değerlendirilen performansı” olarak adlandırılır.

**Tablo 5:** Açıklanan toplam varyans

Bileşen	Toplam	Öz Değerler		Toplam	Faktörler	
		Varyans %'si	Kümülatif %		Varyans %'si	Kümülatif %
1	17,923	85,350	85,350	17,923	85,350	85,350
2	,637	3,035	88,385	,637	3,035	88,385
3	,442	2,104	90,489			
4	,379	1,805	92,294			
5	,229	1,090	93,384			
6	,195	,929	94,313			
7	,165	,784	95,097			
8	,147	,701	95,799			
9	,130	,620	96,418			
10	,117	,555	96,973			
11	,102	,484	97,457			
12	8,151E-02	,388	97,846			
13	7,615E-02	,363	98,208			
14	6,864E-02	,327	98,535			
15	6,511E-02	,310	98,845			
16	5,644E-02	,269	99,114			
17	5,215E-02	,248	99,362			
18	4,101E-02	,195	99,557			
19	3,644E-02	,174	99,731			
20	3,315E-02	,158	99,889			
21	2,335E-02	,111	100,000			

Yöntem: Temel Bileşenler Analizi

**Tablo 6:** Bileşen matrisi

	Bileşen	
	1	2
Dersin ismi le içeriği tutarlıdır.	0,105	0,916
Derse genel program içinde yeterli ders saati ayrılmıştır.	0,658	0,722
Ders için önerilen kaynaklar yeterlidir.	9,376E-02	0,934
Ev ödevleri, projeler ve labaratuvar çalışmaları başarımda katkı sağlamıştır.	0,922	6,883E-02
Ders yaşamıma kültürel zenginlik katmaktadır.	-0,103	,914
Ders mesleğim için gereklidir.	-6,98E-02	,852
Sınavlar bilgi düzeyini ölçebilecek yeterliliktedir.	0,917	8,509E-02
Sınavların değerlendirilmesi adildir.	0,94	4,035E-02
Öğretim elemanı derse hazırlıklı gelmektedir.	0,956	-8,30E-03
Öğretim elemanı dersi sistematik bir düzen içerisinde sunmaktadır.	0,955	8,464E-03
Öğretim elemanı açık, akıcı ve anlaşılır bir dil kullanmaktadır.	0,964	-3,98E-02
Öğretim elemanı zor kavramları anlaşılır şekilde açıklamaktadır.	0,953	-4,59E-02
Öğretim elemanı derste yardımcı ve görsel ders araçlarından yararlanmaktadır.	0,897	-8,67E-02
Öğretim elemanı öğrencilerin derse katılımını özendirir.	0,946	-8,13E-02
Öğretim elemanı öğrencileri araştırma yapmaya yönlendirmektedir.	0,92	-,151
Öğretim elemanı derste güncel örneklerden yararlanmaktadır.	0,925	-,108
Öğretim elemanı zamanı iyi kullanmaktadır.	0,953	9,720E-03
Öğretim elemanının ders içinde ve dışında öğrencilerle ilişkisi ve diyalogu iyidir.	0,957	-6,91E-02
Öğretim elemanı yaşamı ve insanı tanımam için iyi bir örnektir.	0,958	-5,99E-02
Öğretim elemanı hoşgörü sahibidir.	0,959	-7,57E-02
Öğretim elemanı ilkelerine bağlıdır.	0,956	-2,32E-02

Bu aşamadan sonra analizlere yukarıda isimleri belirtilen 2 bağımsız değişken ile devam edilecektir.

**Tablo 7** Sıralı lojistik regresyon analizi sonuçları

Bağımlı Değişken: Y (öğretim üyeleri ünvanları)  
Yöntem: ML – Ordered Logit  
Gözlem Sayısı: 460  
Sıralı Kategori Sayısı: 4  
6 iterasyon ile sonuçlara ulaşılmıştır.

	Katsayı	Std. Hata	Z-değeri	Olasılığı
Faktör 1	-0,035709	0,058358	-0,611900	0,5406
Faktör 2	-97,92194	59,43303	-1,647601	0,0994

Bu değerlere bağlı olarak belirlenmiş olan model aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$Y = -0.03570910626 * FAKTOR1 - 97.92194269 * FAKTOR2$$

Bu modele bağlı olarak belirlenmiş eşik-limit değerleri ise aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 8** Limit noktalarına ait değerler

Limit Noktaları				
	Katsayı	Std.Hata	Z-değeri	Olasılık
Limit 1	0,318848	0,063475	5,023178	0,000
Limit 2	0,832345	0,070497	11,80688	0,000
Limit 3	1,157521	0,079100	14,63356	0,000
Akaike Kriteri:	2,152718		LR İstatistiği (2 s.d.): 3,038274	
Log Olabilirlik:	-448,1471		Olasılık(LR İst.): 0,218901	

Modelin anlamlılığını ifade eden uyum iyiliği testinde kriter olarak kullanılan LR istatistik değerine ait olasılık değerinin (0,218901>0,05) kritik değeri aştığı görülmektedir. Bu sebepten dolayı faktör analizi uygulanmış sıralı modele, sıralı lojistik regresyon analizi uyguladığında modelin anlamlı çıktığı, verilerin sıralı lojistik modele uygunluk gösterdiği söylenebilmektedir.

### 3.3.Wald İstatistiği ile Değişken İndirgeme Sonucunda Sıralı Lojistik Regresyon Analizinin Uygulanması

21 değişkenin bulunduğu tam model için katsayılar ve modele ait değerler Tablo 3 ve 4'de gösterilmiştir. Bu aşamada belirlenmiş olan katsayılar

Wald istatistiği uygulanmış, bu değişkenlerin anlamlılığı test edilmiştir. Sonucunda anlamsız katsayılara sahip olduğu belirlenen değişkenler modelden atılacaktır. Bunun için elde edilmiş Wald istatistik değerleri ve olasılıkları Tablo 9’da verilmiştir.

**Tablo 9** Katsayıların anlamlılığı testi

	Katsayı	Wald İstatistiği	Olasılık
İçerik	0,600564	4,2086694	0,040217 ◀
Ders saati	-0,366270	11,47478	0,000705 ◀
Kaynak	1,081036	10,78518	0,001023 ◀
Katkı	-0,728928	6,403049	0,011392 ◀
Kültürel zen.	0,283210	1,051704	0,305115
Gereklilik	0,147142	0,421766	0,516057
Sınavlar	-0,490065	2,887643	0,089261
Değerlendir.	0,092078	0,092259	0,761325
Hazırlık	-0,058966	0,018767	0,891036
Sunum	-0,049425	0,013552	0,907325
Dil	-0,432409	1,005277	0,316037
Anlaşılır	-0,101592	0,075949	0,782864
Yardımcı araç	0,419342	2,319919	0,127727
Derse katılım	0,107159	0,116031	0,733380
Araştırma	-0,722607	5,811778	0,015919 ◀
Güncel örnek	0,370486	1,231990	0,267020
Zaman	-0,016269	0,002142	0,963089
Diyalog	-0,060932	0,026338	0,871077
Yaşam	-0,238180	0,378117	0,538612
Hoşgörü	-0,057716	0,351305	0,553376
İlkeli	0,168020	0,177277	0,673723

Tablo 9’daki sonuçlar incelendiğinde model için anlamsız olarak belirlenen değişkenler, yanlarına işaret konularak belirtilmiştir. Bu aşamada anlamsız olduğu belirlenen değişkenler modelden çıkarılacaktır. Bu durumda modelde kullanılacak değişkenler, “Dersin ismi ile içeriği tutarlıdır”, “Derse genel program içinde yeterli ders saati ayrılmıştır”, “Ders için önerilen kaynaklar yeterlidir”, “Ev ödevleri, projeler ve laboratuvar çalışmaları başarımda katkı sağlamıştır”, “Sınavlar bilgi düzeyini ölçebilecek yeterliliktedir”, “Öğretim üyesi öğrencileri araştırma yapmaya yönlendirmektedir” değişkenleridir. Bu değişkenlerle ile hem ders durumu, hem sınavların niteliği, hem de öğretim üyesinin tutumu modelde gösterilmiş olacaktır. Bu değişkenlerle oluşturulan sıralı modele ait katsayılar aşağıdaki Tablo 10’da gösterilmiştir.

**Tablo 10** Sıralı lojistik regresyon analizi sonuçları

	<i>Katsayı</i>	<i>Std. Hata</i>	<i>Z-değeri</i>	<i>Olasılık</i>
İçerik	0,349917	0,191021	1,831829	0,0670
Ders saati	-0,316131	0,098697	-3,203061	0,0014
Kaynak	0,657648	0,247338	2,658909	0,0078
Katkı	-0,560567	0,223402	-2,509227	0,0121
Araştırma	-0,191629	0,162884	-1,176475	0,2394

Bu sonuçlara ait model,  

$$Y = 0.3499174016 * \text{içerik} - 0.3161313966 * \text{derssaati} + 0.6576483416 * \text{kaynak} - 0.5605673971 * \text{katkı} - 0.1916286415 * \text{araştırma}$$
 şeklinde olacaktır. Bu modele bağlı olarak belirlenmiş eşik limit değerleri ise Tablo 11'deki gibidir.

Bu sonuçlara bakıldığında modelin anlamlılığını ifade eden uyum iyiliği testinde kriter olarak kullanılan LR istatistik değerine ait olasılık değerinin (0,05757>0,05) kritik değeri aştığı görülmektedir. Bu sebepten dolayı faktör analizi uygulanmış sıralı modele, sıralı lojistik regresyon analizi uyguladığımızda modelin anlamlı çıktığı, verilerin sıralı lojistik modele uygunluk gösterdiği söylenebilmektedir.

**Tablo 11** Limit noktalarına ait değerler

<b>Limit Noktaları</b>				
	<i>Katsayı</i>	<i>Std.Hata</i>	<i>Z-değeri</i>	<i>Olasılık</i>
<i>Limit1</i>	0,323788	0,436375	0,741996	0,4581
<i>Limit2</i>	1,188369	0,440913	2,695244	0,0070
<i>Limit3</i>	1,769739	0,447535	3,954416	0,0001
<i>Akaike Kriteri:</i>	2,129164	<i>LR İstatistiği (5 s.d.):</i>	19,20878	
<i>Log Olabilirlik:</i>	-442,5453	<i>Olasılık(LR İst.):</i>	0,05757	

#### 4. SONUÇ

Öğretim üyelerinin unvanlarını diğer bir ifadeyle sıralı kategorilere sahip bir bağımlı değişkeni açıklamak üzere, öğrencilerin cevapladığı bir ankette bulunan sorular yardımıyla oluşturulmuş 21 bağımsız değişken bulunmaktadır. Bağımsız değişkenin sıralı olmasından dolayı bu verilere sıralı lojistik regresyon uygulanmasının doğru olacağına karar verilmiştir.

Analizin ilk aşamasında tüm bağımsız değişkenler modele alınmış ve bağımsız değişken 21 tane bağımlı değişken yardımıyla açıklanmaya çalışılmış ve çeşitli sonuçlar elde edilmiştir. İkinci aşamada modelde bulunan 21 tane değişkenin hem açıklanmasının zor olmasından dolayı hem de işlemlerde zorluk yaratmasından dolayı indirgenmesine karar verilmiştir. Ancak indirgeme yapılırken verilerin ve değişkenlerin etkilerinin kaybolmaması istenmiştir. Bu sebepten dolayı değişkenlere faktör analizi uygulanmasına karar verilmiştir. Faktör analizi uygulanmasından sonra elde edilmiş faktörlere sıralı lojistik regresyon analizi uygulanmış ve model yeniden, oluşturulan faktör sayısı kadar değişkenle kurulmuştur. Son aşamada ise faktör analizi yerine, ilk aşamada elde edilen modeldeki değişkenlerden katsayılarının anlamsız olduğu tespit edilen değişkenlerin çıkarılmasına ve modelin anlamlı katsayılarla sahip değişkenlerle tekrar kurulmasına karar verilmiştir. Katsayıların anlamlılığının testi için Wald istatistiği kullanılmıştır.

Her farklı aşamada modelin anlamlılığı için oluşturulan modellerin olabilirlik oranları (likelihood ratio-LR) dikkate alınmıştır. Tam model, faktör analizi sonucunda elde edilen model ve Wald istatistikleri sonucunda elde edilen modellere ilişkin kritik değerler aşağıdaki Tablo 12’de verilmiştir.

**Tablo 12** Uygulanılan yöntemlerin karşılaştırılması

	LR İstatistiği	Olasılık	AIC	logolabilirlik
Tam model	39,65232	0,008195	2,156010	-429,8401
Faktör analizi m.	3,038274	0,218901	2,152718	-448,1471
Wald istatistiği m.	19,20878	0,057570	2,129164	-442,5453

LR değerleri dikkate alındığında olasılık değerleri yardımıyla 21 değişkenin de kullanıldığı modelin anlamlı olmadığı görülmektedir. Buna karşılık diğer yöntemler uygulanmış modellerin sıralı lojistik regresyon analizine uygunluk gösterdiği görülmektedir. Bu durum model kurmak için elde edilmiş olan 21 tane değişkenin tamamının kullanılmasının aslında anlamlı olmadığını, bir çok değişkenin bu modelin kurulması için gerekli olmadığını

sonucunu ortaya koymuştur. Bu durumda, değişken sayısını azaltarak kurulacak olan modelin kullanılması daha uygun olduğu belirlenmiştir.

Diğer bir problem de değişken sayısını azaltmaya yardımcı iki yöntemden hangisinin yardımıyla kurulmuş modelin kullanılacağına karar vermektir. Bunun için Akaike kriteri veya log olabilirlik değerinin kullanılabilmesi daha önceki bölümlerde açıklanmıştır. Tablo 12’de verilen sonuçlar yardımıyla, isimleri belirtilen kritik değerlerin Wald istatistiğinin sonuçları yardımıyla kurulmuş modele ait sonuçlarda daha düşük değere sahip oldukları gözlenmiştir. (AIC için  $2,152718 > 2,129164$  ve log olabilirlik değerleri için  $-448,1471 > -442,5453$ ) Bu durumda Wald istatistiği yardımıyla değişken sayısı indirgenmiş modelin diğer modellerden daha sağlıklı sonuçlar vereceği belirlenmiştir.

Uygulamada kullanılan öğretim üyelerini değerlendirme verileri için kullanılacak model ve değişkenlerin;

$$Y = 0.3499174016 * \text{içerik} - 0.3161313966 * \text{derssaati} + 0.6576483416 * \text{kaynak} - 0.5605673971 * \text{katkı} - 0.1916286415 * \text{araştırma}$$

olmasına karar verilmiştir. Bundan sonra yapılacak olan çalışmalarda öğretim elemanının belirlenmiş olan değişkenlerden aldıkları puanlar modele yerleştirilerek, bu öğretim elemanının ünvanı kestirilmeye çalışılabilecektir.

#### KAYNAKÇA

Agresti, A.; *Analysis of Ordinal Categorical Data*; Wiley, New York 1984.

Anderson, E. B.; *The Statistical Analysis of Categorical Data*; Springer-Verlag, New York 1994.

Borooah, V. K.; *Logit and Probit : Ordered and Multinomial Models*; Sage Publications, California 2002.

Kleinbaum, D., Kupper, L., Muller, K., Nizam, A., *Applied Regression and Other Multivariable Methods*, Duxbury Press, California 1998.

Le, C.; *Applied Categorical Data Analysis*; Wiley Series in Probability and Statistics, New York 1998.

Long, J. S., *Regression Models for Categorical and Limited Dependent Variables*, Sage Publications, California, 1997.

McCullagh, P., Regression Models for Ordinal Data (with discussion), *Journal of Royal Statistical Society, Ser. B.*, 42, 1980, 109-142.

Menard, S., *Applied Logistic Regression Analysis*, Sage Publications, California 1995.

Murad, H., Fleischman, A., Sadetzki, S., Geyer, O., Freedman, L., Small Samples and Ordered Logistic Regression: Does it Help to Collapse Categories of Outcome?, *Journal of the American Statistician*, Vol.57, No.3, August 2003.