



Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi

The Journal of International Social Research

Cilt: 8 Sayı: 39 Volume: 8 Issue: 39

Ağustos 2015 August 2015

www.sosyalarastirmalar.com Issn: 1307-9581

EĞİTİM BİLİMLERİNDE OLAY GEÇMİŞİ ÇÖZÜMLEMESİ EVENT HISTORY ANALYSIS IN EDUCATIONAL SCIENCES

Nihal ATA TUTKUN*

Öz

Olay Geçmiş Çözümlemesi, doğum, ölüm, boşanma, evlilik, ayrılma, hastalığın nüks etmesi, makina parçalarının bozulması gibi olayların meydana gelme süresini inceleyen istatistiksel yöntemler topluluğudur. Bu çözümleme yönteminde, klasik istatistiksel yöntemlerden farklı olan parametrik olmayan, yarı-parametrik ve parametrik modeller kullanılmaktadır. Sağlık bilimlerindeki uygulamaları yaygın olan olay geçmiş çözümlemesinin eğitim bilimlerinde alanında da uygulamaları yer almaktadır. Öğrencilerin okuldan ayrılma süreleri ya da mezuniyet süreleri, öğretmenlerin çalıştıkları okuldaki iş hayatı süreleri bu çözümleme yöntemi ile incelenebilmektedir. Bu çalışmada, olay geçmiş çözümlemesinde kullanılan yöntemler açıklanarak, eğitim bilimleri alandaki yaklaşımları ve yeni gelişmeleri tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Durdurma; Olay Geçmiş Çözümlemesi; Mezuniyet; Olay Süresi.

Abstract

Event History Analysis is a group of statistical methods that deals with the duration of the occurrence of events such as births, deaths, divorces, marriages, retentions, recurrence of a disease, failure of equipments, etc. Nonparametric, semi-parametric and parametric models different than classical statistical methods are used in the concept of event history analysis. Although, the event history analysis has widespread applications on health sciences, there are applications on educational sciences. Time to leave school or graduation for students, time of the teachers working in their schools. In this study, the methods of event history analysis is explained and several approaches in educational sciences and new developments are discussed.

Keywords: Censoring; Event History Analysis; Graduation; Duration Time.

1.Giriş

Öğrencilerin mezun olması, okulu bırakması ya da öğretmenlerin iş yerlerinden ayrılması eğitimciler tarafından araştırılan konular arasında yer almaktadır. Örneğin Sprady (1970), Tinto (1975), Bean (1980), Terenzini ve Pascarella (1980) birinci sınıf öğrencilerinin bir dönem ya da bir yıl sonra atılıp atılmamasını ya da dört yıl sonra mezun olmalarını ya da eğitimlerine devam etmelerini inceleyen modelleri araştırmışlardır. Daha sonra birçok araştırmacı bu modeli incelemiştir. Öğretmen ve öğrenci arasındaki iletişimi (Pascarella, 1980), öğrencinin üniversite eğitimi öncesi özelliklerini (Bean, 1980), okudukları bölümün özellikleri (Bijleveld, 1993), öğretim programını (Jansen, 2004), insan sermayesi teorisinin etkisini (Beekhoven, 2002; De Jong ve diğ., 1997), eğitim politikası gibi dış faktörleri (Van der Berg ve diğ., 2002) inceleyen çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda öğrencilerin okulu bırakma ya da okuldan mezun olma nedenleri korelasyon ya da regresyon çözümlemesi ile incelenmiştir.

Olayların ortaya çıkıp çıkmamasının yanı sıra ne zaman ortaya çıkacağı da önem taşımaktadır. Örneğin, öğrencilerin bir yıl sonra okuldan ayrılıp ayrılmayacağını incelemek yerine, bu öğrencilerin ayrılma risklerinin ne zaman daha fazla olduğu incelenebilir. Regresyon çözümlemesi ya da varyans çözümlemesi gibi bilinen istatistiksel yöntemler kullanılarak "Ne zaman?" sorusu cevaplanırken, bağımlı değişken olan sürenin çalışmadaki her bir birim/birey için bilinmesi gerekmektedir. Birçok çalışma tasarımı bu gereksinimi karşılamayabilir. Klasik istatistiksel yöntemler için verinin ne zaman toplandığı, çalışmadaki birimlerin/bireylerin ne kadar süre gözlemlendiği önemli olmayabilir. Ayrıca, çalışmadaki bazı birimler ya da bireyler gözlem süresi içinde ilgilenilen olay ile karşılaşmayabilir. Örneğin, bazı öğrenciler okuldan ayrılmayabilir, bazı öğretmenler işi bırakmayabilir. Bu bireyler durdurulmuş (censored) olay sürelerine sahiptir. Gözlem süresi sona erdikten sonra herhangi bir zamanda ya da hiçbir zaman ilgilenilen olay ile karşılaşmayabilir.

Olayların neden olduğuna ilişkin çalışmalar daha kolay yapılabilirken, ne zaman olduğuna ilişkin çalışmalar kullanılan yöntemler açısından daha zordur. Eğitim ile ilgili çalışmalarda ilgilenilen olayın

* Doç. Dr., Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, nihalata@hacettepe.edu.tr

meydana gelme süresinin ve zaman içinde olayın meydana gelme riskinin incelenmesi için durdurulmuş gözlemleri de çözümlenmeye dahil eden olay geçmişi çözümlenmesi (OGÇ) kullanılabilir.

OGÇ klasik istatistiksel yöntemlerden bazı üstünlüklere sahiptir. Örneğin, durdurulmuş gözlemler de çalışmaya dahil edilerek öğrencilerin okulu bırakma riskleri incelenebilir. OGÇ, uzun süreli bir gözlem süresi üzerinden olası geçişleri incelemeye izin veren bir yöntemdir. Bu da özellikle elde edilen sonuçlar gözlem süresine bağlı olduğundan önemli bir özelliktir (Willett ve Singer, 1989; 1991). Willett ve Singer (1993) gözlem sürelerinin genellikle kolaylık sağlayacak biçimde seçildiğini ve zaman dilimlerindeki değişikliklerin çelişkili sonuçlara yol açtığını belirtmiştir. Örneğin, düşük motivasyonlu öğrencilerin okulu bırakma olasılıkları incelenirken, 6, 12 ya da 24 aylık gözlem sürelerine dayanan farklı sonuçlar elde edilebilir. Ayrıca, zamanla değişen açıklayıcı değişkenlerin etkilerinin klasik yöntemler ile incelenmesinin zor olabileceği belirtilmiştir. Klasik yöntemlerde zaman içindeki değerler ya birleştirilmekte ya da zaman içinde tek bir noktadaki değerler kullanılmaktadır. OGÇ ise dinamik modelleri dinamik olarak modellemektedir (Brunisma, 2009:103).

OGÇ modelleri, ilk olarak canlıların yaşam süresini modellemek için geliştirilmiştir (Cox, 1972; Cox ve Oakes, 1984; Kalbflesich ve Prentice, 1980; Miller, 1981). Daha sonra bu yöntemler ekonomistler ve sosyologlar tarafından sosyal geçişleri modellemek için kullanılmıştır (Allison, 1982; Blossferd ve diğ., 1989; Mayer ve Tuma, 1990; Tuma ve Hannan, 1984). Mühendisler ise endüstriyel ürün güvenilirliğini modellemek için bu yöntemleri kullanmışlardır (Lawless, 1982).

Kullanıldığı alanlar ve amaçlar farklı olmakla birlikte, OGÇ yöntemleri eğitimde de önemini kanıtlamıştır (Willett ve Singer, 1989). Olayların ortaya çıkışını açıklayan ve zaman içinde olayın ortaya çıkma riskini istatistiksel olarak modelleyen özel teknikler geliştirilmiştir.

OGÇ eğitim araştırmalarındaki birçok farklı alanda başarı ile kullanılmıştır: Göreve başlama süresini (Mueller, 1986); üniversitelerde akademik atamaların süresini (Rosenfeld ve Jones, 1987); özel eğitim süresini (MacMillan ve diğ., 1990; Walker ve diğ., 1988; Wolman ve diğ., 1989) gündüz bakımlarının süresini (Whitebook ve diğ., 1990), ilkokuldaki okuma gruplarında öğrencilerin derslere olan dikkat sürelerinin uzunluğunu (Felmlee ve Eder, 1983), liseden atılma ya da mezun olma süresini (Bryk ve Thurn, 1989; Natriello, 1987; Rumberger, 1987), lisansütü eğitime başlama ve mezuniyet süresini (Buckley ve Hooley, 1988; Girves ve Wemmerus, 1988), eğitimci olma ya da ayrılma süresini (Chapman, 1984; Grismer ve Kirby, 1987; Heyns, 1988; Theobald, 1990) ve öğrencilerin devamsızlık sürelerini ve nedenlerini (Fichman, 1988, 1989; Harrison ve Hulin, 1989) incelemek için kullanılmıştır. Bu yöntemler, bir yetenek üzerinde tecrübe kazanma süresi ya da öğrenme ile ilgili bir aktivitede bir üst seviyeye geçme süresini incelemek için de kullanılabilir.

Bu çalışmada Bölüm 2’de OGÇ’de kullanılan istatistiksel yöntemler verilmiş ve Bölüm 3’te ise eğitim alanındaki uygulamalarına ilişkin çalışmalar incelenmiştir.

2.Olay Geçmişi Çözümlemesi

Olay geçmişi çözümlemesi, makine parçalarının bozulması, depremler, trafik kazaları, borsada hisse senetlerinin düşmesi, doğum, ölüm, boşanma, terfi, emeklilik, işten çıkarma, vb. olayları incelemek için kullanılan istatistiksel bir yöntemdir. Bu çözümleme yöntemi, farklı alanlardaki uygulamalar için araştırmacılar tarafından farklı isimler ile adlandırılmaktadır. Örneğin, sosyolojide “olay geçmişi çözümlemesi (event history analysis)”, mühendislikte “güvenilirlik kuramı (reliability theory)” ya da “başarısızlık zamanı çözümlemesi (failure time analysis)”, ekonomide “süreklilik çözümlemesi (duration analysis)” ya da “geçiş çözümlemesi adlandırılmaktadır (Allison, 1995:1).

Yaşam çözümlemesinde ilgilenilen değişken yaşam süresidir. Yaşam süresini etkileyen faktörler yarı parametrik ya da parametrik yaşam modelleri kullanılarak incelenebilmektedir. Yaşam çözümlemesinde kullanılan modellerinin diğer istatistiksel modellerden temel farkı durdurulmuş (censored) veri için tasarlanmış istatistiksel yöntemler bütünü olmasıdır. Gözlem süresi boyunca çalışmada yer alan birimlerin tamamı başarısızlık ile karşılaşmamış olabilir. Örneğin tıbbi bir çalışmada gözlem altına alınan hastaların bazıları deney sonunda hala yaşamlarını sürdürüyor olabilir ya da bir endüstriyel güvenilirlik çalışmasında, deneye tabi tutulan birimlerden bazıları, deney sona erdiği zaman bozulmamış olabilir. Bu birimler yaşam çözümlemesinde durdurulmuş olarak nitelendirilmektedir (Collett, 2003:2).

2.1. Başarısızlık Süresi ve Fonksiyonları

Yaşayan bir organizmanın ya da cansız bir nesnenin belirli bir başlangıç zamanı ile başarısızlığı arasında geçen zamana “yaşam süresi” ya da “başarısızlık süresi” adı verilmektedir ve genellikle T ile gösterilmektedir. Her bir bireye ya da birime ait yaşam süresi, tanımı gereği sürekli ve pozitif bir değere sahiptir. Başarısızlık süresine örnek olarak, makine bileşenlerinin yaşam süreleri, işçilerin grev süreleri ya da ekonomide işsizlik dönemleri, psikolojik bir deneyde deneginin belirlenen görevi tamamlama süresi ve klinik bir deneyde hastaların yaşam süreleri gösterilebilir.

Yaşam süresinin T 'nin dağılımını niteleyen birçok fonksiyon vardır. T 'nin olasılık yoğunluk fonksiyonu $f(t)$ ve dağılım fonksiyonu $F(t)$ olmak üzere sırasıyla,

$$f(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq T \leq t + \Delta t)}{\Delta t}, \quad 0 < t < \infty, \quad (1)$$

$$F(t) = P(T \leq t) = \int_0^t f(x) dx, \quad 0 < t < \infty \quad (2)$$

biçimindedir. $F(t)$, T 'nin belirli bir sabit sayı t 'den küçük ya da t 'ye eşit olması olasılığıdır. $S(t)$, yaşam fonksiyonu olmak üzere T raslantı değişkeninin t 'den daha büyük olma olasılığı olarak tanımlanmaktadır ve

$$S(t) = P(T > t) = \int_t^{\infty} f(x) dx, \quad 0 < t < \infty \quad (3)$$

biçiminde gösterilmektedir. Yaşam fonksiyonu monoton azalan, soldan-süreklili bir fonksiyondur. Yaşam fonksiyonunun $t = 0$ ve $t = \infty$ için aldığı değerler $S(0) = \lim_{t \rightarrow 0} S(t) = 1$ ve $S(\infty) = \lim_{t \rightarrow \infty} S(t) = 0$ 'dır.

Başarısızlık süresi için kullanılan fonksiyonlardan en önemlilerinde biri de, t anındaki başarısızlığın koşullu yoğunluğu olarak tanımlanan tehlike (hazard) fonksiyonudur. Başarısızlık hızı (failure rate), ölümlülük gücü (force of mortality) olarak da adlandırılmaktadır. Tehlike fonksiyonu, t zamanına kadar yaşayan birimin $[t, t + \Delta t]$ aralığında yaşamının sona ermesi riskinin bir tanımıdır ve aşağıdaki gibi verilmektedir:

$$h(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq T < t + \Delta t / T > t)}{\Delta t}. \quad (4)$$

Tehlike fonksiyonu, aynı zamanda $h(t) = f(t)/S(t)$ olarak da ifade edilmektedir (Collett, 2003:15-30; Lee ve Wang, 2003:8-12).

2.2. Olay geçmişi çözümlemesinde kullanılan yöntemler

Bağımlı değişken olan yaşam süresi üzerinde açıklayıcı değişkenlerin etkilerinin araştırıldığı modelleri yaşam çözümlemesinde önemli bir yere sahiptir. Bu modellere ait özellikler alt bölüm 2.2.1-2.2.5'de açıklanmıştır.

2.2.1. Parametrik olmayan yöntemler

Yaşam fonksiyonunun en çok kullanılan parametrik olmayan tahmini Kaplan-Meier tahminidir. t_j zamanında riskte olan birimlerin sayısı n_j , t_j 'deki başarısızlıkların sayısı d_j ve $t_1 < \dots < t_k$ sıralı başarısızlık süreleri olmak üzere Kaplan-Meier tahmini,

$$\hat{S}(t) = \prod_{j < t} \left(\frac{n_j - d_j}{n_j} \right) \quad (5)$$

biçiminde tanımlanmaktadır. Örneklerdeki farklı gruplar için yaşam fonksiyonları karşılaştırılabilir. Yaşam fonksiyonları arasında fark olup olmadığını ise yaşam çözümlemesinde log-rank testi (Peto ve Peto, 1972) kullanılarak incelenmektedir. Yokluk hipotezi "yaşam eğrileri arasında fark yoktur" biçiminde kurulmaktadır.

2.2.2. Yarı parametrik yöntemler

2.2.2.1 Cox regresyon modeli

Yaşam verisinin çözümlemesinde modelleme sürecinin amacı, tehlike fonksiyonunu etkileyen açıklayıcı değişkenlerin neler olacağını belirlemek ve bireye ait tehlike fonksiyonunu elde etmektir. Yaşam verisini modellemek için kullanılan en temel model orantılı tehlikeler modelidir. Cox (1972) tarafından önerildiğinden Cox regresyon modeli (CRM) olarak da adlandırılmaktadır. Model, orantılı tehlikeler varsayımına dayanmasına rağmen, yaşam süreleri için olasılık dağılımının belirli bir biçimi yoktur. Bu yüzden, orantılı tehlikeler modeli yarı parametrik bir model olarak ele alınmaktadır.

T , bir birimin yaşam süresini temsil eden sürekli raslantı değişkeni ve x bu birimle ilgili açıklayıcı değişkenler vektörü olmak üzere orantılı tehlikeler varsayımı altında x bilindiğinde T 'nin tehlike fonksiyonu,

$$h(t/x) = h_0(t) \exp(\beta'x) \quad (6)$$

biçimindedir. Burada, β regresyon katsayıları vektörü ve $h_0(t)$ ise $x = 0$ olan bir birimin temel tehlike fonksiyonu olarak tanımlanmaktadır. Cox regresyon modeli için parametreler olabilirlik fonksiyonu maksimize edilerek tahmin edilmektedir.

Cox regresyon modeli yaşam süresinin dağılımına ilişkin bir varsayım içermemesine rağmen, bu modelin kullanılması için de orantılı tehlikeler varsayımı gerekmektedir. Orantılı tehlikeler varsayımı,

tehlike oranının zamana karşı sabit olması ya da bir grubun tehlike fonksiyonunun diğer grubun tehlike fonksiyonuna orantılı olması anlamına gelmektedir (Therneau ve Grambsch, 2000:145-152). $\mathbf{x}^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_p^*)$ ve $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_p)$ iki gruba ait açıklayıcı değişkenler vektörü olmak üzere tehlike oranı,

$$\exp \left[\sum_{j=1}^p \hat{\beta}_j (x_j^* - x_j) \right] \quad (7)$$

biçimindedir. Eş.(7)'de görüldüğü gibi tehlike oranı zamandan bağımsız olduğunda orantılı tehlikeler varsayımı sağlanmaktadır. Eş.(7)'de verilen tehlike oranının zamanın bir fonksiyonu olması durumunda ise orantılı tehlikeler varsayımı sağlanmamaktadır. Orantısız tehlikeler varsayımı sağlanmadığında ise, basit Cox regresyon modeli yerine, tabakalandırılmış ya da zamana bağlı açıklayıcı değişkenli Cox regresyon modellerinin kullanılması uygun olmaktadır (Kleinbaum ve Klein, 2005: 110).

2.2.2.2. Zamana bağlı açıklayıcı değişkenli Cox regresyon modeli

Cox regresyon modelinde temel tehlike fonksiyonu zamanı içerirken, üstel ifadede yer alan değişkenler zamanı içermemektedir, yani zamandan bağımsızdır. Modelde zamanı içeren değişkenler de olabilir ve bu değişkenler zamana bağlı açıklayıcı değişkenler olarak adlandırılır. Modelde zamana bağlı değişkenler olursa, Cox regresyon modeli kullanılabilir ancak izlem süresinin uzun olduğu durumlarda orantısız tehlikeler açığa çıkar. Bu durumda orantısız tehlikelere sahip zamana bağlı değişkenleri incelemek için zamana bağlı açıklayıcı değişkenli Cox regresyon modeli kullanılmaktadır (Kleinbaum ve Klein, 2005:216-224).

x_1, x_2, \dots, x_{p_1} zamandan bağımsız değişkenler ve $x_1(t), x_2(t), \dots, x_{p_2}(t)$ zamana bağlı değişkenler olmak üzere zamana bağlı açıklayıcı değişkenli Cox regresyon modeli,

$$h(t, \mathbf{x}(t)) = h_0(t) \exp \left[\sum_{i=1}^{p_1} \beta_i x_i + \sum_{j=1}^{p_2} \delta_j x_j(t) \right] \quad (8)$$

biçimindedir. $x_j(t) = x_j \times g_j(t)$ olarak tanımlanmaktadır. Zamana bağlı açıklayıcı değişkenli Cox regresyon modeli kullanılırken verilmesi gereken en önemli karar $g_j(t)$ fonksiyonlarının biçimidir. $g_j(t); t, t+1, \log t, \ln t$ fonksiyonları olabilir (Kleinbaum ve Klein, 2005:217).

2.2.2.3. Tabakalandırılmış Cox Regresyon Modeli

Orantısız tehlikelere sahip açıklayıcı değişkenlerin tabakalandırılması ile elde edilmektedir. Tabakalandırılan değişken modele dahil edilmezken, orantılı tehlikelere sahip açıklayıcı değişkenler modele dahil edilir. Orantısız tehlikelere sahip k tane açıklayıcı değişkenin ve orantılı tehlikelere sahip p tane değişkenin olduğu düşünülün. Orantısız tehlikelere sahip değişkenler z_1, z_2, \dots, z_k ile, orantılı tehlikelere sahip değişkenler ise x_1, x_2, \dots, x_p ile gösterilsin. Tabakalandırılmış Cox regresyon modelini oluşturmak için, tabakalandırma yaparken kullanılmak üzere z lerden yeni, tek bir değişken tanımlanır ve z^* ile gösterilir. z^* in düzey sayısı orantısız tehlikelere sahip değişkenlerin düzey sayılarının çarpımı ile elde edilmektedir. z^* in düzey sayısı aynı zamanda da tabaka sayısı k^* ile gösterilmektedir.

Tabakalandırılmış Cox regresyon modeli etkileşimli ve etkileşimsiz tabakalandırılmış Cox regresyon modelleri olmak üzere iki alt başlıkta incelenmektedir. Etkileşimsiz tabakalandırılmış Cox regresyon modeli,

$$h_g(t, \mathbf{x}) = h_{0g}(t) \exp \left[\beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p \right], \quad g = 1, 2, \dots, k^* \quad (9)$$

biçimindedir. Burada g alt indisi, g. tabakayı göstermektedir. Tabaka, tabakalandırılan değişken z^* 'in farklı düzeyleri olarak adlandırılır ve tabaka sayısı k^* a eşittir. Orantılı tehlikeler varsayımını sağlamayan açıklayıcı değişkenler (z^*) modelde açıkça yer almazken orantılı tehlikeler varsayımını sağlayan açıklayıcı değişkenler (x) modelde yer almaktadır. Temel tehlike fonksiyonu, $h_{0g}(t)$, her bir tabaka için farklıdır.

Bununla birlikte $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ herbir tabaka için aynıdır. Bu nedenle, tehlike oranı tahminleri de her bir tabaka için aynı olacaktır.

Etkileşimli model ise,

$$h_g(t, \mathbf{x}) = h_{0g}(t) \exp \left[\beta_{1g} x_1 + \dots + \beta_{pg} x_p \right], \quad g = 1, 2, \dots, k^* \quad (10)$$

ya da

$$h_g(t, x) = h_{0g}(t) \exp \left[\beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p + \beta_{11} (z_1^* \times x_1) + \dots + \beta_{1(k^*-1)} (z_{k^*-1}^* \times x_1) \right. \\ \left. + \dots + \beta_{p1} (z_1^* \times x_p) + \dots + \beta_{p(k^*-1)} (z_{k^*-1}^* \times x_p) \right] \quad (11)$$

biçimindedir. Tabakalandırılmış Cox regresyon modeli, tabaka içerisinde değişmeyen regresyon katsayılarını içermektedir. Modelin bu özelliği “etkileşimsizlik” varsayımı olarak adlandırılmaktadır. Bu varsayımını incelemek için de olabilirlik oranı test istatistiği kullanılmaktadır (Kleinbaum ve Klein, 2005:175-210).

2.2.3. Parametrik yöntemler

Cox regresyon modeli, orantılı tehlikeler varsayımına karşı duyarlıdır. Temel tehlike fonksiyonu belirli bir dağılım ile hesaplanmadığından Cox regresyon modeli parametrik regresyon modellerine göre daha avantajlıdır. Çünkü yaşam sürelerinin olasılık dağılımının belirli bir biçimi olmadığından esnek ve yaygın kullanıma sahiptir. Ancak veri kümesi için belirli bir olasılık dağılımı varsayımı geçerli ise, bu varsayımına dayalı çıkarımlar daha kesindir. Ayrıca parametre tahminleri ve göreceli tehlike ya da ortanca yaşam süresi gibi ölçümlerin tahminleri daha küçük standart hataya sahip olur (Collett, 2003:107). Bu durumda parametrik regresyon modellerinin Cox regresyon modeline göre daha etkili parametre tahminlerine sahip oldukları gösterilmiştir (Nardi ve Schemper, 2003:3597).

2.2.3.1. Hızlandırılmış başarısızlık zamanı modeli

Bu yaklaşım, klasik doğrusal regresyon yaklaşımına benzemektedir. Yaşam süresinin doğal logaritması $Y = \ln(T)$ modellenir ve Y için doğrusal model,

$$Y = \mu + \beta'X + \sigma W \quad (12)$$

biçimindedir. Burada $X = (X_1, \dots, X_p)$ açıklayıcı değişkenler vektörü, $\beta' = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p)$ regresyon katsayıları vektörü ve W hata terimidir. Hata dağılımı için en sık kullanılan seçenekler log-normal regresyon modelini veren standart normal dağılım, Weibull regresyon modelini veren uçdeğer dağılımı (extreme value) ya da log-lojistik regresyon modelini veren lojistik dağılımdır. Bu yaklaşım için kullanılan parametrik regresyon modelleri hızlandırılmış başarısızlık zamanı modelleri olarak da adlandırılmaktadır. Ancak bu yaklaşım hata dağılımları için varsayım içerdiğinden kullanım alanları daha sınırlıdır. Bu durumda parametrik orantılı tehlike modeli yaklaşımın kullanılması daha uygun olabilir.

2.2.3.2. Parametrik orantılı tehlike modeli

Açıklayıcı değişkenlerin yaşam fonksiyonu üzerindeki etkilerini modellemek için kullanılan ikinci yaklaşım, açıklayıcı değişkenlerin bir fonksiyonu olarak koşullu tehlike fonksiyonunu modellemektir. Buna göre koşullu tehlike fonksiyonu,

$$h(t/x) = h_0(t) \exp(\beta'x) \quad (13)$$

biçiminde yazılır (Klein ve Moeschberger, 1997:393). Parametrik regresyon modeli için koşullu tehlike fonksiyonu belirlenirken, yaşam süresi hangi dağılıma uygunsa o dağılıma ait temel tehlike fonksiyonu kullanılmaktadır. En sık kullanılan parametrik regresyon modelleri üstel, Weibull, log-lojistik, log-normal, genelleştirilmiş Gamma dağılımlarını içermektedir.

2.2.3.3. Zayıflık modelleri

Zayıflık (frailty) modeli ile ilgili ilk çalışmalar Vaupel ve diğ. (1979) tarafından yapılmış ve “zayıflık” kavramı benzer özelliklere sahip bireyler arasında sağkalım sürelerindeki farklılıkları açıklamak için kullanılmıştır. Zayıflık modeli, bireyler arasındaki heterojenliği açıklamak için ölçülemeyen rasgele etkiyi tehlike fonksiyonuna dahil eden bir modeldir. Zayıflık modeli Vaupel ve diğ. (1979), Lancaster (1979) Andersen ve diğ. (1993), Aalen (1994), Hougaard (1995), Klein ve Moeschberger (1997), O’Quigley ve Stare (2002) ve Stare ve O’Quigley (2004) tarafından incelenmiştir.

Zayıflık modeli, paylaşılmış (shared) ve paylaşılmamış (unshared) zayıflık modelleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Paylaşılmamış zayıflık modeli bireyler arasındaki heterojenliği ve paylaşılmış zayıflık modeli ise gruplar arası heterojenliği modellemek için kullanılmaktadır.

$h(t)$, t zamanındaki tehlike fonksiyonu ve α ölçülemeyen açıklayıcı değişken (zayıflık) olmak üzere paylaşılmamış zayıflık modeli,

$$h(t/\alpha) = \alpha h(t) \quad (14)$$

biçiminde ifade edilmektedir. Zayıflık teriminin (α) birim ortalamaya ve sonlu varyansa (θ) sahip olduğu varsayılmaktadır. Zayıflık modeli ile ilgili çalışmaların birçoğu zayıflık teriminin dağılımının seçimini içermektedir. Çalışmalarda zayıflık terimi için en çok kullanılan dağılım, Gamma ya da ters Gaussian dağılımlarıdır. $\alpha > 1$ 'e sahip olan bireylerin açıklayıcı değişkenler tarafından açıklanamayan nedenlerden dolayı daha fazla zayıf olduğu ve artan başarısızlık riskine sahip olduğu ifade edilir. $\alpha < 1$ 'e sahip olan

bireylerin açıklayıcı değişkenler tarafından açıklanamayan nedenlerden dolayı daha az zayıf olduğu ve bu bireylerin daha uzun yaşama eğilimine sahip olduğu belirtilir (Gutierrez, 2002:24).

Paylaşılmış zayıflık modelinde ise, zayıflık teriminin grup içinde sabit olduğu varsayılmaktadır ve zayıflık grup içi korelasyonu modellemek için kullanılmaktadır. Bu modellerle ilgili ilk çalışmalar Clayton (1978), Clayton ve Cuzick (1985) tarafından yapılmış ve daha sonra Hougaard (1986a, 1986b), Whitmore ve Lee (1991), Pickles ve diğ. (1994), Yashin ve diğ. (1995a, 1995b) ve Sahu ve diğ. (1997) tarafından geliştirilmiştir. Bu model, bireylerin aynı zayıflık terimini paylaşmalarına izin vermektedir. Aynı zayıflık terimini paylaşmak, bireyler arasındaki bağımlılığı ortaya çıkarmaktadır. n gruptan oluşan bir veri için

$$h_{ij}(t/\alpha_i) = \alpha_i h_{ij}(t) \quad , \quad j = 1, 2, \dots, n_i \quad (15)$$

biçimindedir. n_i , i. gruptaki birey sayısını, α_i i. grubun zayıflık terimini göstermektedir. Burada $h_{ij}(t) = h(t/x_{ij})$ biçimindedir (Gutierrez, 2002:33).

2.2.4. Yarışan Riskler

OGÇ'de genellikle tek durumlu süreçler incelenir, yani her bir birimin herhangi bir zaman noktasında sadece tek bir olayın riskine sahip olduğu varsayılır. Ancak, bir birim herhangi bir zaman noktasında farklı olayların riskine maruz kalabilir. Örneğin, öğrenci okuldan iki nedenle ayrılabilir: başarısız olduğu için kendi isteği ile okuldan ayrılıyor olabilir ya da başka bir şehre taşınıyor olabilir. Bu örnekte olduğu gibi yarışan riskler modeli çoklu başarısızlık türleri ile ilgilenmektedir. Yarışan riskler için tehlike hızı fonksiyonunun yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Örneğin, bir birimin K ($k=1,2,3,\dots,r$) olay ile karşılaştığını varsayalım, bu durumda tehlike hızı fonksiyonu,

$$h_k(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq T < t + \Delta t / T > t)}{\Delta t} \quad (16)$$

biçimindedir. Burada her bir olay türü için farklı tehlike hızları elde edilir. Yarışan riskler modellerinde üç farklı yaklaşım vardır: Tabakalandırılmış CRM, gizli (latent) yaşam süresi yaklaşımı ve çoklu lojit. Bu yaklaşımlar arasındaki temel farklılık gizli yaşam süresi yaklaşımı ve çoklu lojit yaklaşımının açıklayıcı değişkenler açısından farklı olay türleri arasındaki heterojenliği açıklaması, tabakalandırılmış CRM'nin ise farklılaşan temel tehlikeler açısından heterojenliği açıklamasıdır.

Yarışan riskler ile ilgili çalışmalardan bazıları David ve Moescheberger (1978), Gray (1988), Pepe ve Mori (1993), Fine ve Gray (1999), Gooley ve diğ. (1999), Satagopan ve diğ. (2004), Southern ve diğ. (2006), Varadhan ve diğ. (2010), Pintilie (2006, 2011) biçimindedir.

2.2.5. Kesikli Yaşam Süresi Modelleri

Yaşam süresi modellemesi ile ilgili yapılan çalışmalarda genellikle ilgilenilen sürecin tamamen sürekli olduğu varsayılmaktadır. Fakat bu varsayım birçok yaşam süresi verilerinin yapısına uygun olmamaktadır. Bu varsayım nedeni ile yaşam süreleri yanlış ölçülmekte ve güvenilir olmayan sonuçlar elde edilmektedir. Örneğin doğurganlığın modelleneneceği bir modelde, regl dönemlerinin sayısını ölçmek ayların sayısını ölçmekten daha doğal ve doğru olacaktır.

Kesikli yaşam süresi modelleri (discrete survival time models), ilk defa 1972 yılında Cox tarafından kesikli ve eş zamanlı gözlemler için önerilmiştir. Bu modeller lojistik regresyonun bir benzeri olarak tanımlanmıştır. Genel olarak bilinen üç farklı kesikli yaşam süresi modeli vardır. Bunlar logit model (McFadden, 1974; McCullagh, 1980; Allison, 1982; Hosmer ve Lemeshow, 1989; Yamauchi, 1990; Han ve Hausman, 1990; Hamerle ve Ronning 1995; Teachman, 1994; Hedeker ve diğ., 2000, Jo'z'wiak ve Moerbeek, 2012), probit model (Allison, 1982, 1984; Tuma ve Hanna, 1984; Willett ve Singer, 1993) ve tamamlayıcı loglog modelidir (Agresti 1990, Box ve Jones, 2004). Süresi olmayan modelleme çalışmalarında da kullanımının etkisiyle, kesikli yaşam süresi modelleri arasında en yaygın kullanıma sahip olan logit modeldir. Fakat, tamamlayıcı loglog modeli, logit veya probit dağılım fonksiyonlarına bir alternatif getirmektedir.

3. Eğitim Bilimleri'nde Olay Geçmişi Çözümlemesi Uygulamaları

Eğitim Bilimleri'nde OGÇ'nin kullanılması Harvard Üniversitesi'nden John B. Willett ve Judith D. Singer'in çalışmaları ile başlamıştır. Günümüze kadar bu alanda farklı çalışmalar yapılmış olmasına rağmen, bunların sayısı fazla değildir. Bunun nedeni ise OGÇ'nin klasik istatistiksel yöntemlerden farklı veri tasarımına ve yöntemlerine sahip olması ve bu yöntemlerin fazla bilinmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu bölümde OGÇ'nin kullanıldığı çalışmalar kısaca özetlenmiştir:

Rosenfeld ve Jones (1987), akademisyenlerin kariyerlerinde daha iyi bir konuma gelmek için çalıştıkları kurumu değiştirdikleri belirtilmiştir. Amerika'daki sistedem çoğu üniversite kendi doktora mezunlarını işe almamaktadır. Bu çalışmada, Amerikan Psikoloji Derneği'nin 1981 yılı verilerinden seçilen akademisyen psikologlar örneklem olarak alınmıştır. Akademisyenlerin ilk işlerinden ayrılmasına etki eden faktörler CRM kullanılarak belirlenmiştir. Örneklemin tamamı ele alındığında doktora bitirme yaşının, bölümün sıralamasının, işin bulunduğu bölgenin, iş pozisyon türünün önemli risk faktörleri olduğu

görülmüştür. Kadınlar ve erkekler için ayrı modeller elde edildiğinde ise, erkekler için doktora bitirme yaşının, kadınlar için de bölümün sıralamasının ve işin bulunduğu bölgenin önemli risk faktörleri olduğu görülmüştür. Her iki grup için ise iş pozisyon türünün önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Civian (1990), Harvard Üniversitesi Eğitim Bilimleri'deki öğrencilerin doktoralarını tamamlama sürelerini OGÇ yöntemleri ile incelemiştir.

Willett ve Singer (1991), öğrencinin okula devam etmesi ve öğretmenin okuldan ayrılması gibi konuları incelemek için OGÇ yöntemlerinin kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Çalışmada OGÇ'inin yapısı ve modelleri açıklanmış ve eğitim geçişleri hakkındaki araştırma sorularına nasıl uygulandığı gösterilmiştir. İki tür eğitim geçişini: öğretmenin işinden ayrılmasını ve öğrencinin okuldan ayrılmasını incelenmiştir.

Singer ve Willet (1993), 3941 trampelen eğitimcisinin kariyerlerini kesikli tehlike modeli kullanarak incelemiş ve SAS program kodunu geliştirmişlerdir. Eğitimcilerin %88'in 1 yıldan daha fazla eğitim verdiği, %79'unun 2 yıldan fazla ve %52'sinin 6 yıldan fazla eğitim verdiği görülmüştür. Öğretmenlerin işe devam etme olasılıkları cinsiyet, eğitimci türü ve işe başlama yılı dikkate alınarak incelenmiştir. Kadınların işe devam etme olasılığının erkeklerden daha fazla olduğu, sınıf öğretmenlerinin de işe devam etme olasılıklarının destek personele (support staff) göre daha fazla olduğu ve 1975'den sonra işe başlayanların işe devam etme olasılığının diğerlerine göre daha fazla olduğu görülmüştür.

DesJardins ve diğ. (1994) çalışmasında öğrencilerin demografik özelliklerini, başarı durumlarını ve maddi durumlarını içeren bir OGÇ modeli kullanılmıştır. 1985 yılında Minnesota Üniversite'ne giren 3556 öğrenci çalışmaya dahil etmiştir. Öğrencilerin okuldan ayrılma/devam durumlarını incelemek için öğrenciler 22 ders dönemi boyunca izlenmiştir. Klasik tehlike modelleri ve zamanla değişen açıklayıcı değişkenli kesikli tehlike modeli kullanılarak sonuçlar elde edilmiştir. Model klasik yöntemleri kullanan diğer çalışmalar ile benzer sonuçlar vermesine rağmen zaman konusunda daha detaylı bir inceleme imkanı vermiştir.

Ronco (1994), öğrencinin üniversite hayatının mezuniyet, okulu bırakma ya da başka üniversiteye geçiş ile sonlanma olasılıklarını yarışan riskler yöntemini kullanarak incelemiştir. 1987-1994 yılları arasında üniversiteye kayıt olan 1653 öğrenci incelenmiştir. Okula kabul durumu, tam-zamanlı/yarı-zamanlı kayıt, mezuniyet ortalaması, bölüm ve etnik köken değişkenleri ele alınarak risk faktörleri belirlenmiştir. İki yıllık programa geçiş riskinin okulu bırakma ile aynı riske sahip olduğu, geçici kabul edilen ve düşük ortalamaya sahip öğrencilerin ise en yüksek riske sahip olduğu görülmüştür. Çalışmaya alınan öğrencilerin üçte biri mezun olurken, çoğunluğu okulu bırakmıştır. Okulu bırakma riskinin ikinci dönemden sonra arttığı, özellikle İspanyol kökenli ve geçici öğrencilerin genellikle bölgelerindeki üniversiteye (community college) geçtiği gözlenmiştir.

Huff ve Fang (1999), akademik zorluklar ile karşılaşan tıp öğrencilerinin okuldan ayrılma riskini belirleyen faktörlerin belirlenmesi ve bu zorluklar ile karşılaşmanın zamanının belirlenmesi amacı ile bir çalışma yapmışlardır. Tıp Fakültesi'ne giriş sınavından aldıkları puan (MCAT), bilim puanı (GPA), cinsiyet, etnik köken, okula başladıkları yaş değişkenleri ele alınmıştır. Öğrencilerin özelliklerinin ve ne zaman akademik zorlukla karşılaşacaklarının belirlenmesi eğitim için hedeflenen iyileştirici programlarının geliştirilmesine yardımcı olacaktır. Çalışmada, MCAT ve GPA puanı düşük olan, etnik kökeni azınlık olan, yaşı büyük kız öğrencilerin akademik başarısızlık riskinin daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Murtaugh ve diğ. (1999), 1991-1996 yılları arasında Oregon Devlet Üniversitesi'ne kayıt olan 8867 öğrencinin okuldan mezun olma durumlarını modellemek için OGÇ yöntemleri ve CRM kullanmıştır. Okulu bırakma olasılığının, yaş arttıkça arttığı ve liseye ait mezuniyet ortalaması ile ilk çeyrek döneme ait akademik ortalamasının artması ile azaldığı görülmüştür. Başka bölgeden okula gelenlerin o bölgede yaşayanlara ve yabancı öğrencilere göre daha riskli olduğu ve oryantasyon kursu alanların okulu bırakma risklerinin daha az olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğrencilerin etnik kökenleri ve ilk kayıt oldukları üniversite önemli risk faktörleri olarak bulunmuştur.

DesJardins ve diğ. (2002), öğrencilerin üniversiteden ayrılmalarını ve finansal yardımın bunun üzerindeki etkilerini modellemek için CRM kullanmışlardır. Burs miktarlarındaki değişimin okulu bırakmada etkili olduğu ve önceden burs yardımı yapmanın (front loading aid) ılımlı bir etkisi olduğu görülmüştür. Ne kadarlık bir burs verildiğinden çok burs sahibi olmanın önemli olduğu gözlenmiştir. Farklı mali yardım türlerinin zamansal etkileri hakkında bilgi sahibi olmanın, politikacıların finansal yardım paketleri hakkında daha bilinçli önerilerde bulunmalarına yardımcı olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Ishitani ve DesJardins (2002), ABD'de beş yıllık bir dönemde üniversite öğrencilerin okuldan ayrılmalarını etkileyen faktörleri DesJardins, et. al. (1994)'te incelenen modeller kullanılarak belirlenmiştir. Örneğin, maddi destek alan öğrencilerin diğer öğrencilere göre okulu bırakma olasılıklarının az olduğu ve okulu bırakma hızının maddi desteğin süresine ve miktarına göre değiştiği görülmüştür.

Ishitani (2003) çalışmasında birçok öğrenci için üniversiteye gitmenin doğal karşılaştığını, ancak bir grup öğrencinin ise okula devam etme konusunda zorluklar yaşadığı vurgulanmıştır. Bu amaçla

öncelikle ebeveynlerinin üniversiteden mezun olup olmalarının etkisi incelenmiştir. Anne-babası üniversite mezunu olmayanların diğerlerine göre okulu bırakmaya daha yatkın oldukları görülmüştür. Irk, cinsiyet, lise mezuniyet ortalaması, ailenin geliri incelenmiştir. İlk yıl içinde okulu bırakanlar içinden ailesi üniversite mezunu olmayan öğrencilerin ailesi iki yıllık üniversite mezunu olanlardan %71 daha fazla riskli olduğu görülmüştür.

Zwick ve Sklar (2005), öğrencilerin fakülte mezunu olma olasılıklarını kesikli yaşam süresi modelleri ile incelemiştir. İlk eğitim dili İngilizce olan beyaz ırklı öğrencilerin (Beyaz/İngilizce) Siyah ırk/İngilizce, İspanyol/İngilizce ya da İspanyol/İspanyolca olanlara göre mezun olma olasılığının daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Ishitani ve Snider (2006) çalışmasında üniversite hazırlık programlarının, sınıf içinde başarı sıralamalarının ve öğrencilerin öncesine ait özelliklerinin üniversiteyi bırakma üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Veri 1988-2000 yıllarını kapsayan uzun süreli Ulusal Eğitim Araştırması'ndan ve NELS:88/2000 Lise Sonrası Eğitim Araştırması'ndan alınmıştır. 1992-1994 yılları arasında üniversiteye başlayan 4445 birinci sınıf öğrencisi örneklem olarak seçilmiştir. Lise programlarının üniversiteyi bırakma üzerinde etkisi olup olmadığı OGÇ yöntemleri kullanılarak incelenmiştir. ACT/SAT hazırlık kurslarına katılmanın okulu ikinci yılda bırakma olasılığını %42, üçüncü yılda bırakma olasılığını %55 azalttığı görülmüştür.

Radcliffe ve diğ. (2006), sporcu öğrencilerin okuldan mezun olma durumlarını OGÇ'den yararlanarak incelemiştir. Sporcu öğrencilerin de diğer öğrencilerin karşılaştığı problemleri yaşadığı, ancak bu problemlerin çoğunun daha özgün olduğu belirtilmiştir. Örneğin, seyahatte ve akademik olmayan bir görevde zamanlarını geçirdikleri ya da sporcu kimliğine uygunluğu korumaktan kaynaklanan kişisel kaygılarının olabildiğine değinilmiştir. Sporcu öğrencilerin okulda başarılı olup olmayacağını gösteren özelliklerin belirlenmesi, ne zaman başarısız olabileceği ve sporcuların branşları arasında fark olup olmayacağını ortaya koyma amacı ile çalışma yapılmıştır. 1999-2001 yılları arasında üniversite birinci sınıfa başlayan 564 sporcu öğrenci örneklem olarak seçilmiştir. Birinci dönem kazanılan kredi oranı, birinci dönem alınan W notu, etnik kökeni ve barınma durumu (kampüs içinde/dışında) değişkenleri okuldan ayrılma sürelerini etkileyen anlamlı risk faktörleri olarak bulunmuştur.

Visser ve Hanslo (2006), 1995-2002 yılları arasında Cape Town Üniversitesi'ne başlayan 22347 lisans öğrencisinin okula devam durumlarını ve liseden ayrılma puanlarını dikkate alarak sadece yaşam olasılıklarını incelemiştir.

Woldehanna ve diğ. (2006) çalışmalarında Ütopya'daki ilkökul öğrencilerinin okuldan ayrılma sürelerini CRM kullanarak incelemiştir. Okuldan ayrılma nedenlerini incelemek ve yeni eğitim politikasının etkilerini belirlemek amacı ile Ütopya'da yapılan ilk çalışmadır. 2002 yılında yapılan "Gençlerin Yaşamı Projesi" kapsamında elde edilen öğrencilere ve hanehalklarına ait veri kullanılmıştır. Nitel ve nicel araştırma teknikleri kullanılmıştır. Kent/kır ve bölgesel farklılıklar, çocuğun özellikleri, ailenin özellikleri, sosyal sermaye, toplum ve okul faktörleri ele alınarak çözümlenmeler yapılmıştır. Refah indeksine dayalı tüketim, cinsiyet, hanehalkı büyüklüğü, annenin eğitim durumu, babanın eğitim durumu, borç durumu, okula olan uzaklık ve okula başlama yılı değişkenleri öğrencilerin okuldan ayrılmasına etki eden faktörler olarak belirlenmiştir.

Finch ve diğ. (2009), Indiana'daki sözleşmeli (charter) okullarda öğrenci değişimini ve ayrılmalarını OGÇ ile incelemiştir. Öğrenci değişim hızının yüksek olmasının negatif akademik başarı ile ilişkili olduğu düşünülmüştür. Devlet okulları için okuldan ayrılma ile ilgili çalışmalar yapılırken, sözleşmeli okullar için bu gibi çalışmaların yapılmadığı görülmüştür. Hassell ve Terrell (2009) çalışmalarında sözleşmeli okulları incelemiş, ancak öğrencilerin başarıları dışında hiçbir çıktılar olmadığını belirtmişlerdir. Öğrenci değişiminin doğrudan çalışılmadığını, başarı üzerine odaklanan çözümlenmelerde kontrol değişkeni olarak ele alındığını belirtilmiştir. Bifulco ve Ladd (2004) sözleşmeli okullar ile devlet okullarından ayrılma arasında fark olduğunu, sözleşmeli okullardan ayrılmanın devlet okuldan ayrılmaktan daha kolay olduğunu gözlemlemiştir. Crane ve diğ. (2007), Hanushek ve diğ. (2005), Gronberg ve Jansen (2001), Slovacek ve diğ. (2002) sözleşmeli okullardan ayrılma konusunda çalışmalar yapmışlardır. Finch ve diğ. (2009) ise sözleşmeli okullar arasında ya da sözleşmeli okullardan ayrılmayı etkileyen faktörleri hem öğrenci hem de okul düzeyindeki özellikleri dikkate alarak CRM ile belirlemiştir. 2003-2006 yılları arasında Indiana'da sözleşmeli okula başlayan 647 öğrenciye ait bilgiler kullanılmıştır. Öğrenciler için cinsiyet, etnik köken(beyaz-siyah), öğle yemeği (ücretli/ücretsiz), özel eğitim, Title 1 programı değişkenleri; okullar için ise NWEA sınav başarıları, öğrenci-öğretmen oranı, öğretmenlerin tecrübesi (yıl), ortalama günlük katılım (%), devlet testini geçme hızı (%) değerlendirilmiştir. Öğrencinin sözleşmeli okula ilk başladığındaki bireysel başarısının (NWEA-dil, NWEA-matematik, NWEA-okuma), etnik kökeninin, Title I fon programının üyesi olup olmasının ve okuldaki öğretmenlerin tecrübesinin (ortalama yıl) sözleşmeli okullardan ayrılmada etkili olduğu görülmüştür. Okuldan öncelikle ayrılma eğiliminde olan öğrencilerin,

yüksek başarı notuna sahip, Title 1 programı için uygun, beyaz ırklı olmayan öğrencilerin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, tecrübeli öğretmenlere sahip okullardan ayrılma hızının da diğerlerine göre daha az olduğu görülmüştür.

Chimka ve diğ. (2008), mühendislik eğitimine devam eden ve etmeyen öğrenciler arasındaki farklılıkları gösteren değişkenleri belirlemek için CRM kullanmıştır. Örneğin SAT-matematik puanının, bilim ACT puanının ve cinsiyetin öğrencinin mezuniyet süresi üzerinde etkili olduğu görülmüştür.

Plank ve diğ. (2009) çalışmasında 1997 yılına ait "Ulusal Gençlik Araştırması" verileri üniversite eğitiminin bırakılmasını ve öğretim programı olan ile ilişkisini incelemek için kullanılmıştır. Kariyer, teknik eğitim ve temel eğitim kombinasyonlarının okulu bırakma üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Bruinsma ve Ellen (2009), OGÇ yöntemlerini yükseköğretim verisi için kullanmıştır. Hollanda Üniversitesi'nde öğrencilerin birinci yıl sonunda gerçekleştirilen sınavı geçmelerine etki eden faktörler belirlenmeye çalışılmıştır. Üniversitenin dört bölümünde (İİBF'den iki bölüm, Matematik ve Doğal Bilimler'den bir bölüm, Güzel Sanatlar Fakültesi'nden bir bölüm) okuyan 565 öğrenci çalışmaya dahil edilmiştir. Gözlem süresi 24 ay olarak belirlenmiş ve 24 ay sonunda sınavı geçemeyen öğrenciler durdurulmuş olarak değerlendirilmiştir. Öğrencilerin %69'unun sınavı geçemediği görülmüştür. Ortanca yaşam süresi (öğrencilerin %50'sinin sınavı geçtiği zaman,) 23. ay olarak elde edilmiştir. Ortanca yaşam süresi kız öğrenciler için 20 ay, yaşı küçük olan öğrenciler için 16 ay, yaşı büyük öğrencileri için 24+ ay ve üniversite öncesine ait başarı puanı yüksek olan öğrenciler için de 12 ay olduğu görülmüştür. Analizler, yaş ve üniversite öncesine ait başarı puanının birinci yıl sonundaki sınavı geçme durumunu tahmin etmede önemli olduğunu göstermiştir.

Nicholls ve diğ. (2009), bilim, teknoloji, mühendislik ya da matematik (Science, Technology, Engineering or Math, STEM) derecesi almadan okuldan ayrılma potansiyeline sahip öğrencileri belirlemek amacı ile çalışma yapmışlardır. 1988-2000 yılları arasında yapılan "Ulusal Eğitim Araştırması (NELS)" dan alınan 11128 öğrenciye ait veriler kullanılmıştır. Okuldan ayrılma kararına etki eden faktörleri belirledikleri çalışmalarında OGÇ yöntemlerini kullanmışlardır.

Brown ve Curs (2011), Missouri'de A+ okul programına uyum sağlayan liselerin özelliklerini belirlemek için bir çalışma yapmışlardır. A+ programına geçen okullarda okulu bırakma oranının azaldığı ve üniversiteye devam etme eğiliminin arttığı görülmüştür (Lee ve diğ., 2004). Çalışma 1996-2006 yılları arasında 488 okul üzerinden yapılmıştır ve A+ okul olarak atandıkları yıl bağımlı değişken (süre) olarak ele alınmıştır. Öğrencilerin etnik kökeni, toplam öğrenci sayısı, öğretmen başına düşen öğrenci oranı, okulun konumu, danışman başına düşen öğrenci oranı, yerel kaynaklardan sağlanan finansman değişkenleri önemli risk faktörleri olarak belirlenmiştir.

Gury (2011), okulu bırakma durumunu zamanla değişen açıklayıcı değişkenli tehlike modelini kullanarak incelemiştir. Fransa'da Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yapılan ulusal bir araştırmanın verilerinden yararlanılmıştır. 1989 yılında ortaokula başlayan ve daha sonra üniversiteye kayıt olan 5383 öğrenciye ait bilgiler kullanılmıştır. Bu öğrencilerden 1185'inin (%22'sinin) üniversiteyi bıraktığı görülmüştür. Üniversitenin özellikleri gibi bazı değişkenler sabit olarak alınırken, bazı değişkenlerin etkilerinin ise birinci yıl ile dördüncü yıl arasında değiştiği düşünülerek zamanla değişen değişken olarak alınmıştır. Kadınların ve erkeklerin genellikle okulu bırakma eğilimlerinin farklı olduğu vurgulanmıştır. Sosyo-ekonomik yapıları ve özellikle anne-babalarının eğitim düzeyinin sadece üniversite sürecinin başlangıcında etkili olduğu görülmüştür. Okuldan erken ayrılan ve daha geç ayrılan öğrencileri birlikte ele alan iyi planlanmış çalışmaların Fransız üniversitelerin iç verimliliğini artırmak için hizmet verebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Min (2011), dokuz farklı üniversite öğrencilerine ait 100179 mühendislik fakültesi öğrencisinin verisi 19 yıllık bir araştırmadan elde edilerek incelenmiştir. Farklı altyapılara sahip öğrencilerin üniversiteyi bırakma risklerinin farklı olup olmadığı, hangilerinin okulu bırakma olasılıklarının daha yüksek olduğu ve hangi SAT puanının okulu bırakma riskini belirlemede daha etkili olduğu araştırılmıştır. Parametrik olmayan OGÇ yöntemleri kullanılmıştır. Beyaz ya da kadın olan öğrencilerin eğitimlerini daha erken dönemde bırakmaya eğilimli oldukları görülmüştür. Mühendislik öğrencilerin çoğunun üçüncü dönemde okulu bıraktıkları görülmüştür. SAT-matematik puanı 550'den az olanların ikinci dönemde okulu bırakmaya eğiliminde olduğu görülmüştür. Ayrıca SAT-matematik puanının, SAT-sözel puanına göre okulu bırakma riskini belirlemede daha etkin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Paura ve Arhipova (2014)'de ise Litvanya Tarım Üniversitesi'nde mühendislik programında okuyan birinci sınıf öğrencilerinin eğitimlerini bırakma nedenleri incelenmiştir. 2011-2012 yılları arasında mühendislik fakültesinin beş bölümüne kayıt olan tam zamanlı 677 öğrenci örneklem olarak alınmıştır. Öğrencilerin yaklaşık %34.4'ünün birinci yıl içinde okulu bıraktıkları gözlenmiştir. Cinsiyet, ortaokul bitirme puanı, eğitim görülen programın önceliği (birinci, ikinci ya da üçüncü) ve finansal destek (tam burslu, yarı burslu) faktörleri CRM kullanılarak incelenmiştir. Öğrencilerin okulu bırakmalarının temel

nedeninin ortaokul bitime puanlarının düşük olması ve mühendislik eğitimine ilgilerinin düşük olması olarak belirlenmiştir.

Sonuç

Olay geçmişi çözümlemesinde kullanılan yöntemler sağlık bilimleri ve mühendislik alanında birçok uygulamada kullanılmaktadır. Bu yöntemler istatistiksel olarak geliştirilmekte ve yeni yöntemler önerilmektedir. Bu yöntemler benzetim çalışmaları ve farklı alanlardaki gerçek veriler ile desteklenmektedir. Bazen de kullanıldığı alana ya da veriye uygun yöntemler geliştirilmektedir. Çok farklı yöntemler geliştirilmesine rağmen bu yöntemlerin eğitim bilimlerinde kullanımı çok fazla değildir. Oysaki bu modellere uygun veri yapıları vardır. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde çalışmalar görülmektedir. Bunun dışında ise Fransa, Kanada, Livanya, Hollanda, Ütopya ve Cape Town'da yapılan çok az çalışma bulunmaktadır. Türkiye'de ise hiçbir çalışmaya rastlanmamıştır. Klasik istatistiksel yöntemlerden bazı üstünlüklere sahip OĞÇ'nin eğitim bilimleri alanında kullanımının ve bu alana özgü modellerin geliştirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- ALLISON, P.D. (1982). "Discrete Time Methods for the Analysis of Event Histories", *Sociological Methodology*, S.13, s.61-98.
- ALLISON, P.D. (1984). *Event History Analysis*, Thousand Oaks, CA: Sage.
- ALLISON, P.D. (1995). *Survival Analysis Using SAS, A Practical Guide*, Cary, NC, USA: SAS Institute Inc.
- AALEN, O.O. (1994). "Effects of Frailty in Survival Analysis". *Statistical Methods in Medical Research*, 3, 227-243.
- AGRESTI, A. (1990). *Categorical Data Analysis*, New York: Wiley.
- ANDERSEN, P.K., BORGAN, O., GILL. R.D., KEIDING. N. (1993). *Statistical Models Based on Counting Processes*, New York: Springer-Verlang.
- BEAN, J.P. (1980). "Dropouts and Turnover: The Synthesis and Test of a Causal Model of Student Attrition", *Research in Higher Education*, 12, 155-187.
- BEEKHOVEN, S. (2002). *A Fair Change of Succeeding. Study Careers in Dutch Higher Education (SCO REPORT 657)*, Amsterdam: SCO-Kohnstam Instituut.
- BIFULCO, R., LADD, H. (2005). "Results from the Tar Heel state: Older students did better when in regular public schools", *Education Next*, 5(4), 60-66.
- BIJLEVELD, R.J. (1993). *Numeriek Rendement en Studiestaking [Numeric Return and Dropout]*. Unpublished doctoral dissertation, Enschede: University of Twente.
- BLOSSFERD, H.P. HAMERLE, A., MAYER, K.U. (1989). *Event History Analysis: Statistical Theory and Application in the Social Sciences*, Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- BOONZAAIER, C. (2000). "Survival Analysis - A Useful Tool", *Southern African Association for Institutional Research (SAAIR) Newsletter*, 2 (2), 1.
- BOX-STEFFENSMEIER, J.M., JONES, B.S. (2004). *Event History Modeling: A Guide for Social Scientists*, Cambridge: UP.
- BROWN, C., CURS, B.R. (2006). "Adoption of the Missouri A+ Schools Program: An Event History Analysis", http://www.aefpweb.org/sites/default/files/webform/Brown_Curs_AEFP_2011-03-15.pdf.
- BRUINSMA, M. JANSSEN, ELLEN P.W.A. (2009). "When Will I Succeed in My First-Year Diploma? Survival Analysis in Dutch Higher Education", *Higher Education Research & Development*, 28(1), 99-114.
- BRYK, A.S., THUM, Y.M. (1989). "The Effects of High School Organization on Dropping Out: An Exploratory Investigation", *American Educational Research Journal*, 26, 353-383.
- BUCKLEY, P.J., HOOLEY, G.J. (1988). "The Non-Completion of Doctoral Research in Management: Symptoms, Causes and Cures", *Educational Research*, 30, 110-119.
- CHAPMAN, D.W. (1984). "Teacher Retention: The Test of a Model", *American Educational Research Journal*, S.21, s.645-658.
- CHIMKA, J.R., REED-RHOADS, T., BARKER, K. (2007). "Proportional Hazards Models of Graduation", *Journal of College Student Retention Research Theory and Practice*, 9(2), 221-232.
- CLAYTON, D. (1978). "A model for association in bivariate life tables and its applications in epidemiological studies of familial tendency in chronic disease incidence", *Biometrika*, 65, 141-151.
- CLAYTON, D., CUZICK, J. (1985). "Multivariate generalisations of the proportional hazards model (with discussion)", *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, S. 148, s. 82-117.
- COLLETT, D. (2003). *Modelling Survival Data in Medical Research*, New York: Chapman&Hall.
- COX, D.R. (1972). "Regression Models and Life-Tables", *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 34, 187-220.
- COX, D.R., OAKES, D. (1984). *Analysis of Survival Data*, New York: Chapman&Hall.
- CRANE, E. W., EDWARDS, B., BRAZIL, N. (2007). *California's charter schools: Measuring their performance*, Mountain View, CA: EDSource.
- DAVID H.A., MOESCHBERGER M.L. (1978). *The Theory of Competing Risks*, London: Griffin.
- DE JONG, U., ROELEVELD, J., WEBBINK, H.D., VERBEEK, A.E. (1997). "Verder Studeren in de jaren negentig. Studiekeuze en studieloopbaan over de periode 1991-1995 [Studying in the nineties. Study choice and study career during the period 1991-1995]", *Den Haag: NV SDU*.
- DESJARDINS, S. L., AHLBURG, D., AND MCCALL, B. (1994). "Studying the Determinants of Student Stopout: Identifying "True" from Spurious Time-Varying Effects. Identifying "true" from spurious time-varying effects", Paper presented at the 34th Annual Forum of the Association for Institutional Research, New Orleans, LA.
- DESJARDINS, S. L., AHLBURG, D., MCCALL, B. (2002). "Simulating The Longitudinal Effects of Changes in Financial Aid on Student Departure from College", *Journal of Human Resources*, 37(3), 653-79.
- FELMLEE, D., Edr, D. (1983). "Contextual Effects in the Classroom: The Impact of Ability Groups on Student Attention", *Sociology of Education*, 56, 7-87.

- FICHMAN, M. (1988). "Motivational Consequences of Absence and Attendance: Proportional Hazard Estimation of a Dynamic Motivation Model", *Journal of Applied Psychology*, 73, 119-134.
- FICHMAN, M. (1989). "Attendance Makes the Heart Grow Fonder: A Hazard Rate Approach to Modelling Attendance", *Journal of Applied Psychology*, 74, 325-335.
- FINE JP, GRAY RJ. (1999). "A Proportional Hazards Model for the Subdistribution of a Competing Risk", *J Am Stat Assoc.*, S.94, s.496-509.
- FINCH, H., LAPSLEY, D.K., BAKER-BOUDISSA, M. (2009). "A Survival Analysis of Student Mobility and Retention in Indiana Charter Schools", *Education Policy Analysis Archives*, 17(18), 1-18.
- GIRVES, J.E., WEMMERUS, V. (1988). "Developing Models of Graduate Student Degree Process", *Journal of Higher Education*, 59, 163-189.
- GOOLEY TA, LEISENRING W, CROWLEY J, STORER BE. (1999). "Estimation of Failure Probabilities in The Presence of Competing Risks: New Representations of Old Estimators". *Statistics in Medicine*, 18, 695-706.
- GRAY RJ. (1988). "A Class of K-Sample Tests for Comparing The Cumulative Incidence of a Competing Risk", *Ann Stat.*, 16, 1141-54.
- GRISSMER, D.W., KIRBY, S.N. (1987). *Teacher Attrition: The Uphill Climb to Staff the Nation's Schools*, Santa Monica: Rand.
- GRONBERG, T. J., JANSEN, D. W. (2001). "Navigating newly chartered waters: An analysis of Texas charter school performance", Austin, TX: Texas Public Policy Foundation.
- GURY, N. (2011). "Dropping Out of Higher Education in France: A Micro-Economic Approach Using Survival Analysis", *Education Economics*, 19(1), 51-64.
- GUTIERREZ, R.G. (2002). "Parametric Frailty and Shared Frailty Survival Models", *The Stata Journal*. S. 2(1), s.22-44.
- HAMERLE, A., RONNING, G. (1995). *Panel analysis for qualitative variables*. In Handbook of Statistical Modeling for the Social and Behavioral Sciences, ed. G. Arminger, C. C. Clogg, and M. E. Sobel, 401-451. New York: Plenum.
- HAN, A. K., HAUSMAN, J.A. (1990). "Flexible Parametric Estimation of Duration and Competing Risk Models", *Journal of Applied Econometrics*, 5, 1-28.
- HANUSHEK, E. A., KAIN, J. F., RIVKIN, S. G., BRANCH, G. F. (2005). "Charter school quality and parental decision-making with school choice". *National Bureau of Economic Research, Working Paper No. 11252*. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- HARRISON, D.A., HULIN, C.L. (1989). "Investigations of Absenteesim: Using Event History Models to Study the Absence-Taking Process", *Journal of Applied Psychology*, 74, 300-316.
- HASSEL, B.C., TERRELL, M.G. (2009). *Charter school achievement: What we know*, (5th ed.), Washington, DC: National Alliance for Public Charter Schools.
- HEDEKER, D., SIDDIQUI, O., HU, F.B. (2000). "Random-effects regression analysis of correlated grouped-time survival data", *Statistical Methods in Medical Research*, 9 161-179.
- HEYNS, B. (1988). "Educational Defectors: A First Look at Teacher Attrition in the NLS-72", *Educational Researcher*, S.17, s.24-32.
- HOSMER, D.W., LEMESHOW S. (1989). *Applied Logistic Regression*, New York: John Wiley & Sons, Inc.
- HOUGAARD, P. (1986a). "A Class of Multivariate Failure Time Distributions", *Biometrika*, 73, 671-678.
- HOUGAARD, P. (1986b). "Survival Models for Heterogeneous Populations Derived from Stable Distributions", *Biometrika*, S.73, s.387-396.
- HOUGAARD, P. (1995). "Frailty Models for Survival Data", *Lifetime Data Analysis*, 1, 255-273.
- HUFF, K., FANG, D. (1999). "When Are Students Most at Risk of Encountering Academic Difficulty? A Study of the 1992 Matriculants to Us Medical Schools", *Academic Medicine*, 74(4), 454-460.
- ISHITANI, T., DESJARDINS, S. (2002). "A longitudinal investigation of dropout from college in the United States", *Journal of College Student Retention: Research, Theory & Practice*, 4(2), 173-201.
- ISHITANI, T. (2003). "A Longitudinal Approach to Assessing Attrition Behavior Among First-Generation Students: Time-Varying Effects of Pre-College Characteristics", *Research in Higher Education*, 44(4), 433-449.
- ISHITANI, T., SNIDER, K. (2006). "Longitudinal Effects of College Preparation Programs on College Retention", *IR Applications: Using Advanced Tools, Techniques and Methodologies*, S.9, s. 1-10.
- JANSEN, E.P.W.A. (2004). "The Influence of the Curriculum Organization on Study Progress in Higher Education", *Higher Education*, 47(4), 411-435.
- JOZWIAK, K., MOERBEEK, M. (2012). "Cost-Effective Designs for Trials with Discrete-Time Survival Endpoints", *Computational Statistics and Data Analysis*, 56, 2086 - 2096
- KALBFLEISCH, J.D., PRENTICE, R.L. (1980). *The Statistical Analysis of Failure Time Data*, New York: Wiley.
- KLEIN, J.P., MOESCHBERGER, M.L. (1997). *Survival Analysis Techniques for Censored and Truncated Data*, New York: Springer.
- KLEINBAUM, D.G., KLEIN, M. (2005). *Survival Analysis: A Self-Learning Text*, New York: Springer.
- LANCASTER, T. (1979). "Econometric Methods for the Duration of Unemployment", *Econometrica*, 47, 939-956.
- LAWLESS, J.F. (1982). *Statistical Models and Methods for Lifetime Data*, New York: Wiley.
- LEE, E.T., WANG, J.W. (2003). *Statistical Methods for Survival Data Analysis*, New York: Wiley.
- LEE, M., MEUSER, P., PODGURSKY, M. (2004). "An Evaluation of Missouri's A+ Program". *Unpublished manuscript, University of Missouri, Columbia*.
- MACMILLAN, D.L., BALOW, I.H., WIDAMAN, K.F., BORTHWICK-DUFFY, S., HENDRICK I.G. (1990). "Methodological Problems in Estimating Dropout Rates and the Implications for Studying Dropouts from Special Education", *Exceptionally*, 1, 29-39.
- MAYER, K.U., TUMA, N.B. (1990). *Event History Analysis in Life Course Research*, WI: University of Wisconsin Press, Madison.
- MCCULLAGH, P. (1980). "Regression Models for Ordinal Data", *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 42, 109-142.
- MCFADDEN D. (1974). *Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior*, in P. Zarembka (ed.), *Frontiers of Econometrics*, Academic Press.
- MILLER, R. G. (1981). *Survival Analysis*, New York, Wiley.
- MIN, Y., ZHANG, G., LONG, R. A., ANDERSON, T. J. , OHLAND, M. W. (2011). "Nonparametric Survival Analysis of the Loss Rate of Undergraduate Engineering Students", *Journal of Engineering Education*, 100, 349-373.
- MUELLER, C. (1986). "Time to Tenure". Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, New York.
- MURTAUGH, P. A., BURNS, L. D., SCHUSTER, J. (1999). "Predicting the Retention of University Students", *Research in Higher Education*, 40, 355-371.
- NARDI, A., SCHEMPER, M. (2003). "Comparing Cox and Parametric Models in Clinical Studies", *Statistics in Medicine*, 22, 3597-3610.
- NATRIELLO, G. (1987). *School Dropouts: Patterns and Policies*, New York: Teachers College Press.

- NICHOLLS, G., WOLFE, H., BESTERFIELD-SACRE, M., AND SHUMAN, L. (2009). "Predicting Post-Secondary Educational Outcomes with Survival Analysis", *American Society for Engineering Education Annual Conference Proceedings*, Austin, TX, 1-16.
- O'QUIGLEY, J., STARE, J. (2002). "Proportional Hazards Models with Frailties and Random Effects", *Statistics in Medicine*, 21, 3219-3233.
- PASCARELLA, E.T. (1980). "Student-Faculty Informal Contact and College Outcomes", *Review of Educational Research*, 50(4), 545-575.
- PAURA, L., ARHIPOVA, I. (2014). "Cause Analysis of Students' Drop Out Rate in Higher Education Study Program", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 109, 1282 - 1286.
- PEPE, M.S., MORI, M. (1993). "Kaplan-Meier, Marginal or Conditional-Probability Curves in Summarizing Competing Risks Failure Time Data?", *Statistics in Medicine*, 12, 737-51.
- PETO, R., PETO, J. (1972). "Asymptotically Efficient Rank Invariant Test Procedures", *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 135(2), 185-207.
- PICKLES, A., CROUCHLEY, R., SIMONOFF, E., EAVES, L., MEYER, J., RUTTER, M., HEWITT, J., SILBERG, J. (1994). "Survival Models for Developmental Genetic Data: Age of Onset of Puberty and Antisocial Behavior in Twins". *Genetic Epidemiology*, 11, 155-170.
- PINTILIE, M. (2006). *Competing Risks: A Practical Perspective*, 1st ed., Chichester: Wiley.
- PINTILIE, M. (2011). "An Introduction to Competing Risks Analysis", *Rev Esp Cardiol.*, 64, 599-605.
- PLANK, S. B., DELUCA, S., ESTACION, A. (2008). "High School Dropout and The Role of Career and Technical Education: A Survival Analysis of Surviving High School", *Sociology of Education*, 81(4), 345-370.
- RADCLIFFE, PETER M., HUESMAN, RONALD L. JR., KELLOGG, J.P. (2006). "Identifying Students at Risk: Utilizing Survival Analysis to Study Student Athlete Attrition", Retrieved from the University of Minnesota Digital Conservancy, <http://purl.umn.edu/159769>.
- REIBNEGGER, G. (2012). "Modeling Time in Medical Education Research: The Potential of New Flexible Parametric Methods of Survival Analysis", *Creative Education*, 3, 916-922.
- RONCO, S. (1996). "How Enrollment Ends: Analyzing The Correlates of Student Graduation, Transfer and Dropout with A Competing Risks Model", *AIR Professional File*, 61, 1-12.
- ROSENFELD, R.H., JONES J.A. (1987). "Patterns and Effects of Geographic Mobility for Academic Women and Men", *Journal of Higher Education*, 58, 493-515.
- RUMBERGER, R.W. (1987). "High-School Dropouts: A Review of Issues and Evidence", *Review of Educational Research*, 57, 101-121.
- SAHU, S.K., DEY, D.K. ASLANIDOU, H., SINHA, D. (1997). "A Weibull Regression Model with Gamma Frailties for Multivariate Survival Data", *Lifetime Data Analysis*, 3, 123-137.
- SATAGOPAN J.M., BEN-PORAT L., BERWICK M., ROBSON M., KUTLER D., AUERBACH A.D. (2004). "A Note on Competing Risks in Survival Data Analysis", *Br J Cancer.*, 91, 1229-35.
- SINGER, J.D., WILLETT, J.B. (1993). "Investigating Onset, Cessation, Relapse and Recovery: Why You Should, and How You Can, Use Discrete-Time Survival Analysis to Examine Event Occurrence", *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 61, 952-965.
- SLOVACEK, S.P., KUNNAN, A. J., KIM, H-J. (2002). "California Charter Schools Serving Low-Ses Students: An Analysis of Tthe Academic Performance Index", Los Angeles, CA: Program Evaluation and Research Collaborative, Charter College of Education, California State University.
- SOUTHERN DA, FARIS PD, BRANT R, GALBRAITH PD, NORRIS CM, KNUDTSON ML, ET AL. (2006). "Kaplan-Meier Methods Yielded Misleading Results in Competing Risk Scenarios", *J Clin Epidemiol.*, 59, 1110-1114.
- SPADY, W. (1970). "Drop-Outs from Higher Education: An Interdisciplinary Review and Synthesis", *Interchange*, 1, 64-85.
- STARE, J., O'QUIGLEY, J. (2004). "Fit and Frailties in Proportional Hazards Regression", *Biometrical Journal*, 46(2), 157-164.
- TEACHMAN, J. (1994). *Household and Family Demography*, In D. Bogue (ed.), Reader in Methods of Population Research, New York: United Nations Press.
- TERENZINI, PASCARELLA, (1980). "Towards the Validation of Tinto's Model of College Student Attrition: A Review of Recent Studies". *Research in Higher Education*, 12, 271-282.
- THEOBOLD, N. (1990). "An Examination of the Influence of Personal, Professional, and School District Characteristics on Public School Teacher Retention". *Economics of Education Review*, 9, 241-250.
- THERNEAU, T.M., GRAMBSCH, P.M. (2000). *Modelling Survival Data: Extending the Cox model*, Springer, New York.
- TINTO, V. (1975). "Dropout from Higher Education: A Theoretical Synthesis of Recent Research", *Review of Educational Research*, 45(1), 89-125.
- TUMA, N.B., HANNAN, M.T. (1984). *Social Dynamics: Models and Methods*, New York: Academic.
- VAN DER BERG, S., WOOD, L. LE ROUX, N. (2002). "Differentiation in Black Education", *Development Southern Africa*, 19(2), 289-293.
- VAN DER HULST, M., JANSEN, E.P.W.A. (2002). Effects of Curriculum Organization on Study Progress in Engineering Studies, *Higher Education*, 43, 489-506.
- VARADHAN R., WEISS C.O., SEGAL J.B., WU A.W., SCHARFSTEIN D., BOYD C. (2010). "Evaluating Health Outcomes in the Presence of Competing Risks a Review of Statistical Methods and Clinical Applications". *Med Care.*, 48, S96-S105.
- VAUPEL, J.W., MANTON, K., STALLARD, E. (1979). "The Impact of Heterogeneity in Individual Frailty on the Dynamics of Mortality", *Demography*, 16, 439-454.
- VISSER, A., HANSLO, M. (2006). "The Predictive Validity of an University Admissions Test: A Survival Analysis Approach", *32nd Annual Conference, Assessment in an Era of Rapid Change: Innovations and Best Practices, International Association for Educational Assessment*, http://www.iaea.info/documents/paper_1162a20681.pdf.
- WALKER, D.K., SINGER, J.D., PALFREY, J.S., ORZA, M., WENGER, M., BUTLER, J.A. (1988). "Who Leaves and Who Stays in Special Education: A 2 Year Follow-Up Studies". *Exceptional Children*, 54, 393-402.
- WILLETT, J.B., SINGER, J.D. (1989). "Two Types of Question About Time: Methodological Issues in the Analysis of Teacher Career Path Data", *International Journal of Educational Research*, 13, 421-437.
- WILLETT, J.B., SINGER, J.D. (1991). "From Whether to When: New Methods for Studying Student Dropout and Teacher Attrition", *Review of Educational Research*, 61, 407-450.
- WHITEBOOK, M., HOEWS, C., PHILIPS, D. (1990). "Who Cares? Child Care Teachers and the Quality of Care in America, San Francisco", *Child Care Employee Project*.
- WHITMORE, G.A., LEE, M.L.T. (1991). "A Multivariate Survival Distribution Generated by An Inverse Gaussian Mixture of Exponentials", *Technometrics*, 33, 39-50.
- WOLMAN, C., BRUININKS, R., THURLOW, M.L. (1989). "Dropouts and Dropout Programs: Implications for Special Education", *Research and Special Education*, 10, 6-20.

- YAMAUCHI, K. (1990). "Logit and Multinomial Logit Models for Discrete-Time Event history Analysis: A Causal Analysis of Interdependent Discretestate Processes", *Quality & Quantity*, 24, 323-341.
- YASHIN, A.I., IACHINE, I.A. (1995a). "Genetic Analysis of Durations: Correlated Frailty Model Applied to Survival of Danish twins", *Genetic Epidemiology*, 12, 529-538.
- YASHIN, A.I., VAUPEL, J.W., IACHINE, I.A. (1995b). "Correlated Individual Frailty: An Advantagenous Approach to Survival Analysis of Bivariate Data", *Mathematical Population Studies*, 5, 145-149.
- ZWICK, R., SKLAR, J. (2005). "Predicting College Grades and Degree Completion Using High School Grades and Sat Scores: The Role of Student Ethnicity and First Language", *American Educational Research Journal*, 42, 439-464.