

## DEMODOX SAYISININ ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLERE GÖRE TANIMLANMASINDA SIFIR AĞIRLIKLI VE HURDLE REGRESYON MODELLERİNİN İNCELENMESİ

Esra PAMUKÇU\* Cemil ÇOLAK\*\* Sinan ÇALIK\*\*\* Ülkü KARAMAN\*\*\*\*

### ÖZET

*Bu çalışmada, demodex sayısının çeşitli değişkenlere göre tanımlanmasında sıfır ağırlıklı regresyon modelleri ile hurdle regresyon modellerinin incelenmesi ve uyum ölçütleri kullanılarak, portör muayenesi için gelen hastalardan elde edilen bilgiler ile demodex sayısının yaşa, cinsiyete ve mesleğe göre etkilerinin tanımlanmasında en iyi sonuçları verecek modelin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmadaki veriler, Haziran 2007-Haziran 2009 tarihleri arasında Malatya Halk Sağlığı laboratuvarına portör bakışı için gelen 156 kişiyi kapsamaktadır. Demodex sayısı cevap değişkeni; hastaların yaşı, cinsiyeti ve mesleği açıklayıcı değişkenler olarak belirlenmiştir. İstatistiksel analizde R 2.11.1 yazılım programı kullanılmıştır. Cevap değişkeni olarak ele alınan demodex sayısının %62.8'i sıfır değerli olduğu için sıfır ağırlıklı ve hurdle regresyon modelleri kullanılmıştır. Uygulama sonucunda modellerin birbirlerine göre üstünlüklerini belirlemede kullanılan AIC değerleri ZIP için 731.18, ZAP için 731.49, ZINB için 531.73 ve ZANB için 531.11 olarak elde edilmiştir. En düşük AIC değerine sahip olan model, ZANB olarak elde edilmiştir. Sıfır ağırlıklı ve hurdle regresyon modellerinde, sıfır değerlerinin önemli bir etkiye sahip olup olmadığı test edilmektedir. Eğer sıfır değerlerinin etkisi önemli değilse, bu durumda sıfır ağırlıklı regresyon modelleri ve hurdle regresyon modellerinin sonuçları ile Poisson regresyonu ve negatif binomiyal regresyon analiz sonuçları benzer olacaktır. Bu çalışmada veri setinde var olan sıfır değerlerinin önemli bir etkiye sahip oldukları belirlenmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** Demodex, Hurdle modeller, Sıfır ağırlıklı regresyon modelleri.

### 1. GİRİŞ

*Demodex* sp, Arachnida sınıfının Prostigmata takımının Demodicidae ailesinden bir akar olup pilosebase (kıl+yağ bezi) ünitelerde bulunmaktadır (Karaman vd., 2008, 343; Karaman vd., 2008, 5). *Demodex* türleri arasından *D. folliculorum* ve *D. brevis*'in insanda en sık rastlanan kalıcı ektoparazit olup çoğunlukla yüzdeki kıl folikülünde bulunan pilosebase ünitelerine yerleştiği tespit edilmiştir. *D. folliculorum*'un foliküller açıklıklarda tek veya gruplar halinde yaşadığı, *D. brevis*'in ise sebaseöz bezlerinin derinliklerinde tek olarak yaşadığı ve akarların ince uzun yapılarının bu yerlere uygun olduğu belirtilmiştir (Karaman vd., 2008, 343; Wesolowska et al., 2005).

\*Arş. Gör., Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi İstatistik Bölümü, e-posta: [esra\\_pamukcu@hotmail.com](mailto:esra_pamukcu@hotmail.com)

\*\*Doç. Dr., İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim dalı, e-posta: [cemilcolak@yahoo.com](mailto:cemilcolak@yahoo.com)

\*\*\*Yrd. Doç. Dr., Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi İstatistik Bölümü, e-posta: [scalik@firat.edu.tr](mailto:scalik@firat.edu.tr)

\*\*\*\*Yrd. Doç. Dr., Ordu Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu, e-posta: [ulkukaraman44@hotmail.com](mailto:ulkukaraman44@hotmail.com)

Bu makalenin özeti, poster çalışması olarak 7. Uluslararası İstatistik Kongresi'nde tebliğ edilmiştir.

Ayrıca *Demodex* türleri insanda yanak, burun, kirpik dipleri, çene, alın, dış kulak yolu, meme ucu, sırt, penis ve kalça gibi vücudun değişik bölgelerinde de rapor edilmiştir (Karaman vd., 2008, 343; Karaman vd., 2008, 5). İnsandan insana yakın temasla bulaşarak rosacea, akne vulgaris, perioral dermatit, seboreik dermatit, mikropapüler-kaşıntılı dermatit ve blefarit gibi rahatsızlıkların sebebi ve gelişiminde önemli rol oynadıkları araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Sheals, 1973; Mathieu and Wilson, 2000; Markell et al., 1992). Parazitin pilosebace foliküllerde bulunmasını zararsız olarak değerlendirenlerin yanı sıra yüzde oluşan bazı deri hastalıklarının sebebi ve gelişiminde bu parazitin rolü olduğunu savunanlar da bulunmaktadır (Morsy et al., 2000; Pena and Andrade Filho, 2000; Baima and Sticterling 2002).

Histolojik incelemelerde parazitin mononükleer, perifoliküler inflamatuvar infiltrasyona neden olabileceği bildirilmiştir. Oluşan infiltrasyonun CD4+ T lenfositlerinden ve CD8+ T hücrelerinden oluştuğu gözlenmiştir. Ayrıca enfeste folikül çevresinde CD1a+ makrofajlar bulunduğu saptanmıştır (Baima and Sticterling 2002). Yine Volmer (1996) *demodex* içeren folliküllerin %83'ünde folikülit tanımlamıştır.

Tanısında da selofan bant, deri kazıntısı, punch biyopsisi ve standart yüzeysel deri biyopsisi (SYDB) gibi yöntemler kullanılmaktadır (Erbağcı ve Özgöztaş, 1998; Marks and Dawber, 1971). *Demodex* parazitliğinin bütün dünyada yaygın olduğu, ırk ve cinsiyet farkı göstermediği ancak parazitliğinin yaşla doğru orantılı olarak arttığı bildirilmiştir (Özçelik, 1997; Yazar vd., 2008). Parazitin hareketinin saatte ortalama 8-16 cm yol alabileceği ve bütün dönemlerinin negatif fototaksik reaksiyon gösterdiği bildirilmiştir. Isı ve kuruluğa karşı ise dirençlerinin az olduğu saptanmıştır (Clifford and William, 1972).

Bu çalışmada, parazitliğin yaşla birlikte artması ve insandan insana yakın temasla bulaşabilmesi nedeniyle, yaş ve meslek gruplarının bulaşımında etkili olabileceği düşünülmüştür. Bu nedenle sağlıklı, herhangi bir sağlık problemi görülmeyen sıhhi ve gayri sıhhi müessese yönetici ve çalışanların portör muayeneleri ile birlikte yüzlerinde de *demodex* türlerinin varlığının; meslek grupları, yaş ve cinsiyet arasındaki etkilerinin tanımlanmasında en uygun regresyon modelinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

## 2. GEREÇ VE YÖNTEM

### 2.1. Sıfır Ağırlıklı Poisson (ZIP) ve Sıfır Ağırlıklı Negatif Binomiyal Regresyon (ZINB) Modelleri

Poisson regresyon analizi sayıma dayalı veri setlerini analiz etmek için standart bir çerçeve oluşturmaktadır. Bununla birlikte uygulamalarda sayma verileri poisson dağılımına göre aşırı yayılım göstermektedirler. Aşırı yayılımın sık bir tezahürü ise poisson dağılımı için beklenenden daha fazla sıfır değerlerinin var olmasıdır (Ridout et al., 1998).

Veri setinde var olan sıfırlar iki şekilde ortaya çıkabilmektedirler. Bu çalışmanın cevap değişkeni olan *demodex* sayısının veri yapısı incelendiğinde, %62.8'inin sıfır değerli olduğu tespit edilmiştir. Burada portör bakısı alınan kişiler ya gerçekten hasta değillerdir ya da hastalığa karşı bir dirence sahiplerdir. Her iki durumda da *demodex* sayısı sıfır çıkabilmektedir. Bu nedenle sıfır değerleri, kaçınılmaz bir şekilde ortaya çıkan yapısal sıfırlar ve tesadüfi olarak ortaya çıkan örneksel sıfırlar olarak ikiye ayrılmaktadır.

Lambert (1992) tarafından tanımlanan ZIP regresyonunda yapısal sıfırların, sıfır olma olasılığını ifade eden bir  $\varphi$  parametresi ile Bernoulli sürecini takip ettiği ve rasgele sayıların da  $\lambda$  parametrelili bir Poisson sürecini takip ettiği varsayılır. Bu durumda aşırı sıfır değerine sahip olan bir Y cevap değişkeni için ZIP dağılımı

$$Y_i \sim \begin{cases} 0 & , \varphi \text{ olasılığı ile} \\ \text{Poisson}(\lambda_i) & , 1 - \varphi \text{ olasılığı ile} \end{cases} \quad (1)$$

$$Y_i \sim \begin{cases} \varphi + (1 - \varphi)e^{-\lambda} & , y = 0 \\ (1 - \varphi) \frac{\lambda^y}{y!} e^{-\lambda} & , y > 0 \end{cases} \quad (2)$$

şeklindedir.

Sıfır ağırlıklı poisson regresyon modellerinde, Poisson sürecini takip eden rasgele sayılar için aşırı yayılım olması durumunda, Greene (1994) tarafından geliştirilen sıfır ağırlıklı negatif binomial regresyon (zero-inflated negative binomial regression ZINB) yöntemi kullanılabilir. ZINB regresyonunda yapısal sıfırların  $\varphi$  parametresi ile bir Bernoulli sürecini takip ettiği ve rasgele sayıların  $\mu$  ve  $k$  parametrelili negatif binomial dağılımı takip ettiği varsayılır. Bu durumda aşırı sıfır değerine sahip olan bir Y cevap değişkeni için ZINB dağılımı

$$Y_i \sim \begin{cases} 0 & , \varphi \text{ olasılığı ile} \\ \text{Binomial}(\mu, k) & , 1 - \varphi \text{ olasılığı ile} \end{cases} \quad (3)$$

$$Y_i \sim \begin{cases} \varphi + (1 - \varphi) \left( \frac{k}{k + \mu} \right)^k & , y = 0 \\ (1 - \varphi) \binom{y + k - 1}{y} \left( \frac{\mu}{\mu + k} \right)^y \left( \frac{k}{k + \mu} \right)^k & , y = k \end{cases} \quad (4)$$

şeklindedir (Yee, 2008; Hall, 2000).

## 2.2. Hurdle Poisson (ZAP) ve Hurdle Negatif Binomial (ZANB) Regresyon Modelleri

Hurdle modeller, sıfır değerlerinin çok olduğu veri kümelerinin analizinde kullanılabilen diğer bir yöntemdir. Hurdle model iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısım; sıfır değerleri (0) ve pozitif değerleri (1) olarak gösteren binary cevapların oluşturduğu binomial olasılık modelidir. Pozitif sonuçları tanımlayan kesilmiş sayıma dayalı veriler ise ikinci kısım olarak modellenmektedir. Bu kısım, poisson dağılımı kullanılarak modellendiğinde Hurdle Poisson model (ZAP), negatif binomial dağılımı kullanılarak modellendiğinde ise Hurdle Negatif binomial model (ZANB) olarak adlandırılmaktadır.  $Y_i, i = 1, 2, \dots, n$  için birbirinden bağımsız sayıma dayalı olarak elde edilen bağımlı değişken için gözlem değerleri olmak üzere ZAP dağılımı

$$Y_i \sim \begin{cases} \varphi & , y = 0 \\ (1 - \varphi) \frac{e^{-\lambda} \lambda^y}{y!} & , y > 0 \end{cases} \quad (5)$$

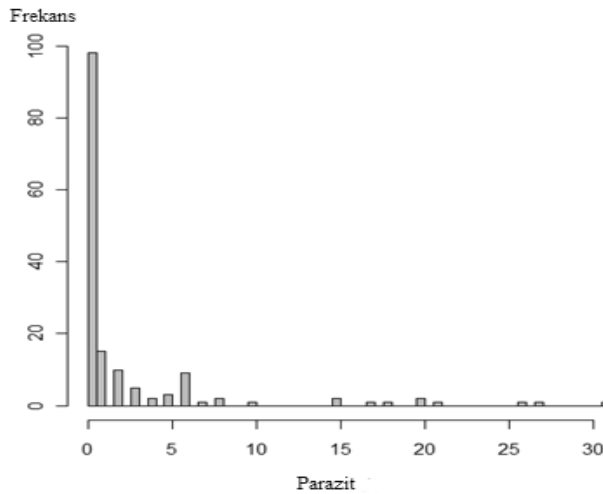
şeklinde.  $Y_i$ ,  $\varphi$  olasılığı ile sıfır değerini alırken,  $1 - \varphi$  olasılığı ile pozitif değerleri alır ve bu durumda  $Y_i \sim \text{truncated Poisson}(\lambda)$  dağılımına sahiptir. Heilbron (94) tarafından gösterilen bu formül sıfır sonuçlarının olasılıklarını artırır ve tüm olasılıklar toplamı 1 olacak şekilde kalan olasılıkları hesaplar. ZANB dağılımı ise

$$Y_i \sim \begin{cases} \varphi & , y = 0 \\ \frac{(1 - \varphi) (y + k - 1) \binom{\mu}{\mu + k}^y \left(\frac{k}{k + \mu}\right)^k}{1 - \left(\frac{k}{k + \mu}\right)^k} & , y > 0 \end{cases} \quad (6)$$

şeklinde.  $Y_i$ ,  $\varphi$  olasılığı ile sıfır değerini alırken,  $1 - \varphi$  olasılığı ile pozitif değerleri alır ve bu durumda  $Y_i \sim \text{truncated Negbin}(\mu, k)$  dağılımına sahiptir (McDowell, 2003; Dalrymple et al., 2003).

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmadaki veriler, Haziran 2007-Haziran 2009 tarihleri arasında Malatya Halk Sağlığı laboratuvarına portör bakışı için gelen 156 kişiyi kapsamaktadır. Demodex sayısı cevap değişkeni  $Y$ , hastaların yaşı  $X_1$ , cinsiyeti  $X_2$  ve mesleği  $X_3$  açıklayıcı değişkenler olarak belirlenmiştir. Meslekler, unlu mamuller sektörü (fırıncı, pideci, pastacı), hizmet sektörü (turizm, bar, restoran çalışanları, garsonlar), et ürünleri sektörü (kasap, beyaz et üreticisi, balıkçı) ve gıda perakende sektörü (bakkal, market, vb.) şeklinde alt gruplara ayrılmıştır. Cevap değişkeni olarak ele alınan demodex sayısının %62.8'i sıfır değerlidir. Bu durum aşağıdaki histogram grafiğinde de görülmektedir. İstatistiksel analizde R 2.11.1 yazılım programı kullanılmıştır.



Şekil 1. Demodex parazit sayısının frekans dağılımı



Veri setini modelleyebilmek için uygulanan analizler ve sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir. Öncelikle sayıma dayalı veri setini modelleyebilmek için, standart prosedür olarak kullanılan poisson regresyonu kullanılmıştır. Analiz sonucunda açıklayıcı değişkenlerden yaş, cinsiyet kadın, meslek hizmet, et ve gıda sektörü değişkenleri anlamlı değişkenler olarak elde edilmiştir. Ancak poisson modelinin veri setine uygunluğunun bir göstergesi olarak aşırı yayılım parametresi hesaplandığında  $\Phi=10.93$  olduğu belirlenmiştir. Poisson regresyonunda varyansın ortalamadan büyük çıkması olarak tanımlayabileceğimiz aşırı yayılım problemi için genellikle gözlenemeyen heterojenlik, gözlemler arasındaki korelasyon, zamana bağlı gözlemler arasındaki bağımlılık veya veri setinde beklenenden fazla sıfır değerleri neden olarak gösterilebilir (Böhning et al., 1999).

**Tablo 1. Poisson modeller için parametre tahminleri**

Değişkenler	Poisson modeller					
	PR	ZIP		ZAP		
		Lojit	Poisson	Lojit	Poisson	
Sabit	-0.26(0.254)	2.02(0.822)*	1.43(0.25)***	-1.979(0.795)*	1.428(0.251)***	
X <sub>1</sub>	0.023(0.005)***	-0.049(0.02)*	-0.002(0.005)	0.047(0.019)*	-0.002(0.005)	
X <sub>2</sub> (kadın)	0.383(0.116)***	0.394(0.396)	0.683(0.120)***	-0.353(0.394)	0.681(0.12)***	
X <sub>2</sub> (erkek)	-	-	-	-	-	
X <sub>3</sub> (un)	-	-	-	-	-	
X <sub>3</sub> (hizmet)	0.355(0.162)*	-0.035(0.505)	0.414(0.165)*	0.054(0.499)	0.412(0.165)*	
X <sub>3</sub> (Et)	0.601(0.188)**	-0.139(0.616)	0.636(0.198)**	0.18(0.61)	0.631(0.197)**	
X <sub>3</sub> (Gıda)	-0.551(0.218)*	0.158(0.593)	-0.402(0.232)	-0.24(0.576)	-0.396(0.231)	
AIC ve $\Phi$	1247.4	10.93	731.18	2.23	731.49	2.23
p: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '*' 0.1 '.' 1						

Cevap değişkeni olarak ele alınan *demodex* sayısının %62.8'i sıfır değerli olduğu için veri setine sıfır ağırlıklı poisson regresyon modellerinin uygulanmasına karar verilmiştir. ZIP regresyon yönteminin uygulanması sonucunda, Poisson dağılım sıfır değerleri ve sıfırdan büyük sayı değerleri ile yapılan tahminlerde; sabit, cinsiyet kadın, meslek et ürünleri, meslek hizmet sektörü anlamlı değişkenler olarak bulunmuştur. Ancak ekstra sıfır değerleri (yapısal sıfır) ile birlikte binomial dağılım kullanılarak yapılan tahminlerde sadece yaş değişkeni anlamlı bulunmuştur. Yayılım parametresi 2.23 ve AIC uyum kriteri 731.18 olarak elde edilmiştir. Sıfır ağırlıklı regresyon modellerinden bir diğeri olan ZAP regresyonu uygulandığında ise, pozitif sonuçları tanımlayan kesilmiş sayıma dayalı veriler için poisson ile tahmin yapıldığında; sabit, cinsiyet kadın, meslek et ürünleri, meslek hizmet sektörü anlamlı değişkenler olarak bulunmuştur. Sıfır değerleri (0) ve pozitif değerleri (1) olarak gösteren binary cevapların oluşturduğu binomial olasılık modeli ile tahmin yapıldığında ise; sabit ve yaş anlamlı bulunmuştur. Yayılım parametresi 2.23 ve AIC uyum kriteri 731.49 olarak elde edilmiştir. Birden büyük olarak elde edilen yayılım parametresi aşırı yayılım probleminin hala var olduğu göstermiştir.

Aşırı yayılım problemi standart hatanın küçümsenmesine ve regresyon parametrelerinin çıkarsamalarında yanılmalara yol açmaktadır ( Long, 1997). Bu problemi giderebilmek için alternatif olarak kullanılan yöntemlerden biri negatif binomiyal regresyon yöntemidir. Bu nedenle analizlerin ikinci aşaması olarak negatif binomial regresyon, sıfır ağırlıklı negatif binomial regresyon, hurdle negatif binomial regresyon yöntemlerinin kullanılmasına karar verilmiştir.

Tablo 2. Negatif binomiyal modeller için parametre tahminleri

Değişkenler	Negatif Binomial Modeller				
	NB	ZINB		ZANB	
			Lojit	Kesik	Lojit
Sabit	-0.5(0.895)	1.189(1.429)	0.81(0.986)	-1.979(0.795)*	1.034(1.074)
X <sub>1</sub>	0.032(0.022)	-0.067(0.033)*	-0.00007(0.002)	0.047(0.019)*	-0.007(0.027)
X <sub>2</sub> (kadın)	0.496(0.437)	0.804(0.617)	0.729(0.471)	-0.353(0.394)	0.718(0.507)
X <sub>2</sub> (erkek)	-	-	-	-	-
X <sub>3</sub> (un)	-	-	-	-	-
X <sub>3</sub> (hizmet)	0.178(0.569)	0.571(1.088)	0.608(0.557)	0.054(0.498)	0.523(0.602)
X <sub>3</sub> (Et)	0.618(0.702)	0.476(1.256)	0.852(0.645)	0.180(0.610)	0.762(0.690)
X <sub>3</sub> (Gıda)	-0.574(0.658)	0.32(1.218)	-0.322(0.636)	-0.240(0.575)	-0.410(0.689)
AIC ve $\Phi$	523.2 0.78	531.73	0.96	531.11	0.91

p: 0 '\*\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

NBR uygulanması sonucunda, açıklayıcı değişkenlerin hiçbiri anlamlı olarak bulunamazken yayılım parametresi de 0.78 olarak elde edilmiştir. ZINB regresyonu analizi kullanıldığında ise, negatif binomial dağılan sıfır değerleri ve sıfırdan büyük sayı değerleri ile yapılan tahminlerde hiçbir değişken anlamlı bulunamazken, ekstra sıfır değerleri ile birlikte binomial dağılım kullanılarak tahmin yapıldığında yaş değişkeni anlamlı bulunmuştur. Pearson uyum istatistiği modelin negatif binomial dağılım için uygun olduğunu gösterirken ( $p=0.610$ ), yayılım parametresi 0.96, yani 1'e çok yakın bir değer olarak elde edilmiştir.. Veriye ZANB uygulandığında ise, kesik veriler için negatif binomial ile yapılan tahminlerde hiçbir değişken anlamlı bulunamazken, sıfır değerleri ile tahmin yapıldığında sabit ve yaş değişkenleri anlamlı bulunmuştur. Bu durum yaşla orantılı olarak parazitin görülme yüzdesinin arttığını desteklemektedir.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

*Demodex* türlerinin çocuklarda görülemeyeceği ergenlikten itibaren artarak ileri yaşlarda en yüksek orana ulaşabildiği bildirilmiştir ( Sibenge and Gawkrödger, 1992). Parazitin görülmesi ile yaş gruplarının karşılatıldığı çalışmalarda Baysal vd. (1997)'de, 11-15 yaş grubunda 1 (%8,3)'inde, 16-20 yaş grubunun ise 7 (%12.7)' sinde pozitiflik saptamışlardır. Yine Aycan vd. (2007)'de,  $\leq 20$  yaş grubunun 5 (%20)'inde, 21 ve üstündeki yaş grubunun ise 92 (%53,5)' sinde *Demodex* pozitifliği bildirmişlerdir. Benzer olarak Kaya vd. (2010), lisede yabancı uyruklu olan yaşları 15 ile 21 (yaş ortalaması:  $17.52 \pm 1.36$ ) arasında değişen, 347 erkek öğrenci incelemiş ve 9 (%2.7)'unda *Demodex* türleri saptamışlardır. Parazitin görülme oranı 19 yaş ve üzeri öğrencilerde 18 yaş altı öğrencilere göre daha yüksek bulunmakla birlikte, yaş ile parazit görülmesi arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmişlerdir. Ancak araştırma kapsamındaki 17-25 yaş grubu ve 46-55 yaş grubu bireylerin %90'ının *demodex* görülme durumunun pozitif olması yaşla orantılı olarak parazitin arttığı sonucunu çıkarmıştır. Ayrıca parazitin insandan insana yakın temasla bulaşabilmesi nedeniyle, gayri sıhhi müesseselerde çalışanların portör olabileceği kanısına varılmıştır. Çalışmada Halk Sağlığı Laboratuvarına portör bakışı için gelenlerin diğer rutin bakılarla birlikte *demodex* pozitifliğinin de araştırılması gerektiği önerisi sunulmuştur.

Sayıma dayalı olarak elde edilen veri setlerine Poisson regresyonunun uygulanabilirliği, ortalama ve varyansın eşitliği olarak tanımlanan eş yayılım varsayımına bağlıdır. Ancak bir çok uygulamada, veri setleri ortalamayı aşan bir varyansa sahip olabilmekte ve bu durumda aşırı yayılım problemi ortaya çıkmaktadır. Veri setinde beklenenden fazla sıfır değerlerinin varlığı aşırı yayılımın kaynaklarından biri olarak gösterilebilmektedir. Bu tip verilerin analizinde sıfır değerlerini dikkate alarak modelleme yapan, sıfır ağırlıklı regresyon modellerinin veya hurdle regresyon modellerinin kullanımı tavsiye edilebilir. Sıfır ağırlıklı regresyon modellerinde, sıfır değerlerinin önemli bir etkiye sahip olup olmadığı test edilmektedir. Eğer sıfır değerlerinin etkisi önemli değilse, bu durumda sıfır ağırlıklı regresyon modellerinin sonuçları ile Poisson regresyonu ve negatif binomiyal regresyon analiz sonuçları benzer olacaktır (Yeşilova, 2007). Bu çalışmada veri setinde var olan sıfır değerlerinin önemli bir etkiye sahip oldukları belirlenmiştir. Uygulama sonucunda modellerin birbirlerine göre üstünlüklerini belirlemede kullanılan AIC değerleri ZIP için 731.18, ZAP için 731.49, ZINB için 531.73 ve ZANB için 531.11 olarak elde edilmiştir. En düşük AIC değerine sahip olan model, ZANB olarak elde edilmiştir.

Sonuç olarak, parazitlerin varlığının araştırıldığı ve pozitifliğine etki edebileceği düşünülen parametrelerin karşılaştırıldığı çalışmalarda, cevap değişkeninde var olabilecek sıfır değerlerinin önemli etkiye sahip olabileceklerinin de göz önünde bulundurulması ve sıfır ağırlıklı regresyon modellerinin veya hurdle regresyon modellerinin kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır.

## 5. KAYNAKLAR

Aycan, Ö. M., Otlu, G. H., Karaman, Ü., Daldal, N., Atambay, M., 2007. Çeşitli Hasta ve Yaş Gruplarında *Demodex* sp. Görülme Sıklığı. Türkiye Parazitolojisi Derg. 31(2): 115 -118.

Baima, B., Sticterling, M., 2002. Demodicidosis Revisited. Acta Derm Venereol, 82:3-6.

Baysal, V., Aydemir, M., Yorgancıgil, B., Yıldırım, M., 1997. Akne Vulgaris Etiyopatogenezinde *D. folliculorum*'ların Rolünün Araştırılması. Türkiye Parazitolojisi Derg, 21: 265-268.

Böhning, D., Dietz, E., Schlattmann, P., 1999. The Zero Inflated Poisson Model and Decayed, Missing and Filled Teeth Index in Dental Epidemiology. Journal of Royal Statistical Society Series A, 162(2): 195-209.

Clifford, D., William, B. N., 1972. *Demodex folliculorum* (Simon) and *D. brevis* Akbulatova of Man: Redescription and Reevaluation. The Journal of Parasitology, 58, (1): 169-177.

Dalrymple M. L., et.al, 2003. Finite Mixture, Zero Inflated Poisson and Hurdle Models with Application to SIDS. Computational Statistics & Data Analysis, 41: 491-504.

Erbağcı, Z., Özgöztaş, O., 1998. The significance of *Demodex folliculorum* density in Rosacea. Int J Dermatol, 39:743-745.

Greene, W. H., 1994. Accounting for Exceeds Zeros and Sample Selection in Poisson and Negative Binomial Regression Models. [NYU Working Paper No. EC-94-10](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1293115###), New York: Stern School of Business, [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1293115###](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1293115###)

Hall, D. B., 2000. Zero-Inflated Poisson and Binomial Regression with Random Effects: A Case Study. *Biometrics*, 56: 1030-1039.

Heilbron, D. C., 1994. Zero-Altered and Other Regression Models for Count Data with Added Zeros. *Biometrical Journal*, 36(5): 531-547.

Karaman, U., Çelik, T., Çalık, S., Sener, S., Aydın, N. E., Daldal, Ü. N., 2008. Saçlı Deri Biyopsi Örneklerinde demodex spp. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 32(4): 343-345.

Karaman, U., Sener, S., Çelik, T., Atambay, M., Aydın, N. E., Daldal, Ü. N., 2008. Derinin Enfeksiyöz ve Benign Durumlarında Histopatolojik Yöntemle demodex spp. Araştırılması. *Parazitoloji Dergisi*, 15(1): 5-7.

Kaya, M., Hamamcı, B., Çetinkaya, U., Yaman, O., Yaza, S., 2010. Bir Lisede Öğrenim Gören Yabancı Uyruklu Erkek Öğrencilerde Selofan-Bant Yöntemi ile Demodex sp. Araştırılması. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 67: 73-7.

Lambert, D., 1992. Zero-Inflated Poisson Regression, With an Application to Defects in Manufacturing. *Technometrics* February, Vol: 34 (1): 1-14.

Long, J. S., 1997. Regression Models for Categorical and Limited Dependent Variables, Sage Publications, USA, s.217-249.

Markell, E. K., Voge, M., John, D. T., 1992. Medical Parasitology, 7th ed, W.B Saunders Company, U.S.A. s.348.

Marks, R., Dawber, R. P. R., 1971. Skin Surface Biopsy: An Improved Technique for the Examination of the Horny Layer. *Br J Dermatol*, 84: 117-123.

Mathieu, E. M., Wilson, B. B., 2000. Mites (Including Chiggers). Mandell, Douglas and Bennett's Principles and Practice of Infectious Diseases. L. M. Gerald, E. B. John, D. Raphael (eds.), 50 th. ed. Vol: II, U.S.A. s.2980.

McDowell, A., 2003. From The Help Desk: Hurdle Model. *The Stata Journal*, 3(2):178-184.

Morsy, T. A., Fayad, M. E., Morsy, A. T., Afify, E. M., 2000. Demodex Folliculorum Causing Pathological in Immunocompetent Children. *J Egypt Soc Parasitol*, 30: 851-4.

Özçelik, S., 1997. Allerjik ve Dermatit Nedeni Olabilen Akarlar, Parazitoloji'de Arthropod Hastalıkları ve Vektörler. M. A. Özcel, N. Daldal (eds.), *Türkiye Parazitoloji Derneği Yayınları* No: 13, s.349-353.

Pena, G. P., Andrade Filho, J. S., 2000. Is Demodex Folliculorum Really Non-Pathogenic?. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo*, 42:171-3.



Ridout, M., Demetrio, C. G. B., Hinde, J., 1998. Models for count data with many zeros. International Biometric Conference, Cape Town, [http://www.kent.ac.uk/TMS/personal/msr/webfiles/zip/ibc\\_fm.pdf](http://www.kent.ac.uk/TMS/personal/msr/webfiles/zip/ibc_fm.pdf)

Sheals, J.G., 1973. Arachnida. Insects and Another Arthropods of Medical Importance. The Trustees of the British Museum (Natural History). Smith K.G.V., (ed.) London. s:17, 462.

Sibenge, S., Gawkrödger, D. J., 1992. Rosacea: A Study of Clinical Patterns, Blood Flow, and the Role of D. Folliculorum. J Am Acad Dermatol., 26: 590-593.

Vollmer, R. T., 1996. Demodex-Associated Folliculitis. Am J Dermatopathol, 18(6): 589-91.

Wesołowska, M., Baran, W., Szepietowski, J., Hirschberg, L., Jankowski, S., 2005. Demodicidosis in Humans As A Current Problem in Dermatology. Wiad Parazytol, 51(3): 253-256.

Yazar, S., Özcan, H., Çetinkaya, Ü., 2008. Üniversite Öğrencilerinde Selofan-Bant Yöntemi ile Demodex sp. Araştırılması. Türkiye Parazit Derg. 32(3): 238-240.

Yee, T. W., 2008. VGAM Family Functions for Positive Zero-Altered and Zero-Inflated Discrete Distributions, <http://www.stat.auckland.ac.nz/~yee/VGAM/doc/Positive.pdf>

Yeşilova, A., et. al., 2007. Sıfır Değer Ağırlıklı Verilerin Modellenmesi, <http://zootehni2007.yyu.edu.tr/pdfiler/ISTI.pdf>

## INVESTIGATION OF ZERO-INFLATED AND HURDLE MODELS IN DESCRIBING DEMODEX COUNTS BY VARIOUS VARIABLES

### ABSTRACT

*It is aimed to investigate the zero inflated regression models and hurdle regression models for describing demodex counts by various variables. It is also aimed to determine the model that will give the best results in describing demodex counts by different variables such as age, sex and profession with the information obtained from patients who come for porter examination. Data were obtained from 156 patients who came to Malatya Public Health Laboratory for porter examination between the dates of June 2007 - June 2009. Demodex count was determined as response variable and age, sex and profession of patients were determined as explanatory variables. R.2.11.1 software program was used for statistical analysis. Since 68 percent of demodex counts, which was considered as response variable, were zero, zero-inflated regression and hurdle models were used. As a result of applications, AIC values, which were used to determine the superiority of models relative to each other, were obtained as 731.18, 731.49, 531.73 and 531.11 for ZIP, ZAP, ZINB and ZANB models respectively. The model that has smallest AIC value was ZANB. In zero inflated and hurdle regression models, it is tested whether zero values have a significant impact. If the impact of zero values is not significant, the results of zero inflated and hurdle regression models and the results of Poisson regression and negative binomial regression models will be same. In this study, the impact of zero values in the existing data set was determined to be significant.*

**Keywords:** Demodex, Hurdle Models, Zero-Inflated Regression Models.