

T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOİSTATİSTİK ANABİLİM DALI

**HASTANEYE YENİDEN YATIŞIN REGRESYON YÖNTEMLERİ
İLE İNCELENMESİ**

Burak AKSOĞAN

BİYOİSTATİSTİK TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMANI

Doç. Dr. Yaşar SERTDEMİR

ADANA-2022

T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOİSTATİSTİK ANABİLİM DALI

**HASTANEYE YENİDEN YATIŞIN REGRESYON YÖNTEMLERİ
İLE İNCELENMESİ**

Burak AKSOĞAN

BİYOİSTATİSTİK TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMANI

Doç. Dr. Yaşar SERTDEMİR

ADANA-2022

KABUL VE ONAY

Biyoistatistik Anabilim Dalı

Tezli Yüksek Lisans Programı Çerçevesinde yürütülmüş olan

“HASTANEYE YENİDEN YATIŞIN REGRESYON YÖNTEMLERİ İLE İNCELENMESİ”
adlı çalışma, aşağıdaki jüri tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Tarihi: 08/ 02 / 2022

TEZ SINAV JÜRİSİ

Prof. Dr. Gülşah SEYDAOĞLU

Çukurova Üniversitesi

Başkan

Doç Dr. Semra ERDOĞAN

Mersin Üniversitesi

Üye

Doç. Dr. Yaşar SERTDEMİR

Çukurova Üniversitesi

Üye

Yukarıdaki Tez, Yönetim Kurulunun / / tarih ve
kabul edilmiştir.

sayılı kararı ile

Prof.Dr. Behice DURGUN

Sağlık Bilimleri Enstitü Müdürü

T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI
ETİK BEYANI

Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesini okuduğumu ve anladığımı ve Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tez olarak sunduğum bu çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda bu konuda hakkımda yapılacak tüm yasal işlemleri ve aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. .././2022

Burak AKSOĞAN

Kayıtlı olunan Program : Biyoistatistik Tezli YL

Tezin Konusu : Hastaneye Yeniden Yatışın Regresyon Yöntemleri İle İncelenmesi

Tezin Türü : Yüksek Lisans : Doktora:

Danışmanın Adı-Soyadı : Doç. Dr. Yaşar SERTDEMİR

Danışmanın İletişim Bilgileri

Telefon : 0 (322) 338 60 84 - 3094

E-Posta : yasarser@cu.edu.tr

Öğrencinin İletişim Bilgileri

Telefon : 0 (507) 206 92 32

E-Posta : burakaksogan.biostat@gmail.com

Adresi : Çukurova Üni. Tıp Fakültesi Biyoistatistik AD. ADANA

**Bu belgenin Lisansüstü eğitim tezleri savunmaya alınmadan önce öğrenci tarafından doldurulup imzalanarak Enstitü Müdürlüğüne teslim edilmesi gerekmektedir.*

TEŞEKKÜR

Çalışma sürecinde benden desteğini esirgemeyen ve bilgi, birikim ve tecrübesi ile her daim yanımda olan baőta Prof. Dr. Z. Nazan ALPARSLAN ve danıőman hocam Doç. Dr. Yaşar SERTDEMİR olmak üzere bütün Çukurova Üniversitesi Biyoistatistik Ana Bilim Dalı bünyesindeki hocalarıma sonsuz teşekkür ederim.

Ayrıca bu çalışmanın oluőum sürecinde beni daima motive eden ve çalışma esnasında sürekli irtibat halinde olduğum her türlü teknik desteklerini benden esirgemeyen bana hem çok iyi birer dost hem de yol gösterici olan Arő. Gör. Nazlı TOTİK ve Arő. Gör. S. Püren YÜCEL KARAKAYA en içten teőekkürlerimi sunarım.

Veri düzenleme konusunda ve çalışmanın terminolojik altyapısının hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Ghanim KHATİB' e teőekkürü bir borç bilirim.

Son olarak akademik kariyerim boyunca desteğini her zaman omuzlarımda hissettiğim aile bireylerime ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	IV
ETİK BEYANI	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VI
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	VII
ÖZET	VIII
ABSTRACT	IX
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Regresyon Analizi	2
2.1.1. Poisson Regresyon Analizi	3
2.1.2. Negatif Binom Regresyon Analizi	5
2.1.3. Sıfır Ağırlıklı Modeller	6
2.1.3.1. Sıfır Değer Ağırlıklı Poisson Regresyon Modeli	7
2.1.3.2. Sıfır Değer Ağırlıklı Negatif Binom Regresyon Modeli	9
2.1.4. Regresyon Katsayılarının Önemliliği	10
2.1.4.1. Olabilirlik Oran Testi	10
2.1.4.2. Wald Testi	10
2.1.5. Uygun Model Seçimi	11
2.2. Yeniden yatış	12
3. GEREÇ VE YÖNTEM	15
4. BULGULAR	17
5. TARTIŞMA	29
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	32
7. KAYNAKLAR	33
EKLER	35
ÖZGEÇMİŞ	37

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Değişkenlere ait açıklamalar	16
Çizelge 4.1. Hastaların demografik ve klinik özelliklerine ait tanımlayıcılar (n=437) ..	17
Çizelge 4.2. Poisson ve negatif binom regresyon analizi ile yeniden yatışı etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi.....	21
Çizelge 4.3. Modellere ilişkin AIC, BIC ve LL değerleri	22
Çizelge 4.4. Regresyon modellerine ait LR test sonuçları.....	23
Çizelge 4.5. Regresyon modellerine ait Vuong test sonuçları.....	24
Çizelge 4 6. Geriye doğru seçim prosedürü ile poisson ve negatif binom regresyon analizi ile yeniden yatışı etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi	26
Çizelge 4.7. Geriye doğru seçim prosedürü ile elde edilen modellere ilişkin AIC, BIC ve LL değerleri	26
Çizelge 4.8. Geriye doğru seçim prosedürü ile elde edilen regresyon modellerine ait LR test sonuçları	27
Çizelge 4 9. Geriye doğru seçim prosedürü ile elde edilen regresyon modellerine ait Vuong test sonuçları	28

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Yatış süresi(gün) değişkenine ait histogram.....	18
Şekil 4.2. Poisson dağılımına uyum grafiği.....	19
Şekil 4.3. Negatif Binom dağılımına uyum grafiği	19



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

- PR : Poisson Regresyon
NBR : Negatif Binom Regresyon
SDAP : Sıfır Değer Ağırlıklı Poisson Regresyon
SDANB: Sıfır Değer Ağırlıklı Negatif Binom Regresyon
AIC : Akaike Bilgi Ölçütü
BIC : Bayes Bilgi Ölçütü
V : Vuong İstatistiği
LL : Log olabilirlik
ML : Maximum Likelihood
EM : Expectation Maximization

ÖZET

Hastaneye Yeniden Yatışın Regresyon Yöntemleri İle İncelenmesi

Birçok alanda olduğu gibi sağlık alanında da sıklıkla kullanılan regresyon analizinde incelenen bağımlı değişkenin yapısına göre farklı modeller kullanılmaktadır. Bağımlı değişken kesikli yapıda olduğunda poisson regresyon ve negatif binom regresyon en sık kullanılan regresyon modelleridir. Bu regresyon modelleri ile sayımın olasılığı, poisson ve negatif binom dağılımları ile modellenmektedir. Poisson ve negatif binom regresyonda ilgilenilen olayın gözlenen sayısı olan bağımlı değişken kesikli, sayılabilir yapıda iken bağımsız değişken için herhangi bir sınırlama getirilmemiştir. Bazı durumlarda bağımlı değişkende sıfır değeri çok fazla gözlenmektedir ve poisson ile negatif binom dağılıma uyumu bozmaktadır. Bu gibi durumlarda sıfır değer ağırlıklı modeller daha iyi uyum gösterebilmektedir. Hastaneden taburcu olmuş hastanın belirli bir süre içerisinde tekrar hastaneye başvurması yeniden yatış (yeniden yatış) olarak tanımlanır. Sağlık harcamalarını azaltmak, hasta bakım kalitesini yükseltmek, sağlık hizmetlerinin verimliliğini ve sağlıkta kaliteyi arttırmak için hastaların hastaneye yeniden yatış sayısını etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi önemlidir.

Bu tez çalışmasındaki amaç, hastaların yeniden yatış durumları ve yeniden yatışı etkileyen faktörlerin regresyon yöntemleri kullanılarak veriye en uygun regresyon yöntemi ve model seçiminin incelenmesidir.

Eldeki tüm değişkenlerin geriye doğru seçim yöntemi uygulandığında, AIC, BIC ve LL değerlendirilerek ve uygulanan Vuong testi ile, sıfır değer ağırlıklı negatif binom modelin en uygun regresyon modeli olduğu gözlenmiştir. Bu modelde Sayım Bileşeninde; Sabit, Yaş, Histopatoloji, Komplikasyon ve Ameliyat grubu. Sıfır Bileşeninde ise; Yatış Süresi(gün), Histopatoloji ve Komplikasyon değişkenleri anlamlı bulunmuştur.

Anahtar sözcük: Regresyon analizi, yeniden yatış, poisson regresyon, negatif binom regresyon, Sıfır değer ağırlıklı regresyon analizi

ABSTRACT

Evaluation of Readmission to the Hospital Using Regression Methods

As in many fields, regression analysis is frequently used in health sciences. Different models are used depending on the structure of the dependent variable examined. Poisson and negative binomial regression are the most commonly used regression models when the dependent variable is discrete. Poisson and negative binomial distributions are used to model the probability of counts. Poisson and negative binomial regression require the dependent variable to be discrete and countable but there is no restriction for the independent variable. In some cases, the dependent variable has so many zero counts that it disrupts the fit to the poisson and/or negative binomial distribution. In such cases, zero-inflated regression models may fit better. Re hospitalization of patients who have been discharged from the hospital within a certain period is defined as readmission (re-admission). It is important to evaluate the factors affecting the number of hospitalizations of patients in order to reduce health expenditures, improve the quality of patient care, increase the efficiency of health services and quality in health.

The aim of this thesis study is to evaluate the regression methods and regression models to select the most suitable one for the patients' readmission status data obtained from the hospital database and identify the factors affecting the readmission.

The evaluation of the Vuong test applied to AIC, BIC and LL obtained from the backward model selection to poisson, negative binomial and their zero-inflated regression models, result in favor of zero-inflated negative binomial model. For which the constant, Age, Pathology, Blood product and Surgery group were found to be significant in the Count Component whereas Duration of Hospitalization (days), Pathology and Blood product variables were found to be significant in the Zero Component.

Keywords: Regression analysis, Readmission, Poisson Regression, Negative Binomial Regression, Zero inflated model

1. GİRİŞ

Regresyon analizi; bağımlı değişken(ler) ile bağımsız değişken(ler) arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak için kullanılan istatistiksel yöntemlerden biridir (1). Regresyon analizinde incelenen bağımlı değişkenin yapısına göre farklı regresyon modelleri kullanılmaktadır. Sağlık alanında, bağımlı değişkenin sayımla elde edildiği durumlarla sıklıkla karşılaşılmaktadır. Sayımla elde edilen bir değişken olan yeniden yatış, hastaneden taburcu olmuş hastanın belirli bir süre içerisinde tekrar hastaneye başvurması olarak tanımlanır. Sağlık harcamalarını azaltmak, hasta bakım kalitesini yükseltmek, sağlık hizmetlerinin verimliliğini ve sağlıkta kaliteyi arttırmak için hastaların hastaneye yeniden yatış sayısını etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi önemlidir. Bu çerçevede, poisson regresyon ve negatif binom regresyon modelleri kullanılabilir. Poisson dağılımının en önemli özelliği bağımlı değişkenin ortalaması ve varyansının μ olmasından dolayı eşit yayılım göstermesidir. Ancak ortalamanın varyansa eşit olma özelliğinin sağlanması durumu ile sık karşılaşılmamaktadır. Bu varsayımın sağlanamadığı durumlarda ise alternatif regresyon modellerinden; negatif binom regresyon, sıfır değer ağırlıklandırılmış poisson ve sıfır değer ağırlıklandırılmış negatif binom regresyon yöntemlerinin kullanılması uygun olacaktır.

Bu tez çalışmasındaki amaç, hastane veri tabanından alınan verilerle hastaların yeniden yatış durumları ve yeniden yatışı etkileyen faktörlerin regresyon yöntemleri kullanılarak veriye en uygun regresyon yöntemi ve model seçiminin incelenmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Regresyon Analizi

Regresyon analizi, iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi modellemek ve incelemek için kullanılan bir yöntemdir (2). Bir değişken üzerinde meydana gelen değişimin, başka bir değişken ile açıklanıp açıklanamayacağı konusunda tahminler yapılmasına imkan verir. Regresyon modelinde tahmin edilen (sonuç) veya açıklanan değişkene bağımlı değişken denir. Bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasında bir ilişki olduğu varsayılır ve bağımlı değişken genellikle 'Y' ile gösterilir. Regresyon modelinde açıklayıcı değişken olarak da tanımlanan bağımsız değişken, bağımlı değişkenin değerini tahmin etmek için kullanılır ve genellikle 'X' ile gösterilir. Tek bir bağımsız değişken olduğunda basit regresyon analizi, birden fazla bağımsız değişken olduğunda ise çoklu regresyon analizi olarak adlandırılır.

Basit doğrusal regresyon modeli;

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$$

olarak ifade edilir. Burada;

β_0 : X=0 olduğunda bağımlı değişkenin alacağı değer (Kesim noktası)

Y: Bağımlı Değişken

β_1 : Regresyon Katsayısı

ε : Hata Terimi

olarak tanımlanır. k , bağımsız değişken sayısı olmak üzere çoklu doğrusal regresyon modeli aşağıdaki gibidir:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon$$

Regresyon analizinde bağımlı değişkenin tipine, bağımsız değişken sayısına ve iki değişken arasındaki ilişkinin doğrusal olup olmadığına bağlı olarak farklı yöntemler kullanılır. Basit doğrusal regresyon, doğrusal olmayan regresyon, çoklu doğrusal

regresyon, lojistik regresyon, poisson regresyon, cox regresyon en sık kullanılan regresyon yöntemleridir (3).

Bir olayın belirli bir süre içerisinde meydana gelme sayısı, sayma verileri olarak tanımlanabilir. Sayma verilerine ilk olarak biyoistatistik, aktüeryal bilimler ve demografi alanındaki çalışmalarda rastlanmıştır. Bağımlı değişkenin kesikli ve sayıma dayalı olması durumunda en uygun regresyon yöntemlerinin başında poisson regresyon yöntemi gelmektedir. Poisson regresyon yönteminde amaç, sayıma dayalı bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasında ilişkiyi değerlendirmektir (4).

2.1.1. Poisson Regresyon Analizi

Poisson regresyon yöntemi, belirli bir zaman aralığında meydana gelen olayları inceler. Bağımlı değişkenin kesikli olduğu ve olasılık dağılımının negatif değer içermediği, ortalama ve varyansın birbirine eşit olması durumunda kullanılacak en uygun regresyon yöntemidir. Bağımlı değişken bu özellikleri sağladığında Poisson regresyon yöntemi yerine diğer regresyon yöntemlerinin uygulanması, tahminlerin yanlış olmasına neden olabilir (5).

Poisson regresyon analizinin en önemli özelliği bağımlı değişkenin ortalama ve varyansının birbirine eşit olmasıdır. Fakat bu durumun sağlanması her zaman mümkün olmamaktadır. Bağımlı değişkenin varyansının ortalamasından büyük olması aşırı yayılım (overdispersion), küçük olması ise az yayılım olarak (underdispersion) adlandırılmaktadır (6).

Aşırı yayılım veya az yayılım olması durumunda poisson regresyon yöntemini uygulamak parametre tahminleri ve standart hatalarında sapma olmasına neden olacaktır. Bu gibi durumlarda alternatif modellerden negatif binom regresyon veya sıfır değer ağırlıklandırılmış regresyon yöntemleri kullanılmaktadır.

Poisson regresyon modeli; Bağımlı değişkenin logaritması, bağımsız değişkenlerin doğrusal fonksiyonu ile bağlantılıdır. Tek bir bağımsız değişken bulunduğu,

$$\log_e(Y)=\beta_0+\beta_1X_1 \quad (1)$$

Birden fazla bağımsız değişken bulunduğunda ise,

$$\log_e(Y) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k \quad (2)$$

olarak ifade edilir. Modelde;

$\log_e(Y)$: Bağımlı değişkenin tahmin edilen değeri

β_0 : Doğrunun y eksenini kestiği nokta

β_1, \dots, β_k : Bağımsız değişkenlerin regresyon katsayıları

X_1, \dots, X_k : Bağımsız değişkenlerin değerleri

olarak tanımlanmaktadır (7).

Başka bir gösterim ile poisson regresyon modeli;

$$Y = (e^{\beta_0})(e^{\beta_1 x_1})(e^{\beta_2 x_2}) \dots$$

$y_i = e^{x_i \beta} + \varepsilon_i$ olarak elde edilir. Poisson regresyon modeli tahmin edicilerin doğrusal fonksiyonunun bir logaritmik dönüşümü olarak tanımlanabilir.

Beklenen değer: $E(x_i' \beta + \varepsilon_i) = E(x_i' \beta) + E(\varepsilon_i) = E(x_i' \beta) + 0 = x_i' \beta$

$$E(Y_i) = x_i' \beta = \lambda_i$$

Varyans: $Var(Y_i) = E(Y_i^2) - [E(Y_i)]^2 = \lambda_i$

$$y_i = E(Y_i) + \varepsilon_i = \lambda_i + \varepsilon_i$$

$\varepsilon_i = y_i - \lambda_i$ olmak üzere,

Hata için ortalama: $E(\varepsilon_i) = E(y_i - \lambda_i) = E(y_i) - E(\lambda_i) = \lambda_i - \lambda_i = 0$

Hata için varyans: $Var(\varepsilon_i) = Var(y_i - \lambda_i)$

$$Var(\varepsilon_i) = Var(y_i)$$

Burada $\lambda_i =$ sabit sayı (8).

Poisson regresyon varsayımları;

- Bağımlı değişkenin poisson dağılımına sahip olması,
- Bağımlı değişkenin ortalama ve varyansının birbirine eşit olması,
- Gözlemlerin bağımsız olması,
- Bağımlı değişken de elde edilen değerlerin çok fazla sıfır değerine sahip olmaması,
- Her bireyin gözlem süresinin eşit olması (6).

Daha önce de belirtildiği gibi poisson modelinde ortalama ve varyansın eşitliği söz konusudur ve bu durum 'eşit yayılım' olarak ifade edilmektedir. Aşırı yayılım veya az yayılımın olması durumunda poisson regresyondan elde edilen tahminler yeterince etkin olmamaktadır.

Aşırı yayılım, modelin açıklayıcı yönünden olumsuz etkileyecek olmasından dolayı istenmeyen bir durumdur (9).

Bağımlı değişkende sıfır değerlerinin beklenenden fazla olması durumu da poisson regresyon yönteminde eşit yayılımın bozulmasına sebep olduğundan alternatif olarak Negatif binom regresyon ve Sıfır değer ağırlıklı regresyon modeller kullanılabilir.

2.1.2. Negatif Binom Regresyon Analizi

Negatif binom regresyon yöntemi(NBR), bağımlı değişkenin varyansının ortalamasından büyük olduğu durumlarda, ortalamanın varyanstan farklı olduğu poisson verilerini modellemek için kullanılan yöntemlerden biridir (10).

Negatif binom dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonu;

$$P(Y_i = y_i, a, d) = \frac{(y_i + d - 1)!}{y_i! (d - 1)!} \frac{\alpha^{y_i}}{(1 - \alpha)^{y_i + d}}$$

şeklindedir. Burada,

$y_i: 0,1,2,\dots$

d : Yayılım parametresi

α : Bir olayın birim zaman da ortaya çıkma olasılığı

olarak ifade edilir. Beklenen değer ve varyans sırasıyla aşağıda ifade edilmiştir.

Beklenen değer: $E(Y) = d\alpha$

Varyans: $Var(Y) = d\alpha + d\alpha^2$ dir.

Negatif binom regresyon modeli;

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_n X_{in}$$

şeklindedir.

2.1.3. Sıfır Değer Ağırlıklı Modeller

Sayıma dayalı veri kümesinde sıfır değerlerinin fazla olduğu durumlarda veri setinin dağılımı genellikle sağa çarpık olduğu gözlenmektedir. Aşırı yayılım olması ve bağımlı değişkende gözlenen sıfır değerlerinin beklenenden daha fazla olması durumunda sıfır değer ağırlıklı (zero inflation) modelleri kullanılabilir (11). Sıfır değerlerin beklenenden fazla olduğu durumlarda verinin dağılımı sağa çarpık yapıya sahip olacağından ($\log(Y)$ normal dağılımdan uzaklaşacağından) doğrusal regresyon yöntemi uygulanamaz. Bu tür durumlarda bağımlı değişkendeki sıfır değerlerini dışlamak yanlı ve hatalı sonuçlara neden olacağından alternatif analiz yöntemleri tercih edilmelidir. Dolayısıyla, sıfır değerleri dikkate alan Sıfır Değer Ağırlıklı Poisson Regresyon (SDAP) ve Sıfır Değer Ağırlıklı Negatif Binom Regresyon (SDANB) modelleri kullanılmalıdır (12).

2.1.3.1. Sıfır Değer Ağırlıklı Poisson Regresyon Modeli

SDAP regresyon, bağımlı değişkenin poisson dağılımından geldiği varsayılır ve veri kümesinde beklenenden fazla sayıda sıfır değer içermesi durumunda bağımlı değişkenin modellenmesinde kullanılır. SDAP regresyon yönteminin, iki farklı veri grubunun modellenmesi ile meydana geldiği varsayılmaktadır: Birincisi, sadece sıfır değerlerinin olduğu gruptan oluşurken ikincisi, poisson dağılımlı veri grubundan oluşan ve sıfırları da içeren gruptan oluşmaktadır ve bu grup poisson regresyon ile modellenmektedir (13). Burada ikinci grubun oluşturduğu poisson dağılımlı veri grubunda aşırı yayılım olması durumunda alternatif model olan NBR kullanılması gerekmektedir (14).

SDAP regresyon yöntemi, ilk olarak Diana Lambert'ın 1992 yılındaki imalat kusurları ile ilgili çalışmasında tanımlanmıştır (15).

Sıfır değer ağırlıklı negatif binom regresyonu, SDAP regresyonunda ki gibi iki farklı şekilde modellenmektedir. PR, NBR, SDAP ve SDANB regresyon modellerinde parametre tahminleri yaygın olarak beklenti maksimizasyonu (Expectation Maximization: EM) algoritması ile en yüksek olasılıklı (Maximum Likelihood: ML) yöntemi kullanılarak elde edilmektedir (16).

Beklenenden fazla sayıda sıfır değerine sahip Y_i bağımlı değişkeni açıklamak için SDAP regresyon modeli;

$$P(Y_i|x_i) = \begin{cases} \pi_i + (1 - \pi_i) \exp(-\mu_i), & y_i = 0 \\ \frac{(1 - \pi_i) \exp(-\mu_i) (\mu_i)^{y_i}}{y_i!}, & y_i > 0 \end{cases}$$

$$\log(\mu) = X\beta$$

$$\mu = \exp(X\beta)$$

Burada π ekstra sıfırların olma olasılığını gösterirken, SDAP regresyonda bağımlı değişkenin hangi veri grubuna dahil olduğunu belirlemek için Logit fonksiyonu kullanılır.

$$\text{logit}(\pi) = \log\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) = G_Y$$

$$\pi = \frac{\exp(G_Y)}{1 + \exp(G_Y)}$$

olarak tanımlanır. SDAP modeli için log olabilirlik fonksiyonu,

$$L(y, \beta, Y) = \sum_{y_i=0} \log(e^{G_i Y} + \exp(-e^{x_i \beta})) + \sum_{y_i>0} (y_i x_i \beta - e^{x_i \beta}) - \sum_{y_i=0} \log(1 + e^{G_i Y}) - \sum_{y_i>0} \log(y_i!)$$

olarak yazılabilir. Burada,

x, G : Ortak değişken matrisler

β : $(p + 1) \times 1$ boyutlu bilinmeyen parametre vektörü

Y : $(q + 1) \times 1$ boyutlu bilinmeyen parametre vektörü

y_i : 1 ve 0 değerlerini alan indikatör değişken

olarak tanımlanır. y_i indikatör değişkeni modele dahil olduktan sonra log olabilirlik fonksiyonu;

$$\begin{aligned} L(Y, \beta, y, z) &= \sum_{i=1} \log(f(z_i | Y)) + \sum_{i=1} \log(f(y_i | z_i, \beta)) \\ &= \sum_{i=1} (z_i G_i Y - \log(1 + e^{G_i Y})) + \sum_{i=1} (1 - z_i)(y_i x_i \beta - e^{x_i \beta}) - \sum_{i=1} (1 - z_i) \log(y_i!) \\ &= L(Y; y, z) + L(\beta, y, z) - \sum_{i=1} (1 - z_i) (\log(y_i!)) \end{aligned}$$

$$z_i = \begin{cases} (1 + e^{G_i Y - \exp(x_i \beta)})^{-1}, & y_i < 0 \\ 0, & y_i \geq 1 \end{cases}$$

şeklinde. Aşırı yayılım olduğu durumlarda SDAP yerine SDANB regresyonu tercih edilir (13).

2.1.3.2. Sıfır Değer Ağırlıklı Negatif Binom Regresyon Modeli

Sıfır değerlerinin beklenenden çok fazla olduğu ve aşırı yayılım olması durumlarında y_i bağımlı değişkeninin modellenmesinde kullanılan SDANB, alternatif regresyon yöntemlerinden biridir. Negatif binom regresyon modelinin Greene (1994) tarafından geliştirilmiş şekli olarak tanımlanır (17).

SDANB regresyon modeli;

$$P(Y_i | x_i) = \begin{cases} \pi_i + (1 - \pi_i)(1 + \alpha\mu_i)^{-\alpha^{-1}} & y_i = 0 \\ (1 - \pi_i) \frac{\Gamma(y_i + \alpha^{-1}) \alpha^{y_i} \mu_i^{y_i}}{y_i! \Gamma(\alpha^{-1}) (1 + \alpha\mu_i)^{y_i + \alpha^{-1}}} & y_i > 0 \end{cases}$$

olarak tanımlanır (17). Beklenen değer ve varyans sırasıyla aşağıda ifade edilmiştir.

$$\text{Beklenen değer: } E(Y_i) = (1 - \pi_i)\mu_i$$

$$\text{Varyans: } \text{Var}(Y_i) = E(Y_i)(1 + \alpha\mu_i + \pi_i\mu_i)$$

SDANB regresyon modeli $\pi_i = 0$ ise negatif binom regresyon modeline,

limit $\alpha \rightarrow 0$ olması durumunda ise SDAP regresyon modeline indirgenir (18).

$$\begin{aligned} L &= \sum_{y_i > 0} x_i \beta - \sum_{i=1}^n \log(1 + \exp(x_i \beta)) + \sum_{y_i > 0} [y_i z_i \alpha - \exp(z_i \alpha) \\ &\quad - \log(1 - \exp(-\exp(z_i \alpha))) - \log(y_i!)] \\ &= L(\beta) + L(\alpha) \end{aligned}$$

olarak tanımlanır. $L(\beta)$ ve $L(\alpha)$ maksimize edilerek ML tahminleri elde edilir (19).

2.1.4. Regresyon Katsayılarının Önemliliği

Regresyon katsayı tahminlerinin anlamlı olup olmadığı test etmek için literatürde sıklıkla kullanılan testler: Olabilirlik oran testi, Wald testi (20).

2.1.4.1. Olabilirlik Oran Testi

Olabilirlik oran testi, bağımsız değişkenin anlamlılığını inceler. Test istatistiği (G),

$$G = -2 \ln \frac{L(\text{değişken modele dahil olmadığında olabilirlik})}{L(\text{değişken modele dahil olduğunda olabilirlik})}$$

olarak ifade edilir. Elde edilen test istatistiğinin küçük olması, modele eklenen değişkenin etkisinin olmaması veya değişkenin modelde bulunmasına gerek olmadığını göstergesidir. Model seçimi yapılırken LL değeri en büyük olan değer uygun model olarak kabul edilir (21).

2.1.4.2. Wald Testi

Regresyon katsayılarının anlamlı olup olmadığını test etmek için kullandığımız bir diğer test olan Wald test istatistiği;

$$W = \frac{\hat{\beta}_1}{S(\hat{\beta}_1)}$$

$\hat{\beta}_1$: Maksimum olabilirlik tahmini

$S(\hat{\beta}_1)$: $\hat{\beta}_1$ 'nin standart hatası

W , Standart normal dağılım (Z) göstereceğinden anlamlılığı test etmek için;

$$H_0 : \beta_1 = 0$$

$$H_1 : \beta_1 \neq 0$$

Anlamlılık testi için H_0 hipotezi test edilir eğer W istatistiği tablo değerinden büyük ise H_0 hipotezi red edilir ve W istatistiği anlamlı kabul edilir (22,23).

2.1.5. Uygun Model Seçimi

Veri kümesini modellemek için çeşitli regresyon modelleri mevcuttur. Veri kümesi ile model arasındaki uygunluğun testi için çeşitli istatistiksel yöntemler geliştirilmiştir: Akaike bilgi kriteri(AIC), Bayesçi bilgi kriterisi, Vuong testi en sık kullanılan yöntemlerdir.

Akaike Bilgi Kriteri

Japon istatistikçi Hirotugu Akaike tarafından geliştirilen bir test olan (AIC), modellerin karşılaştırılmasında kullanılan en yaygın testlerden biridir (24). Model karşılaştırmalarında AIC değeri en küçük olan model en uygun model olarak kabul edilir. AIC aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$AIC = -2L(\hat{\theta}) + 2k$$

$L(\hat{\theta})$: Log-olabilirlik fonksiyonunun maksimum değeri

k : Parametre sayısı

AIC, likelihood fonksiyonuna ve dağılımdaki parametre sayısına bağlı iken, gözlem sayısına bağlı değildir.

Bayesçi Bilgi Ölçütü

Bayesçi bilgi kriteri (BIC) uygun model seçimi için kullanılan yöntemlerden biridir. AIC'de olduğu gibi BIC değeri en küçük olan değer en uygun modeldir.

$$BIC = -2L(\hat{\theta}) + k \cdot \log n$$

$L(\hat{\theta})$: Logaritmik likelihood fonksiyonunun maksimum değeri

k : Parametre sayısı

n : Örneklem sayısı

BIC, örnek büyüklüğüne bağlı olmasıyla AIC' den farklılık göstermektedir.

Vuong Testi

Vuong testi, bağımlı değişkende sıfırların fazla olduğu durumda Poisson ve negatif binom modelleri ile sıfır değer ağırlıklı modeller arasındaki model uyum farkının anlamlılığını test eder. Modeller ikili karşılaştırma yapılarak test edilir.

$$\hat{p}_i = \Pr(y_i|M_1)$$

$$\hat{q}_i = \Pr(y_i|M_2)$$

Burada \hat{p} ve \hat{q} model 1 ve model 2 den ML tahminleri dir ve $m_i = \log(p_i) - \log(q_i)$ dir. Örnekleme standart sapması olan S_m bu m_i değerlerine ait standart sapmadır.

Test istatistiği aşağıda verilmiştir:

$$V = \frac{\bar{m}\sqrt{n}}{S_m}$$

m_i , \bar{m} ortalamalı ve S_m standart sapmalı iken V asimtotik olarak normal dağılıma sahiptir (25).

AIC ve BIC düzeltmeli Vuong testi:

$$V(\text{AIC}) = m_i + (k_1 - k_2)/n$$

$$V(\text{BIC}) = m_i + (k_1 - k_2) (\log(n)/2n)$$

2.2. Yeniden yatış

Günümüzde birçok ÷lke için sağlık harcamaları ekonomide önemli bir yer tutmaktadır. Gelişmiş ÷lkelerin birçoğu gayri safi milli hasıla artışlarından daha yüksek oranda sağlık harcamalarına pay ayırmaktadır. Bu durum uzmanları tıbbi harcamalar kalemini gözden geçirmeye sevk etmiştir. Bu noktada yeniden yatış problemi de gündeme gelmiştir. Örneğin ABD'de 1993 yılında yapılan bir çalışmada; yeniden yatışların oranı

%50'lere varırken söz konusu yeniden yatışların maliyeti hastane maliyetlerinin %60'ını oluşturduğu gözlemlenmiştir (26). New England Journal of Medicine dergisinde yayınlanan bir çalışmada ise ABD sağlık güvence sisteminden (Medicare) yararlanan hastaların yaklaşık %20'si (2.3 milyon) taburcu olduktan sonra 30 gün içerisinde tekrar hastaneye yatmıştır. Türkiye'de ise GATA baz alınarak yapılan çalışmada bir yıl içerisindeki 1101 gereksiz yeniden yatışın maliyeti 1.232.000 TL olarak belirlenmiştir (27). Yeniden yatış ile ilgili çalışmalar artarak devam etmekte ve bu kapsamda yeniden yatışlar ile ilgili Türkiye' de bütünsel bir yaklaşımın olmaması ülkemiz için eksikliklerdir.

Yeniden yatış süreci sağlık sistemi için ekstra maliyetlere yol açmakla birlikte hasta ve hasta bakıcıları için de yıpratıcı olmaktadır. Ayrıca hastalar ve hasta yakınları için stres kaynağı olan yeniden yatışlar özellikle yaşlı hastalarda ciddi bir işlev kaybına yol açmaktadır (28).

Bütün bu etkiler göz önünde bulundurulduğunda yeniden yatışlar, hastaneler için önemli bir kalite kriteri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Literatürde yeniden yatış (Yeniden yatış); Taburcu edilen hastaların belli periyotlar (30, 60, 90) içerisinde aynı hastalık veya söz konusu hastalık için uygulanan tedavi yöntemleri nedeniyle hastaneye tekrar başvurusu sorunu olarak tanımlanmıştır. Yeniden yatışlar zaman kriteri açısından üç alt grupta incelenmektedir:

- 30 gün içerisinde gerçekleşen yeniden yatış,
- 31-60 gün içerisinde gerçekleşen yeniden yatış,
- 61-90 gün içerisinde olan yeniden yatışlar.

Literatürde yer alan çalışmalarda yeniden yatış zaman kriteri olarak sıklıkla 30 gün baz alınmaktadır. Farmer ve arkadaşları (1989) ise, yeniden yatış kavramını;

- İlk yatıştan kaynaklanan tıbbi şikayetlerin olması,
- İlk yatıştaki hastalığın (teşhisin) tekrar görülmesi,
- İlk yatışta planlı bir tedavinin olması,
- İlk yatışla ilgili yeni teşhislerin olması

gibi unsurlar ile genişletmiştir. Diğer bir husus da yeniden yatışa neden olan faktörlerin tespitidir. Yeniden yatışa sebep olabilecek faktörler oldukça fazladır, bu faktörler:

- Hastaya ilişkin faktörler (yaş, cinsiyet vb.)
- Hastalığa bağlı faktörler (eşlik eden hastalık, evre, histopatolojisi, vb.)
- Sağlık sistemi ve prosedüre bağlı faktörler (taburcu şekli, taburcu durumu, ortalama yatış süresi vb.)
- Girişimsel hatalar (Komplikasyon, Malpraktis)

olmak üzere farklı başlıklar başlık altında incelenebilir (29,30).



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kadın Hastalıkları ve Doğum anabilim dalında jineko-onkoloji servisinde, 2017 yılında ameliyat kararı alınan ve hastanede yatışı olan 437 kişinin bulunduğu gerçek veri setinden yararlanılmıştır.

Bu veri setinde yeniden yatış sayısını etkileyen olası risk faktörleri yaş, doğum yeri, kan grubu, yatış süresi, eşlik eden hastalık, histopatolojik tanı, komplikasyon gelişmesi ve ameliyat grubu olmak üzere bağımsız değişkenlerden oluşmaktadır (Çizelge 3.1). Veri setinde belirtilen yatış süresi; ameliyat sonrasında kadın doğum servisinde yattığı gün sayısı, Histopatoloji tanı; benign veya malign olduğunu, komplikasyon; veri kümesinde bulunan hastalara girişim nedeniyle bir yan etki-komplikasyon gelişip gelişmediği, Ameliyat grubu (minör ve majör) ise hastanın hangi ameliyat grubuna ait olduğunu ifade etmektedir. Bu değişkenler kullanılarak regresyon modeli ile hastaların yeniden yatışı modellenmeye çalışılmıştır.

Bu değişkenler kullanılarak kadın doğum servisinde ameliyat olmuş hastaların yeniden hastaneye yatışına etki eden bağımsız faktörlerin regresyon yöntemleri ile modellenmesi ve sonuçlarının karşılaştırılması incelenmiştir.

Kullanımı için etik kurul izni alınan verilerin analizinde R studio versiyon 1.0.143 programlama dilinden yararlanılmıştır.

Çizelge 3.1. Değişkenlere ait açıklamalar

Değişken	Açıklaması
Yeniden Yatış	Taburcu edilen hastaların 30 gün içerisinde aynı hastalık veya söz konusu hastalık için uygulanan tedavi yöntemleri nedeniyle hastaneye tekrar başvurması
Yaş	Hasta Yaşı (yıl)
Doğum yeri	Adana Adana Dışı
Kan grubu	0 A B AB
Yatış Süresi(gün)	Süre (gün)
Ek Hastalık	0 (yok), 1 (var)
Histopatoloji	0 (Benign), 1(Malign)
Komplikasyon	0 (yok), 1 (var)
Ameliyat grubu	0 (Minör), 1 (Majör)

4. BULGULAR

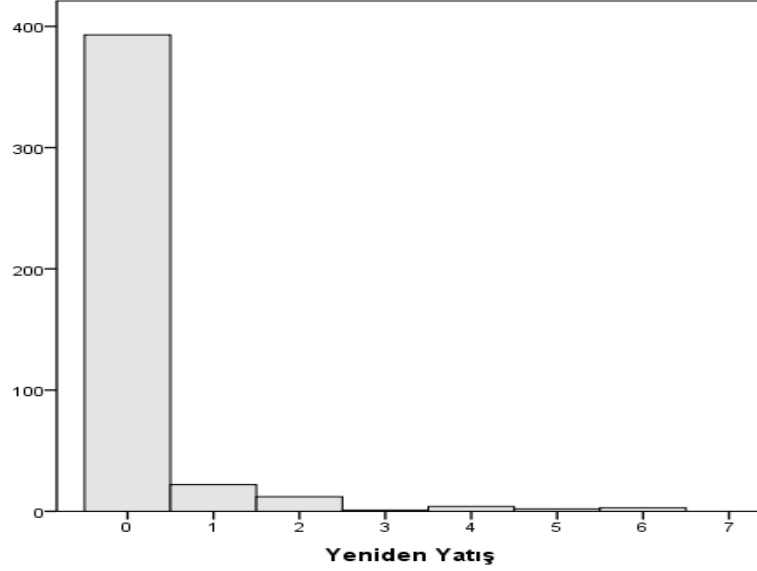
Hastaların demografik ve klinik özellikleri Çizelge 4.1’de özetlenmiştir. Örneklemin yaş ortalaması 50.7 ± 13.3 ‘tür. Hastaların (%45.1) A kan grubuna sahiptir. A ameliyat grubu 104(%23.8) ve B ameliyat grubu ise 333(%76.2) kişiden oluşmaktadır. Bireylerin 30 gün içindeki hastaneye yeniden yatış sayısının %89.9’u sıfır gündür.

Çizelge 4.1. Hastaların demografik ve klinik özelliklerine ait tanımlayıcılar (n=437)

Demografik Özellikler	
Yaş ^a	50.7±13.3
Doğum yeri ^b	50.0(15.0-86.0)
Adana içi	198(45.3)
Adana dışı	239(54.7)
Klinik Özellikler	
Kan grubu ^b	
0	141(32.3)
A	197(45.1)
B	78(17.8)
AB	21(4.8)
Yatış Süresi(gün) ^a	3.8±3.3
	3.0(1.0-22.0)
Ek Hastalık ^b	
Yok	415(95.0)
Var	22(5.0)
Histopatoloji ^b	
Benign	218(49.9)
Malign	219(50.1)
Komplikasyon ^b	
Yok	334(76.4)
Var	103(26.6)
Ameliyat grubu ^b	
Minör	333(76.2)
Majör	104(23.8)
Yeniden yatış sayısı ^b	
0	393(89.9)
1	22(5.0)
2	12(2.7)
3	1(0.2)
4	4(0.9)
5	2(0.5)
6	3(0.7)
Yeniden yatış sayısı ^a	0.21±0.64
	0(0-6)

^a Ortalama±standart sapma, Medyan(min-maks); ^b n(%)

Bu tez çalışmasında sayıya dayalı olan yeniden yatış sayısı değişkeni sonuç değişkeni olarak ele alınmıştır. Amaç, sonuç değişkenini etkileyen faktörleri saptamak olduğundan, öncelikle yeniden yatış sayısının dağılımı incelenmiştir. Yeniden yatış sayısının dağılımına ait histogram grafiği Şekil 4.1’de yer almaktadır.



Şekil 4.1. Yeniden Yatış sayısı değişkenine ait histogram.

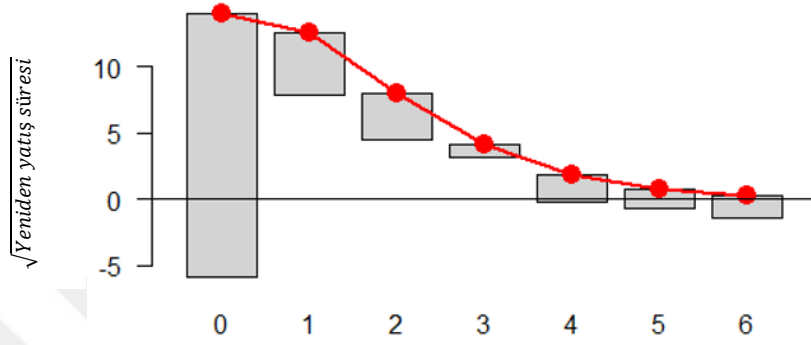
Şekil 4.1’de yeniden yatışın sağa çarpık bir dağılıma sahip olduğu görülmektedir. Normalliği sağlamak adına denenen dönüşüm (logaritmik) sonucunda verinin sağa çarpıklığı giderilememiştir. Bu nedenle sonuç değişkeninin dağılımı normal dağılıma uymadığından öncelikle Poisson regresyon analizi ile inceleme yapılmıştır. Bu kapsamda ilk olarak yeniden yatış sayısının Poisson dağılımına uygunluğu ki-kare uyum iyiliği testi ile değerlendirilmiştir:

H_0 : Yeniden yatış süresi Poisson dağılımı ile uygunluk göstermektedir.

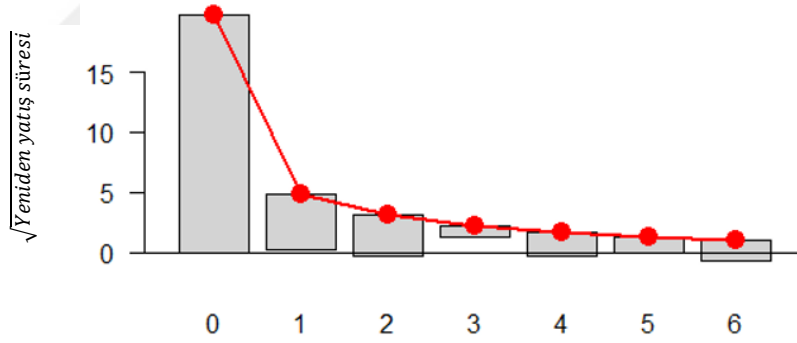
H_1 : Yeniden yatış süresi Poisson dağılımı ile uygunluk göstermez.

Yeniden yatış süresi değişkeninin dağılımının Poisson dağılımına uymadığı saptanmıştır ($\chi^2 = 478.93$, $p < 0.001$) (Şekil 4.2). Ek olarak sonuç değişkeni için aşırı yayılım Pearson ki-kare testi ile incelenmiştir ve aşırı yayılım olduğu saptanmıştır (aşırı yayılım oranı=2.91; $\chi^2 = 1248.54$, $p < 0.001$). Aşırı yayılım olması durumunda sıklıkla tercih edilen regresyon modellerinden biri negatif binom regresyon yöntemidir. Yeniden

yatış süresinin negatif binom dağılımına uygunluğu ki-kare uyum iyiliği testi ile değerlendirilmiştir. Yeniden yatış süresi değişkeninin dağılımının negatif binom dağılımına uyduğu saptanmıştır ($\chi^2 = 4.43, p=0.350$)(Şekil 4.3.).



Şekil 4.2. Poisson dağılımına uyum grafiği



Şekil 4.3. Negatif Binom dağılımına uyum grafiği

Yeniden yatış sonuç değişkeninin etkileyebilecek potansiyel faktörleri belirlemek adına Poisson, negatif binom, sıfır değer ağırlıklı poisson ve sıfır değer ağırlıklı negatif binom regresyon yöntemleri ile elde edilen bulgulara Çizelge 4.2’de yer verilmiştir.

Bu regresyon analizleri ile elde edilen tahminler incelendiğinde,

- ✓ Poisson Regresyon yönteminde yatış süresi, Histopatoloji, komplikasyon ve ameliyat grubu;
- ✓ Negatif binom regresyon yönteminde yatış süresi ve Histopatoloji;
- ✓ Sıfır değer ağırlıklı poisson regresyon yönteminde
 - Sayım bileşeni için histopatoloji;
 - Sıfır bileşeni için ameliyat grubu
- ✓ Sıfır değer ağırlıklı negatif binom regresyon yönteminde
 - Sayım bileşeni için histopatoloji, komplikasyon, ameliyat grubu;
 - Sıfır bileşeni için yatış süresi ve komplikasyon;

değişkenleri sonuç değişkenini etkileyen istatistiksel olarak anlamlı faktörler olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.3’te regresyon modellerine ilişkin AIC, BIC ve LL değerleri yer almaktadır. AIC, BIC ve LL değerleri aynı anda incelenerek yapılan değerlendirmeler ile sıfır değer ağırlıklı negatif binom regresyon modelinin(en düşük AIC en büyük LL) veri kümesini temsil etme yeteneğine sahip en iyi model olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.2. Poisson ve negatif binom regresyon analizi ile yeniden yatışı etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi

	Poisson Regresyon			Negatif Binom Regresyon			Sıfır Değer Ağırlıklı Poisson Regresyon			Sıfır Değer Ağırlıklı Negatif Binom Regresyon		
	Katsayı tahmini	Standart hata	P değeri	Katsayı tahmini	Standart hata	P değeri	Katsayı tahmini	Standart hata	P değeri	Katsayı tahmini	Standart hata	P değeri
Sayım Bileşeni (Count component)												
Sabit	-2.32	0.81	0.004	-3.44	1.32	0.009	-1.58	1.44	0.272	-4.84	1.48	0.001
Yaş	0.02	0.01	0.062	0.03	0.01	0.061	-0.01	0.01	0.823	0.02	0.01	0.126
Doğum yeri	-0.17	0.21	0.401	0.09	0.36	0.793	0.46	0.28	0.090	-0.43	0.41	0.281
Kan grubu	-0.05	0.09	0.595	0.07	0.16	0.688	-0.05	0.14	0.714	0.04	0.22	0.861
Yatış Süresi(gün)	0.07	0.02	0.001	0.12	0.05	0.009	0.02	0.05	0.587	-0.05	0.05	0.299
Ek Hastalık	0.20	0.50	0.682	0.25	0.69	0.718	0.81	0.66	0.228	-0.34	0.86	0.696
Histopatoloji	0.99	0.32	0.002	0.94	0.43	0.029	1.11	0.56	0.046	1.33	0.57	0.019
Komplikasyon	0.98	0.25	<0.001	0.72	0.43	0.097	0.44	0.59	0.452	1.99	0.55	<0.001
Ameliyat grubu	-0.83	0.26	0.001	-0.81	0.41	0.051	0.59	0.41	0.146	1.01	0.48	0.038
Sıfır Bileşeni (Zero Component)												
Sabit							0.28	1.71	0.868	-34.73	23.13	0.133
Yaş							-0.02	0.02	0.135	0.03	0.08	0.684
Doğum yeri							0.81	0.44	0.069	-0.91	1.28	0.479
Kan grubu							0.04	0.21	0.823	0.83	1.08	0.442
Yatış Süresi(gün)							-0.08	0.06	0.192	-3.14	1.23	0.011
Ek Hastalık							0.90	1.15	0.433	0.33	2.33	0.885
Histopatoloji							0.25	0.65	0.704	1.98	1.81	0.274
Komplikasyon							-0.79	0.58	0.168	16.23	7.24	0.025
Ameliyat grubu							1.83	0.52	<0.001	19.99	12.91	0.121

İstatistiksel olarak anlamlı değerler kalın olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Modellere ilişkin AIC, BIC ve LL değerleri

Poisson			Negatif Binom			Sıfır Değer Ağırlıklı Poisson Regresyon			Sıfır Değer Ağırlıklı Negatif Binom Regresyon		
AIC	BIC	LL	AIC	BIC	LL	AIC	BIC	LL	AIC	BIC	LL
469.37	506.08	-225.69	391.28	432.08	-185.64	383.32	456.76	-173.66	366.83	444.35	-164.42

İncelenen regresyon modellerinin log olabilirlik (LR) test istatistiği kullanılarak karşılaştırmalarına ait sonuçlar Çizelge 4.4'te yer almaktadır. Bu doğrultuda Poisson Regresyon modeli diğer modellere göre veriye daha kötü uyum sağlamaktadır. Benzer şekilde negatif binom regresyon modelinin de sıfır değer ağırlıklı modellere göre veriye uyumu daha düşüktür. Sonuç olarak, sıfır değer ağırlıklı negatif binom regresyon modelinin diğer modellere göre veriye daha iyi uyum sağladığı saptanmıştır.

Çizelge 4.4. Regresyon modellerine ait LR test sonuçları

	LR test istatistiği	p
Poisson		
	80.08 ^a	<0.001
	104.04 ^b	<0.001
	122.53 ^c	<0.001
Negatif Binom		
	23.95 ^b	0.002
	42.44 ^c	<0.001
Sıfır Değer Ağırlıklı Poisson Regresyon		
	18.49 ^c	<0.001

^aNegatif binom ile karşılaştırıldığında

^bSıfır Değer Ağırlıklı Poisson Regresyon ile karşılaştırıldığında

^cSıfır Değer Ağırlıklı Negatif Binom Regresyon ile karşılaştırıldığında

Çizelge 4.5. Regresyon modellerine ait Vuong test sonuçları

	RAW	AIC	BIC
	Vuong Z istatistiği (p değeri)	Vuong Z istatistiği (p değeri)	Vuong Z istatistiği (p değeri)
Poisson Regresyon			
	-2.21(0.013) ^a	-2.21(0.013) ^a	-2.21(0.013) ^a
	-2.58(0.004) ^b	-2.14(0.016) ^b	-1.22(0.109) ^b
	-2.84(0.002) ^c	-2.42(0.007) ^c	-1.57(0.057) ^c
Negatif Binom Regresyon			
	-2.10(0.017) ^b	-0.52(0.301) ^b	2.69(0.003) ^b
	-3.53(<0.001) ^c	-2.03(0.020) ^c	1.02(0.153) ^c
Sıfır Değer Ağırlıklı Poisson Regresyon			
	-1.68(0.045) ^c	-1.68(0.045) ^c	-1.68(0.045) ^c

^aNegatif binom ile karşılaştırıldığında

^bSıfır Değer Ağırlıklı Poisson Regresyon ile karşılaştırıldığında

^cSıfır Değer Ağırlıklı Negatif Binom Regresyon ile karşılaştırıldığında

Vuong testi sonuçları Çizelge 4.5'te özetlemiştir. Raw Vuong Z test istatistiği değerlerine göre Poisson modelinin negatif binom, sıfır değer eğer ağırlıklı poisson regresyon ve sıfır değer ağırlıklı negatif binom regresyon modellerine göre veri kümesini açıklamada daha kötü performansa sahip olduğu saptanmıştır(sırasıyla, $p=0.013$, $p=0.004$ ve $p=0.002$). Benzer şekilde, negatif binom regresyon yöntemi de sıfır değer ağırlıklı poisson regresyon ve sıfır değer ağırlıklı negatif binom regresyon modellerine göre daha kötü performans sergilemektedir(sırasıyla, $p=0.017$ ve $p<0.001$). Son olarak, sıfır değer ağırlıklı poisson regresyon modeli sıfır değer ağırlıklı negatif binom regresyon modellerine göre daha kötü performans göstermektedir($p=0.045$). Bu durumda, Vuong testine göre de sıfır değer ağırlıklı negatif binom regresyon modeli veriye diğer modellere göre daha iyi uyum sağlamıştır.

Ek olarak, AIC ve BIC baz alınarak yapılan Vuong testi sonucunda da en iyi modelin sıfır değer ağırlıklı negatif binom regresyon modeli olduğu belirlenmiştir.

Yeniden yatış sonuç değişkeninin etkileyebilecek potansiyel faktörleri belirlemek adına Poisson, negatif binom, sıfır değer ağırlıklı poisson ve sıfır değer ağırlıklı negatif binom regresyon yöntemleri geriye doğru seçim prosedürü ile değerlendirilmiş ve elde edilen bulgular Çizelge 4.6'da özetlenmiştir.

Geriye doğru seçim prosedürü ile,

- ✓ Poisson Regresyon yönteminde yaş, yatış süresi, Histopatoloji, komplikasyon ve ameliyat grubu;
- ✓ Negatif binom regresyon yönteminde yatış süresi ve Histopatoloji;
- ✓ Sıfır değer ağırlıklı poisson regresyon yönteminde
 - Sayım bileşeni için Histopatoloji ve ameliyat grubu;
 - Sıfır bileşeni için ameliyat grubu
- ✓ Sıfır değer ağırlıklı negatif binom regresyon yönteminde
 - Sayım bileşeni için histopatoloji, komplikasyon, ameliyat grubu;
 - Sıfır bileşeni için yatış süresi ve komplikasyon;

değişkenleri sonuç değişkenini etkileyen istatistiksel olarak anlamlı faktörler olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.7'de Geriye doğru seçim prosedürü ile elde edilen regresyon modellerinin AIC, BIC ve LL değerleri yer almaktadır. AIC, BIC ve LL değerleri aynı anda incelenerek yapılan değerlendirmeler ile sıfır değer ağırlıklı negatif binom regresyon modelinin(en düşük AIC ve BIC, en büyük LL) veri kümesini temsil etme yeteneğine sahip en iyi model olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4 6. Geriye doğru seçim prosedürü ile poisson ve negatif binom regresyon analizi ile yeniden yatışı etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi

	Poisson Regresyon			Negatif Binom Regresyon			Sıfır Değer Ağırlıklı Poisson Regresyon			Sıfır Değer Ağırlıklı Negatif Binom Regresyon		
	Katsayı tahmini	Standart hata	p değeri	Katsayı tahmini	Standart hata	P değeri	Katsayı tahmini	Standart hata	P değeri	Katsayı tahmini	Standart hata	P değeri
Sayım Bileşeni (Count component)												
Sabit	-2.54	0.76	<0.001	-3.18	1.23	0.009	-1.75	0.73	0.016	-3.55	0.91	0.001
Yaş	0.01	0.01	0.057	0.02	0.01	0.068						
Yatış Süresi(gün)	0.07	0.02	0.001	0.12	0.05	0.009				-0.03	0.05	0.412
Histopatoloji	0.99	0.32	0.002	0.97	0.43	0.023	1.04	0.51	0.041	1.55	0.48	0.001
Komplikasyon	0.96	0.25	<0.001	0.69	0.43	0.105	0.59	0.37	0.112	1.74	0.49	<0.001
Ameliyat grubu	-0.82	0.25	0.001	-0.80	0.41	0.051	0.79	0.33	0.018	0.84	0.45	0.004
Sıfır Bileşeni (Zero Component)												
Sabit							-1.38	1.10	0.209	-50.16	83.24	0.954
Yatış Süresi(gün)										-2.85	1.05	0.006
Histopatoloji							0.02	0.60	0.974	2.80	1.56	0.073
Komplikasyon							-0.85	0.46	0.061	15.17	6.14	0.013
Ameliyat grubu							2.17	0.50	<0.001	28.55	44.63	0.948

İstatistiksel olarak anlamlı değerler kalın olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Geriye doğru seçim prosedürü ile elde edilen modellere ilişkin AIC, BIC ve LL değerleri

Poisson			Negatif Binom			Sıfır Değer Ağırlıklı Poisson Regresyon			Sıfır Değer Ağırlıklı Negatif Binom Regresyon		
AIC	BIC	LL	AIC	BIC	LL	AIC	BIC	LL	AIC	BIC	LL
464.67	489.15	-226.34	385.63	414.19	-185.64	375.42	408.07	-179.71	355.59	400.47	-166.80

Geriye doğru seçim prosedürü ile elde edilen regresyon modellerinin LR test istatistiği kullanılarak karşılaştırmalarına ait sonuçlar Çizelge 4.8’de özetlenmiştir. Bu durumda, sıfır değer ağırlıklı negatif binom regresyon modelinin diğer modellere göre daha iyi uyum sağladığı saptanmıştır.

Çizelge 4.8. Geriye doğru seçim prosedürü ile elde edilen regresyon modellerine ait LR test sonuçları

	LR test istatistiği	P değeri
Poisson		
	81.04 ^a	<0.001
	93.24 ^b	<0.001
	119.07 ^c	<0.001
Negatif Binom		
	12.21 ^b	<0.001
	37.68 ^c	<0.001
Sıfır Değer Ağırlıklı Poisson Regresyon		
	25.83 ^c	<0.001

^aNegatif binom ile karşılaştırıldığında

^bSıfır Değer Ağırlıklı Poisson Regresyon ile karşılaştırıldığında

^cSıfır Değer Ağırlıklı Negatif Binom Regresyon ile karşılaştırıldığında

Çizelge 4 9. Geriye doğru seçim prosedürü ile elde edilen regresyon modellerine ait Vuong test sonuçları

	RAW	AIC	BIC
	Vuong Z istatistiği (p değeri)	Vuong Z istatistiği (p değeri)	Vuong Z istatistiği (p değeri)
Poisson Regresyon			
	-2.37(0.008) ^a	-2.37(0.008) ^a	-2.37(0.008) ^a
	-2.36(0.009) ^b	-2.26(0.011) ^b	-2.05(0.019) ^b
	-2.77(0.002) ^c	-2.58(0.004) ^c	-2.21(0.013) ^c
Negatif Binom Regresyon			
	-0.90(0.183) ^b	-0.61(0.271) ^b	-0.01(0.498) ^b
	-2.66(0.003) ^c	-2.10(0.017) ^c	-0.96(0.168) ^c
Sıfır Değer Ağırlıklı Poisson Regresyon			
	-2.08(0.018) ^c	-1.76(0.038) ^c	-1.10(0.134) ^c

^aNegatif binom ile karşılaştırıldığında

^bSıfır Değer Ağırlıklı Poisson Regresyon ile karşılaştırıldığında

^cSıfır Değer Ağırlıklı Negatif Binom Regresyon ile karşılaştırıldığında

Geriye doğru seçim prosedürü ile elde edilen vuong testi sonuçları Çizelge 4.9'da özetlemiştir. Raw Vuong Z test istatistiği değerlerine göre poisson modelinin negatif binom, sıfır değer ağırlıklı poisson regresyon ve sıfır değer ağırlıklı negatif binom regresyon modellerine göre veri kümesini açıklamada daha kötü performansa sahip olduğu saptanmıştır(sırasıyla, $p=0.008$, $p=0.009$ ve $p=0.002$). Fakat negatif binom regresyon yöntemi de sıfır değer ağırlıklı poisson regresyon modeline göre daha iyi performansa sahip iken sıfır değer ağırlıklı negatif binom regresyon modellerine göre daha kötü performans sergilemektedir(sırasıyla, $p=0.0183$ ve $p=0.003$). Son olarak, sıfır değer ağırlıklı poisson regresyon modeli sıfır değer ağırlıklı negatif binom regresyon modellerine göre daha kötü performans göstermektedir($p=0.018$). Geriye doğru seçim prosedürü ile elde edilen regresyon modellerine göre de sıfır değer ağırlıklı negatif binom regresyon modeli veriye diğer modellere göre daha iyi uyum sağlamıştır.

5. TARTIŞMA

Birçok çalışma alanında sıfır değerlerin çok fazla sayıda olduğu sayıma dayalı verilerle karşılaşılmaktadır. Sağlık alanında da bu durumların gözlenmesine karşılık bu konu ile yapılan çalışma sayıları sınırlıdır. Örneğin; hastaneye yeniden yatma durumu sağlık alanında özellikle maliyet artırıcı ve memnuniyeti etkileyen önemli çıktılardan biridir. Bu nedenle hastaneye yeniden yatış durumunu ve etkileyen etkenleri uygun ve doğru yöntemlerle analiz edilmesi önemlidir. Hastaneye yeniden yatış değişkeninde sıfır değeri çok fazla sayıda gözlemlenir. Bu tür değişkenlerde poisson veya negatif binom dağılımına uyumu bozacak kadar fazla sıfır değeri olması durumunda sıfır değer ağırlıklandırılmış poisson veya negatif binom regresyon modelleri veriye daha uyumlu olabilmektedir.

Hastalarda yeniden yatışı etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla kullanılan poisson, negatif binom ve sıfır değer ağırlıklı regresyon modellerin en uygun olanın değerlendirilmesinde AIC, BIC, LL, Vuong (RAW), Vuong(AIC) ve Vuong (BIC) test istatistikleri kullanılmaktadır. Tüm değişkenlerin modelde bulunması durumunda en düşük AIC, BIC ve en yüksek LL değerine sahip model sıfır değer ağırlıklı negatif binom modeli, en iyi model olarak belirlenir.

Bu çalışmanın ilk aşamasında, veri kümesinde yer alan tüm değişkenler ile poisson, negatif binom ve bunların sıfır değer ağırlıklı yaklaşımları kullanılarak yeniden yatışı etkileyen faktörler değerlendirilmiştir. Bu durumda, yaş, doğum yeri, kan grubu ve ek hastalık değişkenlerinin hiçbirinin modelde olmadığı gözlemlendi. Poisson ve negatif binom regresyon modellerinde yatış süresi değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bulunurken sıfır değer ağırlıklı regresyon modellerinde bu değişkenin anlamlı bulunmadığı gözlenmiştir.

Ancak; tüm değişkenlerin modele dahil edilmesi sonucunda, modellerde anlamlı olmayan değişkenlerin bulunması kafa karıştırıcı ve yanıltıcı olabileceğinden, her bir regresyon modelinde geriye doğru seçim yöntemi uygulanarak en uygun model belirlenmiştir. Bu analiz sonucunda modelde bulunan anlamlı değişkenler farklılık göstermiştir. Poisson ve negatif binom regresyon modellerinde yaş değişkeninin yer

aldığı fakat sıfır değer ağırlıklı modellerde yer almadığı gözlemlenmiştir. Sıfır değer ağırlıklı modeller değerlendirildiğinde poisson regresyonu modelinde yer almayan yatış süresi sıfır değer ağırlıklı negatif binom modelinin sıfır bileşeninde anlamlı bulunmuştur. Uygulanan regresyon modelleri arasından AIC, BIC ve LL kriterlerine göre yapılan değerlendirme sonucunda, sıfır değer ağırlıklı negatif binom regresyon yöntemi en iyi model olarak belirlenmiştir. Bu modellerin RAW, AIC ve BIC yöntemlerine dayalı Vuong testi kullanılarak aralarında farklılık değerlendirildiğinde (üç ölçütten en az ikisine göre), Negatif binom ile Sıfır değer ağırlıklı poisson regresyon karşılaştırması hariç, tüm ikili karşılaştırmalar farklı bulunmuştur.

Araştırmacılara, çalışmalarında baz aldıkları sayım değişkeninde sıfır değeri standart dağılımlara uymayacak kadar fazla olduğunda, sıfır değer ağırlıklı modelleri kullanmaları önerilmekle birlikte başlangıç ve nihai modelde yer alan ve alacak olan değişkenlerin klinisyenlerle birlikte irdelenmesinde yarar vardır.

Bulgularımıza paralel olarak;

- Karaca ve ark. hizmet sektöründe çalışan personelin müşterilerden şikâyet alma sayısı üzerinde cinsiyet, yaş, eğitim ve tecrübe değişkenlerinin etkisini değerlendiren bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma doğrultusunda, sıfır değerlerinin beklenenden fazla olduğu durumlarda genellikle sıfır değer ağırlıklı modellerin daha uygun olduğu saptanmıştır (21).
- Kibria yapmış olduğu çalışmada, Florida Eyaleti'nin güney bölgesinin kırsal bölgesindeki ana yollarda trafik kazası(çarpışma-yoldan çıkma) verilerinin analizini sunmaktadır. Çarpışma sayılarını tahmin etmek için Poisson, Negatif Binom, Sıfır değer ağırlıklandırılmış Poisson ve Sıfır değer ağırlıklandırılmış Negatif Binom yöntemlerini kullanmıştır. Çalışmada, çarpışma sayısı sıfır ağırlıklı ve aşırı yayılım gösterdiğinden hem NB hem de ZINB modellerinin Poisson ve ZIP modellerinden daha iyi performans gösterdiği sonucuna varılmıştır (31).
- Soygüder'in zootekni alanında yaptığı çalışmada, sayıma dayalı olarak elde edilen akar sayımlarının modellenmesinde uyum ölçütleri, olabilirlik oran ve Vuong istatistiklerine göre ZIGP en iyi model olarak saptanmıştır (32).

- Weaver ve ark. hemodiyaliz ile tedavi edilen 206 hasta ile periton diyalizi ile tedavi edilen 107 hasta arasındaki hastanede yatış verileri karşılaştırmıştır. Bu kapsamda, aşırı dağılım ve/veya fazla sıfır değerlerini ele alan hastaneye yatış verilerini modellemek için Poisson regresyonunu, negatif binom regresyon, sıfır değer ağırlıklı Poisson regresyonu ve sıfır değer ağırlıklı negatif binom modelleri ile karşılaştırıp önemli ölçüde farklı sonuçlara ulaşılmıştır. Poisson modelinin kullanım açısından uygun olmadığı sonucuna varılmıştır (33).
- Açıkyürek'in yapmış olduğu tez çalışmasında, poisson, negatif binom, sıfır değer ağırlıklı ve engel (hurdle) regresyon modelleri kullanılarak Sosyal Güvenlik Kurumu'ndan alınan 2000 ile 2014 yılları arasındaki malulen emekli sayısı modellenmiştir. Malulen emekli sayısı bağımlı değişken; yıl, yaş, cinsiyet, bağlanan aylık, çalıştığı gün sayısı ve emekli olduğu bölge bağımsız değişkenler olarak kabul edilmiş ve sıfır değer ağırlıklandırılmış negatif binom modeli veriye en uygun model olarak belirlenmiştir (34).

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yeniden yatış değişkeninde sıfır değerli gözlemlerin fazla olması ve aşırı yayılım varlığından dolayı, diğer modellere göre sıfır değer ağırlıklı negatif binom regresyon modelinden elde edilen AIC ve BIC daha düşük, LL ise daha büyük bulunmuştur. Çoğunlukla, sıfır değerlerinin etkisi önemli değilse, sıfır değer ağırlıklı regresyon modelleri ile Poisson/ negatif binom regresyon modelleri benzer olacaktır. Ancak çalışmamızda, yeniden yatış değişkeninde var olan sıfır değerlerinin önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak bu tez çalışmasında, yeniden yatışı modellemede en iyi model, Sıfır değer ağırlıklı negatif binom regresyon modelidir. Bu modelde sayım bileşeninde; Yaş, Histopatoloji, Komplikasyon ve Ameliyat grubu. Sıfır bileşeninde ise; Yatış Süresi(gün), Histopatoloji ve Komplikasyon değişkenleri anlamlı bulunmuştur.

Klinik olarak değerlendirildiğinde hastanın histopatolojik tanısı yani malign bir kanser hastalığı olması, büyük-majör bir ameliyat geçirmiş olması, ameliyat sırasında komplikasyon yan etki gelişmiş olması, ek hastalığı olması ve ileri yaşta olması hastanede yatış süresini uzatan ve yeniden hastaneye yatış oranlarını arttıran faktörler olduğu bilinmektedir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar da bu etkenlerden komplikasyon yan etki ve hastanede yatış süresi faktörlerinin istatistiksel olarak önemli bağımsız faktörler olduğunu ortaya koymuştur. Hastaneye yatış süresi aslında hastalığın şiddetini (malign bir kanser hastalığı olması, büyük-majör bir ameliyat geçirmiş olması, ek hastalığı olması ve ileri yaş) kapsayan bir değişken olması nedeniyle diğer değişkenleri elimine etmiş olduğu düşünülmektedir.

Bu değişkenler arasındaki çoklu bağlantının da (multi colinarity) değerlendirilerek ve klinisyenlerin görüşleri de alınarak modele alınacak olan değişkenlere birlikte karar verilmesinde yarar olacaktır.

7. KAYNAKLAR

1. **Alpar R.**, Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler. Detay Yayıncılık, (2011)
2. **Montgomery D.C.,Peck E.A.,Vining G.**, "İntroduction To Regression Analysis", (2013)
3. **Akgül A.**, Çevik O,"İstatistiksel Analiz Teknikleri", (2005)
4. **Selim s.**, "Sayma Veri Modelleri İle Çocuk Sayısı Belirleyicileri: Türkiye'deki Seçilmiş İller İçin Sosyoekonomik Analizler". D.E.Ü.İ.İ.B.F.Dergisi Cilt:18 Sayı:2. (2003)
5. **KING G.**, "Statistical Models for Political Science Event Counts: Bias in Conventional Procedures and Evidence for the Exponential Poisson Regression Model", American Journal of Political Science. (1988)
6. **Cox, R.**, "Some Remarks on Overdispersion. Biometrika". (1983)
7. **Sümbüloğlu K.**, "İleri Biyoistatistik Yöntemler". (2009)
8. **Adalıtaş Ö.**, " Klinik Araştırmalarda Poisson Regresyon ve Negatif Binomiyal Regresyon Yöntemlerinin Kullanımı". (2017)
9. **Miaou**, "Shaw Pin The Relationship Between Truck Accidents and Geometric Design of Road Sections: Poisson Versus Negative Binomial Regressions, Accident Analysis and Prevention" 26(4), 471-482. (1994)
10. **HILBE J.M.**, "Negative Binomial Regression: Second Edition"Arizona State University, (2011)
11. **Cui, Y., ve Yang, W.**, "Zero-inflated generalized Poisson regression mixture model for mapping quantitative trait loci underlying count trait with many zeros" Journal of Theoretical Biology. 256: 276–285. (2009)
12. **Flynn, M., Francis, A.,L.**, "More Flexible GLMs: Zero Inflated Models and Hybrid Models, CAS Ratemaking and Product Management Seminar". (2009)
13. **Cameron, A.C. and Trivedi**, " P.K. Regression Analysis of Count Data. New York: Cambridge University Pres". (1998)
14. **Hall, D.B.**, "Zero-inflated Poisson and negative binomial regression with random effects: A case study. Biometrics" 56,1030-1039. (2000)
15. **Peng J.**, "Count Data Models for Injury Data from the National Health Interview Survey", (M. Sc. Thesis), The Ohio State University Graduate Program in Public Health, Columbus. (2013)
16. **Karen, C.H.Y. and Kelvin, K.W.Y.**, "On modeling claim frequency data in general insurance with extra zeros. Mathematics and Economics" 36, 153–163. (2005)
17. **Greene, W.**, "Functional forms for the negative binomial model for count data. Economics Letters 99: 585–590. (2008)
18. **Ismail, N. ve Zamani H.**, "Estimation of Claim Count Data Using Negative Binomial, Generalized Poisson, Zero-Inflated Negative Binomial and ZeroInflated Generalized Poisson Regression Models". Casualty Actuarial Society E-Forum. (2013)
19. **Agresti A.**, "Categorical data analysis (Second Edition), New Jersey: Wiley & Sons Incorporation". (2002)
20. **Berenson, M. L. ve Levine, D. M.**, "Basic Business Statistics: Concepts and Applications, Sixth Edition, Prentice-Hall International", 837-838. (1996)

21. **Karaca, A., G. ve Olmuş, H.**, "Sıfır değer ağırlıklı verilerin analizinde sıfır değer ağırlıklı regresyon modellerin incelenmesi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*", 20(2), 105-118. (2018)
22. **Gujarati, Damodar N.** "Basic Econometrics. McGraw-Hill, New York, Edition" 5, 553 – 555. (2006)
23. **Hosmer, D. W. and Lemeshow, S.** "Applied Logistic Regression. John Wiley & Sons, New York", 16. (2000)
24. **Akaike, H.**, "Information theory and extension of the maximum likelihood principle, Second International Symposium on Information Theory, Budapest: Akademiai Kiado", 267–281. (1973)
25. **Vuong, Q.H.** "Likelihood ratio tests for model selection and non-nested hypotheses. *Econometrica*". 57:307-333. (1989)
26. **Weinberger, M., Oddene, E.Z., and Henderson, W.G.**, "Does increased access to primary care reduce hospital readmission? *New England Journal of Medicine*", 334, (1996)
27. **Peker, S.**, "Gülhane Askeri Tıp Akademisi Eğitim Hastanesinde Yeniden Yatışlar Analizi. Doktora Tezi; Gülhane Askeri Tıp Akademisi Komutanlığı Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü". (2004)
28. **Horwitz, L.**, "I. 2011. Hospital-Wide (All-Condition) 30-Day Risk-Standardized Readmission Measure Methodology Report". (2013)
29. **Corrigan J.M. and Martin J.B.**, "Identification of factors associated with hospital readmission and development of a predictive model. *Health Services Research*" 27(1992)
30. **Wong, Frances Kam Yuet; Ho, May; Chiu, Iry; Lui, Wai Kong; Chan, Cecilia; Lee, Kit Ming.**, "Factors Contributing to Hospital Readmission in Hong Kong Regional Hospital: A Case-Controlled Study. *Nursing Research*", Volume 51, No.1, Jan-Feb (2002)
31. **Kibria G.B.M.**; "Applications of some discrete regression models for count data ", (2006)
32. **Soygüder S.**, "Sayıma Dayalı Elde Edilen Verilerin Modellenmesinde Sıfır Değer Ağırlıklı Genelleştirilmiş Poisson Regresyonun Kullanılması", (2016)
33. **Weaver C.G., Ravani P., Oliver M.J., Austin P.C., Quinn R.R.**, " Analyzing hospitalization data: potential limitations of Poisson regression ", (2015)
34. **Açıkyürek G.**, "Poisson Regresyon ve Bir Uygulama", (2016)

EKLER

R Kodları

```
library(readxl)
library(ggplot2)
library(stats) #poisson goodness of fit

burakveri<-read_excel("burakveri.xlsx")
veriburak<-as.data.frame(burakveri)
hist(veriburak$readmission)
mean(veriburak$readmission)
var(veriburak$readmission)
median(veriburak$readmission)
min(veriburak$readmission)
max(veriburak$readmission)

#plot_adana<-ggplot2(burakveri,aes(x=adana_0,y=readmission))+
geom_boxplot()
#boxplot(readmission~adana_0,data=burakveri)
#boxplot(readmission~tc_0,data=burakveri)
#boxplot(readmission~kan,data=burakveri)

p_uyum<-chisq.test(veriburak$readmission)

library(vcd)
p_uyum<-goodfit(veriburak$readmission,type="nbinomial",method="MinChisq")
summary(p_uyum)

p<-
glm(readmission~yatis_suresi+yas+adana_0+kan+eslik_eden_hastalik+patoloji_tani+kan_ürün
ü+ameliyat_grubu,data=veriburak,family = "poisson")
summary(p)
BIC(p)

loglik(p)

library(AER)
dispersiontest(p)
library(performance)
od<-check_overdispersion(p)

library(MASS)
nb<-
glm.nb(readmission~yatis_suresi+yas+adana_0+kan+eslik_eden_hastalik+patoloji_tani+kan_ür
ünü+ameliyat_grubu,data=veriburak)
summary(nb)
BIC(nb)

library(pscl)
```

```

z_poisson<-
zeroinfl(readmission~yatis_suresi+yas+adana_0+kan+eslik_eden_hastalik+patoloji_tani+kan_ü
rünü+ameliyat_grubu,data=veriburak,dist="poisson")
summary(z_poisson)
AIC(z_poisson)
BIC(z_poisson)

z_nb<-
zeroinfl(readmission~yatis_suresi+yas+adana_0+kan+eslik_eden_hastalik+patoloji_tani+kan_ü
rünü+ameliyat_grubu,data=veriburak,dist="negbin")
summary(z_nb)
AIC(z_nb)
BIC(z_nb)

vuong(p, nb)
vuong(p, z_poisson)
vuong(p, z_nb)
vuong(nb, z_nb)
vuong(nb, z_poisson)
vuong(z_poisson, z_nb)
##
library(lmtest)
lrtest(p,nb)
lrtest(p,z_poisson)
lrtest(p,z_nb)
lrtest(nb,z_poisson)
lrtest(nb,z_nb)
lrtest(z_poisson,z_nb)

gf2 <- goodfit(veriburak$readmission,type="nbinomial", method = "MinChisq")
plot(gf2)
gf3 <- goodfit(veriburak$readmission,type="poisson", method = "MinChisq")
plot(gf3)

rootogram(veriburak$readmission, fitted_p)

fitted_p<-p$fitted.values
fitted_nb<-nb$fitted.values
fitted_z_poisson<-z_poisson$fitted.values
fitted_z_nb<-z_nb$fitted.values

hist(veriburak$readmission, freq = FALSE)
lines(x = fitted_p, col = "red",type = "b")
lines(x = fitted_nb, col = "blue",type = "b")
lines(x = fitted_z_poisson, col = "green",type = "b")
lines(x = fitted_z_nb, col = "yellow",type = "b")

```

ÖZGEÇMİŞ

01.01.1991 yılında Adana'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Adana'da tamamladı. 2010 yılında başladığı Çukurova Üniversitesi İstatistik Bölümü'nden 2015 yılında mezun oldu. 2017 yılında Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyoistatistik Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2020 yılından itibaren Yüreğir Devlet Hastanesi Hastane Bilgi Yönetim Sistemi bölümünde Sistem yazılımcısı olarak görev yapmaktadır.

