

164251

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

LONGİTUDİNAL VERİ ANALİZİNDE GEÇİŞ MODELLERİ VE BİR
UYGULAMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZEYNEP KARABULUT

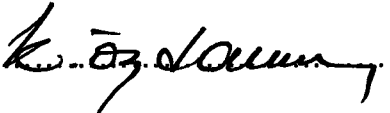
Tez Yöneticisi
Yrd. Doç. Dr. Canan DEMİRÜSTÜ

AĞUSTOS 2005


KABUL VE ONAY YAZISI

Zeynep KARABULUT'un Yüksek Lisans Tezi olarak hazırladığı “**Longitudinal Veri Analizinde Geçiş Modelleri ve Bir uygulama**” başlıklı bu çalışma, jürimizce Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddesi uyarınca değerlendirilerek “**KABUL**” edilmiştir.

26.08.2005

Prof. Dr. Kazım ÖZDAMAR 
JÜRİ BAŞKANI


Yrd. Doç. Dr. Zerrin AŞAN 
ÜYE

Yrd. Doç. Dr. K. Setenay ÖNER 
ÜYE

Yrd. Doç. Dr. Fezan Şahin MUTLU
ÜYE

Yrd. Doç. Dr. Canan DEMİRÜSTÜ 
ÜYE

Osmangazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ..01.09.2005... Tarih ve ..646/1923..... Sayılı kararıyla onaylanmıştır.


Prof. Dr. Ferruh YÜCEL
Sağ. Bil. Enst. Müdürü

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	iii
SUMMARY	v
ÇİZELGE DİZİNİ	vii
ŞEKİL DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 Longitudinal Veriler İçin Genelleştirilmiş Doğrusal Modeller	3
2.1.1. Ağırlıklandırılmış En Küçük Kareler Tahmini	4
2.1.2. Normal Dağılım Varsayımı Altında Maksimum Olabilirlik Tahmini	7
2.2. Longitudinal Veriler İçin Genelleştirilmiş Doğrusal Modeller	8
2.2.1. Marjinal Modeller	9
2.2.1.1. Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri (GEE)	10
2.2.2. Rasgele Etkiler Modelleri	12
2.2.3. Geçiş Modelleri (Transitional Models)	13
2.2.3.1. Kategorik Veriler için Geçiş Modelleri	17
2.2.3.2. Sıralı Kategorik Veriler İçin Geçiş Modeli	21
2.2.3.3. Sürekli Veriler için Log-Linear , Poisson Geçiş Modelleri	22
3. GEREÇ ve YÖNTEM	25
3.1. Veri Yapısı	25
3.2. Geçiş Modeli İçin Regresyon Denkleminin Belirlenmesi	27
4. BULGULAR	29
4.1. Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri (GEE) İçin Bulgular	29

İÇİNDEKİLER (DEVAM)

4.1.1. Geçiş Modelleri Uygulandığında Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri Sonuçları	29
4.1.2. Geçiş Modelleri Uygulanmadığında Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri Sonuçları	37
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	39
KAYNAKLAR DİZİNİ	42
PROGRAM	47
VERİLER	49
ÖZGEÇMİŞ	79

ÖZET

Sağlık alanında yapılan araştırmalarda longitudinal veriler sıklıkla kullanılmaktadır. Longitudinal verilerin oluşturduğu longitudinal bir çalışma zamana bağlı olarak birey üzerinden alınan tekrarlı ölçümlerin toplanarak analiz edilmesidir.

Longitudinal veri analizinde genelleştirilmiş doğrusal modeller üç model içermektedir. Bunlar marjinal modeller, rassal etkiler modeli ve geçiş modelleridir. Geçiş modellerinde amaç, geçmiş yanıtları çeşitli dönüştürme işlemine tabii tutarak modele ilave açıklayıcı değişkenler olarak katmaktır.

Bu çalışmada, geçiş modellerinin teorik yapısı incelenmiş ve bir uygulama yapılmıştır. Bu uygulama da, Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı'na başvuran 250 çocuğun solunum yolları enfeksiyonuna ilişkin verileri kullanılmıştır. Çocuklardaki solunum yolları enfeksiyon durumu bağımlı değişken; yaş, cinsiyet ve A vitamini eksikliğinin olup olmaması bağımsız değişkenler olarak ele alınmıştır. Birimlerden üç aylık zaman aralıklarında 6 kez tekrar edilen ölçümler alınarak veriler toplanmıştır. Verilerin analizi için geçiş modelleri ve geçişsiz modeller uygulanmıştır.

Geçiş modelleri uygulandığı ve uygulanmadığı durumlardaki analiz sonuçları karşılaştırılmış ve geçiş modeli uygulandığında A vitamini eksikliğinin çocuklarda solunum yolları enfeksiyon riskini arttırdığı, geçişsiz modelde ise A vitamini eksikliğinin çocuklarda solunum yolları enfeksiyon durumunu etkilemediği görülmüştür.

Longitudinal veri analizinde, geçiş modelleri uygulandığında gerçekleştirilen tahmin denklemleri, geçişsiz modeller için gerçekleştirilen tahmin denklemlerinden daha etkin sonuçlar vermektedir.

Anahtar Kelimeler: Geçiş Modelleri, Longitudinal Veri,
Longitudinal Veri Analizi, Markov Modelleri



SUMMARY

On the researches which are done in the field of medicine longitudinal data are often used. A longitudinal work which is formed by longitudinal data is analysed by collecting repetition measures which are taken from an individual as related to time.

On the longitudinal data analysis, generalized linear models include three models. These are marginal models, random effects models and transition models. Purpose of transition models processing past responses to transition includes to the models as explanatory variants.

In this study, theoretical structure of transition models was examined and an application was done. In this application, data which related to 250 children's respiratory infection, who applied to Osmangazi University School of Medicine Pediatrics. Dependent variable was being the respiratory infection of children or not and independent variables were sex, age and vitamin A deficiency or not. Data were collected from modules taking measures which are repeated six times for three times at the interval. For data analysis, transition models and intransitive models were applied.

Analysis results on conditions that transition models are applied or not applied were compared and it was shown that increased risk of respiratory infection on the children when transition models applied, but on the intransitive models it was shown that vitamin A deficiency didn't affect state of respiratory infection on the children.

On the longitudinal data analysis, when transition models are applied, implemented estimate equations give more effective results than implemented estimate equations for intransitive models.

Key Words: Transition Models, Longitudinal Data, Longitudinal Data Analysis, Markov Models



ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
4.1: Birinci Düzen Markov Modeli İçin GEE Sonuçları	30
4.2: İkinci Düzen Markov Modeli İçin GEE Sonuçları	31
4.3: Üçüncü Düzen Markov Modeli İçin GEE Sonuçları	32
4.4: Dördüncü Düzen Markov Modeli İçin GEE Sonuçları	34
4.5: Beşinci Düzen Markov Modeli İçin GEE Sonuçları	35
4.6: Geçiş Modelleri Uygulanmadığı Durumda GEE Sonuçları	37
4.7: Geçiş Modelleri Uygulandığında ve Uygulanmadığı Durumlarda Parametre Tahminleri	38

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil

Sayfa

1: İkinci Düzen Marjinalleştirilmiş Geçiş Modeli

20



1. GİRİŞ ve AMAÇ

Sağlık alanında Longitudinal veriler, birçok bilim dalında sıklıkla kullanılan önemli veri tiplerinden biridir. Longitudinal veri, zamana bağlı olarak birimler üzerindeki tekrarlı ölçümlerden elde edilen ya da bir veya daha fazla deneysel birimden (bireyden) alınan sayısal ve/veya kategorik yanıtların oluşturduğu zaman serisidir (2, 8, 28).

Longitudinal verilerin oluşturduğu longitudinal bir çalışma, birimlerin T zaman periyodunda, değişik zaman dilimlerinde (t_i) izlenerek verilerin toplanması biçiminde uygulanan çalışmalardır. Longitudinal çalışmanın karakteristik tanımı zamana bağlı olarak birey üzerinden alınan tekrarlı ölçümlerin toplanıp analiz edilmesidir. Bu modellerde zamanın etkileri açıkça test edilmektedir (12, 13, 22, 29, 33, 36).

Longitudinal veriler ileriye yönelik veya geçmişe dönük olarak toplanabilirler. İleriye yönelik çalışmalarda bireyler zamana bağlı olarak gözlemlenip tekrarlı ölçümler sayesinde veriler toplanmaktadır. Geriye dönük çalışmalarda ise tarihi kayıtlardan her bir birey için çoklu ölçümler elde edilerek veriler toplanmaktadır. İkisi karşılaştırıldığında, geriye dönük çalışmalarda veri toplama sırasında eski kayıtların kalitesi ya da kişilerin hafızalarının yeterliliği gibi hususlar önemli olduğundan ileriye yönelik veri toplama yöntemi daha çok kullanılmaktadır (8).

Sağlık alanında alınacak kararlar insan sağlığını doğrudan ilgilendirmektedir. Bu nedenle bu kararların güvenilir biçimde ve en yüksek doğruluk düzeyinde alınması gerekmektedir. Bir hastanın hastalığının tanısının konularak tedavi çizelgesini saptama, operasyonun gerekli olup olmamasına karar verme, yeni geliştirilen bir ilacın insanlara tedavi amacıyla uygulanması gibi bir çok konuda karar alma insan sağlığını az ya da çok etkileyecek biçimde riskler taşımaktadır. Bu kararların riskini azaltacak ya da

hangi düzeyde olduğunu belirtecek doğru verilere gereksinim duyulmaktadır (24).

.Klinik çalışmalarda; bu doğru verilere ulaşmak için zamana bağlı ölçümler alınmaktadır. Çalışmalarda birimlere çeşitli işlem, tedavi yöntemi veya ilaç uygulanmakta ve zaman boyunca değişimleri incelenmektedir. Değişik zaman noktalarında elde edilen gözlemlerin analiz edilmesi ve yorumlanmasında zamanın etkisini Longitudinal veri analizleri ortaya çıkarmaktadır. Analiz sonucunda daha etkili ve güvenilir sonuçlar elde edilmektedir.

Longitudinal veri analizinde zamanın etkisini ortaya çıkaran Model Geçiş Modelleri (transition models)'dir. Geçiş modellerinde zamanın etkisini ortaya çıkarmak amacıyla, geçmiş sonuçlar çeşitli dönüştürme işlemleri yapılarak açıklayıcı değişkenler olarak modele ilave edilmekte ve gerekli analizler yapılmaktadır.

Bu çalışma; longitudinal çalışmaların genel yapısını, longitudinal veriler için Genelleştirilmiş Doğrusal Modelleri (GLM), GLM'den biri olan Geçiş Modellerini açıklamak ve Geçiş modellerini uygulama üzerinde göstermek amacıyla yapılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Longitudinal Veriler İçin Genelleştirilmiş Doğrusal Modeller

y_{ij} , $j = 1, \dots, n$ $i = 1, \dots, m$ bireyde gözlemlenen ölçümlerin serisidir. Y_{ij} bir yanıt değişkeni (bağımlı değişken) ve x_{ij} , $i = 1, \dots, m$ birey ve $j = 1, \dots, n_i$ gözlem için t_{ij} zamanda gözlemlenen açıklayıcı değişkenleri göstermektedir. Y_{ij} 'nin ortalama ve varyansı $E(Y_{ij}) = \mu_{ij}$, $Var(Y_{ij}) = \nu_{ij}$ şeklinde ifade edilmektedir. i . birey için tekrar edilen sonuçlar $E(Y_i) = \mu_i$ ortalama ve $n_i \times n_i$ 'lik kovaryans matrisi $Var(Y_i) = \nu_i$ ile n_i vektör $Y_i = (Y_{i1}, \dots, Y_{in_i})$ toplanmaktadır. Burada ν_i 'nin jk . elemanı ve Y_{ij} ve Y_{ik} arasındaki kovaryansdır ve $Cov(Y_{ij}, Y_{ik}) = \nu_{ijk}$ şeklinde gösterilmektedir (8,33).

Longitudinal veriler için genelleştirilmiş doğrusal model aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$\begin{aligned} Y_{ij} &= \beta_1 x_{ij1} + \beta_2 x_{ij2} + \dots + \beta_p x_{ijp} + \varepsilon_{ij} \\ &= x_{ij}' \beta + \varepsilon_{ij} \end{aligned} \quad (1)$$

ε_{ij} , $N(0, \sigma^2)$ bağımsız rasgele değişkenleri göstermektedir. Doğrusal modelin analizi için matris formu oluşturulduğunda X , $\{n(i-1) + j\}$. satırı $(x_{ij1}, \dots, x_{ijp})$ 'den oluşan $N \times p$ boyutlu açıklayıcı değişkenler matrisidir. $\sigma^2 V$ tek bir birey üzerindeki ölçümler vektörü için varyans matrisini ifade etmektedir. Y çok değişkenli normal dağılıma sahiptir.

$$Y \sim N(X\beta, \sigma^2 V) \quad (2)$$

2.1.1. Ağırlıklandırılmış En Küçük Kareler Tahmini

En küçük kareler yöntemi Legendre, 1805; Gauss, 1809 tarafından, regresyon katsayıları, β , vektörünü tahmin etmek için bulunmuştur (10, 18).

Model;

$$y = X\beta + \varepsilon \quad (3)$$

olarak tanımlanır. $\text{var}(y) = \sigma^2 V$, $\sigma^2 V$ hataların kovaryans matrisidir. V $n \times n$ boyutlu matrisi ifade etmektedir. Eğer V matrisinin köşegen elemanları eşit değil ise, gözlemler y ilişkisiz ve eşit olmayan varyanslara sahiptirler; eğer V 'nin köşegen dışı elemanları sıfır içermiyorsa, gözlemlerin ilişkili olduğu söylenebilir.

$$\sigma^2 V = \sigma^2 \begin{bmatrix} \frac{1}{w_1} & & & 0 \\ & \frac{1}{w_2} & & \\ & & \dots & \\ 0 & & & \frac{1}{w_n} \end{bmatrix}$$

Buradan;

$$K'K = KK = V$$

olarak ifade edilir ve K , $n \times n$ boyutlu bir matristir ve V 'nin kare köküne eşittir. Yeni değişkenler aşağıdaki gibi tanımlanabilir,

$$z = K^{-1}y, \quad B = K^{-1}X, \quad g = K^{-1}\varepsilon$$

$$K^{-1}y = K^{-1}X\beta + K^{-1}\varepsilon$$

ve

$$z = B\beta + g \quad (4)$$

hataların beklenen değeri sıfırdır $E(g) = K^{-1}y$, $E(\varepsilon) = 0$. g 'nin kovaryans matrisi aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned} \text{var}(g) &= E\left\{[g - E(g)][g - E(g)]'\right\} \\ &= E(gg') \\ &= E(K^{-1}\varepsilon\varepsilon'K^{-1}) \\ &= K^{-1}E(\varepsilon\varepsilon')K^{-1} \\ &= \sigma^2 K^{-1}VK^{-1} \\ &= \sigma^2 K^{-1}KKK^{-1} \\ &= \sigma^2 I \end{aligned} \quad (5)$$

g 'nin elemanları sıfır ortalama ve sabit varyansa sahiptir aynı zamanda ilişkisizdir. En küçük kareler fonksiyonu;

$$\begin{aligned} S(\beta) &= g'g = \varepsilon'V^{-1}\varepsilon \\ &= (y - X\beta)'v^{-1}(y - X\beta) \end{aligned} \quad (6)$$

olarak tanımlanabilir. En küçük kareler denklemleri;

$$(X'V^{-1}X)\beta = X'V^{-1}y \quad (7)$$

$$b = (X'V^{-1}X)^{-1} X'V^{-1}y \quad (8)$$

şeklindedir ve b , β 'nin genelleştirilmiş en küçük kareler tahmincisidir. b 'nin kovaryans matrisi aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$\text{var}(b) = \sigma^2 (B'B)^{-1} = \sigma^2 (X'V^{-1}X)^{-1} \quad (9)$$

Bu tahmin yöntemi genellikle "ağırlıklandırılmış en küçük kareler yöntemi" olarak tanımlanmaktadır. $W=V^{-1}$ 'dir, V köşegen (diagonal) matrisi, W ise köşegen elemanları w_1, w_2, \dots, w_n olan matrisi ifade etmektedir (12).

Ağırlıklandırılmış en küçük kareler denklemleri

$$(X'WX)b = X'Wy \quad (10)$$

ve

$$b = (X'WX)^{-1} X'Wy \quad (11)$$

olarak tanımlanır ve burada b ağırlıklandırılmış en küçük kareler tahmincisidir. Ağırlıklandırılmış en küçük kareler tahmincisinin varyansı aşağıdaki gibi gösterilmektedir:

$$\text{var}(b) = \sigma^2 \{(X'WX)^{-1} X'W\} \{WX(X'WX)^{-1}\} \quad (12)$$

2.1.2. Normal Dağılım Varsayımı Altında Maksimum Olabilirlik Tahmini

En küçük kareler yöntemi y yanıt değişkeninin dağılım formunu göz önüne almayarak doğrusal regresyon modelindeki parametreleri tahmin etmede kullanılabilir. Hipotez testleri ve güven aralıklarını hesaplamada yanıt değişkeninin normal dağıldığı varsayılmaktadır. Yanıt değişkeninin dağılım formu biliniyor, hatalar sabit varyans ile normal ve bağımsız dağılıyor ise, "maksimum olabilirlik" yöntemi parametre tahmininde kullanılan bir yöntemdir (4, 33).

Doğrusal regresyon modeli için olabilirlik fonksiyonu aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$L(y, \beta, \sigma^2) = \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{n/2}} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(y-X\beta)'(y-X\beta)} \quad (13)$$

Olabilirlik fonksiyonunu L maksimumlaştırmak log-olabilirliği $\ln(L)$ maksimumlaştırmaya eşittir.

$$\ln L(y, \beta, \sigma^2) = -\frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{n}{2} \ln(\sigma^2) - \frac{1}{2\sigma^2} (y - X\beta)' (y - X\beta) \quad (14)$$

Log-olabilirliğin türevi skor fonksiyonu olarak isimlendirilir.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln(L)}{\partial \beta} &= -\frac{1}{2\sigma^2} (-2b'X'y + b'X'Xb) = 0 \\ &= \frac{1}{\sigma^2} X'(y - Xb) = 0 \end{aligned} \quad (15)$$

Maksimum olabilirlik skor denklemleri tanımlanmaktadır. Skor denklemlerin çözümünden maksimum olabilirlik tahmincisi elde edilir ve aşağıdaki gibi gösterilir.

$$b = (X'X)^{-1} X'y \quad (16)$$

σ^2 'nin maksimum olabilirlik tahmincisi ,

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln(L)}{\partial \sigma^2} &= -\frac{n}{2\tilde{\sigma}^2} - \frac{1}{2\tilde{\sigma}^4} (y - Xb)' (y - Xb) = 0 \\ \tilde{\sigma}^2 &= \frac{1}{n} (y - Xb)' (y - Xb) \end{aligned} \quad (17)$$

şeklindedir.

Maksimum olabilirlik tahmincileri yansız veya asimtotik olarak yansızdır ve tutarlı tahmincilerdir. Maksimum olabilirlik tahmincileri diğer yansız tahminciler ile karşılaştırıldıklarında minimum varyansa sahip olanlardır (21).

2.2. Longitudinal Veriler İçin Genelleştirilmiş Doğrusal Modeller

Longitudinal veri analizinde genelleştirilmiş doğrusal modeller için üç farklı model tanımlanmaktadır. Bunlar; marjinal modeller, rasgele etkiler modelleri ve geçiş modelleridir (8, 16, 17, 29, 35).

2.2.1. Marjinal Modeller

Marjinal model ilişkili veriler için Genelleştirilmiş Doğrusal Modellerin uzantısıdır (5, 8). Marjinal modelde, yanıt değişkeninin marjinal beklentisi, $E(Y_{ij})$, kesitsel çalışmalara benzer şekilde açıklayıcı değişkenlerin bir fonksiyonu gibi modellenir ve yanıt değişkeninin zamana bağlı olarak alınan tekrarlı ölçümleri sonucunda bireyler içinde oluşan korelasyonlar korelasyon matrisi ile belirlenebilir (8, 29). Marjinal model varsayımları (8):

- Yanıtın marjinal beklentisi, $E(Y_{ij}) = \mu_{ij}$, $h(\mu_{ij}) = x'_{ij}\beta$ olduğundan, açıklayıcı değişkenlere, x_{ij} , bağlıdır. h frekans olarak belirlenen ikili değerlere sahip verilerin bilinen bağlantı (link) fonksiyonudur.
- Marjinal varyans, $Var(Y_{ij}) = v(\mu_{ij})\phi$ eşitliğine göre, marjinal ortalamaya bağlıdır. v bilinen varyans fonksiyonudur ve ϕ tahmin edilmek istenilen parametreyi ifade etmektedir.
- Y_{ij} ve Y_{ik} arasındaki korelasyon marjinal ortalamaların bir fonksiyonudur.

İki ikili yanıt arasındaki korelasyon, yani μ_1 ve μ_2 ortalamalı Y_1 ve Y_2 arasındaki korelasyon;

$$Corr(Y_1, Y_2) = \frac{\Pr(Y_1 = 1, Y_2 = 1) - \mu_1\mu_2}{\{\mu_1(1 - \mu_1)\mu_2(1 - \mu_2)\}^{1/2}} \quad (18)$$

şeklindedir. Denklem (18) ortalamaya bağlıdır. Bu bağımlılığı ortadan kaldırmak için odds oranı kullanılarak ikili yanıtlar arasındaki ilişkiyi modellemiş ve

$$OR(Y_1, Y_2) = \frac{\Pr(Y_1 = 1, Y_2 = 1)\Pr(Y_1 = 0, Y_2 = 0)}{\Pr(Y_1 = 1, Y_2 = 0)\Pr(Y_1 = 0, Y_2 = 1)} \quad (19)$$

olarak tanımlanmıştır.

Marjinal modellerin kullanımında açıklayıcı değişkenin kovaryans yapısı hakkında varsayımlar gerekmektedir. Ayrıca yanıt değişkeni eşit olmayan ölçüm aralıkları ile çoklu kategoriler olarak ölçülmüş olabilir. Bu gibi durumlarda yanıt değişkeni için korelasyon matrisini belirlemek kolay değildir. Bu gibi durumlarda geçiş modellerini kullanmak daha uygundur.

2.2.1.1.Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri (GEE)

Genelleştirilmiş Doğrusal Modeller (GLM) ve Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri (GEE) longitudinal verileri modellemede yaygın bir biçimde kullanılan istatistiksel yöntemlerdir. Tekrarlı ölçümlerden meydana gelen ilişkili verilerin analizinde ölçümlerin çok değişkenli normal dağılıma sahip olduğu varsayılır. Oysaki bu koşul her zaman geçerli değildir, bu nedenle yanıtların ilişkili ve kesikli olduğu durumlarda farklı yöntemler kullanılmalıdır. Liang Ve Zeger (1986) longitudinal verilerin analizinde gözlemler arasındaki ilişkiyi açıklamak için Genelleştirilmiş Doğrusal Modellerin bir uzantısı olan Genelleştirilmiş Tahmin Denklemlerini ileri sürmüşlerdir. Genelleştirilmiş tahmin denklemlerinde gözlemlerin bileşik dağılımını belirlemeye gerek yoktur sadece çalışma (working) korelasyon matrisinin ve olabilirliğin belirlenmesi yeterlidir (3, 5, 9, 13, 19, 21-23, 25, 34, 30)

Longitudinal çalışmalarda kullanılan doğrusal modelde, Y_{ij} , $j = 1, \dots, n_i, i = 1, \dots, m$ i . bireyin j . ölçümünü ifade etmektedir. i . birey üzerinde n_i ölçüm bulunmaktadır ve $\sum_{i=1}^m n_i$ toplam ölçümü ifade etmektedir (8, 13, 21, 25).

$Y_i = [Y_{i1}, Y_{i2}, \dots, Y_{in_i}]$ i . birey için ilişkili yanıtlar vektörüdür.

$\mu_i = [\mu_{i1}, \mu_{i2}, \dots, \mu_{in_i}]$ ortalamalar vektörü ve V_i Y_i 'nin kovaryans matrisinin bir tahminidir. i . birey üzerinde j . ölçüm için açıklayıcı değişkenler vektörü;

$$x_{ij} = [x_{ij1}, \dots, x_{ijp}]$$

şeklinde tanımlanmaktadır. Yanıtların marjinal beklentisi, $E(Y_{ij}) = \mu_{ij}$, açıklayıcı değişkenlere ve Y_{ij} 'nin marjinal varyansı marjinal ortalamaya bağlıdır.

$$Var(Y_{ij}) = v(\mu_{ij})\phi$$

Burada μ bilinmektedir ve ϕ tahmin edilebilmektedir.

β tahmini için genelleştirilmiş tahmin denklemleri ilişkili veriler için bağımsız tahmin denklemlerinin bir uzantısıdır (25). β 'nin tahmini;

$$\sum_{i=1}^n D_i' V_i^{-1} (Y_i - \mu_i) = 0 \quad (20)$$

$$D_i = \sum_{i=1}^m \frac{\partial \mu_i'}{\partial \beta} V_i^{-1} (Y_i - \mu_i(\beta)) = 0 \quad (21)$$

$$g(\mu_{ij}) = x_{ij}' \beta \quad (22)$$

olarak tanımlanmaktadır. Burada g link fonksiyonu, V_i kovaryans matrisidir. V_i hem β hem de α 'nın bir fonksiyonuyken, D_i β 'nin bir fonksiyonudur. i . birim için regresyon parametreleri ile ilgili olarak ortalamanın kısmi türevlerinin $p \times n_i$ boyutlu matrisi

$$\frac{\partial \mu'_i}{\partial \beta} = \begin{bmatrix} \frac{x_{i11}}{g'(\mu_{i1})} & \dots & \frac{x_{in,1}}{g'(\mu_{in,i})} \\ \vdots & & \vdots \\ \frac{x_{i1p}}{g'(\mu_{i1})} & \dots & \frac{x_{in,p}}{g'(\mu_{in,i})} \end{bmatrix}$$

olarak tanımlanmaktadır.

2.2.2. Rasgele Etkiler Modeli

Rasgele etkiler modeli, parametre tahmininden ziyade değişkenlerin etkilerini bireysel olarak çıkarmak amaçlandığında kullanılmaktadır. Rasgele etkiler modelinde; yanıtın, bir bireyden diğerine değişen regresyon katsayıları ile açıklayıcı değişkenlerin doğrusal bir fonksiyonu olduğu ve birey için tekrarlanan gözlemlerin bağımsız olduğu varsayılır.

Rasgele etkiler modelinde yanıt değişkeninin zamana bağlı olarak alınan tekrarlı ölçümleri sonucunda bireyler içinde oluşan korelasyonlar bireyler karşısında değişen regresyon katsayıları tarafından gösterilmektedir. Rasgele etkiler modelinde, yanıt değişkenlerinin koşullu beklentisi açıklayıcı değişkenlerin bir fonksiyonu olarak modellenir ve ikinci aşama olarak da bu rasgele etkiler için bir model belirlenir (8).

Rasgele etkiler modelinde; U_i verildiğinde, yanıtlar Y_{i1}, \dots, Y_{in} karşılıklı olarak bağımsız ve $f(y_{ij}|U_i) = \exp\left\{\frac{(y_{ij}\theta_{ij} - \psi'(\theta_{ij}))}{\phi} + c(y_{ij}, \phi)\right\} U_i$ ile Genelleştirilmiş Doğrusal Modelleri izlemektedir.

Koşullu momentler,

$$\mu_{ij} = E(Y_{ij}|U_i) = \psi'(\theta_{ij})$$

$$v_{ij} = Var(Y_{ij}|U_i) = \psi''(\theta_{ij})\phi$$

$$h(\mu_{ij}) = x_{ij}'\beta^* + d_{ij}'U_i$$

$$v_{ij} = v(\mu_{ij}, \phi)$$

şeklindedir. Burada h ve v bilinen bağlantı ve varyans fonksiyonlarıdır ve d_{ij} , x_{ij} 'nin bir altkümesidir.

Rasgele etkiler modelinde, bireyler arasında karşılıklı heterojenlik bulunmaktadır ve bu heterojenlik olasılık dağılımı tarafından ifade edilmektedir. Bir birey için gözlemler arasındaki korelasyon gözlenmeyen değişkenlerin, U_i , paylaşılmasından meydana gelmektedir (8).

2.2.3. Geçiş Modelleri (Transitional Models)

Marjinal ve rasgele etkiler modelleri yanıt değişkenleri arasındaki korelasyona dayanmaktadır. Geçiş modelleri bu iki modelden farklı olarak, geçmiş sonuçların ve açıklayıcı değişkenlerin bir fonksiyonu olarak yanıt

değişkeninin koşullu beklentisini modelleyerek, şimdiki sonuçlar üzerinde geçmiş sonuçların etkisini açık bir şekilde göstermektedir. Geçiş modellerinde Y_{i1}, \dots, Y_{in_i} değerleri arasında korelasyon bulunmaktadır bu nedenle geçmiş değerler, Y_{i1}, \dots, Y_{ij-1} , günümüzde elde edilen gözlemleri açık bir şekilde etkilemektedir (28). Buna bağlı olarak geçiş modellerinde, geçmiş sonuçlar ilave (additional) açıklayıcı değişken olarak modele katılırlar (8, 29, 31). En sıklıkla kullanılan geçiş modelleri $Y_{ij-1}, \dots, Y_{ij-q}$ cevaplarında q ile gözlem değerlerine bağlı olan H_{ij} değerlerini veren Y_{ij} cevaplarının koşullu dağılımları için Markov Zincirleridir.

$$Y_{ij} = x'_{ij}\beta + \varepsilon_{ij} \quad (23)$$

ve

$$\varepsilon_{ij} = \alpha\varepsilon_{ij-1} + Z_{ij}, \quad (24)$$

$\alpha = \exp(-\phi)$, Z_{ij} , $N(0, \tau^2)$ sahip, karşılıklı olarak bağımsız dağılan rasgele değişkenlerdir ve $\tau^2 = \sigma^2(1 - \alpha^2)$ 'dir. Y_{ij} 'nin koşullu dağılımı;

$$Y_{ij} | Y_{ij-1} \sim N\{x'_{ij}\beta + \alpha(Y_{ij-1} - x'_{ij-1}\beta), \tau^2\} \quad (25)$$

olarak tanımlanabilir. Bu model hem açıklayıcı değişkenleri hem de önceki yanıtı bugünkü (şimdiki, current) yanıtın tahminçileri olarak ele almaktadır.

Genel geçiş modelini belirlemede $H_{ij} = \{y_{i1}, \dots, y_{ij-1}\}$ i . birey için geçmiş yanıtları ifade eder ve H_{ij} verildiğinde Y_{ij} 'nin koşullu dağılımı;

$$f(y_{ij} | H_{ij}) = \exp\{y_{ij}\theta_{ij} - \psi(\theta_{ij})\} / \phi + c(y_{ij}, \phi) \quad (26)$$

şeklinde gösterilir. Koşullu ortalama ve varyans

$$\mu_{ij}^c = E(Y_{ij}|H_{ij}) = \psi'(\theta_{ij}) \text{ ve } v_{ij}^c = Var(Y_{ij}|H_{ij}) = \psi''(\theta_{ij})\phi.$$

olarak tanımlanır ve modelde;

$$\bullet \quad h(\mu_{ij}^c) = x_{ij}'\beta + \sum_{r=1}^s f_r(H_{ij}; \alpha) \quad (27)$$

$$\bullet \quad v_{ij}^c = v(\mu_{ij}^c)\phi = g(\mu_{ij}^c)\phi \quad (28)$$

olarak tanımlanır. Geçmiş sonuçlar uygun fonksiyonlar, $f_r(\cdot)$, tarafından dönüştürüldükten sonra ilave açıklayıcı değişkenler olarak ele alınırlar. h ve g yoğunluk fonksiyonundan belirlenen bilinen bağlantı (link) ve varyans fonksiyonlarıdır. ϕ dağılım parametresi olarak isimlendirilir (8).

Geçiş modelleri için farklı bağlantı fonksiyonlarının kullanılmaktadır.

Doğrusal Bağlantı (Linear Link): Normal dağılıma sahip veriler için otoregresive hatalar ile doğrusal regresyon bir Markov modelidir ve

$$Y_{ij} = x_{ij}'\beta + \sum \alpha_r (Y_{ij-r} - x_{ij-r}'\beta) + Z_{ij} \quad (29)$$

olarak tanımlanır. Burada Z_{ij} bağımsız, sıfır ortalamalı ve normal dağılan değişkenlerdir. Bu model $h(\mu_{ij}^c) = \mu_{ij}^c$, $g(\mu_{ij}^c) = 1$ ve $f_r = \alpha_r (y_{ij-r} - x_{ij-r}'\beta)$ ile bir geçiş modelidir. Y_{ij} , x_{ij} 'nin doğrusal bir fonksiyonudur.

Logit Bağlantı (Logit Link): İkili yanıtlar için lojistik regresyon modeli örneğidir ve ilk düzen Markov zincirini kapsar. Logit bağlantı fonksiyonu geçmiş sonuçlar, Y_{ij-1} , ve açıklayıcı değişkenler x_{ij} , arasında ilişki kurmak için kullanılmaktadır ve (8, 29);

$$\text{logit Pr}(Y_{ij} = 1 | H_{ij}) = x'_{ij} \beta + \alpha y_{ij-1} \quad (30)$$

$$h(\mu_{ij}^c) = \text{logit}(\mu_{ij}^c) = \log\left(\frac{\mu_{ij}^c}{1 - \mu_{ij}^c}\right) \quad g(\mu_{ij}^c) = \mu_{ij}^c(1 - \mu_{ij}^c) \quad (31)$$

$$f_r(H_{ij}, \alpha) = \alpha_r y_{ij-r} \quad s = q = 1 \quad (32)$$

olarak ifade edilmektedir. Burada q düzen modeli için

$$\text{logit Pr}(Y_{ij} = 1 | H_{ij}) = x'_{ij} \beta_q + \sum_{r=1}^q \alpha_r y_{ij-r} \quad (33)$$

tanımlanmaktadır. Burada β_q Markov düzeni ile değişen regresyon katsayılarının değeri ve yorumunu göstermektedir.

Log Bağlantı (Log Link): H_{ij} verildiğinde Y_{ij} Poisson dağılıma sahip olduğunda log bağlantı fonksiyonu kullanılır (8, 21). İlk düzen Markov zinciri

$$f_1 = \alpha \left\{ \log(y_{ij-1}^*) - x_{ij-1}' \beta \right\} \quad (34)$$

modelde $y_{ij}^* = \max(y_{ij}, c)$ ve $0 < c < 1$ 'dir. Bu durumda;

$$\mu_{ij}^c = E(Y_{ij}|H_{ij}) = \exp(x_{ij}'\beta) \left(\frac{y_{ij-1}^*}{\exp(x_{ij-1}'\beta)} \right)^\alpha \quad (35)$$

olarak tanımlanır ve yanıt üzerinde yapılacak olan dönüştürme işlemine bağlı olarak bağlantı fonksiyonunun seçimi gerçekleştirilir.

2.2.3.1. Kategorik Veriler için Geçiş Modelleri

İkili longitudinal verilerin analizi için İlk-Düzen Markov Modeli (First-Order Markov Model) Azzalini (1994) tarafından tanımlanmış, daha sonra bu yaklaşım Heagerty (1999,2002) tarafından Marjinalleştirilmiş Geçiş Modeli (Marginalized Transition Model) olarak geliştirilmiştir (1, 15, 17, 37).

İlk Düzen Markov Modeli (First-Order Markov Model)

Azzalini (1994) sürekli bağımlılığı sağlamak için ilk düzen Markov modelini ortaya koymuştur. İkili longitudinal verilerin analizi için tanımlanan bu modelde, bugünkü yanıtların geçmiş yanıtlara bağımlı olduğu varsayılmaktadır (1, 15). İkili yanıtlar için geçiş olasılıkları matrisi;

$$P = \begin{bmatrix} p_{00} & p_{01} \\ p_{10} & p_{11} \end{bmatrix}$$

şeklindedir. Burada P matrisinin elemanları, p_{ab} , a durumundan b durumuna geçiş olasılıklarını göstermektedir ve $p_{ab} = P(Y_{ij} = b | Y_{ij-1} = a)$, $a, b = 0,1$ 'dir.

$P(Y_{ij} = 1 | Y_{ij-1} = y_{ij})$, $y_{ij} = 0,1$ için ikili lojistik regresyon modeli,

$$\text{logit } P(Y_{ij} = 1 | Y_{ij-1} = 0) = x'_{ij} \beta_0 \quad (36)$$

ve

$$\text{logit } P(Y_{ij} = 1 | Y_{ij-1} = 1) = x'_{ij} \beta_1 \quad (37)$$

β_0 ve β_1 farklı olabilir. Bu model, açıklayıcı değişkenlerin etkilerinin önceki yanıtı bağılı olarak farklı olacağını varsaymaktadır (8,14). Aynı modeli düzenlersek;

$$\text{logit } P(Y_{ij} = 1 | Y_{ij-1} = 1 = y_{ij-1}) = x'_{ij} \beta_0 + y_{ij-1} x'_{ij} \alpha \quad (38)$$

şeklinde tanımlanır ve burada $\alpha = \beta_1 - \beta_0$ 'dir. Bu denklem iki regresyonu birleştirerek, hem açıklayıcı değişkenleri hemde önceki yanıtları y_{ij-1} tahmin eden tek bir lojistik model olarak ifade edilmektedir.

İkinci Düzen Markov Modeli (Second Order Markov Model)

İkinci düzen markov modeli için geçiş matrisi alttaki gibidir.

		Y_{ij}	
Y_{ij-2}	Y_{ij-1}	0	1
0	0	P_{000}	P_{001}
0	1	P_{010}	P_{011}
1	0	P_{100}	P_{101}
1	1	P_{110}	P_{111}

Burada, $P_{abc} = P(Y_{ij} = c | Y_{ij-2} = a, Y_{ij-1} = b)$ 'dir. İlk düzen Markov modeline benzer biçimde dört farklı regresyon modeli oluşturulabilir.

$$\text{logit } P(Y_{ij} = 1 | Y_{ij-2} = 0, Y_{ij-1} = 0) = x'_{ij} \beta_{00} \quad (39)$$

$$\text{logit } P(Y_{ij} = 1 | Y_{ij-2} = 0, Y_{ij-1} = 1) = x'_{ij} \beta_{01} \quad (40)$$

$$\text{logit } P(Y_{ij} = 1 | Y_{ij-2} = 1, Y_{ij-1} = 0) = x'_{ij} \beta_{10} \quad (41)$$

$$\text{logit } P(Y_{ij} = 1 | Y_{ij-2} = 1, Y_{ij-1} = 1) = x'_{ij} \beta_{11} \quad (42)$$

Bu denklemler bir denklemde toplandığında;

$$\text{logit } P(Y_{ij} = 1 | Y_{ij-2} = y_{ij-2}, Y_{ij-1} = y_{ij-1}) = x'_{ij} \beta + y_{ij-1} x'_{ij} \alpha_1 + y_{ij-2} x'_{ij} \alpha_2 + y_{ij-1} y_{ij-2} x'_{ij} \alpha_3 \quad (43)$$

olarak tanımlanır ve burada;

$$\beta_{00} = \beta; \beta_{01} = \beta + \alpha_1; \beta_{10} = \beta + \alpha_2 \quad (44)$$

ve

$$\beta_{11} = \beta + \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 \quad (45)$$

göstermektedir.

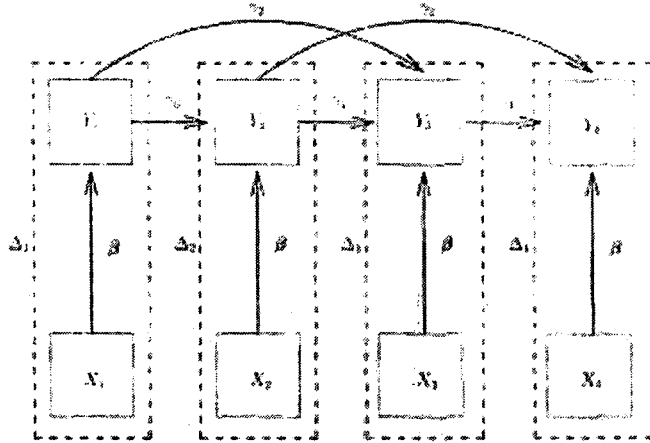
Geçmiş yanıtlar, y_{ij-1} ve y_{ij-2} , ve açıklayıcı değişkenler arasında etkileşim olmadığı zaman denklem (43)'ün özel bir durumu oluşur. Bu durumda, önceki yanıtlar pozitif sonuç olasılığını etkiler fakat açıklayıcı değişkenlerin etkileri geçmiş yanıtlardan etkilenmeyerek aynı kalmaktadır (8). Böyle durumlar karşısında farklı düzen Markov modelleri seçilir ve denklemler yukarıdaki modellere benzer biçimde oluşturulur.

Marjinalleştirilmiş Geçiş Modeli (Marginalized Transition Model)

Marjinalleştirilmiş geçiş modeli iki model etrafında kurulur. Regresyon yapısı genelleştirilmiş doğrusal model kullanılarak karakterize edilir ve bağımlılığın sürekli olması geçmiş sonuçlar üzerinde şimdiki sonuçların koşullu bağımlılığı belirlenerek sağlanır (15).

$$\mu_{ij}^M = E(Y_{ij} | x_{ij}) \quad (46)$$

Marjinal ortalama j zamanda i birey için pozitif yanıt olasılığıdır. Aşağıda ikinci düzen marjinal geçiş modeli Şekil 1'de gösterilmiştir. Burada parametreler (Δ_i, γ) hem açıklayıcı değişkenler, hem de önceki yanıtlar üzerinde Y_{ij} 'nin bağımlılığını karakterize etmektedir ayrıca β parametresi x_{ij} üzerinde Y_{ij} 'nin bağımlılığını göstermektedir.



Şekil 1: İkinci düzen marjinalleştirilmiş geçiş modeli

Longitudinal kategorik veriler için marjinalleştirilmiş geçiş modeli birkaç özelliğe sahiptir. İlki, model ortalaması bağımlı modelden ayrılır ve bunun

sonucunda regresyon parametresi β 'nın yorumu değişmemektedir. Bu durum klasik geçiş modeli için doğru değildir. İkincisi, bileşik (joint) dağılım regresyon yaklaşımlarıyla belirlenir. Çok değişkenli normal dağılım modeli marjinal ortalamaya göre belirlenebilir ve koşullu yaklaşımlar koşullu ortalamadaki katsayıları, koşullu varyansları ve normalliği kapsamaktadır (15).

2.2.3.2. Sıralı Kategorik Veriler İçin Geçiş Modeli

Sıralı kategorik veriler için geçiş modelinde Y_{ij} yanıt değişkenini ifade etmektedir. Y_{ij} için ilk düzen geçiş matrisi $p_{ab} = P(Y_{ij} = b | Y_{ij-1} = a)$, C sıralı kategorik değişkenler $a, b = 0, 1, \dots, C-1$ olarak tanımlanır (8).

Sıralı veriler için genellikle yanıt kategorileri keyfi olduğundan, kategorileri birleştirdiğimizde ya da ayırdığımızda aynı yoruma sahip olan katsayılar için regresyon modeli oluşturmak istenebilir. Bu regresyon modeli hücre olasılıklarının, $P(Y = a)$, yerine birikimli olasılıklar, $P(Y \leq a)$, ile çalışılarak elde edilmektedir. $P(Y \leq a) = P(Y \leq a-1) + P(Y = a)$, $a = 1, \dots, C$ olduğu için birikimli olasılıklar verildiğinde hücre olasılıkları bulunabilir (8).

Sıralı kategorik yanıtlar için orantılı odds modeli kullanılmaktadır. Bağımsız gözlemler için orantılı odds modeli;

$$\text{logit } P(Y \leq a) = \log \frac{P(Y \leq a)}{P(Y > a)} = \theta_a + x' \beta \quad (47)$$

olarak tanımlanır ve burada $a = 0, 1, \dots, C-2$ 'dir. $x = 0$ alındığında $P(Y \leq a) = e^{\theta_a} / (1 + e^{\theta_a})$ olmaktadır. $P(Y \leq a)$ a 'nın azalan bir fonksiyonu olduğu için $\theta_0 \leq \theta_1 \dots \leq \theta_{C-2}$ 'dir. Varyans vektörü;

$$Y^* = (Y_0^*, Y_1^*, \dots, Y_{C-2}^*) \quad (48)$$

Sıralı kategorik yanıtlar için geçiş matrisi

$$p_{ab} = P(Y_{ij} = b | Y_{i,j-1} = a), \quad a = 0, 1, \dots, C-1 \quad (49)$$

şeklindedir.

$$P(Y_{ij} < b | Y_{i,j-1} = a) = p_{a0} + p_{a1} + \dots + p_{ab} \quad (50)$$

olduğunda birikimli olasılıklar;

$$\log \frac{P(Y_{ij} \leq b | Y_{i,j-1} = a)}{P(Y_{ij} > b | Y_{i,j-1} = a)} = \theta_{ab} \quad (51)$$

olarak tanımlanır ve burada $a = 0, 1, \dots, C-1$ ve $b = 0, 1, \dots, C-2$ 'dir.

2.2.3.3. Sürekli Veriler için Log-Linear, Poisson Geçiş Modelleri

Geçmiş yanıtlar, H_{ij} verildiğinde y_{ij} 'nin koşullu dağılımı hem x_{ij} açıklayıcı değişkenlere, hem de geçmiş sonuçlara, $y_{i1}, \dots, y_{i,j-1}$, bağlı olarak Poisson dağılmaktadır. Koşullu ortalama μ_{ij}^c için üç yaklaşım ;

$$1) \mu_{ij}^c = \exp(x_{ij}'\beta) \{1 + \exp(-a_0 - a_1 y_{i,j-1})\}, \quad a_0, a_1 > 0.$$

Bu modelde β önceki yanıtların sıfır değerini aldığında, $y_{i,j-1} = 0$, açıklayıcı değişkenlerin etkisini ifade etmektedir. $y_{i,j-1} > 0$ olduğunda

koşullu beklenti azalır. Bu nedenle, bu model sadece ilk ve şimdiki yanıtlar arasındaki negatif ilişkiye izin vermektedir.

$$2) \mu_{ij}^c = \exp(x'_{ij}\beta + ay_{ij-1})$$

Bu model lojistik modele, $\text{logit}P(Y_{ij-1}, Y_{ij-2}, \dots, Y_{i1}) = x'_{ij}\beta^{**} + aY_{ij-1}$, benzemediğinden uygun bir model olarak düşünülebilir. Fakat $a > 0$ olduğunda bu modelin sayısal veriler için uygulanması sınırlıdır. Bu nedenle sadece $a < 0$ olduğu zaman sabit bir yöntem olarak yol göstermektedir. Bu durumda model negatif ilişkiyi tanımlayabilir.

$$3) \mu_{ij}^c = \exp\{x'_{ij}\beta + a\{\log(y_{ij-1}^*) - x'_{ij-1}\beta\}\} \quad y_{ij-1}^* = \text{mak}(y_{ij-1}, c) \quad \text{ve} \quad 0 < c < 1$$

Bu model Zeger ve Qaqish (1988) tarafından bulunmuştur. $a = 0$ olduğu zaman sıralı log-linear modele dönüşür. $a < 0$ olduğunda, y_{ij-1} ve y_{ij} arasında negatif korelasyon vardır. $a > 0$ olduğunda ise y_{ij-1} ve y_{ij} arasında pozitif korelasyon bulunmaktadır (30).

Poisson Geçiş Modeli

Geçmiş yanıtlar, H_{ij} verildiğinde y_{ij} 'nin koşullu dağılımının Poisson dağılımıdır. Poisson geçiş modeli için;

$$\exp(x'_{ij}\beta) = \mu \quad (52)$$

şeklindedir ve $x'_i = [1, x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}]$ 'dir. Modelde i indeksi zamanı y_j 'de j . kuşakta toplumdaki bireylerin sayısını göstermektedir. $Z_k(y_{j-1})$ $j-1$ kuşağındaki k kişisi için çocuk sayısını gösterdiğini varsayalım. $y_{j-1} > 0$ için, j . kuşağın toplam büyüklüğü;

$$y_j = \sum_{k=1}^{y_{j-1}} Z_k(y_{j-1}) \quad (53)$$

şeklinde ifade edilir. Eğer rasgele değişkenlerin, $Z \left(\mu / y_{j-1}^* \right)^{1-\alpha}$ beklenen değeri ile Poisson dağıldığı varsayılırsa, toplum büyüklüğü $\mu_j^c = \mu (y_{j-1}^* / \mu)^\alpha$ ile geçiş modelini oluşturacaktır. Poisson modelde koşullu varyans koşullu ortalamaya eşittir (8).



3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışmada, longitudinal veri analizlerinde geçiş modellerinin yapısı araştırılıp uygulama üzerinde gösterilmiştir. Uygulamada longitudinal veriler üzerinde geçiş modellerinin kullanıldığı ve kullanılmadığı durumlardaki analiz sonuçları karşılaştırılmıştır.

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Bölümünden alınan, çocukların solunum yolları enfeksiyonuna ilişkin veriler kullanılmıştır.

3.1. Veri Yapısı

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Hastanesi'nde Ocak 2004- Mart 2005 tarihleri arasında tedavi gören ve yaşları 1 ile 7 yaş arasında değişen rasgele seçilmiş 250 çocuğun solunum yolları hastalığına ilişkin veriler elde edilmiştir. Çocuklarda A vitamini eksikliğinin solunum yolları enfeksiyonu riskini arttırdığı düşünülmektedir (38). Bu nedenle çocukların 0, 3, 6, 9, 12 ve 15. aylarda olmak üzere zamana bağlı tekrarlı ölçümleri elde edilmiştir. Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna sahip olup olmamaları bağımlı değişken; yaş, cinsiyet ve A vitamini eksikliğinin bulunup bulunmaması da bağımsız değişkenler olarak ele alınmıştır.

Bağımlı değişken;

$$Y_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{i. çocuk j. zamanda (gözlemde) enfeksiyona sahip değil ise} \\ 1 & \text{i. çocuk j. zamanda (gözlemde) enfeksiyona sahip ise} \end{cases}$$

Bağımsız (açıklayıcı) değişkenler;

1- Cinsiyet;

$$x_{ij1} = \begin{cases} 0 & \text{i. çocuk erkek ise} \\ 1 & \text{i. çocuk kız ise} \end{cases}$$

2- A vitamini eksiklik durumu;

$$x_{ij2} = \begin{cases} 0 & \text{i. çocuk j. zamanda A vitamini eksikliğine sahip değil ise} \\ 1 & \text{i. çocuk j. zamanda A vitamini eksikliğine sahip ise} \end{cases}$$

3- Çocuğun yaşı;

$$x_{ij3} = \{i. çocuğun j. zamanda yaşı\}$$

Veriler için geçiş modelleri düşünüldüğünde, uygulanan Markov modeline göre geçmiş yanıtlar regresyon denklemine ilave açıklayıcı değişkenler olarak katılacaktır. Geçiş modeli için ilk-düzen markov modeli (first-order markov model) uygulandığında 4. açıklayıcı değişken olarak geçmiş yanıtlar alınabilir. Yani;

4- j-1 zamanındaki geçmiş yanıtlar

$$x_{ij4} = \begin{cases} 0 & \text{i. çocuk j-1. zamanda enfeksiyonuna sahip değil ise} \\ 1 & \text{i. çocuk j-1. zamanda enfeksiyonuna sahip ise} \end{cases}$$

Bağımlı değişken kesikli ve zamana bağlı tekrarlı ölçümler olarak kullanıldığında Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri kullanılmaktadır. Geçmiş yanıtlara gerekli dönüşüm işlemleri yapıldıktan sonra modele ek ilave açıklayıcı değişken olarak katılarak Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri uygulanmıştır.

3.2. Geçiş Modeli İçin Regresyon Denkleminin Belirlenmesi

Geçiş modellerine ilişkin çalışmalarda dönüşüm işlemlerini hesaplayan istatistiksel paket program bulunmamaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada geçiş modellerine ilişkin dönüşümleri gerçekleştirmek için SAS 6.12 paket programı kullanılarak gerekli program oluşturulmuştur. Bu programda, ilk düzen markov modelinden başlayarak q düzen markov modeline kadar dönüşümler gerçekleştirilmiştir. İlk düzen markov modeli uygulandığında regresyon denklemi;

$$\text{logit } P(Y_{ij} = 1 | Y_{i,j-1} = 1 = y_{i,j-1}) = x'_{ij1}\beta_0 + x'_{ij2}\beta_1 + x'_{ij3}\beta_2 + y_{i,j-1}\alpha$$

olarak tanımlanmıştır ve burada $i = 1, \dots, m$: birim sayısını ifade etmektedir. Uygulamada $i = 250$ birim gözlenmiştir.

Olarak tanımlanır ve burada $j = 1, \dots, n_i$: gözlem sayısını ifade etmektedir. Uygulamada bütün birimler için 0, 3, 6, 9, 12, ve 15. aylarda olmak üzere $j = 6$ gözlem elde edilmiştir.

$x_{ij1}, x_{ij2}, x_{ij3}$: j . zamanda i . bireye ait bağımsız değişkenleri ,

$y_{i,j-1}$: i . birey için $j-1$. zamandaki gözlemlerin dönüşüm sonucu oluşturduğu ilave açıklayıcı değişkeni ifade etmektedir.

$$\text{logit } P(Y_{ij} = 1 | Y_{ij-2} = y_{ij-2}, Y_{ij-1} = y_{ij-1}) = x_{ij1}' \beta_0 + x_{ij2}' \beta_1 + x_{ij3}' \beta_2 \\ + y_{ij-1} \alpha_1 + y_{ij-2} \alpha_2 + y_{ij-1} y_{ij-2} \alpha_3$$

j=6 olduğundan, beşinci düzen markov modeline (j-1) kadar dönüşüm gerçekleştirilmiştir.

SAS 6.12 paket programında uygun dönüşümlerin yapıp modele ilave açıklayıcı değişkenler olarak katıldıktan sonra, yine SAS 6.12 paket programında Proc Genmod modunda ikili yanıtlar için tekrarlı ölçümlerin analizi genelleştirilmiş tahmin denklemleri analizi ile gerçekleştirilmiştir.



4. BULGULAR

Bu araştırmada, solunum yolları enfeksiyonuna ilişkin 250 çocuğun farklı zamanlardaki gözlem sonuçları analiz edilmiştir.

4.1. Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri (GEE) İçin Bulgular

Uygulamada genelleştirilmiş tahmin denklemlerini kullanmadan önce, solunum yolları enfeksiyonuna ilişkin tekrarlı ölümlere dönüştürme işlemleri uygulanmıştır. Dönüştürme işlemleri beşinci ($j-1$) düzen markov modeline kadar gerçekleştirilmiştir. Modelde ocuğun enfeksiyona sahip olma durumu bağımlı değişken; yaş, cinsiyet, ocukta A vitamini eksikliğinin olup olmaması ve geçmiş zaman için ölümlerin dönüştürülmeleri sonucunda elde edilen değişkenlerde açıklayıcı değişkenler olarak yer almaktadır.

4.1.1. Geçiş Modelleri Uygulandığında Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri Sonuçları

Uygulamada geçiş modelleri için markov zincirleri kullanılmıştır. Birinci düzen, ikinci düzen, üçüncü düzen, dördüncü düzen ve beşinci düzen olmak üzere beş farklı markov modeli uygulanmıştır.

Birinci Düzen Markov Modeli uygulandığında genelleştirilmiş tahmin denklemleri izelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1: Birinci Düzen Markov Modeli İçin GEE Sonuçları

Değişken	Katsayılar	Standart Hata	%95 Güven aralığı		Z	Pr > Z	Odds Oranı
Cinsiyet	-0.6858	0.1022	-0.8860	-0.4855	-6.71	<.0001	0.5037
A vitamini eksikliği	-0.2239	0.1142	-0.4478	-0.0001	-1.96	0.0499	0.7994
Yaş	-0.2771	0.0235	-0.3231	-0.2311	-11.81	<.0001	-
Y_{j-1}	0.8050	0.0831	0.6421	0.9678	9.69	<.0001	2.2367

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını cinsiyet önemli düzeyde ($\hat{\beta}_0 = -0.6858 \pm 0.1022$) etkilemektedir ($p < 0.001$).

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını A vitamini eksikliği önemli düzeyde ($\hat{\beta}_1 = -0.2239 \pm 0.1142$) etkilemektedir ($p < 0.05$).

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını yaş önemli düzeyde ($\hat{\beta}_2 = -0.2771 \pm 0.0235$) etkilemektedir ($p < 0.001$).

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını ilave açıklayıcı değişken olarak modelde bulunan ($j-1$) öncesi yanıtlar önemli düzeyde ($\hat{\alpha}_0 = 0.8050 \pm 0.0831$) etkilemektedir ($p < 0.001$).

İkinci Düzen Markov Modeli uygulandığında genelleştirilmiş tahmin denklemleri Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2: İkinci Düzen Markov Modeli İçin GEE Sonuçları

Değişken	Katsayılar	Standart Hata	%95 Güven aralığı		Z	Pr > Z	Odds Oranı
Cinsiyet	-0.6535	0.0954	-0.8404	-0.4666	-6.85	<.0001	0.5242
A vitamini eksikliği	-0.2377	0.1099	-0.4531	-0.0222	-2.16	0.0306	0.7885
Yaş	-0.2847	0.0232	-0.3302	-0.2393	-12.29	<.0001	-
Y_{j-1}	0.5131	0.0897	0.3373	0.6890	5.72	<.0001	1.6705
Y_{j-2}	0.4162	0.0907	0.2384	0.5940	4.59	<.0001	1.5162

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını cinsiyet önemli düzeyde ($\hat{\beta}_0 = -0.6535 \pm 0.0954$) etkilemektedir ($p < 0.001$).

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını A vitamini eksikliği ($\hat{\beta}_1 = -0.2377 \pm 0.1099$) etkilemektedir. A vitamini eksikliği olan çocukların A vitamini eksikliği olmayan çocuklara göre, solunum yolları enfeksiyonuna kapılma riski 0.7885 kat fazla olduğu görülmektedir ($p < 0.05$).

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını yaş önemli düzeyde ($\hat{\beta}_2 = -0.2847 \pm 0.0232$) etkilemektedir ($p < 0.001$).

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını ilave açıklayıcı değişken olarak modelde bulunan ($j-1$) öncesi yanıtlar önemli düzeyde ($\hat{\alpha}_0 = 0.5131 \pm 0.0897$) etkilemektedir ($p < 0.001$). ($j-1$) zamanda solunum yolları enfeksiyonuna sahip olan çocukların ($j-1$) zamanda enfeksiyona sahip olmayanlar çocuklara göre enfeksiyona kapılma riski 1.6705 kat fazladır.

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını ikinci ilave açıklayıcı değişken olarak modele katılan ($j-2$) öncesi yanıtlar önemli düzeyde ($\hat{\alpha}_1 = 0.4162 \pm 0.0907$) etkilemektedir ($p < 0.001$). ($j-2$) zamanda solunum yolları enfeksiyonuna sahip olan çocuklar ($j-2$) zamanda solunum yolları enfeksiyona sahip olmayanlar çocuklara göre enfeksiyona kapılma riski 1.5162 kat fazladır.

Üçüncü Düzen Markov Modeli uygulandığında genelleştirilmiş tahmin denklemleri Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3: Üçüncü Düzen Markov Modeli İçin GEE Sonuçları

Değişken	Katsayılar	Standart Hata	%95 Güven aralığı		Z	Pr > Z	Odds Oranı
Cinsiyet	-0.6952	0.1014	-0.8939	-0.4964	-6.85	<.0001	0.4990
A vitamini eksikliği	-0.2167	0.1149	-0.4419	0.0084	-1.89	0.0592	0.8052
Yaş	-0.2979	0.0267	-0.3502	-0.2456	-11.16	<.0001	-
Y_{j-1}	0.3444	0.1064	0.1359	0.5529	3.24	0.0012	1.4111
Y_{j-2}	0.3809	0.1130	0.1593	0.6024	3.37	0.0008	1.4635
Y_{j-3}	0.2978	0.1080	0.0861	0.5096	2.76	0.0058	1.3469

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını cinsiyet önemli düzeyde ($\hat{\beta}_0 = -0.6952 \pm 0.1014$) etkilemektedir ($p < 0.001$).

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını A vitamini eksikliği önemli düzeyde ($\hat{\beta}_1 = -0.2167 \pm 0.1149$) etkilemektedir ($p > 0.05$).

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını yaş önemli düzeyde ($\hat{\beta}_2 = -0.2979 \pm 0.0267$) etkilemektedir ($p < 0.001$).

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını ilave açıklayıcı değişken olarak modelde bulunan ($j-1$) öncesi yanıtlar önemli düzeyde ($\hat{\alpha}_0 = 0.3444 \pm 0.1064$) etkilemektedir ($p < 0.01$).

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını ikinci ilave açıklayıcı değişken olarak modelde bulunan ($j-2$) öncesi yanıtlar önemli düzeyde ($\hat{\alpha}_1 = 0.3809 \pm 0.1130$) etkilemektedir ($p < 0.001$).

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını üçüncü ilave açıklayıcı değişken olarak modelde bulunan ($j-3$) öncesi yanıtlar önemli düzeyde ($\hat{\alpha}_2 = 0.3809 \pm 0.1130$) etkilemektedir ($p < 0.01$).

Dördüncü Düzen Markov Modeli uygulandığında genelleştirilmiş tahmin denklemleri Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4: Dördüncü Düzen Markov Modeli İçin GEE Sonuçları

Değişken	Katsayılar	Standart Hata	%95 Güven aralığı		Z	Pr > Z	Odds Oranı
Cinsiyet	-0.6320	0.1127	-0.8530	-0.4111	-5.61	<.0001	0.5315
A vitamini eksikliği	-0.2720	0.1280	-0.5228	-0.0212	-2.13	0.0335	0.7618
Yaş	-0.2944	0.0303	-0.3539	-0.2350	-9.70	<.0001	-
Y_{j-1}	0.0810	0.1463	-0.2057	0.3678	0.55	0.5797	1.0844
Y_{j-2}	0.1936	0.1498	-0.1000	0.4872	1.29	0.1962	1.2136
Y_{j-3}	0.3660	0.1478	0.0762	0.6557	2.48	0.0133	1.4419
Y_{j-4}	0.4082	0.1502	0.1138	0.7025	2.72	0.0066	1.5040

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını cinsiyet önemli düzeyde ($\hat{\beta}_0 = -0.6320 \pm 0.1127$) etkilemektedir ($p < 0.001$).

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını A vitamini eksikliği önemli düzeyde ($\hat{\beta}_1 = -0.2720 \pm 0.1280$) etkilemektedir ($p < 0.05$).

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını yaş önemli düzeyde ($\hat{\beta}_2 = -0.2944 \pm 0.0303$) etkilemektedir ($p < 0.001$).

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını ilave açıklayıcı değişken olarak modelde bulunan ($j-1$) öncesi yanıtlar ($\hat{\alpha}_0 = 0.0810 \pm 0.1463$) etkilememektedir ($p > 0.05$).

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını ikinci ilave açıklayıcı değişken olarak modelde bulunan ($j-2$) öncesi yanıtlar ($\hat{\alpha}_1 = 0.1936 \pm 0.1498$) etkilememektedir ($p > 0.05$).

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını üçüncü ilave açıklayıcı değişken olarak modelde bulunan ($j-3$) öncesi yanıtlar önemli düzeyde ($\hat{\alpha}_2 = 0.3660 \pm 0.1478$) etkilemektedir ($p < 0.05$).

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını dördüncü ilave açıklayıcı değişken olarak modelde bulunan ($j-4$) öncesi yanıtlar önemli düzeyde ($\hat{\alpha}_3 = 0.4082 \pm 0.1502$) etkilemektedir ($p < 0.01$).

Beşinci Düzen Markov Modeli uygulandığında genelleştirilmiş tahmin denklemleri Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5: Beşinci Düzen Markov Modeli İçin GEE Sonuçları

Değişken	Katsayılar	Standart Hata	%95 Güven aralığı		Z	Pr > Z	Odds Oranı
Cinsiyet	-0.5475	0.1305	-0.8034	-0.2916	-4.19	<.0001	0.5784
A vitamini eksikliği	-0.2672	0.1539	-0.5989	0.0345	-1.74	0.0826	0.7655
Yaş	-0.2995	0.0370	-0.3721	0.2269	-8.09	<.0001	-
Y_{j-1}	0.1697	0.2217	-0.2647	0.6042	0.77	0.4439	1.1850
Y_{j-2}	0.1571	0.2613	-0.3550	0.6693	0.60	0.5476	1.1701
Y_{j-3}	0.2991	0.2425	-0.1762	0.7744	1.23	0.2174	1.3487
Y_{j-4}	0.4217	0.2486	-0.0655	0.9088	1.70	0.0898	1.5245
Y_{j-5}	0.0110	0.1920	-0.3652	0.3873	0.06	0.9541	1.0111

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını cinsiyet önemli düzeyde ($\hat{\beta}_0 = -0.5475 \pm 0.1305$) etkilemektedir ($p < 0.001$).

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını A vitamini eksikliği ($\hat{\beta}_1 = -0.2672 \pm 0.1539$) etkilememektedir ($p > 0.05$).

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını yaş önemli düzeyde ($\hat{\beta}_2 = -0.2995 \pm 0.0370$) etkilemektedir ($p < 0.001$).

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını ilave açıklayıcı değişken olarak modelde bulunan ($j-1$) öncesi yanıtlar ($\hat{\alpha}_0 = 0.1697 \pm 0.2217$) etkilememektedir ($p > 0.05$).

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını ikinci ilave açıklayıcı değişken olarak modelde bulunan ($j-2$) öncesi yanıtlar ($\hat{\alpha}_1 = 0.1571 \pm 0.2613$) etkilememektedir ($p > 0.05$).

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını üçüncü ilave açıklayıcı değişken olarak modelde bulunan ($j-3$) öncesi yanıtlar ($\hat{\alpha}_2 = 0.2991 \pm 0.2425$) etkilememektedir ($p > 0.05$).

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını dördüncü ilave açıklayıcı değişken olarak modelde bulunan ($j-4$) öncesi yanıtlar önemli düzeyde ($\hat{\alpha}_3 = 0.4217 \pm 0.2486$) etkilememektedir ($p > 0.05$).

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını beşinci ilave açıklayıcı değişken olarak modelde bulunan ($j-5$) öncesi yanıtlar önemli düzeyde ($\hat{\alpha}_4 = 0.0110 \pm 0.1920$) etkilememektedir ($p>0.05$).

Uygun markov zincirinin seçiminde analiz sonuçlarına bakılarak karar verilir. Yaptığımız parametre tahminleri sonucunda, ikinci düzen markov modelinde açıklayıcı değişkenlerin standart hata tahminleri birinci düzen markov modeline göre daha düşük olduğu görülmektedir. Standart hata tahminleri üçüncü, dördüncü ve beşinci düzen markov modelinde yükselerek devam etmiştir. Bu nedenle İkinci düzen markov modelinin uygun geçiş modeli olarak alınmasına karar verilmiştir.

4.1.2. Geçiş Modelleri Uygulanmadığında Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri Sonuçları

Geçmiş yanıtların modele ilave edilmediği durumda genelleştirilmiş tahmin denklemlerinin analiz sonuçları Çizelge 4.6'da yer almaktadır.

Çizelge 4.6: Geçiş Modelleri Uygulanmadığı Durumda GEE Sonuçları

Değişken	Katsayılar	Standart Hata	%95 Güven aralığı		Z	Pr > Z	Odds Oranı
Cinsiyet	-0.6608	0.1341	-0.9237	-0.3979	-4.93	<.0001	0.5164
A vitamini eksikliği	-0.0949	0.1366	-0.3626	0.1729	-0.69	0.4873	0.9095
Yaş	-0.2121	0.0249	-0.2610	-0.1633	-8.51	<.0001	-

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını cinsiyet önemli düzeyde ($\hat{\beta}_0 = -0.6608 \pm 0.1341$) etkilemektedir.

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını A vitamini eksikliği ($\hat{\beta}_1 = -0.0949 \pm 0.1366$) etkilememektedir.

Çocukların solunum yolları enfeksiyonuna yakalanmalarını yaş önemli düzeyde ($\hat{\beta}_2 = -0.2121 \pm 0.0249$) etkilemektedir.

Geçiş modelleri uygulandığı ve uygulanmadığı durumlardaki parametre tahminleri Çizelge 4.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7: Geçiş Modelleri Uygulandığında ve Uygulanmadığı Durumlarda Parametre Tahminleri

Değişken	Geçişli Model (İkinci Düzen Markov Modeli)		Geçişsiz Model	
	Parametre Tahmini	Standart Hata	Parametre Tahmini	Standart Hata
Cinsiyet	-0.6535	0.0954	-0.6608	0.1341
A vitamini Eksikliği	-0.2377	0.1099	-0.0949	0.1366
Yaş	-0.2847	0.0232	-0.2121	0.0249
Y_{j-1}	0.5131	0.0897	-	-
Y_{j-2}	0.4162	0.0907	-	-

Geçmiş yanıtlar geçişli modelde modele katılırken, geçişsiz modelde yer almamaktadır.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Sağlık alanında elde edilen verilerin analizinde aynı amaç için farklı modeller kullanılabilir. Veri yapısı ve amaca göre en uygun modelin seçiminde mevcut riskleri en aza indirgeyen modelin analizde kullanılması gerekmektedir (6).

Longitudinal veri analizinde geçiş modelleri genelleştirilmiş doğrusal model yaklaşımlarından birini oluşturmaktadır. Geçiş modelleri açıklayıcı değişkenler ve geçmiş yanıtların bir fonksiyonları olarak yanıt değişkeninin koşullu beklentisinin modellenmesiyle şimdiki sonuç üzerinde geçmiş sonuçların etkinliğini açık bir şekilde ifade eden modellerdir (29).

Sağlık alanında günümüze kadar yapılan çalışmalar incelendiğinde Longitudinal veri analizinde geçiş modelleri ile ilgili az sayıda yayın bulunmaktadır. Halbuki longitudinal veri analizlerinde geçmiş yanıtların yanıt değişkeni üzerinde etkisi bulunmaktadır. Bu nedenle geçiş modelleri bu tür çalışmalarda oldukça etkilidir.

Belli model yaklaşımları altında geçiş modelleri marjinal modeller ve/veya koşullu modellere eşdeğerdir. Geçiş modeli, geçmiş yanıtların ek açıklayıcı değişkenler olarak işlem görmesiyle maksimum olabilirliği kullanarak kolaylıkla tahmin edilebilir (29).

Bu çalışmada çocuklarda solunum yolları enfeksiyonuna ilişkin veriler her iki modelde de analiz edilmiştir.

Gelişmekte olan toplum içinde A vitamini eksikliğinin solunum yolları enfeksiyonu riskini arttırdığı ve çocuklarda ölümlere neden olduğu ileri sürülmektedir. Bu düşünce A vitamininin epitel hücreler için gerekli olmasından dolayı ortaya atılmıştır. Çalışmanın amacı A vitamini eksikliği

olan çocuklar için solunum yolları enfeksiyonu riskindeki artışı tahmin etmek ve tahminler sırasında geçiş modellerinin kullanımı ve etkinliğini göstermektir.

Uygulanan her iki yöntemde genelleştirilmiş tahmin denklemleri sonucunda yaş ve cinsiyet çocukların solunum yolları enfeksiyonuna sahip olup olmamalarını önemli düzeyde ($p = 0.001$) etkilemektedir.

Uygulamada geçiş modelleri için markov zincirleri kullanılmıştır. Birinci düzen, ikinci düzen, üçüncü düzen, dördüncü düzen ve beşinci düzen olmak üzere beş farklı markov modeli uygulanmıştır.

Uygun markov zincirinin seçiminde analiz sonuçlarına bakılarak karar verilir. Yaptığımız parametre tahminleri sonucunda, ikinci düzen markov modelinde açıklayıcı değişkenlerin standart hata tahminleri birinci düzen markov modeline göre daha düşük olduğu görülmektedir. Standart hata tahminleri üçüncü, dördüncü ve beşinci düzen markov modelinde yükselerek devam etmiştir. Bu nedenle ikinci düzen markov modelinin uygun geçiş modeli olarak alınmasına karar verilmiştir.

Geçiş modeli uygulanmadığı durumda A vitamini eksikliği çocuklarda solunum yolları enfeksiyon riskini etkilemezken ($p > 0.05$), ikinci düzen markov modeline göre etkilediği ($p < 0.05$) görülmektedir. İkinci düzen geçiş modeli uygulandığında geçmiş yanıtların oluşturduğu ilave açıklayıcı değişkenler çocuklarda solunum yolları enfeksiyon riskini önemli düzeyde ($p < 0.001$) etkilemektedir.

Tahmin denklemleri sonuçları incelendiğinde, geçiş modelleri sayesinde modele ilave edilen geçmiş yanıtlar çocuklarda solunum yolları enfeksiyon riskini önemli düzeyde ($p < 0.001$) etkilemektedir.

Fei Yu'nun 2003 yılında yaptığı çalışmasında sırt ağrısı verileri üzerinde geçiş modellerinin etkinliğini göstermiştir. Bu çalışmada sırt ağrısını türüne göre, geçiş olasılıkları üzerinde açıklayıcı değişkenlerin etkilerini ve durumlar arasında geçişleri yansıtan bir Markov modeli uygulanmıştır. Analizler sonucunda geçiş modelinin geçişsiz modelden daha etkin sonuçlar verdiği savunulmuştur (29).

Bu durumda longitudinal verilerin analizinde geçiş modellerinin önemli olduğu söylenebilir. Geçmiş yanıtlar geçiş modelleri sayesinde modele ilave edildiğinde Peter J. DIGGLE'in savunduğu gibi daha tutarlı sonuçlar elde edilmektedir.

Bilimsel çalışmalarda Longitudinal verilerin kullanıldığı durumlarda geçişli modellerin kullanılması doğru ve güvenilir sonuçlara ulaşmak için en uygun yöntem olmaktadır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

1. AZZALINI, A.: Logistic regression for autocorrelated data with application to repeated measures, *Biometrika*, 81, 767-75, (1994) .
2. BECK, N.: Time-Series Cross-Section Data, *Statistica Neerlandica*, Vol. 55, 110-32, (2001)
3. CHAGANTY, C. R.: An Alternative Approach To The Analysis Of Longitudinal Data Via Generalized Estimating Equations, *Journal of Statistical Planning and Inference*, 63, 39-54, (1997)
4. CHIOU, J. M., MULLER, H.G., WANG, J.L., CAREY, J.R.: A Functional Multiplicative Effects Model For Longitudinal Data, With Application To Reproductive Histories Of Female Medflies, *Statistica Sinica*, 13, 1119-33, (2003)
5. CONTONI, E., FLEMMING, J. M., RONCHETTI, E.: Variable Selection for Marginal Longitudinal Generalized Linear Models, *Biometrics*, 61, 507-14, (2005)
6. ÇOLAK, E.: Koşullu ve Sınırlandırılmış Regresyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Sağlık bilimleri Enstitüsü Biyoistatistik Anabilim Dalı, Eskişehir, (2002)
7. DAOWEN, Z.: Generalized Linear Mixed Models with Varying Coefficients for Longitudinal Data, *Biometrics*, 60, 8-15, (2004)

8. DIGGLE, P., LIANG, K. Y., ZEGER, S. L.: Analysis of Longitudinal Data, 55-68, 131-42, 190-207, Oxford University Pres., New York, (2000)
9. FEDDAG, M. L., MESBAH, M.: Generalized Estimating Equations For Longitudinal Mixed Rasch Model, Journal of Statistical Planning and Inference, 129 ,159 –79, (2005)
10. GAUSS, C., F.: French Translation of The Portion on Least Squares, Dover, New York, 11-134, (1809)
11. GEERT, V., GEERT, M.: Linear Mixed Models for Longitudinal Data, 3, Springer, (2000)
12. HALL, S. M., DELUCCHI, K. L., VELICER, W. F.: Statistical Analysis of Randomized Trials in Tobacco Treatment: Longitudinal Designs with Dichotomous Outcome, Nicotine & Tobacco Research, 3, 193-202, (2001)
13. HARDIN, J. V., HILBE, J. M.: Generalized Estimating Equations, Chapman & Hall/Crc, (2003)
14. HAWKINS, D. L., HAN, C. P.: Estimating Transition Probabilities from Aggregate Samples Plus Partial Trransition Data, Biometrics, 56, 848-54, (2000)
15. HEAGERTY, P. J. : Marginalized Transition Models and Likelihood Inference for Longitudinal Categorical Data, Biometrics, 58, 342-51, (2002)

16. HIRJI, K. F., JOHNSON, T. D.: Exact inference on stratified two-stage Markov chain models, *Computational Statistics & Data Analysis*, 31 , 159-86, (1999)
17. JONES, R. H., XU, S.: *Longitudinal Data with Serial Correlation: A State-space Approach*, Chapman & Hall/CRC, London, (1993)
18. LEGENDRE, A. M.: *Nouvelles methodes pour la determination des orbites des cometes*, John Wiley, New York, (1805)
19. LIANG, K.-Y. AND ZEGER, S. L: Longitudinal data analysis using generalized linear models. *Biometrika*, 73, 13-22, (1986)
20. MEI, Z., GRUMMER, L. M., THOMPSON, D., DIETZ, W., H.: Shifts in Percentiles of Growth During Early Childhood: Analysis of Longitudinal Data From the California Child Health and Development Study, *PEDIATRICS*, 113, 6, 617-27, (2004)
21. MYERS, R. H., MONTGOMERY, D. C., VINING, G. G. : *Generalized Linear Models with Applications in Engineering and the Sciences*, 49-52, John Wiley & Sons, New York, (2002)
22. NICHOLAS, J., HORTON, R., STUART, R.: Review of Software to Fit Generalized Estimating Equation Regression Models, *The American Statistician*, May 1999, Vol. 53, 160-9, (1999)
23. PARK, T, DAVIS, C., S., LI, N.: Alternative GEE Estimation Procedures For Discrete Longitudinal Data, *Computational Statistics & Data Analysis* ,28, 243-56, (1998)

24. ÖZDAMAR, K: SPSS ile Biyoistatistik, Kaan Kitapevi., 5, Eskişehir, (2003)
25. SAS/STAT Software: Changes And Enhancements Through Release 6.12, 247-347, SAS, Institute Inc., North Carolina, (1997)
26. SMITH, M. S., DIGGLE, P. : Object-oriented Software for the Analysis of Longitudinal Data in S, 4, (1994)
27. SUH, Y.J., PARK, T., CHEONG, S.Y.: Linkage analysis of longitudinal data, BMC Genetics, 4, 27, (2003)
28. SUNG, M., SOYER, R., NHAN, N.: Bayesian Analysis Of Nonhomogeneous Markov Chains: Application To Mental Health Data, (2002)
29. YU, F., MORGENSTERN, H., HURWITZ, E., BERLIN, T. R. : Use of a Markov Transition Model to Analyse Longitudinal Low-back Pain Data, Statistical Methods in Medical Research; 12, 321-31, 2003
30. ZEGER, S. L., QAQISH, B.: Markov regression models for time series: a quasi-likelihood approach, Biometrics, 44, 1019-31
31. <http://www.biostat.jhsph.edu/~fdominic/teaching/LDA/lda.html>, Longitudinal Data Analysis, Download Tarihi: 14.12.2004
32. <http://lrsp.carleton.ca/trs/pdf/FILES/TRS398.pdf>, Asymptotic results with generalized estimating equations for longitudinal data II, Download Tarihi: 21.04.2005

32. <http://lrsp.carleton.ca/trs/pdffiles/TRS398.pdf>, Asymptotic Results with Generalized Estimating Equations for Longitudinal Data II, Download Tarihi: 21.04.2005
33. <http://www.maths.lancs.ac.uk/department/study/years/msc/modules/math459/notes/handout.pdf>, MATH459: The Analysis of Longitudinal Data, Download Tarihi: 20.04.2005
34. <http://www.msci.memphis.edu/~kelemena/paper/PAKDD/pakddcamera.pdf>, Adaptive Generalized Estimation Equation with Bayes Classifier for the Job Assignment Problem, Download Tarihi: 20.04.2005
35. http://www.samsi.info/200405/socsci/opening_richard.cook.pdf, Latent Variable Problems In Longitudinal And Life History Data, Download Tarihi:20.04.2005
36. <http://www.stats.ox.ac.uk/~steffen/fsmHT05/fsm10c.pdf>, Longitudinal Data, Download Tarihi: 21.04.2005
37. <http://www.worldaudit.org/international%20conflist.pdf>, Time Series Models for Discrete data: solutions to a problem with quantitative studies of international conflict, Download Tarihi:21.04.2005
38. <http://www.who.int/nut/vad.htm>, Combating Vitamin A Deficiency, Download Tarihi: 21.04.2005


```

*****;
*****Geçiş Modelleri*****;
data z;
infile 'c:\zeynep\sasveri\tezveri.txt';
input id y j x a b;
y1=lag1(y);
if j=0 then y1=.;
y2=lag2(y);
if (j=0 or j=3) then y2=.;
y3=lag3(y);
if (j=0 or j=3 or j=6) then y3=.;
y4=lag4(y);
if (j=0 or j=3 or j=6 or j=9) then y4=.;
y5=lag5(y);
if (j=0 or j=3 or j=6 or j=9 or j=12) then y5=.;
run;
*****;
*****Geçiş Modelleri İçin GEE*****;
*****;
*****Birinci Düzen Geçiş Modeli İçin GEE*****;
proc genmod data=z;
class id;
model y=x a b y1 / d=p noint;
repeated subject=id;
estimate 'or' x 1/exp;
estimate 'or' a 1/exp;
estimate 'or' y1 1/exp;
run;
*****;
*****İkinci Düzen Geçiş Modeli İçin GEE*****;
proc genmod data=z;
class id;
model y=x a b y1 y2 / d=p noint;
repeated subject=id;
estimate 'or' x 1/exp;
estimate 'or' a 1/exp;
estimate 'or' y1 1/exp;
estimate 'or' y2 1/exp;
run;
*****;
*****Üçüncü Düzen Geçiş Modeli İçin GEE*****;
proc genmod data=z;
class id;
model y=x a b y1 y2 y3 / d=p noint;
repeated subject=id;
estimate 'or' x 1/exp;
estimate 'or' a 1/exp;
estimate 'or' y1 1/exp;
estimate 'or' y2 1/exp;
estimate 'or' y3 1/exp;
run;

```

```

*****;
***** Dördüncü Düzen Geçiş Modeli İçin GEE*****;
proc genmod data=z;
class id;
model y=x a b y1 y2 y3 y4/ d=p noint;
repeated subject=id;
estimate 'or' x 1/exp;
estimate 'or' a 1/exp;
estimate 'or' y1 1/exp;
estimate 'or' y2 1/exp;
estimate 'or' y3 1/exp;
estimate 'or' y4 1/exp;
run;
*****;
***** Beşinci Düzen Geçiş Modeli İçin GEE*****;
proc genmod data=z;
class id;
model y=x a b y1 y2 y3 y4 y5/ d=p noint;
repeated subject=id;
estimate 'or' x 1/exp;
estimate 'or' a 1/exp;
estimate 'or' y1 1/exp;
estimate 'or' y2 1/exp;
estimate 'or' y3 1/exp;
estimate 'or' y4 1/exp;
estimate 'or' y5 1/exp;
run;
*****;
****;*****Geçişsiz Modelleri İçin GEE*****;
proc genmod data=z;
class id;
model y=x a b / d=p noint;
repeated subject=id;
estimate 'or' x 1/exp;
estimate 'or' a 1/exp;
run;

```

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
1	0	0	1	0	4
1	0	3	1	0	4
1	0	6	1	0	4
1	1	9	1	0	4
1	0	12	1	0	4
1	0	15	1	0	4
2	0	0	0	0	3
2	0	3	0	0	3
2	0	6	0	0	3
2	0	9	0	0	3
2	0	12	0	0	3
2	0	15	0	0	3
3	1	0	1	0	6
3	0	3	1	0	6
3	1	6	1	0	6
3	0	9	1	0	6
3	0	12	1	0	6
3	1	15	1	0	6
4	1	0	0	1	5
4	1	3	0	1	5
4	1	6	0	1	5
4	1	9	0	1	5
4	0	12	0	1	5
4	1	15	0	1	5
5	0	0	0	0	1
5	0	3	0	0	1
5	0	6	0	0	1
5	0	9	0	0	1
5	0	12	0	0	1
5	0	15	0	0	1
6	1	0	0	0	3
6	1	3	0	0	3
6	1	6	0	0	3
6	1	9	0	0	3
6	0	12	0	0	3
6	0	15	0	0	3
7	1	0	0	0	6
7	1	3	0	0	6
7	1	6	0	0	6
7	1	9	0	0	6
7	1	12	0	0	6
7	1	15	0	0	6
8	0	0	1	0	7
8	0	3	1	0	7
8	0	6	1	0	7
8	0	9	1	0	7
8	0	12	1	0	7
8	0	15	1	0	7
9	0	0	1	0	6
9	0	3	1	0	6
9	0	6	1	0	6

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
9	0	9	1	0	6
9	0	12	1	0	6
9	0	15	1	0	6
10	1	0	1	0	4
10	1	3	1	0	4
10	0	6	1	0	4
10	1	9	1	0	4
10	1	12	1	0	4
10	1	15	1	0	4
11	1	0	0	0	2
11	1	3	0	0	2
11	1	6	0	0	2
11	1	9	0	0	2
11	1	12	0	0	2
11	1	15	0	0	2
12	1	0	1	1	5
12	1	3	1	1	5
12	1	6	1	1	5
12	1	9	1	1	5
12	1	12	1	1	5
12	1	15	1	1	5
13	0	0	0	0	6
13	1	3	0	0	6
13	1	6	0	0	6
13	1	9	0	0	6
13	0	12	0	0	6
13	1	15	0	0	6
14	0	0	0	1	3
14	0	3	0	1	3
14	1	6	0	1	3
14	0	9	0	1	3
14	0	12	0	1	3
14	1	15	0	1	3
15	0	0	1	0	2
15	0	3	1	0	2
15	0	6	1	0	2
15	0	9	1	0	2
15	1	12	1	0	2
15	0	15	1	0	2
16	0	0	1	0	2
16	0	3	1	0	2
16	0	6	1	0	2
16	1	9	1	0	2
16	0	12	1	0	2
16	1	15	1	0	2
17	0	0	0	0	1
17	0	3	0	0	1
17	0	6	0	0	1
17	0	9	0	0	1
17	0	12	0	0	1

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
17	0	15	0	0	1
18	0	0	1	1	2
18	0	3	1	1	2
18	0	6	1	1	2
18	0	9	1	1	2
18	0	12	1	1	2
18	0	15	1	1	2
19	0	0	1	0	1
19	0	3	1	0	1
19	0	6	1	0	1
19	0	9	1	0	1
19	0	12	1	0	1
19	0	15	1	0	1
20	0	0	0	1	4
20	0	3	0	1	4
20	0	6	0	1	4
20	0	9	0	1	4
20	0	12	0	1	4
20	1	15	0	1	4
21	1	0	1	0	1
21	1	3	1	0	1
21	1	6	1	0	1
21	1	9	1	0	1
21	1	12	1	0	1
21	1	15	1	0	1
22	0	0	0	0	1
22	0	3	0	0	1
22	0	6	0	0	1
22	0	9	0	0	1
22	0	12	0	0	1
22	0	15	0	0	1
23	0	0	0	0	6
23	0	3	0	0	6
23	0	6	0	0	6
23	0	9	0	0	6
23	1	12	0	0	6
23	0	15	0	0	6
24	0	0	1	1	6
24	0	3	1	1	6
24	0	6	1	1	6
24	0	9	1	1	6
24	0	12	1	1	6
24	0	15	1	1	6
25	0	0	1	1	2
25	1	3	1	1	2
25	1	6	1	1	2
25	1	9	1	1	2
25	0	12	1	1	2
25	1	15	1	1	2
26	0	0	1	1	1
26	0	3	1	1	1

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_j)	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
26	0	6	1	1	1
26	0	9	1	1	1
26	0	12	1	1	1
26	0	15	1	1	1
27	0	0	1	1	5
27	0	3	1	1	5
27	0	6	1	1	5
27	0	9	1	1	5
27	0	12	1	1	5
27	0	15	1	1	5
28	0	0	1	0	5
28	0	3	1	0	5
28	0	6	1	0	5
28	0	9	1	0	5
28	0	12	1	0	5
28	0	15	1	0	5
29	0	0	1	0	4
29	0	3	1	0	4
29	0	6	1	0	4
29	0	9	1	0	4
29	1	12	1	0	4
29	0	15	1	0	4
30	1	0	1	1	1
30	0	3	1	1	1
30	0	6	1	1	1
30	0	9	1	1	1
30	0	12	1	1	1
30	1	15	1	1	1
31	0	0	1	0	6
31	1	3	1	0	6
31	1	6	1	0	6
31	0	9	1	0	6
31	0	12	1	0	6
31	0	15	1	0	6
32	0	0	1	1	2
32	1	3	1	1	2
32	1	6	1	1	2
32	0	9	1	1	2
32	0	12	1	1	2
32	0	15	1	1	2
33	0	0	0	0	5
33	0	3	0	0	5
33	0	6	0	0	5
33	0	9	0	0	5
33	0	12	0	0	5
33	0	15	0	0	5
34	0	0	0	1	2
34	0	3	0	1	2
34	0	6	0	1	2
34	0	9	0	1	2
34	0	12	0	1	2

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
34	0	15	0	1	2
35	0	0	1	0	4
35	0	3	1	0	4
35	0	6	1	0	4
35	0	9	1	0	4
35	1	12	1	0	4
35	0	15	1	0	4
36	0	0	0	0	1
36	0	3	0	0	1
36	0	6	0	0	1
36	0	9	0	0	1
36	0	12	0	0	1
36	0	15	0	0	1
37	0	0	1	0	5
37	0	3	1	0	5
37	1	6	1	0	5
37	0	9	1	0	5
37	0	12	1	0	5
37	0	15	1	0	5
38	0	0	1	0	6
38	0	3	1	0	6
38	0	6	1	0	6
38	0	9	1	0	6
38	0	12	1	0	6
38	0	15	1	0	6
39	0	0	0	0	2
39	0	3	0	0	2
39	0	6	0	0	2
39	0	9	0	0	2
39	0	12	0	0	2
39	0	15	0	0	2
40	1	0	0	0	3
40	1	3	0	0	3
40	1	6	0	0	3
40	1	9	0	0	3
40	1	12	0	0	3
40	1	15	0	0	3
41	1	0	0	1	2
41	1	3	0	1	2
41	0	6	0	1	2
41	1	9	0	1	2
41	1	12	0	1	2
41	1	15	0	1	2
42	1	0	0	1	6
42	1	3	0	1	6
42	1	6	0	1	6
42	1	9	0	1	6
42	1	12	0	1	6
42	1	15	0	1	6
43	1	0	0	0	3

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
43	0	3	0	0	3
43	1	6	0	0	3
43	0	9	0	0	3
43	1	12	0	0	3
43	0	15	0	0	3
44	0	0	0	1	2
44	0	3	0	1	2
44	0	6	0	1	2
44	0	9	0	1	2
44	0	12	0	1	2
44	0	15	0	1	2
45	1	0	1	1	6
45	0	3	1	1	6
45	0	6	1	1	6
45	0	9	1	1	6
45	0	12	1	1	6
45	0	15	1	1	6
46	0	0	1	1	5
46	0	3	1	1	5
46	0	6	1	1	5
46	0	9	1	1	5
46	1	12	1	1	5
46	0	15	1	1	5
47	1	0	0	1	3
47	1	3	0	1	3
47	1	6	0	1	3
47	1	9	0	1	3
47	1	12	0	1	3
47	1	15	0	1	3
48	1	0	0	1	2
48	1	3	0	1	2
48	0	6	0	1	2
48	1	9	0	1	2
48	1	12	0	1	2
48	1	15	0	1	2
49	1	0	1	1	2
49	1	3	1	1	2
49	1	6	1	1	2
49	1	9	1	1	2
49	1	12	1	1	2
49	1	15	1	1	2
50	0	0	0	1	1
50	1	3	0	1	1
50	1	6	0	1	1
50	1	9	0	1	1
50	1	12	0	1	1
50	1	15	0	1	1
51	0	0	0	1	4
51	0	3	0	1	4
51	0	6	0	1	4
51	0	9	0	1	4

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
51	1	12	0	1	4
51	1	15	0	1	4
52	1	0	0	1	6
52	1	3	0	1	6
52	1	6	0	1	6
52	1	9	0	1	6
52	0	12	0	1	6
52	1	15	0	1	6
53	1	0	1	1	3
53	1	3	1	1	3
53	1	6	1	1	3
53	1	9	1	1	3
53	0	12	1	1	3
53	1	15	1	1	3
54	1	0	1	0	1
54	0	3	1	0	1
54	0	6	1	0	1
54	0	9	1	0	1
54	0	12	1	0	1
54	0	15	1	0	1
55	0	0	1	0	5
55	0	3	1	0	5
55	0	6	1	0	5
55	0	9	1	0	5
55	0	12	1	0	5
55	0	15	1	0	5
56	0	0	0	0	1
56	0	3	0	0	1
56	0	6	0	0	1
56	0	9	0	0	1
56	0	12	0	0	1
56	0	15	0	0	1
57	0	0	0	0	4
57	0	3	0	0	4
57	0	6	0	0	4
57	0	9	0	0	4
57	0	12	0	0	4
57	0	15	0	0	4
58	0	0	0	0	4
58	0	3	0	0	4
58	0	6	0	0	4
58	0	9	0	0	4
58	0	12	0	0	4
58	0	15	0	0	4
59	1	0	1	0	2
59	0	3	1	0	2
59	1	6	1	0	2
59	0	9	1	0	2
59	1	12	1	0	2
59	1	15	1	0	2
60	0	0	0	1	1

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
60	0	3	0	1	1
60	0	6	0	1	1
60	0	9	0	1	1
60	0	12	0	1	1
60	0	15	0	1	1
61	0	0	1	0	4
61	0	3	1	0	4
61	0	6	1	0	4
61	0	9	1	0	4
61	0	12	1	0	4
61	0	15	1	0	4
62	0	0	1	1	4
62	0	3	1	1	4
62	0	6	1	1	4
62	0	9	1	1	4
62	0	12	1	1	4
62	0	15	1	1	4
63	1	0	0	0	2
63	0	3	0	0	2
63	0	6	0	0	2
63	0	9	0	0	2
63	0	12	0	0	2
63	0	15	0	0	2
64	0	0	1	0	6
64	0	3	1	0	6
64	0	6	1	0	6
64	0	9	1	0	6
64	0	12	1	0	6
64	0	15	1	0	6
65	0	0	0	0	2
65	0	3	0	0	2
65	0	6	0	0	2
65	0	9	0	0	2
65	0	12	0	0	2
65	0	15	0	0	2
66	1	0	0	0	1
66	1	3	0	0	1
66	1	6	0	0	1
66	1	9	0	0	1
66	1	12	0	0	1
66	1	15	0	0	1
67	0	0	1	0	7
67	0	3	1	0	7
67	0	6	1	0	7
67	0	9	1	0	7
67	0	12	1	0	7
67	0	15	1	0	7
68	0	0	0	1	1
68	0	3	0	1	1
68	0	6	0	1	1
68	1	9	0	1	1

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
68	0	12	0	1	1
68	0	15	0	1	1
69	0	0	1	0	1
69	1	3	1	0	1
69	1	6	1	0	1
69	1	9	1	0	1
69	1	12	1	0	1
69	1	15	1	0	1
70	0	0	1	0	4
70	0	3	1	0	4
70	1	6	1	0	4
70	0	9	1	0	4
70	0	12	1	0	4
70	0	15	1	0	4
71	0	0	1	0	1
71	0	3	1	0	1
71	1	6	1	0	1
71	1	9	1	0	1
71	1	12	1	0	1
71	1	15	1	0	1
72	0	0	0	0	3
72	0	3	0	0	3
72	1	6	0	0	3
72	0	9	0	0	3
72	0	12	0	0	3
72	0	15	0	0	3
73	0	0	1	0	7
73	0	3	1	0	7
73	0	6	1	0	7
73	0	9	1	0	7
73	0	12	1	0	7
73	0	15	1	0	7
74	0	0	1	0	6
74	0	3	1	0	6
74	0	6	1	0	6
74	0	9	1	0	6
74	0	12	1	0	6
74	0	15	1	0	6
75	0	0	1	0	1
75	0	3	1	0	1
75	0	6	1	0	1
75	0	9	1	0	1
75	0	12	1	0	1
75	0	15	1	0	1
76	0	0	1	0	5
76	0	3	1	0	5
76	0	6	1	0	5
76	0	9	1	0	5
76	0	12	1	0	5
76	0	15	1	0	5
77	0	0	0	0	7

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
77	1	3	0	0	7
77	0	6	0	0	7
77	0	9	0	0	7
77	0	12	0	0	7
77	0	15	0	0	7
78	0	0	1	1	5
78	0	3	1	1	5
78	0	6	1	1	5
78	0	9	1	1	5
78	0	12	1	1	5
78	0	15	1	1	5
79	1	0	0	1	1
79	1	3	0	1	1
79	1	6	0	1	1
79	1	9	0	1	1
79	1	12	0	1	1
79	1	15	0	1	1
80	0	0	1	0	7
80	0	3	1	0	7
80	0	6	1	0	7
80	0	9	1	0	7
80	0	12	1	0	7
80	0	15	1	0	7
81	0	0	1	1	4
81	0	3	1	1	4
81	0	6	1	1	4
81	0	9	1	1	4
81	0	12	1	1	4
81	0	15	1	1	4
82	1	0	1	0	6
82	1	3	1	0	6
82	0	6	1	0	6
82	0	9	1	0	6
82	1	12	1	0	6
82	1	15	1	0	6
83	0	0	1	0	2
83	0	3	1	0	2
83	0	6	1	0	2
83	0	9	1	0	2
83	0	12	1	0	2
83	0	15	1	0	2
84	0	0	1	0	7
84	0	3	1	0	7
84	0	6	1	0	7
84	0	9	1	0	7
84	0	12	1	0	7
84	1	15	1	0	7
85	0	0	0	0	2
85	0	3	0	0	2
85	0	6	0	0	2
85	0	9	0	0	2

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
85	0	12	0	0	2
85	0	15	0	0	2
86	0	0	1	0	4
86	0	3	1	0	4
86	0	6	1	0	4
86	0	9	1	0	4
86	0	12	1	0	4
86	0	15	1	0	4
87	1	0	0	1	2
87	0	3	0	1	2
87	0	6	0	1	2
87	0	9	0	1	2
87	1	12	0	1	2
87	0	15	0	1	2
88	0	0	0	0	6
88	0	3	0	0	6
88	0	6	0	0	6
88	0	9	0	0	6
88	1	12	0	0	6
88	1	15	0	0	6
89	0	0	1	1	2
89	0	3	1	1	2
89	1	6	1	1	2
89	0	9	1	1	2
89	0	12	1	1	2
89	1	15	1	1	2
90	0	0	1	0	2
90	0	3	1	0	2
90	0	6	1	0	2
90	0	9	1	0	2
90	0	12	1	0	2
90	0	15	1	0	2
91	1	0	0	0	1
91	1	3	0	0	1
91	1	6	0	0	1
91	1	9	0	0	1
91	1	12	0	0	1
91	1	15	0	0	1
92	0	0	0	1	2
92	0	3	0	1	2
92	0	6	0	1	2
92	0	9	0	1	2
92	0	12	0	1	2
92	0	15	0	1	2
93	1	0	0	1	5
93	0	3	0	1	5
93	1	6	0	1	5
93	1	9	0	1	5
93	1	12	0	1	5
93	0	15	0	1	5
94	1	0	0	0	2

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
94	0	3	0	0	2
94	0	6	0	0	2
94	0	9	0	0	2
94	1	12	0	0	2
94	1	15	0	0	2
95	0	0	0	0	4
95	1	3	0	0	4
95	0	6	0	0	4
95	0	9	0	0	4
95	0	12	0	0	4
95	1	15	0	0	4
96	0	0	1	0	3
96	0	3	1	0	3
96	0	6	1	0	3
96	0	9	1	0	3
96	0	12	1	0	3
96	0	15	1	0	3
97	0	0	1	0	4
97	0	3	1	0	4
97	1	6	1	0	4
97	0	9	1	0	4
97	0	12	1	0	4
97	1	15	1	0	4
98	1	0	0	0	3
98	0	3	0	0	3
98	1	6	0	0	3
98	1	9	0	0	3
98	1	12	0	0	3
98	0	15	0	0	3
99	0	0	1	1	1
99	0	3	1	1	1
99	1	6	1	1	1
99	0	9	1	1	1
99	0	12	1	1	1
99	0	15	1	1	1
100	0	0	1	0	5
100	0	3	1	0	5
100	0	6	1	0	5
100	0	9	1	0	5
100	0	12	1	0	5
100	0	15	1	0	5
101	1	0	1	0	5
101	1	3	1	0	5
101	1	6	1	0	5
101	1	9	1	0	5
101	1	12	1	0	5
101	1	15	1	0	5
102	0	0	1	0	3
102	0	3	1	0	3
102	0	6	1	0	3
102	0	9	1	0	3

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
102	0	12	1	0	3
102	0	15	1	0	3
103	0	0	1	0	6
103	0	3	1	0	6
103	0	6	1	0	6
103	0	9	1	0	6
103	0	12	1	0	6
103	0	15	1	0	6
104	0	0	0	0	1
104	1	3	0	0	1
104	1	6	0	0	1
104	1	9	0	0	1
104	1	12	0	0	1
104	1	15	0	0	1
105	0	0	1	0	6
105	0	3	1	0	6
105	1	6	1	0	6
105	1	9	1	0	6
105	0	12	1	0	6
105	1	15	1	0	6
106	0	0	0	0	1
106	1	3	0	0	1
106	0	6	0	0	1
106	1	9	0	0	1
106	0	12	0	0	1
106	0	15	0	0	1
107	1	0	1	1	7
107	0	3	1	1	7
107	0	6	1	1	7
107	0	9	1	1	7
107	0	12	1	1	7
107	0	15	1	1	7
108	0	0	0	0	4
108	0	3	0	0	4
108	0	6	0	0	4
108	0	9	0	0	4
108	1	12	0	0	4
108	1	15	0	0	4
109	0	0	0	0	6
109	0	3	0	0	6
109	0	6	0	0	6
109	1	9	0	0	6
109	0	12	0	0	6
109	1	15	0	0	6
110	0	0	1	0	3
110	0	3	1	0	3
110	0	6	1	0	3
110	0	9	1	0	3
110	1	12	1	0	3
110	0	15	1	0	3
111	0	0	0	1	4

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
111	0	3	0	1	4
111	0	6	0	1	4
111	0	9	0	1	4
111	0	12	0	1	4
111	0	15	0	1	4
112	0	0	0	1	2
112	0	3	0	1	2
112	0	6	0	1	2
112	0	9	0	1	2
112	0	12	0	1	2
112	0	15	0	1	2
113	0	0	1	0	6
113	0	3	1	0	6
113	0	6	1	0	6
113	0	9	1	0	6
113	0	12	1	0	6
113	0	15	1	0	6
114	0	0	1	1	6
114	1	3	1	1	6
114	1	6	1	1	6
114	1	9	1	1	6
114	1	12	1	1	6
114	1	15	1	1	6
115	0	0	1	1	5
115	0	3	1	1	5
115	0	6	1	1	5
115	0	9	1	1	5
115	0	12	1	1	5
115	0	15	1	1	5
116	1	0	0	0	4
116	1	3	0	0	4
116	1	6	0	0	4
116	1	9	0	0	4
116	1	12	0	0	4
116	1	15	0	0	4
117	0	0	0	0	5
117	0	3	0	0	5
117	1	6	0	0	5
117	1	9	0	0	5
117	1	12	0	0	5
117	1	15	0	0	5
118	1	0	0	0	2
118	1	3	0	0	2
118	1	6	0	0	2
118	0	9	0	0	2
118	1	12	0	0	2
118	0	15	0	0	2
119	0	0	0	1	4
119	0	3	0	1	4
119	0	6	0	1	4
119	0	9	0	1	4

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
119	1	12	0	1	4
119	1	15	0	1	4
120	0	0	1	1	3
120	0	3	1	1	3
120	0	6	1	1	3
120	0	9	1	1	3
120	0	12	1	1	3
120	0	15	1	1	3
121	0	0	1	0	3
121	0	3	1	0	3
121	0	6	1	0	3
121	1	9	1	0	3
121	0	12	1	0	3
121	0	15	1	0	3
122	0	0	0	1	3
122	1	3	0	1	3
122	1	6	0	1	3
122	1	9	0	1	3
122	1	12	0	1	3
122	1	15	0	1	3
123	0	0	1	1	5
123	0	3	1	1	5
123	0	6	1	1	5
123	0	9	1	1	5
123	0	12	1	1	5
123	0	15	1	1	5
124	0	0	1	0	3
124	0	3	1	0	3
124	0	6	1	0	3
124	0	9	1	0	3
124	0	12	1	0	3
124	0	15	1	0	3
125	0	0	1	0	1
125	1	3	1	0	1
125	0	6	1	0	1
125	0	9	1	0	1
125	0	12	1	0	1
125	1	15	1	0	1
126	0	0	1	0	7
126	0	3	1	0	7
126	0	6	1	0	7
126	0	9	1	0	7
126	0	12	1	0	7
126	0	15	1	0	7
127	0	0	1	0	2
127	0	3	1	0	2
127	0	6	1	0	2
127	0	9	1	0	2
127	0	12	1	0	2
127	0	15	1	0	2
128	0	0	1	0	4

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
128	1	3	1	0	4
128	1	6	1	0	4
128	0	9	1	0	4
128	0	12	1	0	4
128	1	15	1	0	4
129	1	0	1	1	6
129	0	3	1	1	6
129	0	6	1	1	6
129	0	9	1	1	6
129	0	12	1	1	6
129	0	15	1	1	6
130	0	0	0	1	4
130	1	3	0	1	4
130	1	6	0	1	4
130	1	9	0	1	4
130	1	12	0	1	4
130	1	15	0	1	4
131	0	0	1	0	4
131	1	3	1	0	4
131	1	6	1	0	4
131	0	9	1	0	4
131	0	12	1	0	4
131	1	15	1	0	4
132	1	0	1	0	2
132	1	3	1	0	2
132	0	6	1	0	2
132	0	9	1	0	2
132	0	12	1	0	2
132	1	15	1	0	2
133	0	0	1	0	7
133	0	3	1	0	7
133	0	6	1	0	7
133	0	9	1	0	7
133	0	12	1	0	7
133	0	15	1	0	7
134	0	0	1	1	2
134	0	3	1	1	2
134	0	6	1	1	2
134	0	9	1	1	2
134	0	12	1	1	2
134	1	15	1	1	2
135	1	0	1	0	3
135	1	3	1	0	3
135	1	6	1	0	3
135	1	9	1	0	3
135	1	12	1	0	3
135	1	15	1	0	3
136	1	0	1	0	5
136	1	3	1	0	5
136	1	6	1	0	5
136	1	9	1	0	5

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
136	1	12	1	0	5
136	1	15	1	0	5
137	0	0	1	0	5
137	0	3	1	0	5
137	0	6	1	0	5
137	0	9	1	0	5
137	0	12	1	0	5
137	1	15	1	0	5
138	0	0	1	0	4
138	0	3	1	0	4
138	0	6	1	0	4
138	0	9	1	0	4
138	0	12	1	0	4
138	0	15	1	0	4
139	1	0	0	0	7
139	1	3	0	0	7
139	0	6	0	0	7
139	1	9	0	0	7
139	1	12	0	0	7
139	1	15	0	0	7
140	1	0	0	1	6
140	1	3	0	1	6
140	1	6	0	1	6
140	1	9	0	1	6
140	1	12	0	1	6
140	1	15	0	1	6
141	0	0	0	0	5
141	0	3	0	0	5
141	0	6	0	0	5
141	1	9	0	0	5
141	1	12	0	0	5
141	1	15	0	0	5
142	0	0	1	0	3
142	0	3	1	0	3
142	1	6	1	0	3
142	1	9	1	0	3
142	0	12	1	0	3
142	0	15	1	0	3
143	0	0	0	0	1
143	0	3	0	0	1
143	0	6	0	0	1
143	0	9	0	0	1
143	0	12	0	0	1
143	0	15	0	0	1
144	0	0	1	1	4
144	0	3	1	1	4
144	0	6	1	1	4
144	0	9	1	1	4
144	0	12	1	1	4
144	0	15	1	1	4
145	1	0	1	1	4

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
145	1	3	1	1	4
145	1	6	1	1	4
145	0	9	1	1	4
145	1	12	1	1	4
145	1	15	1	1	4
146	0	0	0	1	7
146	0	3	0	1	7
146	0	6	0	1	7
146	1	9	0	1	7
146	0	12	0	1	7
146	0	15	0	1	7
147	0	0	1	0	4
147	0	3	1	0	4
147	0	6	1	0	4
147	0	9	1	0	4
147	0	12	1	0	4
147	0	15	1	0	4
148	0	0	0	0	2
148	0	3	0	0	2
148	0	6	0	0	2
148	0	9	0	0	2
148	0	12	0	0	2
148	0	15	0	0	2
149	0	0	0	0	6
149	0	3	0	0	6
149	0	6	0	0	6
149	0	9	0	0	6
149	0	12	0	0	6
149	0	15	0	0	6
150	0	0	0	0	5
150	0	3	0	0	5
150	0	6	0	0	5
150	0	9	0	0	5
150	0	12	0	0	5
150	1	15	0	0	5
151	0	0	0	0	7
151	0	3	0	0	7
151	0	6	0	0	7
151	0	9	0	0	7
151	0	12	0	0	7
151	0	15	0	0	7
152	0	0	0	0	5
152	0	3	0	0	5
152	0	6	0	0	5
152	0	9	0	0	5
152	0	12	0	0	5
152	0	15	0	0	5
153	0	0	1	0	1
153	0	3	1	0	1
153	1	6	1	0	1
153	1	9	1	0	1

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
153	0	12	1	0	1
153	0	15	1	0	1
154	0	0	0	1	5
154	0	3	0	1	5
154	0	6	0	1	5
154	0	9	0	1	5
154	0	12	0	1	5
154	0	15	0	1	5
155	0	0	0	0	1
155	0	3	0	0	1
155	0	6	0	0	1
155	0	9	0	0	1
155	0	12	0	0	1
155	0	15	0	0	1
156	0	0	0	1	4
156	0	3	0	1	4
156	1	6	0	1	4
156	1	9	0	1	4
156	0	12	0	1	4
156	0	15	0	1	4
157	0	0	0	0	6
157	0	3	0	0	6
157	0	6	0	0	6
157	0	9	0	0	6
157	0	12	0	0	6
157	0	15	0	0	6
158	0	0	0	0	6
158	0	3	0	0	6
158	1	6	0	0	6
158	0	9	0	0	6
158	0	12	0	0	6
158	0	15	0	0	6
159	0	0	0	1	6
159	1	3	0	1	6
159	1	6	0	1	6
159	0	9	0	1	6
159	1	12	0	1	6
159	0	15	0	1	6
160	1	0	1	0	2
160	0	3	1	0	2
160	0	6	1	0	2
160	0	9	1	0	2
160	1	12	1	0	2
160	1	15	1	0	2
161	0	0	1	1	3
161	0	3	1	1	3
161	0	6	1	1	3
161	0	9	1	1	3
161	0	12	1	1	3
161	0	15	1	1	3
162	0	0	0	1	2

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
162	0	3	0	1	2
162	0	6	0	1	2
162	0	9	0	1	2
162	0	12	0	1	2
162	0	15	0	1	2
163	0	0	0	1	4
163	0	3	0	1	4
163	0	6	0	1	4
163	0	9	0	1	4
163	0	12	0	1	4
163	0	15	0	1	4
164	0	0	0	1	7
164	0	3	0	1	7
164	1	6	0	1	7
164	0	9	0	1	7
164	0	12	0	1	7
164	0	15	0	1	7
165	0	0	0	1	3
165	1	3	0	1	3
165	0	6	0	1	3
165	0	9	0	1	3
165	0	12	0	1	3
165	0	15	0	1	3
166	0	0	1	1	3
166	0	3	1	1	3
166	0	6	1	1	3
166	0	9	1	1	3
166	1	12	1	1	3
166	0	15	1	1	3
167	0	0	1	0	1
167	0	3	1	0	1
167	0	6	1	0	1
167	0	9	1	0	1
167	0	12	1	0	1
167	0	15	1	0	1
168	0	0	0	0	7
168	0	3	0	0	7
168	0	6	0	0	7
168	0	9	0	0	7
168	0	12	0	0	7
168	0	15	0	0	7
169	1	0	1	0	1
169	1	3	1	0	1
169	1	6	1	0	1
169	1	9	1	0	1
169	1	12	1	0	1
169	1	15	1	0	1
170	0	0	1	1	5
170	0	3	1	1	5
170	0	6	1	1	5
170	0	9	1	1	5

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
170	1	12	1	1	5
170	0	15	1	1	5
171	0	0	0	0	7
171	0	3	0	0	7
171	0	6	0	0	7
171	0	9	0	0	7
171	0	12	0	0	7
171	0	15	0	0	7
172	0	0	1	1	1
172	0	3	1	1	1
172	0	6	1	1	1
172	0	9	1	1	1
172	0	12	1	1	1
172	0	15	1	1	1
173	1	0	1	1	3
173	1	3	1	1	3
173	1	6	1	1	3
173	1	9	1	1	3
173	1	12	1	1	3
173	1	15	1	1	3
174	0	0	1	0	7
174	0	3	1	0	7
174	0	6	1	0	7
174	0	9	1	0	7
174	0	12	1	0	7
174	0	15	1	0	7
175	0	0	0	1	4
175	0	3	0	1	4
175	0	6	0	1	4
175	0	9	0	1	4
175	1	12	0	1	4
175	0	15	0	1	4
176	1	0	1	1	7
176	0	3	1	1	7
176	1	6	1	1	7
176	0	9	1	1	7
176	0	12	1	1	7
176	0	15	1	1	7
177	0	0	0	0	3
177	0	3	0	0	3
177	0	6	0	0	3
177	0	9	0	0	3
177	0	12	0	0	3
177	0	15	0	0	3
178	0	0	1	1	6
178	0	3	1	1	6
178	0	6	1	1	6
178	0	9	1	1	6
178	0	12	1	1	6
178	0	15	1	1	6
179	1	0	0	1	5

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
179	1	3	0	1	5
179	1	6	0	1	5
179	1	9	0	1	5
179	1	12	0	1	5
179	1	15	0	1	5
180	1	0	1	0	2
180	1	3	1	0	2
180	1	6	1	0	2
180	1	9	1	0	2
180	1	12	1	0	2
180	1	15	1	0	2
181	0	0	0	0	3
181	0	3	0	0	3
181	1	6	0	0	3
181	1	9	0	0	3
181	0	12	0	0	3
181	0	15	0	0	3
182	0	0	1	0	5
182	0	3	1	0	5
182	0	6	1	0	5
182	0	9	1	0	5
182	0	12	1	0	5
182	0	15	1	0	5
183	0	0	1	0	3
183	0	3	1	0	3
183	0	6	1	0	3
183	0	9	1	0	3
183	0	12	1	0	3
183	0	15	1	0	3
184	0	0	1	0	4
184	0	3	1	0	4
184	0	6	1	0	4
184	0	9	1	0	4
184	0	12	1	0	4
184	1	15	1	0	4
185	0	0	1	0	2
185	0	3	1	0	2
185	0	6	1	0	2
185	0	9	1	0	2
185	0	12	1	0	2
185	0	15	1	0	2
186	1	0	1	1	4
186	1	3	1	1	4
186	1	6	1	1	4
186	1	9	1	1	4
186	1	12	1	1	4
186	1	15	1	1	4
187	1	0	0	1	2
187	1	3	0	1	2
187	0	6	0	1	2
187	1	9	0	1	2

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
187	0	12	0	1	2
187	1	15	0	1	2
188	0	0	1	0	1
188	0	3	1	0	1
188	1	6	1	0	1
188	1	9	1	0	1
188	1	12	1	0	1
188	1	15	1	0	1
189	0	0	0	1	4
189	0	3	0	1	4
189	0	6	0	1	4
189	1	9	0	1	4
189	0	12	0	1	4
189	0	15	0	1	4
190	0	0	1	0	1
190	0	3	1	0	1
190	0	6	1	0	1
190	0	9	1	0	1
190	0	12	1	0	1
190	0	15	1	0	1
191	1	0	0	1	4
191	0	3	0	1	4
191	0	6	0	1	4
191	1	9	0	1	4
191	0	12	0	1	4
191	1	15	0	1	4
192	0	0	1	1	5
192	0	3	1	1	5
192	0	6	1	1	5
192	0	9	1	1	5
192	0	12	1	1	5
192	0	15	1	1	5
193	1	0	0	0	1
193	1	3	0	0	1
193	0	6	0	0	1
193	1	9	0	0	1
193	1	12	0	0	1
193	0	15	0	0	1
194	0	0	1	0	3
194	0	3	1	0	3
194	0	6	1	0	3
194	0	9	1	0	3
194	0	12	1	0	3
194	0	15	1	0	3
195	1	0	0	1	5
195	0	3	0	1	5
195	0	6	0	1	5
195	0	9	0	1	5
195	0	12	0	1	5
195	0	15	0	1	5

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
196	0	0	0	1	2
196	0	3	0	1	2
196	0	6	0	1	2
196	1	9	0	1	2
196	0	12	0	1	2
196	1	15	0	1	2
197	0	0	1	0	6
197	0	3	1	0	6
197	0	6	1	0	6
197	0	9	1	0	6
197	0	12	1	0	6
197	0	15	1	0	6
198	0	0	1	0	6
198	0	3	1	0	6
198	0	6	1	0	6
198	0	9	1	0	6
198	0	12	1	0	6
198	0	15	1	0	6
199	0	0	1	0	6
199	0	3	1	0	6
199	0	6	1	0	6
199	0	9	1	0	6
199	0	12	1	0	6
199	0	15	1	0	6
200	1	0	0	0	3
200	1	3	0	0	3
200	1	6	0	0	3
200	1	9	0	0	3
200	1	12	0	0	3
200	1	15	0	0	3
201	0	0	0	0	1
201	0	3	0	0	1
201	0	6	0	0	1
201	0	9	0	0	1
201	0	12	0	0	1
201	1	15	0	0	1
202	1	0	1	1	5
202	1	3	1	1	5
202	0	6	1	1	5
202	1	9	1	1	5
202	1	12	1	1	5
202	0	15	1	1	5
203	0	0	0	1	1
203	0	3	0	1	1
203	0	6	0	1	1
203	0	9	0	1	1
203	0	12	0	1	1
203	0	15	0	1	1
204	1	0	0	1	5
204	1	3	0	1	5

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
204	1	6	0	1	5
204	1	9	0	1	5
204	1	12	0	1	5
204	0	15	0	1	5
205	0	0	0	0	6
205	0	3	0	0	6
205	0	6	0	0	6
205	0	9	0	0	6
205	0	12	0	0	6
205	0	15	0	0	6
206	0	0	0	0	5
206	0	3	0	0	5
206	0	6	0	0	5
206	0	9	0	0	5
206	0	12	0	0	5
206	0	15	0	0	5
207	0	0	1	0	5
207	0	3	1	0	5
207	0	6	1	0	5
207	0	9	1	0	5
207	0	12	1	0	5
207	0	15	1	0	5
208	1	0	0	0	6
208	1	3	0	0	6
208	0	6	0	0	6
208	0	9	0	0	6
208	1	12	0	0	6
208	0	15	0	0	6
209	0	0	0	0	1
209	0	3	0	0	1
209	0	6	0	0	1
209	0	9	0	0	1
209	1	12	0	0	1
209	1	15	0	0	1
210	0	0	0	0	6
210	0	3	0	0	6
210	1	6	0	0	6
210	0	9	0	0	6
210	0	12	0	0	6
210	0	15	0	0	6
211	1	0	0	0	1
211	0	3	0	0	1
211	0	6	0	0	1
211	0	9	0	0	1
211	0	12	0	0	1
211	0	15	0	0	1
212	0	0	1	1	1
212	0	3	1	1	1
212	0	6	1	1	1

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
-------	---	-------	--------------------------	---	---------------------

212	0	9	1	1	1
212	0	12	1	1	1
212	0	15	1	1	1
213	0	0	1	1	6
213	0	3	1	1	6
213	0	6	1	1	6
213	0	9	1	1	6
213	1	12	1	1	6
213	0	15	1	1	6
214	0	0	1	0	5
214	0	3	1	0	5
214	0	6	1	0	5
214	0	9	1	0	5
214	0	12	1	0	5
214	0	15	1	0	5
215	1	0	0	0	1
215	1	3	0	0	1
215	1	6	0	0	1
215	1	9	0	0	1
215	1	12	0	0	1
215	1	15	0	0	1
216	0	0	0	0	3
216	1	3	0	0	3
216	1	6	0	0	3
216	1	9	0	0	3
216	1	12	0	0	3
216	1	15	0	0	3
217	0	0	0	0	1
217	0	3	0	0	1
217	0	6	0	0	1
217	0	9	0	0	1
217	0	12	0	0	1
217	0	15	0	0	1
218	0	0	1	0	2
218	0	3	1	0	2
218	0	6	1	0	2
218	0	9	1	0	2
218	0	12	1	0	2
218	0	15	1	0	2
219	0	0	1	1	5
219	0	3	1	1	5
219	1	6	1	1	5
219	1	9	1	1	5
219	0	12	1	1	5
219	0	15	1	1	5
220	0	0	1	0	2
220	0	3	1	0	2
220	0	6	1	0	2
220	0	9	1	0	2

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
220	0	12	1	0	2
220	0	15	1	0	2
221	0	0	0	1	1
221	0	3	0	1	1
221	0	6	0	1	1
221	0	9	0	1	1
221	0	12	0	1	1
221	0	15	0	1	1
222	1	0	0	0	2
222	1	3	0	0	2
222	1	6	0	0	2
222	1	9	0	0	2
222	1	12	0	0	2
222	1	15	0	0	2
223	0	0	1	0	1
223	0	3	1	0	1
223	0	6	1	0	1
223	0	9	1	0	1
223	1	12	1	0	1
223	0	15	1	0	1
224	0	0	1	0	2
224	0	3	1	0	2
224	0	6	1	0	2
224	0	9	1	0	2
224	0	12	1	0	2
224	0	15	1	0	2
225	0	0	0	0	7
225	1	3	0	0	7
225	1	6	0	0	7
225	0	9	0	0	7
225	1	12	0	0	7
225	0	15	0	0	7
226	0	0	1	1	1
226	0	3	1	1	1
226	0	6	1	1	1
226	0	9	1	1	1
226	0	12	1	1	1
226	0	15	1	1	1
227	0	0	0	0	5
227	0	3	0	0	5
227	0	6	0	0	5
227	0	9	0	0	5
227	0	12	0	0	5
227	0	15	0	0	5
228	1	0	0	0	5
228	1	3	0	0	5
228	1	6	0	0	5
228	0	9	0	0	5
228	1	12	0	0	5
228	1	15	0	0	5
229	0	0	0	0	1

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
229	0	3	0	0	1
229	0	6	0	0	1
229	0	9	0	0	1
229	0	12	0	0	1
229	0	15	0	0	1
230	0	0	1	1	4
230	0	3	1	1	4
230	0	6	1	1	4
230	0	9	1	1	4
230	0	12	1	1	4
230	0	15	1	1	4
231	0	0	1	1	4
231	0	3	1	1	4
231	0	6	1	1	4
231	1	9	1	1	4
231	0	12	1	1	4
231	0	15	1	1	4
232	0	0	1	1	4
232	0	3	1	1	4
232	0	6	1	1	4
232	0	9	1	1	4
232	0	12	1	1	4
232	0	15	1	1	4
233	1	0	1	0	2
233	1	3	1	0	2
233	1	6	1	0	2
233	1	9	1	0	2
233	1	12	1	0	2
233	1	15	1	0	2
234	0	0	0	1	6
234	0	3	0	1	6
234	0	6	0	1	6
234	0	9	0	1	6
234	0	12	0	1	6
234	0	15	0	1	6
235	0	0	1	1	6
235	0	3	1	1	6
235	0	6	1	1	6
235	0	9	1	1	6
235	0	12	1	1	6
235	0	15	1	1	6
236	0	0	1	1	1
236	0	3	1	1	1
236	0	6	1	1	1
236	0	9	1	1	1
236	0	12	1	1	1
236	0	15	1	1	1
237	0	0	1	1	3
237	0	3	1	1	3
237	0	6	1	1	3
237	0	9	1	1	3

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
237	0	12	1	1	3
237	0	15	1	1	3
238	0	0	1	0	4
238	0	3	1	0	4
238	0	6	1	0	4
238	1	9	1	0	4
238	0	12	1	0	4
238	0	15	1	0	4
239	1	0	0	0	6
239	1	3	0	0	6
239	1	6	0	0	6
239	1	9	0	0	6
239	0	12	0	0	6
239	0	15	0	0	6
240	0	0	0	0	5
240	1	3	0	0	5
240	0	6	0	0	5
240	1	9	0	0	5
240	0	12	0	0	5
240	0	15	0	0	5
241	1	0	1	1	3
241	1	3	1	1	3
241	1	6	1	1	3
241	1	9	1	1	3
241	1	12	1	1	3
241	1	15	1	1	3
242	1	0	1	0	3
242	0	3	1	0	3
242	1	6	1	0	3
242	0	9	1	0	3
242	0	12	1	0	3
242	0	15	1	0	3
243	0	0	0	0	3
243	0	3	0	0	3
243	0	6	0	0	3
243	0	9	0	0	3
243	0	12	0	0	3
243	0	15	0	0	3
244	1	0	0	0	2
244	1	3	0	0	2
244	0	6	0	0	2
244	0	9	0	0	2
244	1	12	0	0	2
244	0	15	0	0	2
245	1	0	1	0	3
245	0	3	1	0	3
245	1	6	1	0	3
245	0	9	1	0	3
245	0	12	1	0	3
245	0	15	1	0	3
246	0	0	0	0	7

Birey	Solunum Yolları Enfeksiyonu Durumu (Y_{ij})	Zaman	Cinsiyet (x_{i1})	A vitamini Eksikliği (x_{i2})	Yaş (x_{i3})
246	0	3	0	0	7
246	0	6	0	0	7
246	0	9	0	0	7
246	0	12	0	0	7
246	0	15	0	0	7
247	0	0	1	0	1
247	0	3	1	0	1
247	0	6	1	0	1
247	0	9	1	0	1
247	0	12	1	0	1
247	0	15	1	0	1
248	0	0	1	0	5
248	0	3	1	0	5
248	0	6	1	0	5
248	0	9	1	0	5
248	0	12	1	0	5
248	0	15	1	0	5
249	0	0	1	0	7
249	0	3	1	0	7
249	0	6	1	0	7
249	0	9	1	0	7
249	0	12	1	0	7
249	0	15	1	0	7
250	1	0	1	1	6
250	1	3	1	1	6
250	1	6	1	1	6
250	1	9	1	1	6
250	1	12	1	1	6
250	1	15	1	1	6

ÖZGEÇMİŞ

21 Ağustos 1981'da Domaniç/Kütahya'da doğdu. İlkokulu Domaniç Merkez Hisar İlkokulu'nda, ortaokulu Domaniç İlköğretim okulunda, ortaöğrenimini Kütahya Lisesi yabancı dil ağırlıklı bölümde tamamladı. 1999 yılında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümü'ne girdi. 2001 yılı temmuz ayında Devlet İstatistik Enstitüsü Eskişehir Bölge Müdürlüğü ve 2002 yılı temmuz ayında ise Eskişehir Şeker Fabrikasında staj yaptı. 2003 yılında mezun oldu. 2003 Eylül ayında Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı'nda ve Osmangazi Üniversitesi İstatistik Anabilim Dalı'nda yüksek lisans programına başladı ve halen devam etmekte.