



**MULTILEVEL MODELING FOR ANALYZING EDUCATION SYSTEM IN
YTU**

Fatma NOYAN*, **Doğan YILDIZ**

Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, Davutpaşa-İSTANBUL

Geliş/Received: 21.09.2005 Kabul/Accepted: 28.11.2005

ABSTRACT

Multilevel modeling which is often used in social sciences for analyzing data has a hierarchical or clustered structure, for instance in educational research where pupils nested within schools. A crucial problem in the statistical analysis of hierarchically structured data is the dependence of the observations at the lower levels. Multilevel models account for this dependence and in recent years these models have been widely accepted. We apply the multilevel analysis approach to the YTÜ 2002-2003 educational data and the aim is to 'investigate the academicians' performance in Yıldız Technical University. These data with a two level structure consist of students nested within different departments. The objective of this analysis is to assess if there is a significant difference in mean academicians effectiveness across departments.

Keywords: Multilevel modeling, hierarchical linear models, random coefficient models.

MSC number/numarası: 62H.

**YTÜ'DE ÖĞRENCİ GÖZÜYLE ÖĞRETİM ÜYESİ ETKİNLİĞİNİN İKİ AŞAMALI MODELLER
YARDIMI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

ÖZET

Çok aşamalı modeller, özellikle hiyerarşik ya da kümelenmiş yapıya sahip verilerin istatistiksel analizinde kullanılırlar. Hiyerarşik yapıya sahip verilerde, standart istatistiksel testler için gerekli olan gözlemlerin birbirinden bağımsızlığı varsayımı bozulduğundan çok aşamalı regresyon modellerine başvurulur. Bu çalışmada, 2002 – 2003 Eğitim Öğretim yılı YTÜ "Öğretim Elemanı Değerlendirme Anketi" baz alınarak öğrenci gözüyle öğretim üyesinin etkinliği değerlendirilmiştir. Bölümler ve bölümler içindeki öğrencilerden meydana gelen kümelenmiş veri seti 2 aşamalı hiyerarşik bir sistem meydana getirmektedir. Bu sistem içinde bölümler arasında öğretim üyesi etkinliğinin anlamlı farklılıklar gösterdiği görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Çok aşamalı modeller, hiyerarşik lineer modeller.

1. GİRİŞ

Çok aşamalı modeller, kümelenmiş ya da hiyerarşik yapıya sahip verilerin istatistiksel analizinde kullanılırlar. Hiyerarşik yapıya sahip verilerde, standart istatistiksel testler için gerekli olan gözlemlerin birbirinden bağımsızlığı varsayımı bozulduğundan çok aşamalı regresyon modellerine başvurulur. Çok aşamalı analizler, farklı ünitelerden meydana gelen şirketlerin performans çalışmalarında, eğitim, sağlık, ekonomi ve sosyal içerikli araştırmalarda

* Sorumlu Yazar/Corresponding Autor: e-mail/e-ileti: noyanf@gmail.com, tel: (0212) 449 16 66

kullanılmaktadır. Aitkin ve Longford tarafından 1995 yılında çok aşamalı modellemeye ait teknikler ve bilgisayar programları geliştirilmiştir. Daha sonra ise Goldstein, Bryk ve Raudenbush tarafından hiyerarşik modeller özellikle eğitime yönelik çalışmalarda yoğun bir şekilde kullanılmaya başlanılmıştır. Çok aşamalı modellerde, birey veya birim aşamasından başlayarak, birimler, birimlerin meydana getirdiği gruplar, grupların meydana getirdiği topluluklar vb. şeklinde devam eden hiyerarşik yapının her aşaması için ayrı ayrı modeller kurulur. Daha sonra bu modeller birleştirilerek birleşik modele ulaşılır. Çok aşamalı modellerde, birleştirilmiş model çok kompleks bir yapıya sahiptir ve yorumlanması oldukça zordur. Bu yüzden, hesaplamalarda ve yorumlamalarda kolaylık sağlama amacıyla alt modellerden yararlanılabilir. Kurulan alt modellerin adım adım karşılaştırılması yolu ile kümelmiş veri seti için en uygun çok aşamalı modele karar verilir.

2. İKİ AŞAMALI HİYERARŞİK LİNEER MODELLER

Çok aşamalı problemler hiyerarşik yapıdaki ana kütle etrafında oluşur. Hiyerarşik yapıdaki ana kütlede elde edilen örnekler çok aşamalı (kademeli) örnekler olarak adlandırılır ve ilk olarak yüksek seviyeli birimlerden (gruplardan), daha sonra ise alt birimlerden (gruplar içindeki birimlerden) örnek çekildiği varsayılır. [1] Bu tip örneklerde grupların içindeki birimler, ana kütlede tamamından basit tesadüfi örnekleme yolu ile çekilmiş birimlere göre daha fazla benzer olma eğilimindedirler. [2] Gruplardaki birimlerin benzer koşullarda bulunmaları (çevre, deneyim, demografik özellikler gibi.) bu birimlerden elde edilen gözlemlerin birbirine bağımlı olmasına neden olabilir. Sonuç olarak, kümelmiş verilerde bir çok analitik teknik için gerekli olan gözlemlerin birbirinden bağımsızlığı varsayımı çığnemektedir. [3]

Çok aşamalı regresyon modellerinde, bağımlı değişken en düşük aşamadan (birimler aşamasından) seçilirken, açıklayıcı değişkenler ise tüm aşamalardan seçilebilir yani açıklayıcı değişken için herhangi bir kısıt yoktur. Çok aşamalı regresyon modellerinde ilk aşamayı birimler bazında kurulan modeller oluştururken, diğer aşamaları ise gruplar bazında kurulan modeller meydana getirir. Kavramsal olarak, model regresyon eşitliğinin hiyerarşik bir sistemi olarak görünmektedir. Çalışmada, iki aşamalı modeller üzerinde durulacaktır.

İki aşamalı modelde, 1. aşama birimleri “birimler”, 2. aşama birimleri ise “gruplar” olarak tanımlanabilir. $i = 1, 2, \dots, n_j$ olmak üzere i indisi 1. aşama birimlerini; $j = 1, 2, \dots, J$ olmak üzere j indisi ise 2. aşama birimlerini yani grupları göstermektedir. n_j , j . gruptaki birim sayısını, J ise grup sayısını gösterir. Gruplardaki birim sayıları farklı olabilir. ($j \neq k$ için $n_j = n_k$ olmak zorunda değildir.) [4]

Y_{ij} , j . gruptaki i . birime ait bağımlı değişken, X_i ise 1. aşama açıklayıcı değişkeni olmak üzere 2 aşamalı hiyerarşik lineer modellerin 1. aşama modeli eşitlik (1) de verilmiştir:

$$\begin{aligned} Y_{ij} &= \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{1ij} + \beta_{2j}X_{2ij} + \dots + \beta_{qj}X_{qij} + r_{ij} \\ &= \beta_{0j} + \sum_{q=1}^Q \beta_{qj}X_{qij} + r_{ij} \quad [r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)] \end{aligned} \quad (1)$$

Klasik regresyon analizinden farklı olarak, 1. aşama modelinde her gruba ait eğim ve sabit parametreleri farklılık göstermektedir. Bu yüzden çok aşamalı regresyon modelinin ikinci adımını, (2. aşama) grup seviyesinde tanımlanan açıklayıcı değişken ile regresyon katsayılarındaki (β_j) değişimlerin tahmin edilmesi oluşturur. 2. aşama modeli eşitlik (2) de verilmiştir.

$$\begin{aligned}\beta_{qj} &= \gamma_{q0} + \gamma_{q1}W_{1j} + \gamma_{q2}W_{2j} + \dots + \gamma_{qS_q}W_{S_qj} + u_{qj} \\ &= \gamma_{q0} + \sum_{s=1}^{S_q} \gamma_{qs}W_{sj} + u_{qj}; [u_{qj} \sim N(0, \tau_\beta)]\end{aligned}\quad (2)$$

Hata terimleri u_j lerin (hangi gruba ait olduklarını gösteren j indisine sahip) varlığında 2.aşama değişkeni W_j ile yapılan tahmin işlemlerinden sonra, β katsayıları gruplar arası değişimlerden arındırılmış olur.

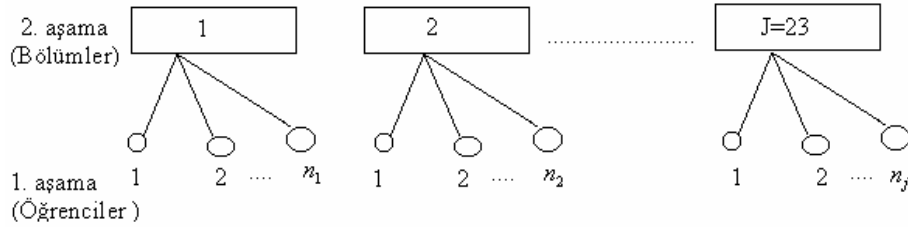
(2) deki eşitlik (1) de yerine konulduğunda birleştirilmiş modele ulaşılır. 2 aşama için birleştirilmiş model (3) deki eşitlikte verilmiştir:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \sum_{q=1}^Q \gamma_{q0}X_{qij} + \sum_{s=1}^{S_q} \gamma_{0s}W_{sj} + \sum_{s=1}^{S_q} \sum_{q=1}^Q \gamma_{qs}W_{sj}X_{qij} + u_{0j} + \sum_{q=1}^Q u_{qj}X_{qij} + r_{ij} \quad (3)$$

Çok aşamalı modellerde, birleştirilmiş model çok kompleks bir yapıya sahiptir ve yorumlanması oldukça zordur. Bu yüzden, hesaplamalarda ve yorumlamalarda kolaylık sağlaması amacıyla alt modellerden yararlanılabilir. Kurulan alt modellerin adım adım karşılaştırılması yolu ile kümelenebilir veri seti için en uygun çok aşamalı modele karar verilir. [7]

3. UYGULAMA

Çalışmada YTÜ'nin farklı bölümlerinde öğrencilere uygulanan 2002 – 2003 Eğitim Öğretim yılı “Öğretim Elemanı Değerlendirme Anketi” nden elde edilen veriler kullanılacaktır. Şekil 1.de görüldüğü üzere YTÜ veri setinin 2 aşamadan meydana gelen hiyerarşik bir yapısı vardır. Çok aşamalı modellere uygun bu veri setinde 1. aşama birimlerini öğrenciler, 2. aşama birimlerini bölümler meydana getirmektedir. 1.aşamada 7500 öğrenci, 2.aşamada 23 bölüm bulunmaktadır. J bölüm sayısını (2. aşama birim sayısı), n_j ise her bölümdeki öğrenci sayısını (1. aşama birim sayısı) göstermek üzere YTÜ veri seti içinde her bölümün örnek büyüklüğü ($36 \leq n_j \leq 1450$) birbirinden farklıdır. ($n_j \neq n_k, j \neq k$ için)



Şekil 1. 2 aşamalı hiyerarşik lineer model için YTÜ veri setinin yapısı : YTÜ veri seti içinde yer alan 23 bölüm ve her bölümdeki öğrenciler

Bağımlı değişkenimiz öğrenci gözüyle öğretim üyesinin etkinliği olmak üzere uygulamada hiyerarşik lineer (çok aşamalı) modellerin özel hallerinden meydana gelen çeşitli alt modellerden yararlanarak, hiyerarşik yapıya sahip veri seti için en uygun iki aşamalı model kurulmaya çalışılmıştır. İlk olarak tesadüfi etkili tek yönlü ANOVA modeli kurularak çok aşamalı

modellere başlanılır. Amaç bağımlı değişkendirdeki değişkenliği hiyerarşinin farklı aşamalarına göre ayırmaktır. Daha sonra tesadüfi parametrelere regresyon modeli kurulur, yani 1. aşama katsayılarının 2. aşama birimlerine karşı tesadüfi olarak değiştiği kabul edilir. En son olarak 2. aşama açıklayıcı değişkenlerinin modele dahil edilmesiyle eğitim ve sabit parametresi çıktı olan hiyerarşik lineer model kurulur. Kurulan bu modellerin en çok olabilirlik oran testi ile ikili karşılaştırılmaları yoluyla hiyerarşik yapıya sahip veri seti için en uygun modele karar verilmeye çalışılır. Tüm bu aşamalar uygulama içerisinde sırasıyla açıklanmaya çalışılacaktır.

Uygulamada HLM6 programı kullanılmıştır. Uygulamada kullanılmış olan değişkenler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. 2002-2003 eğitim-öğretim yılı YTÜ öğretim üyesi etkinliğine yönelik çalışmada kullanılan değişken tanımları

<i>Değişken ismi</i>	<i>Tanımı</i>
Öğrenci aşaması (1. aşama)	
Öğretim üyesi etkinliği	Öğrenci gözüyle öğretim üyesi etkinliği
Bilgi ve beceri	Öğretim üyesinin ders konusundaki bilgi ve becerisi
İletişim	Öğretim üyesinin öğrencilerle olan iletişimi
Anlatım	Öğretim üyesinin dersi açık ve anlaşılır biçimde anlatması
Not.adil	Öğretim üyesinin notla değerlendirmede adil davranması
Bölüm aşaması (2. aşama)	
B.Yerleşim birimi	Bölümün bulunduğu yerleşim birimi (Davutpaşa, Yıldız ve Maslak kampusleri)
Bölüm alan	Bölüm alan değişkeni

3.1. Tesadüfi Etkili Tek Yönlü ANOVA Modeli

Çok aşamalı modellemeye ilk olarak koşulsuz modellerden tesadüfi etkili tek yönlü ANOVA modelinin (One Way ANOVA With Random Effects Models) kurulması ile başlanır. Bu model ile öğrenci gözüyle öğretim üyesi etkinliğindeki toplam değişkenlik bölümler arası ve öğrenciler arası olmak üzere farklı aşamalara göre ayrılmaktadır.

1. aşama modeli (öğrenci seviyesi modeli) ile her öğrencinin gözünde öğretim üyelerinin etkinliğini; bölüm ortalamaları (bölümlerdeki ortalama öğretim üyelerinin etkinliği) artı tesadüfi hatanın fonksiyonu olarak modelleyebiliriz.

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij} \quad (4)$$

Y_{ij} j. bölümdeki öğrencinin gözünde öğretim üyesinin etkinliği, β_{0j} j. bölüme ait öğrenci gözüyle ortalama öğretim üyesinin etkinliği ve r_{ij} , tesadüfi öğrenci etkisidir. Yani j. bölümdeki i. öğrencinin gözündeki öğretim üyesinin etkinliğinin bölüm ortalamasından sapmasıdır. [$r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$]

2. aşama yani bölüm aşamasında ise, bölümler için ortalama öğrenci gözüyle öğretim üyesinin etkinliği, β_{0j} , (yani bölümlerdeki ortalama öğretim üyesi etkinliği) bölüm ortalamalarının ortalaması etrafında tesadüfi olarak değişen bir şekilde modellenir. Yani 2. aşama modeli aşağıdaki gibidir:

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j} \quad (5)$$

Bu modelde

γ_{00} , ana kütle içindeki büyük ortalama (yani J tane bölümün ortalamasının ortalaması ya da öğrenci gözüyle ortalama öğretim üyesi etkinliği) ve u_{0j} ise tesadüfi bölüm etkisidir.

$$[u_{0j} \sim N(0, \tau_{\beta})]$$

Birleştirilmiş model ise (6) da verilmiştir.

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + u_{0j} + r_{ij} \quad (6)$$

Sonuç olarak, Tesadüfi etkili tek yönlü ANOVA modelinde her bölüm için [öğrenci gözüyle] öğretim üyesi etkinliği, bölüm ortalamalarını gösteren β_{0j} parametreleri ile karakterize edilmiştir. 2 aşamalı tesadüfi etkili tek yönlü ANOVA modeli, Y_{ij} bağımlı değişkenine ait toplam değişkenliği, bölümlerdeki öğrenciler arasındaki değişkenlik 1.aşama), $\sigma^2 = \text{var}(r_{ij})$ ve fakültelerdeki bölümler arasındaki değişkenlik (2. aşama), $\tau_{\pi} = \text{var}(u_{0j})$ olmak üzere 2 bileşene ayırır. Yani, toplam değişkenliği bölümler içi ve bölümler arası olmak üzere kaynaklarına ayırır. Bunlar ise aşağıdaki gibi gösterilebilir:

- Öğrenci gözüyle öğretim üyesinin etkinliğindeki değişkenliğin %92.3'ü öğrenciler arasındaki değişkenlikten kaynaklanır.

$$\sigma^2 / (\sigma^2 + \tau_{\beta}) = 1.18556 / (1.18556 + 0.09883) = 0.923$$

- ve öğrenci gözüyle öğretim üyesinin etkinliğindeki değişkenliğin % 7.69'u bölümler arasındaki değişkenlikten kaynaklanır.

$$\tau_{\beta} / (\sigma^2 + \tau_{\beta}) = 0.09883 / 1.28439 = 0.0769$$

$$H_0 : \tau_{\beta} = 0 \text{ hipotezi } \chi^2 = 306.37552 \left[\chi^2 = \sum_j (\hat{\beta}_{qj} - \hat{\gamma}_{q0} - \sum_{s=1}^{S_q} \hat{\gamma}_{qs} W_{sj})^2 / \hat{V}_{qj} \right] \text{ ve}$$

22 serbestlik derecesi ile red edilir. (p<0.05) Yani bölümler arasında [öğrenci gözüyle] öğretim üyesi etkinliği anlamlı farklılıklar gösterir diyebiliriz.

3.2. Tesadüfi Katsayılı Regresyon Modelleri

Tesadüfi etkili tek yönlü ANOVA modeli ile öğretim üyesinin etkinliği açısından bölümler arasında anlamlı farklılıklar olduğuna karar verildikten sonra analize, her aşama için tahmin edilen değişkenliği o aşamada ölçülen değişkenler ile açıklayabilmek amacıyla tesadüfi katsayılı modeller ile devam edilir. Tesadüfi katsayılı modelde 1.aşama modelinde, farklı bölümlerdeki öğrencilerin gözüyle öğretim üyesi etkinliği, öğrenci seviyesindeki açıklayıcı değişkenler ve öğrenci seviyesi tesadüfi hatasının fonksiyonu olarak ifade edilir.

Öğrenci öğretim üyesinin etkinliğini değerlendirirken dersi anlatım biçimini, notla değerlendirme biçimini, öğretim üyesinin bilgi ve becerisini ve öğrenciyle olan iletişimini göz önünde bulundurmaktadır.

Tesadüfi katsayılı regresyon modeli için 1.aşama modeli aşağıdaki gibidir.

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(\overline{bil.bec} - \overline{bil.bec.j}) + \beta_{2j}(\overline{iletişim} - \overline{iletişim.j}) + \beta_{3j}(\overline{anlatım} - \overline{anlatım.j}) + \beta_{4j}(\overline{not.adil} - \overline{not.adil.j}) + r_{ij} \quad (7)$$

Y_{ij} j. bölümdeki i. öğrenci gözüyle öğretim üyesi etkinliği, β_{0j} j. Bölüm için ortalama öğretim üyesi etkinliği, β_{1j} j. bölüm için öğrenci gözüyle öğretim üyesinin etkinliği üzerinde öğretim üyesinin bilgi ve becerisinin etkisi, β_{2j} j. bölüm için öğretim üyesinin öğrenci ile iletişiminin etkisi, β_{3j} j. bölümdeki öğrenci gözüyle öğretim üyesinin etkinliği üzerinde öğretim üyesinin dersi anlatım biçiminin etkisi ve β_{4j} ise j. bölümdeki öğrenci gözüyle öğretim üyesinin etkinliği üzerinde öğretim üyesinin adil değerlendirme yapmasının etkisini gösterir.

r_{ij} 1. aşama tesadüfi etkisidir. $r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

YTÜ öğretim üyesinin etkinliği değerlendirme anketinden elde edilen veriler ile öğrenci gözüyle öğretim üyesinin etkinliği için kurulan modele bakıldığında, her bölüm için β_{0j} ve β_{qj}

(β_{qj})'nin farklı olduğu görülür.

Bunun nedeni ise, aynı bölümden tesadüfi olarak çekilen öğrencilerden elde edilen gözlemlerin, tüm üniversitedeki öğrenciler arasından tesadüfi olarak çekilen öğrencilerden elde edilen gözlemlerden birbirine daha yakın olmasıdır. Aynı bölüm içinde bulunan öğrencilerin benzer koşullar altında bulunmaları bu öğrencilerden elde edilen gözlemlerin birbirine daha yakın olmasına neden olabilir. Bu durum da her bölüm için ortalama öğretim üyesi etkinliği ve modele dahil edilen açıklayıcı değişkenlerin etkileri farklı olmaktadır.

Her bölüm için öğretim üyesi etkinliğinde görülen farklılıkları açıklayabilmek amacıyla, sabit ve eğim parametreleri için 2. aşama modellerinin oluşturulur. 1. aşama parametrelerinin 2. aşamada tesadüfi olarak değiştiği varsayımı altında, 2. aşama modeli ise aşağıdaki gibidir:

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + u_{1j}$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20} + u_{2j} \quad (8)$$

$$\beta_{3j} = \gamma_{30} + u_{3j}$$

$$\beta_{4j} = \gamma_{40} + u_{4j}$$

şeklinde yer alan;

γ_{00} : ortalama öğrenci gözüyle öğretim üyesi etkinliği

γ_{10} : öğretim üyesinin bilgi becerisinin öğretim üyesinin etkinliği üzerindeki ortalama etkisi

γ_{20} : öğretim üyesinin öğrenci ile iletişiminin öğretim üyesinin etkinliği üzerindeki ortalama etkisi

γ_{30} : öğretim üyesinin anlatım biçiminin öğretim üyesinin etkinliği üzerindeki ortalama etkisi

γ_{40} : adil değerlendirmenin öğretim üyesi etkinliği üzerindeki ortalama etkisidir.

u_{0j} : tesadüfi bölüm etkisidir. [$u_{0j} \sim N(0, \tau_\beta)$]

[8]'de verilen eşitlikler [7]'de yerine yazıldığında aşağıdaki model elde edilir:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{10}(\overline{bil.bec} - \overline{bil.bec.j}) + \gamma_{20}(\overline{iletişim} - \overline{iletişim.j}) + \gamma_{30}(\overline{anlatım} - \overline{anlatım.j}) + \gamma_{40}(\overline{not.adil} - \overline{not.adil.j}) + u_{0j} \quad (9)$$

$$+ u_{1j}(\overline{bil.bec} - \overline{bil.bec.j}) + u_{2j}(\overline{iletişim} - \overline{iletişim.j}) + u_{3j}(\overline{anlatım} - \overline{anlatım.j}) + u_{4j}(\overline{not.adil} - \overline{not.adil.j}) + r_{ij}$$

Çizelge 1. Öğretim üyelerinin etkinliği için tesadüfi katsayılı regresyon modeli sonuçları

<i>Sabit Etkiler</i>	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t oranı</i>	<i>p- değeri</i>
Ortalama öğretim üyesinin etkinliği, γ_{00}	2.101364	0.070	29.733	0.000
Öğr. Üye. bilgi ve becerisinin ort. etkisi, γ_{10}	0.25224	0.016220	15.552	0.000
Öğr. Üye. öğrenci ile iletişiminin ort. etkisi, γ_{20}	0.166624	0.01831	9.096	0.000
Öğr. Üye. anlatım biçiminin ort. etkisi, γ_{30}	0.293723	0.03212	9.143	0.000
Değerlendirmede adil davranmanın ort. etkisi, γ_{40}	0.197535	0.009265	21.320	0.000
<i>Tesadüfi Etkiler</i>	<i>Varyans Bileşikleri</i>	<i>Serbestlik Derecesi</i>	χ^2	<i>p- değeri</i>
Öğrenci aşaması (1.aşama), r_{ij}	0.44702			
Bölüm aşaması (2.aşama), u_{0j}	0.11685	22	837.42948	0.000
Ortalama bilgi ve beceri etkisi u_{1j}	0.00330	22	47.40618	0.002
Ortalama iletişim etkisi, u_{2j}	0.00504	22	44.43628	0.003
Ortalama anlatım etkisi, u_{3j}	0.02014	22	96.81362	0.000
Ortalama adil değ. etkisi, u_{4j}	0.00054	22	37.05202	0.023
E.K.K regresyon katsayılarının tahminleri için güvenilirlikler				
Ortalama öğretim üyesi etkinliği	0.973			
Bilgi ve beceri	0.460			
İletişim	0.554			
Anlatım	0.775			
Not.adil	0.210			
Devians istatistiği	Serbestlik derecesi			
15424.546553	16			

Çizelge 1'in ilk bölümüne bakıldığında, öğretim üyesinin etkinliği üzerinde, en fazla, öğretim üyesinin anlatım biçimi değişkeninin etkili olduğu görülmekte, bunu sırasıyla öğretim üyesinin bilgi ve becerisi, öğretim üyesinin notla değerlendirmede adil davranması ve öğretim üyesinin öğrenci ile iletişimi takip etmektedir.

Tesadüfi katsayılı regresyon modeline göre ortalama öğretim üyesinin etkinliği bölümden bölüme anlamlı bir şekilde değişmektedir. Aynı zamanda öğrencilerin öğretim üyesinin etkinliğini değerlendirirken göz önünde bulundurdıkları kriterlerin yani öğretim üyesinin bilgi ve

becerisinin, öğrenci ile olan iletişiminin, dersi anlatım biçiminin ve değerlendirmede adil davranmasının etkilerinin de bölümden bölüme değişiklikler gösterdikleri söylenebilir.

($H_0 = \text{var}(u_{qj}) = \text{var}(\beta_{qj}) = 0$; $q = 0, 1, 2, 3, 4$ hipotezleri red edilmiştir.)Güvenirlilik tahminleri

1. aşama parametrelerinin spesifikasyonu (tesadüfi, sabit ya da tesadüfi olarak değişmeyen) hakkında bilgi verir. 1. aşama katsayılarının güvenirliliği 0.05'in altında ise bu katsayılar tesadüfi olarak değişmiyor ya da sabit olabilirler.[5] Uygulamamızda, sabite ait güvenirlilik oldukça yüksektir (0.973) Bu da bölümlerdeki ortalama öğretim üyesi etkinliği için, $\hat{\beta}_{0j}$ 'nin oldukça güvenilir bir tahmin edici olduğunu gösterir. Diğer değişkenlere ait tahminlere baktığımızda, bunların da güvenirliliğinin oldukça yüksek olduğunu görülmektedir. $\hat{\beta}_{qj}$ lere ait güvenirliliklerin tümünün 0.05'den büyük olması, bu katsayıların bölümlere karşı tesadüfi olarak değiştiğini de göstermektedir.

Adil değerlendirilmeye ait güvenirlilik(β_{4j}) = 0, 21 [güvenirlilik(β_{4j}) = $\text{var}(\beta_{4j}) / \text{var}(\bar{Y}_{.j})$] olup en düşük güvenirliliktir.

Bu durum bazı bölümlerde öğretim üyesinin etkinliği üzerinde adil değerlendirme etkisinin daha homojen bir yapıya sahip olduğu şeklinde yorumlanabilir. [5]

Çizelge 1'in son panelinde ise deviyans istatistiği bulunmaktadır. Deviyans istatistiği tek başına yorumlanamaz. Ancak aynı veri seti için oluşturulan başka bir model ile yapılan karşılaştırmalarda yorumlanabilir. İki model arasındaki deviyans farkı, iki modelde tahmin edilen parametre farkına eşit serbestlik derecesi ile büyük örnek χ^2 dağılımına uymaktadır. χ^2 istatistiğinin büyük değerleri, indirgenmiş modelin uygun olduğunu söyleyen H_0 hipotezinin yanlış olduğunun kanıtıdır. Büyük deviyans farkı, veri için birinci modelin çok basit olduğunu gösterir.[6]

Tesadüfi katsayılı regresyon modelinden χ^2 istatistiği 14 serbestlik derecesi ile 7204.59335 olarak elde edilir (p=0.000). Yani indirgenmiş ANOVA modelini gösteren H_0 hipotezi red edilir ve tesadüfi katsayılı regresyon modelinin veri setine uygun olduğuna karar verilir.

3.3. Sabit ve Eğitim Parametrelerinin Çıktı Olduğu Modeller

Tesadüfi katsayılı regresyon modeli sonucunda, bölümler arasında öğretim üyesi etkinliği açısından değişiklikler olduğuna karar verildikten sonra bölümlerin öğretim üyesi etkinliği açısından nasıl farklılık gösterdiğini bu aşamalarda açıklayıcı değişkenlerden yararlanarak açıklayabilmek amacıyla ortalama ve eğitim parametrelerinin çıktı olduğu model kurulur.

Bölümler arasında öğretim üyesi etkinliği açısından farklılıkları açıklayabilmek amacıyla ikinci aşamaya yerleşim yeri ve bölüm alan değişkeni eklenerek eğitim ve sabit parametrelerin çıktı olduğu regresyon modeli kurulabilir. Böylece, bölümlerin yerleşim yerlerinin(Yıldız, Davutpaşa ve Maslak kampüsleri) ve bölümlerin Sözel, Sayısal yada Türkçe-Matematik tabanlı olmalarının öğretim üyesinin etkinliği üzerinde etkili olup olmadığı araştırılabilir. Sabit ve eğitim parametresi çıktı olan modelin 1.aşama modeli eşitlik (7) ile aynıdır, 2. aşama modeli ise aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned}
\beta_{0j} &= \gamma_{00} + \gamma_{01}(b.alan) + \gamma_{02}(yerleşim) + u_{0j} \\
\beta_{1j} &= \gamma_{10} + \gamma_{11}(b.alan) + \gamma_{12}(yerleşim) + u_{1j} \\
\beta_{2j} &= \gamma_{20} + \gamma_{21}(b.alan) + \gamma_{22}(yerleşim) + u_{2j} \\
\beta_{3j} &= \gamma_{30} + \gamma_{31}(b.alan) + \gamma_{32}(yerleşim) + u_{0j} \\
\beta_{4j} &= \gamma_{40} + \gamma_{41}(b.alan) + \gamma_{42}(yerleşim) + u_{4j}
\end{aligned} \tag{10}$$

birleştirilmiş model ise aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned}
Y_{ij} &= \gamma_{00} + \gamma_{01}(b.alan)_j + \gamma_{02}(y.birim)_j + \gamma_{10}(bil.bec - bil.bec.j) + \gamma_{11}(b.alan)_j(bil.bec - bil.bec.j) + \gamma_{12}(y.birim)_j(bil.bec - bil.bec.j) \\
&+ \gamma_{20}(iletisim - iletisim.j) + \gamma_{21}(b.alan)_j(iletisim - iletisim.j) + \gamma_{22}(y.birim)_j(iletisim - iletisim.j) + \gamma_{30}(arilatum - arilatum.j) \\
&+ \gamma_{31}(b.alan)_j(arilatum - arilatum.j) + \gamma_{32}(y.birim)_j(arilatum - arilatum.j) + \gamma_{40}(not.acil - not.acil.j) + \gamma_{41}(b.alan)_j(not.acil - not.acil.j) \\
&+ \gamma_{42}(y.birim)_j(not.acil - not.acil.j) + u_{0j} + u_{1j}(bil.bec - bil.bec.j) + u_{2j}(iletisim - iletisim.j) + u_{3j}(arilatum - arilatum.j) + u_{4j}(not.acil - not.acil.j) + r_{ij} \tag{11}
\end{aligned}$$

bu modelden elde edilen sonuçlar Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 2. Tesadüfi katsayılı regresyon modeli sonuçlarına göre, bölümlerin ortalama öğretim üyesi etkinliği en yüksek bölümden en düşük bölüme doğru sıralanması

Sıra no	Bölümler	12	Metalurji ve Malzeme Müh.
1	Fizik	13	Jeodezi ve Fotogrametri Müh.
2	Bilgisayar ve Öğretim Tek. Eğitimi	14	İstatistik
3	İktisat	15	Mimarlık
4	İşletme	16	İktisadi ve İdari Programlar (M.Y.O)
5	Matematik Müh.	16	Siyaset Bilimi ve Ulus. İlişkiler
6	Matematik	17	Şehir ve Bölge Planlama
7	Teknik Programlar (M.Y.O)	18	Çevre Müh.
8	Kimya	29	Sanat
9	Kimya Müh.	20	Müzik ve Sahne Sanatları
10	İnşaat Müh.	21	İletişim Tasarımı
11	Makine Müh.	22	Eğitim Bilimleri

Eğim ve sabit parametresi çıktı olan modele göre, öğrencilerin öğretim üyesini değerlendirirken göz önünde bulundurdıkları öğretim üyesinin öğrenci ile iletişiminin, öğretim üyesinin anlatım biçiminin, öğretim üyesinin bilgi ve becerisinin ve notla değerlendirmede adil davranmasının etkisi bölümlerin yerleşim yerlerine ve alanlarına göre öğretim üyelerinin etkinliği üzerinde farklılık göstermemektedir .

Çizelge 3. Ortalama ve eğitim parametrelerinin çıktığı olduğu modeller: bölüm ve fakülte yerleşim biriminin öğretim üyesinin etkinliği üzerindeki etkisi için

<i>Sabit Etkiler</i>	<i>Katsayılar</i>	<i>S.e</i>	<i>t oranı</i>	<i>s.d.</i>	<i>p- değeri</i>
j. bölüm ortalama öğretim üyesi etkinliği β_{0j} için;					
sabit, γ_{00}	1.968609	0.166207	11.844	20	0.000
bölüm alan etkisi, γ_{01}	0.188512	0.123262	1.529	20	0.142
yerleşim yeri etkisi, γ_{02}	-0.104941	0.113982	-0.921	20	0.369
j. bölümde öğretim üyesinin bilgi ve becerisinin ayırt edici etkisi β_{1j} için;					
sabit, γ_{10}	0.281170	0.049330	5.700	20	0.000
bölüm alan etkisi, γ_{11}	-0.028278	0.040133	-0.705	20	0.489
yerleşim yeri etkisi, γ_{12}	0.001552	0.028420	0.055	20	0.957
j. bölümde öğretim üyesinin öğrenci ile iletişiminin ayırt edici etkisi β_{2j} için;					
sabit, γ_{20}	0.072938	0.044737	1.630	20	0.118
bölüm alan etkisi, γ_{21}	0.056341	0.036389	1.548	20	0.137
yerleşim yeri etkisi, γ_{22}	0.048150	0.025390	1.896	20	0.072
j. bölümde öğretim üyesinin dersi anlatım biçiminin ayırt edici etkisi β_{3j} için;					
sabit, γ_{30}	0.403731	0.073312	5.507	20	0.000
bölüm alan etkisi, γ_{31}	-0.033394	0.058273	-0.573	20	0.573
yerleşim yeri etkisi, γ_{32}	-0.101599	0.046516	-2.184	20	0.041
j. bölüm için öğretim üyesinin adil değerlendirme yapmasının ayırt edici etkisi β_{4j} için;					
sabit, γ_{40}	0.212269	0.034573	6.140	20	0.000
bölüm alan etkisi, γ_{41}	-0.028313	0.027711	-1.022	20	0.320
Yerleşim yeri etkisi, γ_{42}	0.016378	0.019615	0.835	20	0.414

Tesadüfi Etkiler	Varyans Bileşenleri	s.d.	χ^2	p- değeri
Öğrenci aşaması (1.aşama) , r_{ij}	0.44694			
Bölüm aşaması (2.aşama), Ortalama öğretim üyesi etkinliği , u_{0j}	0.11166	20	765.54617	0.000
Ortalama bilgi ve beceri etkisi u_{1j}	0.00366	20	45.16570	0.001
Ortalama iletişim etkisi, u_{2j}	0.00280	20	31.75373	0.046
Ortalama anlatım etkisi, u_{3j}	0.01465	20	64.10518	0.000
Ortalama adil değ. etkisi , u_{4j}	0.00118	20	35.47099	0.018
Deviyans istatistiği 15459.050393	Serbestlik derecesi 16			

Ortalama ve eğitim parametrelerinin çıktığı olduğu modelde, yerleşim birimi değişkenine ve bölüm alan değişkenine ait katsayıların tümü anlamsızdır. Bu durumda bu değişkenlerin modele dahil edilmesi uygun değildir. En çok olabilirlik oran testi (deviyans testi) ile tesadüfi katsayılı modeli ve eğitim ve sabit parametresi çıktığı olan model karşılaştırdığımızda da tesadüfi katsayılı regresyon modelinin daha uygun olduğunu görürüz.Yani, bölümler öğretim üyesinin etkinliği bakımından tesadüfi olarak değişen etkiye sahiptir fakat öğretim üyesi etkinliği bölümlerin yerleşim birimleri ve sözel , sayısal ya da Türkçe-Matematik tabanlı olmalarına göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir.

Diğer modellerle yapılan ikili karşılaştırmalar sonucu en uygun modelin tesadüfi katsayılı regresyon modeli olarak belirlenmesi ile bölümlerdeki öğretim üyesi etkinliğinin anlamlı bir şekilde farklılık gösterdiğine karar verdikten sonra; bölümler ortalama öğretim üyesi etkinliğine göre sıralanabilir. Çizelge 2’de bölümlerin ortalama öğretim üyesi etkinliğine göre sıralanmış hali görülmektedir. Bu sıralamaya göre ortalama öğretim üyesi etkinliği en yüksek bölüm Fizik bölümü, en düşük bölüm ise Eğitim bilimleridir.

4. SONUÇLAR

Çalışmada, YTÜ’de öğrenci gözüyle öğretim üyesi etkinliğinin değerlendirilmesi için çok aşamalı modellerden yararlanılmıştır. Uygulamada, hiyerarşik lineer modellerin özel hallerinden meydana gelen çeşitli alt modellerden yararlanarak, hiyerarşik yapıya sahip veri seti için en uygun model kurulmaya çalışılmıştır. İlk olarak tesadüfi etkili tek yönlü ANOVA modeli kurularak çok aşamalı modellere başlanmıştır. Amaç öğretim üyesi etkinliğindeki toplam değişkenliği hiyerarşinin farklı aşamalarına göre ayırmaktır. Bu model sonucunda bölümler arasında öğretim üyesinin etkinliği açısından anlamlı farklılıklar olduğuna karar verildikten sonra tesadüfi katsayılı regresyon modeli kurulmuştur. Bu adımda öğrencinin öğretim üyesi etkinliğini değerlendirirken göz önünde bulunduracağı, öğretim üyesinin bilgi ve becerisi, öğretim üyesinin öğrenci ile olan iletişimi, öğretim üyesinin anlatım biçimi, ve öğretim üyesinin notla değerlendirmede adil davranması değişkenleri modele dahil edilmiştir.

Tesadüfi katsayılı regresyon modeli sonucunda, öğretim üyesinin etkinliği üzerinde, en fazla, öğretim üyesinin anlatım biçimi değişkeninin etkili olduğu tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla öğretim üyesinin bilgi ve becerisi, öğretim üyesinin notla değerlendirmede adil davranması ve

öğretim üyesinin öğrenci ile iletişimi takip etmektedir. Bu modele göre, tüm bu değişkenlerin öğretim üyesi etkinliği üzerindeki etkilerinin de bölümler arasında anlamlı farklılıklar gösterdiği söylenebilir.

Tesadüfi katsayılı model sonucunda bölümler arasında ortalama öğretim üyesi etkinliği açısından anlamlı farklılıklar olduğuna karar verdikten sonra, çok aşamalı modellemeye bölümlerin yerleşim birimleri ve tabii oldukları alan değişkeninin modele eklenmesi ile eğitim ve sabit parametresi çıktı olan model kurularak devam edilmiştir. Fakat bu model sonucunda bölüm aşaması değişkenlerine ait katsayıların anlamsız olduğu görülmüştür. Yine bu modelin tesadüfi katsayılı regresyon modeli ile karşılaştırılması sonucunda en uygun modelin tesadüfi katsayılı regresyon modeli olduğuna karar verilmiştir. YTÜ deki öğretim üyesi etkinliğinin fakültelerin yerleşim birimleri ve bölümlerin sözel, sayısal ya da Türkçe-Matematik tabanlı olmalarına göre anlamlı bir farklılık göstermediği görülmüştür.

Sonuç olarak, yüksek bilgi ve beceriye sahip, anlatım kabiliyeti ve öğrenci ile iletişimi iyi olan ve notla değerlendirmede adil davranan öğretim üyelerinin etkinliğinin yüksek olduğu söylenebilir. Ayrıca öğretim üyelerinin etkinliği bölümden bölüme anlamlı farklılık göstermektedir. Fakat öğretim üyelerinin bilgi ve becerisi, dersi anlatım biçimi, öğrenciyle olan iletişimi ve değerlendirmede adil davranması bölümlerin yerleşim birimi ya da bölümlerin alanlarından etkilenmemektedir denilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] Heck, R.H. & Thomas, S. L., (2000), "An Introduction To Multilevel Modeling Techniques", Lawrence Erlbaum Associates, London.
- [2] Hox, J.,(1998), "Multilevel Modeling: When And Why?", In: Balderjahn, I., Mathar, R., Schader, M. (Eds.), Classification. Data Analysis, And Data Highways, Springer, New York, Pp.147-154.
- [3] Osborne, Jason W. (2000). "Advantages of hierarchical linear modeling". Practical Assessment, Research & Evaluation, 7(1). Retrieved June 1, 2005 from <http://PAREonline.net/getvn.asp?v=7&n=1>
- [4] Sullivan L.M., Dukes, A. K. & Losina, E., (1999), "Tutorial In Biostatistics An Introduction To Hierarchical Linear Modeling", Statistics In Medicine, 18, 855-888.
- [5] Raudenbush, S.W. & Bryk, A. S. (2002), "Hierarchical Linear Models: Applications And Data Analysis Methods (2nd Edition), Thousand Oaks, Ca: Sage Publications.
- [6] Snijders, T. & Bosker, R., (1999), " An Introduction To Basic And Advanced Multilevel Modeling", Sage Publications, London.
- [7] Raudenbush, S. W., (1988), " Educational Applications Of Hierarchical Linear Models: A Review", Journal Of Educational Statistics, 13(2), 85-116.