

Grafiksel Modeller ve İntihar İstatistikleri Üzerine Bir Uygulama

Mert Mesut Selçuk

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İstatistik Anabilim Dalı

Şubat 2010

Graphical Models and an Application on Suicide Statistics

Mert Mesut Selçuk

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Statistics

ESKISEHIR OSMANGAZI UNIVERSITY

February 2010

Grafiksel Modeller ve İntihar İstatistikleri Üzerine Bir Uygulama

Mert Mesut Selçuk

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
İstatistik Anabilim Dalı
Uygulamalı İstatistik Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Doç. Dr. Veysel YILMAZ

Şubat 2010

ONAY

İstatistik Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Mert Mesut Selçuk'un YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "Grafiksel Modeller ve İntihar İstatistiklerine Üzerine Bir Uygulama" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Veysel YILMAZ

İkinci Danışman : -

Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:

Üye : Doç.Dr. Zeki YILDIZ

Üye : Doç. Dr. Veysel YILMAZ

Üye : Doç. Dr. Nuray GİRGİNER

Üye : Yrd.Doç.Dr. Gaye KARPAT ÇATALBAŞ

Üye : Yrd.Doç.Dr. Arzu ALTIN YAVUZ

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Nimetullah BURNAK

Enstitü Müdürü

ÖZET

Grafiksel modeller çok boyutlu tablolarda değişkenler arasındaki ilişkilerin kolaylıkla yorumlanmasını sağlayan istatistiksel bir tekniktir. Bu çalışmada grafiksel modellerin temelini oluşturan koşullu bağımsızlık ve grafik teorisi ile logaritmik-doğrusal modeller ve model seçimi anlatılmıştır. Ayrıca intihar istatistikleri üzerine dokuz adet uygulama MIM paket programı ile yapılarak sonuçları yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Koşullu Bağımsızlık, Grafiksel Modeller, Logaritmik-Doğrusal Modeller, Grafiksel Logaritmik-Doğrusal Modeller

SUMMARY

Graphical models are techniques which ensure simple interpretation of the relationship between variables in multidimensional tables. In this study, conditional independence which forms the basement of graphical models and graphic theory has been defined along with log-linear models and model selection. Then nine units of application on suicide statistics were studied with the MIM programme and outcomes were argued.

Keywords: Conditional Independence, Graphical Models, Log-Linear Models, Graphical Log-Linear Models

TEŞEKKÜR

Çalışmalarında bana her türlü yardımı gösteren danışmanlık ederek, beni yönlendiren ve her türlü olanağı sağlayan danışmanım Doç. Dr. Veysel YILMAZ'a, bu tezin hazırlanmasında çeşitli katkıları bulunan Adem ALTINBULAK, Mehmet KAMACI ve Dr. Özgür POLAT'a, öğrenim yaşamım boyunca her zaman beni destekleyen ve her türlü olanağı sağlayan aileme, eşimin ailesine, tez çalışmam boyunca desteğini her zaman hissettiğim sevgili eşim Selay URAZEL SELÇUK'a teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	v
SUMMARY.....	vi
TEŞEKKÜR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. GRAFİKSEL MODELLER.....	3
2.1 Grafik Teorisi.....	3
2.2 Bağımsızlık Grafikleri.....	5
2.3 Bağımsızlık Grafiklerinin Türleri.....	6
2.3.1 Yön belirtilmemiş grafikler.....	6
2.3.2 Yön belirtilmiş grafikler.....	6
2.3.3 Zincir grafikleri.....	7
3. KOŞULLU BAĞIMSIZLIK.....	8
3.1 Bağımsız Olaylar.....	8
3.2 Koşullu Bağımsızlık.....	9
3.3 Ayrılma Kriteri.....	10
3.4 İndirgeme Yardımcı Önermesi.....	10
3.5 Blok Bağımsızlık Yardımcı Önermesi.....	11
3.6 Koşullu Bağımsızlık Grafikleri.....	11
3.7 Markov Özellikleri.....	15
3.7.1 Ayrırma teoremi.....	16
3.7.2 İkişerli Markov özelliği (P).....	16
3.7.3 Küresel Markov özelliği (G).....	17

İÇİNDEKİLER (devam)

3.7.4 Yerel (Bölgesel) Markov özelliği (L).....	17
3.8 Bağımsızlık Grafiklerinin Markov Özellikleri ile İlişkileri.....	19
3.8.1 Yön belirtilmemiş bağımsızlık grafiklerinin Markov özellikleri.....	19
3.8.2 Yön belirtilmiş bağımsızlık grafiklerinin Markov özellikleri.....	21
3.8.3 Zincir grafiklerinin Markov özellikleri.....	22
4. LOGARİTMİK-DOĞRUSAL MODELLER	24
4.1 Olumsallık Tabloları.....	24
4.2 İki Yönlü Olumsallık Tabloları İçin Oluşturulan Logaritmik-Doğrusal Modeller.....	25
4.3 Üç Yönlü Olumsallık Tabloları İçin Oluşturulan Logaritmik-Doğrusal Modeller.....	29
4.4 Odds ve Odds Oranı.....	33
4.4.1 İki yönlü olumsallık tablolarında Odds Oranı.....	34
4.4.2 Üç yönlü olumsallık tablolarında Odds Oranı.....	35
5. GRAFİKSEL LOGARİTMİK-DOĞRUSAL MODELLER	38
5.1 Bölünebilir Modeller.....	38
5.2 Hiyerarşik Logaritmik-Doğrusal Modeller.....	40
5.3 Grafikselsel Logaritmik-Doğrusal Modeller.....	42
6. MODEL SEÇİMİ	44
6.1 Olumsallık Tablolarında Model Seçimi.....	45
6.2 Model Formülü.....	51
7. UYGULAMALAR	53
7.1 Cinsiyet, İntihar Nedeni, Medeni Durum ve Daimi İkametgah Değişkenleri Bakımından İntihar İstatistiklerinin Analizi.....	53

İÇİNDEKİLER (devam)

7.1.1 Değişkenlerin düzeyleri.....	53
7.1.2 Verilerin çözümlenmesi.....	53
7.1.3 Yorum.....	60
7.2 Cinsiyet, İntihar Nedeni ve Eğitim Durumu Değişkenleri Bakımından İntihar İstatistiklerinin Analizi.....	61
7.2.1 Değişkenlerin düzeyleri.....	61
7.2.2 Verilerin çözümlenmesi.....	61
7.2.3 Yorum.....	64
7.3 Cinsiyet, İntihar Şekli ve Eğitim Durumu Değişkenleri Bakımından İntihar İstatistiklerinin Analizi.....	65
7.3.1 Değişkenlerin düzeyleri.....	65
7.3.2 Verilerin çözümlenmesi.....	65
7.3.3 Yorum.....	68
7.4 Cinsiyet, İntihar Nedeni ve İntihar Şekli Değişkenleri Bakımından İntihar İstatistiklerinin Analizi.....	69
7.4.1 Değişkenlerin düzeyleri.....	69
7.4.2 Verilerin çözümlenmesi.....	69
7.4.3 Yorum.....	71
7.5 Cinsiyet, İntihar Nedeni ve İntihar Edilen Ay Değişkenleri Bakımından İntihar İstatistiklerinin Analizi	72
7.5.1 Değişkenlerin düzeyleri.....	72
7.5.2 Verilerin çözümlenmesi.....	72
7.5.3 Yorum.....	75
7.6 Cinsiyet, İntihar Nedeni ve Yaş Grubu Değişkenleri Bakımından İntihar İstatistiklerinin Analizi	76
7.6.1 Değişkenlerin düzeyleri.....	76
7.6.2 Verilerin çözümlenmesi.....	76
7.6.3 Yorum.....	79

İÇİNDEKİLER (devam)

7.7 Cinsiyet, İntihar Şekli ve Yaş Grubu Değişkenleri Bakımından İntihar İstatistiklerinin Analizi.....	79
7.7.1 Değişkenlerin düzeyleri.....	79
7.7.2 Verilerin çözümlenmesi.....	79
7.7.3 Yorum.....	81
7.8 Cinsiyet, İntihar Nedeni ve Yapılan İş/Meslek Değişkenleri Bakımından İntihar İstatistiklerinin Analizi.....	82
7.8.1 Değişkenlerin düzeyleri.....	82
7.8.2 Verilerin çözümlenmesi.....	82
7.8.3 Yorum.....	84
7.9 Cinsiyet, İntihar Şekli ve Yapılan İş/Meslek Değişkenleri Bakımından İntihar İstatistiklerinin Analizi.....	85
7.9.1 Değişkenlerin düzeyleri.....	85
7.9.2 Verilerin çözümlenmesi.....	86
7.9.3 Yorum.....	86
8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	89
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	91
EKLER	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Yedi Zirveli Bir Bağımsızlık Grafiği.....	4
2.2. Şekil (2.1.1)'den Seçilmiş İki Alt Grafiği.....	5
2.3. Yön Belirtilmemiş Bağımsızlık Grafiği.....	6
2.4. Yön Belirtilmiş Bağımsızlık Grafiği.....	6
2.5. Zincir Grafiği.....	7
3.1. $X \perp Y / Z$ koşullu bağımsızlığı.....	9
3.2. $Y \perp Z_1 / X$ ve $Y \perp Z_2 / X$ koşullu bağımsızlıkları.....	10
3.3. $Y \perp (Z_1, Z_2) / X$ koşullu bağımsızlığı.....	10
3.4. Bir Koşullu Bağımsızlık Grafiği.....	14
3.5. Şekil (3.4)'deki Koşullu Bağımsızlık Grafiğinin Bir Alt Grafiği.....	14
3.6. Markov Özellikleri Taşıyan Bir Bağımsızlık Grafiği.....	18
3.7. Markov Özellikleri Taşıyan Bir Bağımsızlık Grafiği.....	19
3.8. Küresel Markov Özelliği Taşıyan Bir Bağımsızlık Grafiği.....	20
3.9. Yön Belirtilmiş ve Devirli Olmayan Bir Bağımsızlık Grafiği.....	21
3.10. Bir Zincir Grafiği.....	23
5.1. Eşitlik (5.5)'e ilişkin Bağımsızlık Grafiği.....	41
5.2. Eşitlik (5.6)'ya İlişkin Bağımsızlık Grafiği.....	42
5.3. Eşitlik (5.7)'ye İlişkin Bağımsızlık Grafiği.....	43
7.1. bcd, abd Modellerinin Bağımsızlık Grafiği.....	54
7.2. abc Modelinin Bağımsızlık Grafiği.....	62
7.3. abc Modelinin Bağımsızlık Grafiği.....	66
7.4. abc Modelinin Bağımsızlık Grafiği.....	70
7.5. abc Modelinin Bağımsızlık Grafiği.....	73
7.6. abc Modelinin Bağımsızlık Grafiği.....	77
7.7. abc Modelinin Bağımsızlık Grafiği.....	80
7.8. abc Modelinin Bağımsızlık Grafiği.....	83
7.9. abc Modelinin Bağımsızlık Grafiği.....	87

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Dört zirveli koşullu bağımsızlık grafikleri.....	13
3.2. Beş ve beşten az sürekli değişkenler için yön belirtilmemiş bağımsızlık grafikleri.....	14
4.1. A ve B değişkenlerine ait olumsallık çizelgesi.....	25
4.2. A, B ve C değişkenlerine ait olumsallık tablosu.....	29
4.3. Eşitlik 4.18'deki parametrelerin serbestlik dereceleri.....	31
4.4. 2*2 boyutlu olumsallık tablosu.....	34
4.5. A ve B değişkenlerine ilişkin marjinal olumsallık tablosu.....	35
4.6. C_1 değişkeni sabit tutulduğunda A ve B değişkenlerine ilişkin olumsallık tablosu.....	36
4.7. C_2 değişkeni sabit tutulduğunda A ve B değişkenlerine ilişkin olumsallık tablosu.....	37
5.1. Bazı bölünebilir ve bölünemez grafiksel modeller.....	40
6.1. Beş değişken için bazı önmodeller.....	49
6.2. Beş değişken için en çok olabilirlik tahminleri.....	50
7.1. MIM 3.2. programında birinci adımının sonuçları.....	54
7.2. İntihar nedeni ve medeni durum değişkenlerine ait çizelge.....	55
7.3. İntihar nedeni ve cinsiyet değişkenlerine ait çizelge.....	56
7.4. Cinsiyet ve medeni durum değişkenlerine ait çizelge.....	56
7.5. Daimi ikametgah ve cinsiyet değişkenlerine ait çizelge.....	57
7.6. Daimi ikametgah ve medeni durum değişkenlerine ait çizelge.....	58
7.7. İntihar nedeni ve daimi ikametgâh değişkenlerine ait çizelge.....	59
7.8. MIM 3.2. programında birinci adımının sonuçları.....	62
7.9. İntihar nedeni ve daimi ikametgâh değişkenlerine ait çizelge.....	63
7.10. Cinsiyet ve eğitim düzeyi değişkenlerine ait tablo.....	64
7.11. MIM 3.2. programında birinci adımının sonuçları.....	66
7.12. İntihar şekli ve eğitim düzeyi değişkenlerine ait çizelge.....	67
7.13. İntihar şekli ve cinsiyet değişkenlerine ait çizelge.....	68

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
7.14. MIM 3.2. programında birinci adımının sonuçları.....	70
7.15. İntihar şekli ve intihar nedeni değişkenlerine ait çizelge.....	71
7.16. MIM 3.2. programında birinci adımının sonuçları.....	72
7.17. MIM 3.2. programında ikinci adımının sonuçları.....	73
7.18. İntihar nedeni ve intihar edilen ay değişkenlerine ait çizelge.....	74
7.19. Cinsiyet ve intihar edilen ay değişkenlerine ait çizelge.....	74
7.20. MIM 3.2. programında birinci adımının sonuçları.....	76
7.21. Cinsiyet ve intihar edilen ay değişkenlerine ait çizelge.....	77
7.22. İntihar nedeni ve yaş grubu değişkenlerine ait çizelge.....	78
7.23. MIM 3.2. programında birinci adımının sonuçları.....	80
7.24. İntihar şekli ve yaş grubu değişkenlerine ait çizelge.....	81
7.25. MIM 3.2. programında birinci adımının sonuçları.....	83
7.26. İntihar nedeni ve yapılan iş/meslek değişkenlerine ait çizelge.....	83
7.27. Cinsiyet ve yapılan iş/meslek değişkenlerine ait çizelge.....	84
7.28. MIM 3.2. programında birinci adımının sonuçları.....	86
7.29. İntihar şekli ve yapılan iş/meslek değişkenlerine ait çizelge.....	87

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler ve Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
E^*	Kenarlar Seti
G^2	Benzerlik Oran Test İstatistiği
L^2	Logaritmik-Olabilirlik Oran İstatistiği
S	Zincir Bileşenleri
sd	Serbestlik Derecesi
V^*	Zirveler Seti
χ^2	Ki-Kare İstatistiği
Ω	Odds Oranı

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Özellikle son yıllarda yaygın şekilde kullanılmaya başlanan grafiksel modeller, değişkenler arasındaki ilişkileri grafik yoluyla ifade eden çok değişkenli olasılık modelleridir. Grafiksel modellemede grafikler verileri değil, değişkenler arasındaki ilişkileri gösterir. Grafiksel modellerdeki değişkenler arasındaki ilişkiler, bağımlılık ya da bağımsızlık ilişkisidir. Grafiksel modelleme ile değişkenler arasındaki bu bağımlılıklar ve bağımsızlıklar bir model ortaya koyar.

Grafiksel modeller Wright (1921, 1923, 1934) tarafından öne sürülen Path Analizini ve Gibbs'in (1902) ortaya koyduğu istatistiksel fizik yöntemlerini temel alır (Erbaş ve Bayrak, 1999).

Logaritmik-doğrusal modeller olumsuzluk tablolarının analizinde kullanılır. Bu analiz değişkenlerin düzeyleri arasındaki istatistiksel bağımlılığın modellenmesinde etkin bir analizdir. Logaritmik-doğrusal modelin seçilmesinde benzerlik oranı test istatistiği G^2 ve χ^2 kullanılmaktadır. Bu testler uyum iyiliği testleridir. En uygun model belirlendikten sonra bu model odds oranları ile yorumlanır.

Son yıllarda logaritmik-doğrusal modelleme çalışmalarında büyük gelişmeler gözlenmiştir. Bu ilerlemelere öncülük eden bilim adamları Birch (1963), Goodman (1970), Hanermann (1974) ve Bishop, Fienberg (1975) ve Holland'dır.

Logaritmik-doğrusal modeller hem çok boyutlu tabloların analizinde değişkenler arasındaki ilişkilerin test edilmesinde büyük kolaylık sağlayan bir istatistiksel tekniktir. Günümüzde logaritmik-doğrusal modellerin kurulması ve yorumlanmasında bilgisayar paket programlarının kullanılması bakımından oldukça yaygın hale gelmiştir.

Günümüzde grafiksel modelleme istatistik, ekonomi, sosyal bilimler, tıp ve genetikte yaygın şekilde kullanılmaktadır.

Grafiksel modelleme için üç istatistiksel program vardır. Bu programlar, MIM (Edwards, 1995), CoCo (Badsberg, 1991) ve DIGRAM (Kreiner, 1989)'dır. Uygulama bölümünde MIM 3.2 paket programı ile analiz yapılmış ve SPSS 15 programı ile "Odds Oranları" hesaplanmıştır.

Bu çalışmada kategorik veriler için yaygın olarak kullanılan grafiksel logaritmik-doğrusal modeller incelenmiştir. İlk altı bölümde, grafik teorisi, bağımsızlık grafikleri, koşullu bağımsızlık, logaritmik doğrusal modeller, grafiksel logaritmik-doğrusal modeller ve grafiksel model seçimi konuları açıklanmıştır.

Uygulama bölümünde ise dokuz adet uygulama yer almaktadır. 2007 yılında ülkemizde gerçekleşen intihar olayları çeşitli değişkenler bakımından incelenmiş ve MIM programı ile çözümlendikten sonra yorumlanmıştır.

BÖLÜM 2

GRAFİKSEL MODELLER

Grafiksel modellerin teorisi temel olasılık kuramındaki koşullu bağımsızlık kavramına dayanır. Grafiksel model, koşullu bağımsızlığın belirli bir kümesi ile bir bağımsızlık grafiğinin birleşimidir (Uysal, Etikan ve Sanisoğlu, 2000). Bir istatistiksel model oluşturma türü olan grafiksel modellerde, modeller grafiklerle ifade edilirler. Bir çok istatistiksel grafiğe karşın modellemede grafikler, veriler yerine değişkenler arasındaki ilişkileri gösterirler.

$X = (X_1, X_2, \dots, X_i)$ çok değişkenli kesikli bir dağılım verildiğinde grafiksel modeller, X bileşenleri arasındaki etkileşim yapısını göstermek için logaritmik-doğrusal modeller kullanan bir yaklaşım iken (Teugels ve Horebeek, 1998), çok değişkenli sürekli bir dağılım verildiğinde ise (çok değişkenli normal dağılımın ters varyans-kovaryans matrisi çok önemli bir role sahip olduğundan) kovaryans seçimli modelleri kullanan bir yaklaşım olmaktadır (Thas, Van Vooren ve Ottoy, 1996).

2.1 Grafik Teorisi

Bir bağımsızlık grafiği iki setten oluşur. Bunlardan ilki V^* ile gösterilen zirveler (vertices) setidir. Bu zirveler seti sonlu bir settir ve çoğunlukla $\{2, \dots, v\}$ doğal sayılar kümesi ile gösterilir. İstatistiksel anlamda her bir değişken, bir zirve ile gösterilir. Bu nedenle, değişkenler seti ile zirveler seti V^* birbirlerine eşittir. Eğer zirveler kesikli değişkenleri gösterecek ise içi dolu, sürekli değişkenleri gösterecekse içi boş daireler olarak çizilir.

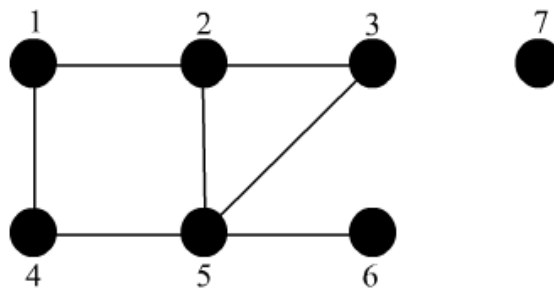
İkinci set ise kenarlar setidir ve E^* ile gösterilir. Kenarlar, V^* zirveler kümesinden alınan değişken çiftlerinden oluşur. E^* kenarlar seti farklı zirvelerin düzenlenmiş çiftlerinin $V^* * V^*$ 'lik alt setidir (Jordan, 2004).

Her iki zirve arasında yön belirtilmemiş kenarlar E^* 'da yer alıyorsa α ve β zirveleri komşudur denir ve $\alpha \sim \beta$ olarak gösterilir. Yön belirtilmiş bir grafikte ayrık $1,2,\dots,v$ zirvelerinin bir sıralaması bir yol (path) olarak adlandırılır. Bu sıralamada uç noktalar aynı ise bir devre (cycle) söz konusudur. Yön belirtilmemiş bir grafikte ardı ardına gelen zirve çiftleri komşudur ve eğer devredeki ardışık zirve çiftlerinden başka komşu yoksa o zaman devre kirişsizdir. α 'dan β 'ya, β 'dan α 'ya bir yol söz konusu ise α ve β bağlantılıdır.

$a \subset V^*$, zirvelerinin bir alt setini gösterebilir. G_a alt grafiği, $\alpha \notin a$ ya da $\beta \notin a$ için tüm (α, β) kenarlarının çıkarılmasıyla ve a 'da yer alan bir zirveye komşu olan $\alpha \in V^* / a$ zirveleridir.

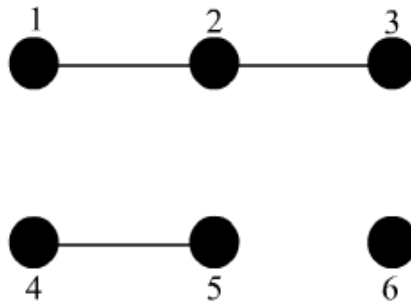
Yön belirtilmemiş grafikler için, $\beta \in a$ ile $\alpha \sim \beta$ ve $\alpha \notin a$ için $\alpha \in V^*$ zirveler setine indirgenir. Tüm zirveler ya yön belirtilmemiş ya da yön belirtilmiş kenarlar ile birleştirilmiş ise grafik tamdır. Bütün bir alt grafiği oluşturan zirvelerin alt kümesine ise takım adı verilir.

$V^* = \{2,3,4,5,6,7\}$ zirveler kümesi ve
 $E^* = \{(2,1), (1,4), (2,3), (3,5), (4,5), (5,6)\} \cup \{(2,1), (4,1), (3,2), (5,2), (5,3), (5,4), (6,5)\}$
kenarlar setine sahip bağımsızlık grafiği Şekil 2.1.'de verilmiştir.



Şekil 2.1. Yedi Zirveli Bir Bağımsızlık Grafiği

Şekil 2.1. incelendiğinde 1'den 6'ya giden birçok yol olduğu görülür. Yollardan biri 1,2,5,6 veya 1,4,5,6 olabilir. 7 zirvesi ile diğer değişkenler arasında hiçbir yol olmadığından bu grafik bağlantılı değildir. Grafikte 1'in komşusu {2,4} kümesidir. {1,2}'nin komşu kümesi {3,4,5}'dir. {1,2,5,4,1} devresi kirişsizdir. {1,2,3,5,4,1} devresi ise kirişsiz değildir. Bu grafiğin takımları ise {1,2}, {1,4}, {4,5}, {2,3,5}, {1,2,3,4,5}, {5,6} ve {7} alt kümeleridir. {1,2,3} ve {4,5} tarafından oluşturulan alt grafiklerin şekli ise aşağıdaki gibidir (Erbaş ve Bayrak, 1999).



Şekil 2.2. Şekil (2.1)'den Seçilmiş İki Alt Grafiği

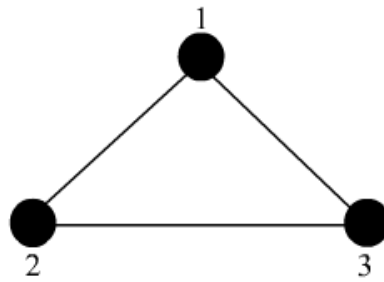
2.2 Bağımsızlık Grafikleri

Grafiksel modellemedeki grafiklerin amacı değişkenler arasındaki ilişkilerin gösterilmesidir. Bu ilişkilerin gösterilmesi ise çizgiler ile olur. Burada ifade edilen çizgi kavramı E^* kenarlar setine eşittir. Yani eğer iki değişken arasında bir ilişki var ise bu ilişki grafiksel modellemede bu iki değişken arasında çizilen bir çizgi olarak yansır. Ancak iki değişken bir çizgi ile birleştirilmemiş ise o zaman bu iki değişken diğer değişkenler verilmişken koşullu olarak bağımsızdır demektir (Stengel, 2003).

2.3 Bağımsızlık Grafiklerinin Türleri

2.3.1 Yön belirtilmemiş grafikler

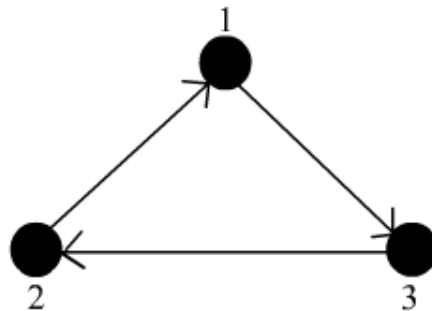
Bir bağımsızlık grafiğindeki tüm çizgiler doğru şeklinde ise bu grafiğe yön belirtilmemiş bağımsızlık grafiği denir.



Şekil 2.3. Yön Belirtilmemiş Bağımsızlık Grafiği

2.3.2 Yön belirtilmiş grafikler

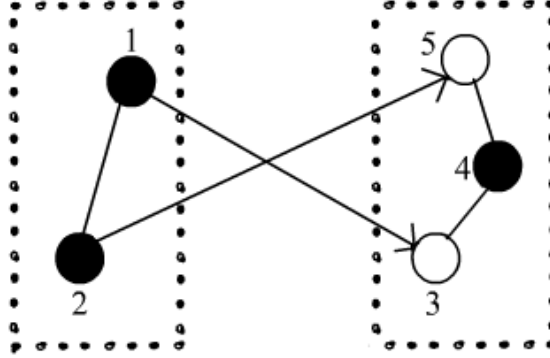
Bir bağımsızlık grafiğindeki tüm çizgiler oklarla gösterilmiş ise bu grafiğe yön belirtilmiş bağımsızlık grafiği denir ve nedenselliği gösterir.



Şekil 2.4. Yön Belirtilmiş Bağımsızlık Grafiği

2.3.3 Zincir grafikleri

Bir bağımsızlık grafiği hem oklar hem de düz çizgilerden oluşuyorsa böyle grafiklere zincir grafiği adı verilir (Erbaş ve Bayrak, 1999).



Şekil 2.5. Zincir Grafiği

BÖLÜM 3

KOŞULLU BAĞIMSIZLIK

3.1 Bağımsız Olaylar

İki ya da daha çok olayın ortaya çıkması birbirine bağlı değilse, böyle olaylara bağımsız olaylar denir. İki olay bağımsız ise, aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$P(A / B) = P(A) \quad (3.1)$$

Eğer A olayı B olayından bağımsız ise B olayı da A olayından bağımsızdır. Bu ise şöyle gösterilir.

$$P(B / A) = P(B) \quad (3.2)$$

B olayı verildiğinde A olayının koşullu bağımsızlığı,

$$P(A / B) = P(A \cap B) / P(B) \quad (3.3)$$

dir. Eğer $P(A \cap B)$ olasılığı her iki olayın marjinallerinin çarpımı şeklinde yazılabiliyorsa bu iki olay bağımsızdır ve aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$P(A \cap B) = P(A)P(B) \quad (3.4)$$

Eşitlik (3.4) bağımsızlık için gerek ve yeter koşuldur.

Eşitlik (3.4) n adet olay için genellenebilir. A_1, A_2, \dots, A_n olaylarının bağımsız olması için gerek ve yeter koşul aşağıdaki gibidir.

$$P(A_1 \cap A_2 \cap \dots \cap A_n) = P(A_1)P(A_2) \dots P(A_n) \quad (3.5)$$

3.2 Koşullu Bağımsızlık

Koşullu bağımsızlık, grafiksel logaritmik-doğrusal modeller için temel kavramlardan biridir (Yılmaz, 2000). X , Y ve Z kesikli rassal değişkenler olsun. Z verildiğinde X ve Y 'nin koşullu bağımsızlığı aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$P(X = x, Y = y / Z = z) = P(X = x / Z = z)P(Y = y / Z = z) \quad (3.6)$$

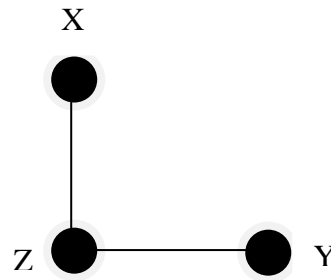
Eğer bu değişkenler sürekli ise, Z verildiğinde X ve Y 'nin koşullu bağımsızlığı;

$$f_{xy/z}(x, y / z) = f_{x/z}(x / z)f_{y/z}(y / z) \quad (3.7)$$

ile gösterilir (Bishop, 2006). Buna göre, diğer değişkenler verilmişken değişken çiftleri arasındaki bağımsızlıklara koşullu bağımsızlık adı verilir ve

$$X \perp Y / Z \quad (3.8)$$

şeklinde yazılır ve aşağıdaki gibi gösterilebilir.



Şekil 3.1. $X \perp Y / Z$ koşullu bağımsızlığı

3.3 Ayrılma Kriteri

X ve Y rassal vektörleri, tüm x ve y 'ler için, yalnızca var olan g ve h fonksiyonları tarafından,

$$f_{XY}(x, y) = g(x)h(y) \quad (3.9)$$

biçiminde faktörleştirilebiliyorsa bağımsızdır. Aynı şekilde, X ve Z rassal vektörlerinin Y verildiğinde koşullu bağımsız olabilmesi için gerek ve yeter koşul,

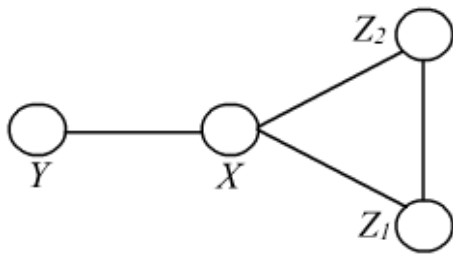
$$f_{XYZ}(x, y, z) = g(x, y)h(y, z), \quad \forall x, z \text{ için ve } f_X(x) > 0 \quad (3.10)$$

olacak şekilde g ve h fonksiyonlarının var olmasıdır (Whittaker, 1990).

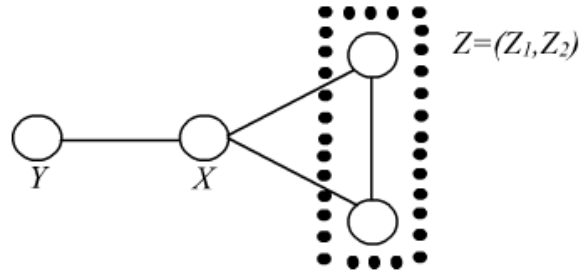
3.4 İndirgeme Yardımcı Önermesi

Eğer (X, Y, Z) bölümlere ayrılmış bir vektör ise o zaman $X \perp (Y, Z)$ birleşik bağımsızlığı $X \perp Y$ ve $X \perp Z$ marjinal bağımsızlıklarını ifade eder (Whittaker, 1990).

Aynı şekilde (X, Y, Z_1, Z_2) ve $Z = (Z_1, Z_2)$ olmak üzere bölümlere ayrılmış vektör ise o zaman $Y \perp (Z_1, Z_2) / X$, $Y \perp Z / X$ 'i ifade eder.



Şekil 3.2. $Y \perp Z_1 / X$ ve $Y \perp Z_2 / X$ koşullu bağımsızlıkları



Şekil 3.3. $Y \perp (Z_1, Z_2) / X$ koşullu bağımsızlığı

3.5 Blok Bağımsızlık Yardımcı Önermesi

1. Yardımcı Önerme:

Eğer (X, Y, Z_1, Z_2) bölünebilir rassal vektör ise aşağıdaki ifadeler eşittir.

$$X \perp (Z_1, Z_2) / Y \quad (3.11)$$

$$X \perp Z_1 / (Y, Z_2) \text{ ve } X \perp Z_2 / (Y, Z_1) \quad (3.12)$$

Blok bağımsızlık yardımcı önermesinde $X \perp Y / Z$ ve $Y \perp Z / X$ ifadelerinin birlikte kullanılması $Y \perp (X, Z)$ anlamındadır. Eğer $X \perp Y / Z$, $Y \perp Z / X$ ve $X \perp Z / Y$ ise X, Y ve Z karşılıklı bağımsızdırlar (Whittaker, 1990).

2. Yardımcı Önermesi:

Eğer (X, Y, Z_1, Z_2) bölümlere ayrılmış rassal vektör ise aşağıdaki ifadeler eşittir (Whittaker, 1990).

$$X \perp (Z_1, Z_2) / Y \quad (3.13)$$

$$X \perp Z_2 / (Y, Z_1) \text{ ve } X \perp Z_1 / Y \quad (3.14)$$

3.6 Koşullu Bağımsızlık Grafikleri

$X = (X_1, X_2, \dots, X_v)$ rassal değişkenler vektörü, $V^* = (1, 2, \dots, v)$ v elemanlı zirveler kümesi olsun. Değişken çifti, diğer değişkenlerden bağımsız olduğunda, bu bağımsızlığın grafik ile gösteriminde iki zirve arasında kenar olmayacağından bu grafiğe koşullu bağımsızlık grafiği denir. $V^* = (1, 2, \dots, v)$ olmak üzere her koşullu bağımsız α, β çifti için

$$\alpha \perp \beta / V^* / \alpha, \beta \quad (3.15)$$

şeklinde indisler ile gösterilir. Bu bağımsızlığı değişkenler ile gösterilmek istenirse,

$$x_\alpha \perp x_\beta / x_1, x_2, \dots, x_v \setminus x_\alpha, x_\beta \quad (3.16)$$

şeklinde yazılabilir. Meydana gelen grafik değişkenler arasındaki bağımlılık sistemini yani ilişkileri gösterir. Örneğin v tane değişken verildiğinde çizilebilecek tüm koşullu bağımsızlık grafiklerinin sayısı,


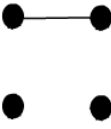
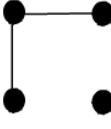
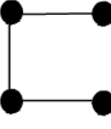
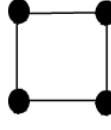
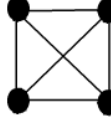
$$2^{\binom{v}{2}} \quad (3.17)$$

kadardır. Bu grafiklere alt grafikler de ilave edilirse, toplam koşullu bağımsızlık grafiklerinin sayısı,

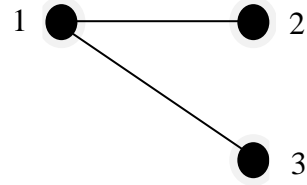
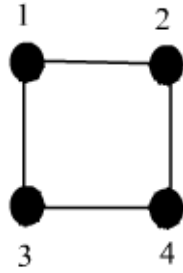
$$\sum_{\alpha=0}^v \binom{v}{\alpha} 2^{\binom{v}{2}} \quad (3.18)$$

kadar olur (Whittaker, 1990). Örneğin $v = 4$ için 64 farklı koşullu bağımsızlık grafiği vardır. Zirve sayısı dört olduğu için grafikte bulunan kenar sayısı en fazla 6 olur. Çizelge 3.1.'de bahsedilen 64 grafikten bazıları verilmiştir (Edwards, 2000).

Çizelge 3.1. Dört zirveli koşullu bağımsızlık grafikleri

Kenarlar	Bazı Koşullu Bağımsızlık Grafikleri	Mümkün Grafik Sayısı
0		${}_6C_0 = 1$
1		${}_6C_1 = 6$
2		${}_6C_2 = 15$
3		${}_6C_3 = 20$
4		${}_6C_4 = 15$
5		${}_6C_5 = 6$
6		${}_6C_6 = 1$

Daha önce ifade edildiği gibi oluşturulabilecek koşullu bağımsızlık grafiklerinin alt grafiklerinin sayısı da hesaplanabilir. $v = 4$ için alt grafiklerle birlikte 113 tane koşullu bağımsızlık grafiği çizilebilir. Dört zirveli bir bağımsızlık grafiğini aşağıdaki gibi alt grafiklere ayırmak mümkündür (Edwards, 2000).


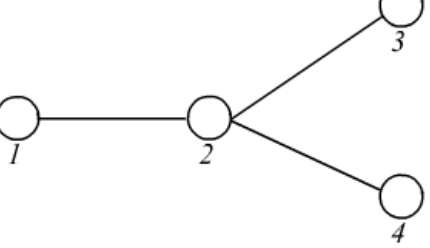
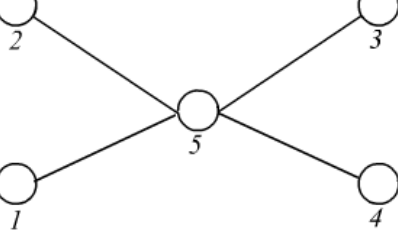
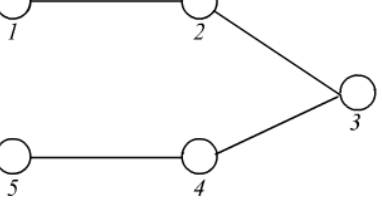
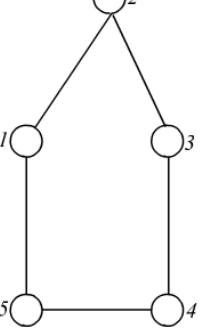


Şekil 3.4. Bir Koşullu Bağımsızlık Grafiği Şekil 3.5. Şekil (3.4.)'deki Koşullu Bağımsızlık Grafiğinin Bir Alt Grafiği

Çizelge 3.2.'de beş ve beşten az sürekli değişkenler için elde edilmiş koşullu bağımsız değişken çiftleri ve bu çiftlere karşılık gelen yön belirtilmemiş koşullu bağımsızlık grafikleri verilmiştir (Erbaş ve Bayrak, 1999).

Çizelge 3.2. Beş ve beşten az sürekli değişkenler için yön belirtilmemiş bağımsızlık grafikleri

Koşullu Bağımsızlık	Koşullu Bağımsız Değişken Çiftleri
	Yok
	Yok
	Yok
	Yok
	$X_1 \perp X_3 / X_2$

	$[X_1 \perp X_3, X_4 / X_2] \cap [X_1, X_2 \perp X_4 / X_3]$
	$X_1 \perp X_3 \perp X_4 / X_2$
	$X_1 \perp X_2 \perp X_3 \perp X_4 / X_5$
	$[X_1 \perp X_5 \perp X_3 / X_2, X_4] \cap$ $[X_1 \perp X_3, X_4, X_5 / X_2] \cap$ $[X_5 \perp X_1, X_2, X_3 / X_4]$
	$[X_1, X_2 \perp X_4 / X_3, X_5]$ (Aynı Grafik İçin Farklı Koşullu Bağımsızlıklar Yazılabilir)

3.7 Markov Özellikleri

Bir rassal Y vektörünün bir değeri, diğer bir Z rassal vektör üzerinden elde edilen bilgi ile tahmin edilmek istensin. Z 'yi Y 'ye bağlayan yapısal bilgi, Z verildiğinde Y 'nin koşullu olasılık fonksiyonu olan $f_{y/z}$ 'de bulunmaktadır. Bu bilgi, optimal kestirici formunu belirler. Bu optimal kestirici formu, Yerel Markov Özelliği ile

yakından ilişkilidir. Markov özelliklerinden önce aşağıdaki ayırma teoreminden söz edilecektir (Whittaker, 1990).

3.7.1 Ayırma teoremi

X_a , X_b ve X_c , X 'in değişkenlerinden meydana gelen ayrık alt setleri içeren vektörler olsunlar. Eğer X 'in bağımsızlık grafiğinde, a 'daki her bir zirve c alt seti tarafından b 'deki her bir köşeden ayrılmış ise

$$X_a \perp X_b / X_c \quad (3.19)$$

şeklinde ifade edilir. Ayırma teoremini aşağıda ifade edildiği gibi karma modeller için de anlatmak mümkündür.

V^* , iki alt sete bölünebilir yani $V^* = \Delta \cup T$, Δ ve T sırasıyla nitel ve nicel değişkenler setini gösterir. Δ 'nın zirveleri içi dolu daireler ile, T zirveleri ise içi boş daireler ile gösterilir. $G(V^*, E^*)$ yön belirtilmemiş grafik, V^* ile gösterilen değişkenlerin bağımsızlık grafiğidir. E^* kenarlar setinde yer almayan $V^*(V^*/c)$ 'de verilen diğer tüm değişkenler koşullu olarak bağımsızdır (Thas, Van Vooren ve Ottoy 1996). Koşullu bağımsızlık ifadesi ile Markov Özellikleri aşağıdaki şekillerde sınıflandırılabilir.

3.7.2 İkişerli Markov özelliği (P)

Komşu olmayan α ve β çiftleri geriye kalan zirveler üzerinden koşullu olarak bağımsızdırlar. Yani,

$$X_\alpha \perp X_\beta / V^* \setminus \{\alpha, \beta\} \quad (3.20)$$

şeklinde gösterilir (Lauritzen, 2000).

En zayıf Markov Özelliği İkişerli Markov Özelliğidir (Oliver ve Pentland, 2001). Bir kenar ile bağlı olmayan rassal değişken çiftleri arasındaki koşullu bağımsızlıkların grafikten yorumlanmasına izin veren bir Markov Özelliğidir (Gökpınar, 2002).

3.7.3 Küresel Markov özelliği (G)

a, b ve c V^* 'in alt setleri olarak ayrılınsın. Grafikte a ve b, c ile ayrıksa X_a ve X_b verilen X_c 'den koşullu olarak bağımsızdır. Yani,

$$X_a \perp X_b / X_c \quad (3.21)$$

dir (Pigeot, Blauth ve Bry 2000).

3.7.4 Yerel (Bölgesel) Markov özelliği (L)

Sadece komşu değişkenler üzerinde koşullu olmak üzere herhangi bir değişken geriye kalan tüm değişkenlerden bağımsızdır. Yani her i değişkeni için; a, i'nin sınır kümesi ise ve b geriye kalan değişkenler kümesi ise

$$X_i \perp X_b / X_a \quad (3.22)$$

şeklinde gerçekleşir (Pigeot, Blauth ve Bry, 2000).

Bu Markov Özellikleri birbirleri ile özdeşdir. Bu özdeşlik şöyle özetlenebilir. Sınır seti her zaman bir ayırma kümesi olduğu için Küresel Markov Özelliği, Yerel Markov Özelliği gösterir. Çünkü V^* değişkenlerine sahip olan bir küme Yerel Markov Özelliği sağlarsa her α değişkeni için c, α 'nın sınır seti ve a geriye kalan değişkenler kümesi $a = V^* / (c \cup \mathcal{A})$ olmak üzere $X_\alpha \perp X_a / X_c$ olur. α değişkenine komşu olmayan a'da yer alan herhangi bir β değişkeni seçilsin.

$$b = a / \{\beta\} = V^* / (\{\alpha, \beta\} \cup c) \quad (3.23)$$

alındığında, bağımsızlık

$$X_\alpha \perp (X_\beta, X_b) / X_c \quad (3.24)$$

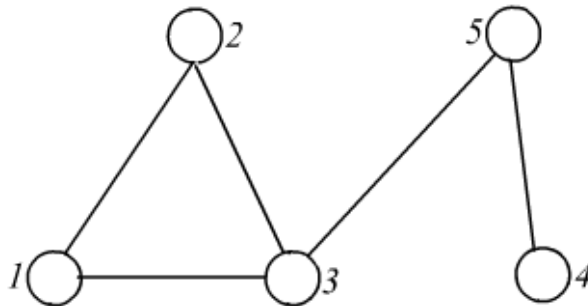
olarak yeniden yazılır (Borgelt ve Kruse, 2002).

$V^* = (1, 2, \dots, v)$ değişkenler kümesi a ve b gibi iki kümeye bölünsün. b 'deki değişkenler ile a 'daki değişkenler arasında herhangi bir bağlantı olmadığında her $\alpha \in a$ ve $\beta \in b$ için $X_\alpha \perp X_\beta$ olur, şeklinde ifade edilen ayırma teoremi ileri sürülürse,

$$X_\alpha \perp X_\beta / (X_c, X_b) \text{ ve } X_\alpha \perp X_\beta / (X_c, X_\beta) \quad (3.25)$$

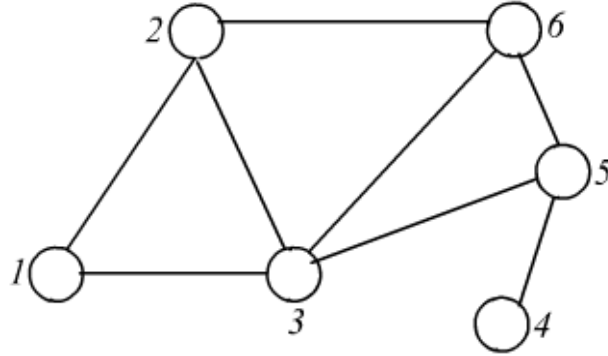
yazılır. $c \cup b = V^* / \{\alpha, \beta\}$ olduğu için İkişerli Markov Özelliği sağlanır.

Ayrırma teoreminden de İkişerli Markov Özelliği, Küresel Markov Özelliği gösterir (Whittaker, 1990). Aşağıda çeşitli Markov Özelliklerini taşıyan iki bağımsızlık grafiği verilmiştir (Erbaş ve Bayrak, 1999).



Şekil 3.6. Markov Özellikleri Taşıyan Bir Bağımsızlık Grafiği

3 nolu değişken (1,2) ve (4,5) değişken çiftlerini ayırıyor iken (2,3,5) ise 1 ve 4 nolu değişkenleri ayırır.



Şekil 3.7. Markov Özellikleri Taşıyan Bir Bağımsızlık Grafiği

(3,6) değişken çifti (4,5) ve (1,2) değişken çiftlerini ayırırken 5 nolu değişken 4 nolu değişken ve (1,2,3,6) değişkenlerini ayırır.

3.8 Bağımsızlık Grafiklerinin Markov Özellikleri ile İlişkileri

3.8.1 Yön belirtilmemiş bağımsızlık grafiklerinin Markov özellikleri

Yön belirtilmemiş bağımsızlık grafiği, P tane $V^* = V_1^*, \dots, V_p^*$ rassal değişkenlerinin ortak yoğunluk fonksiyonu $f = f(V^*)$ olarak tanımlansın. V^* vektörü

$$V^* = \{V_1^* * V_2^* * \dots * V_p^*\} \prod_{\alpha=1}^p V_{\alpha}^* \quad (3.26)$$

çarpım uzayında tanımlanmış olsun.

$G = (V^*, E^*)$ grafiği verildiğinde, G grafiğinde yer alan komşu olmayan tüm değişken çiftleri koşullu olarak bağımsızlar ise grafiğe bakarak f yoğunluk fonksiyonunun İkişerli Markov Özelliğine sahip olduğu söylenebilir. Buna göre, v ve w komşu olmayan iki değişken ise

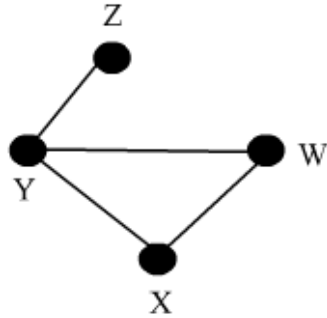
$$v \perp w / V / \forall w \quad (3.27)$$

olur (Erbaş ve Bayrak, 1999).

Pearl ve Paz teoremine göre $(G) \Leftrightarrow (L) \Leftrightarrow (P)$ olduğu gösterilmiştir (Lauritzen, 1996). Bu sonuca göre V^* 'da verilmiş olan a, b ve c üç ayrık küme olsun. C, G'de yer alan a ve b'yi ayırıyorsa $X_a \perp X_b / X_c$ elde edilir. Bu durumda f yoğunluk fonksiyonu Küresel Markov Özelliğini sağlar. f yoğunluk fonksiyonu, V^* üzerinde $f > 0$ koşulunu sağlıyorsa $(P) \Leftrightarrow (G)$ olur (Pearl, 1988).

Küresel Markov Özelliği, bir teorik-grafik özelliği taşıyan ayırma teoremi aracılığıyla istatistiksel bir özellik olan koşullu bağımsızlığa geçişi sağlar. Ayrıca grafik yorumlanmasında da bu özellikten faydalanılır (Erbaş ve Bayrak, 1999).

Örneğin X, Y, Z ve W değişkenleri için bir modelin var olduğu düşünülün. Bu model için $W \perp Z / (X, Y)$ ve $X \perp Z / (W, Y)$ koşullarını sağlayan bağımsızlık grafiği aşağıdaki gibidir.



Şekil 3.8. Küresel Markov Özelliği Taşıyan Bir Bağımsızlık Grafiği

Bu grafikten $W \perp Z / Y$ ve $X \perp Z / Y$ sonucu da çıkarılabilir. Yön belirtilmemiş grafiklerde İkişerli Markov Özelliği ve Küresel Markov Özelliği koşullu bağımsızlık ifadeleri kullanılarak elde edilir.

3.8.2 Yön belirtilmiş bağımsızlık grafiklerinin Markov özellikleri

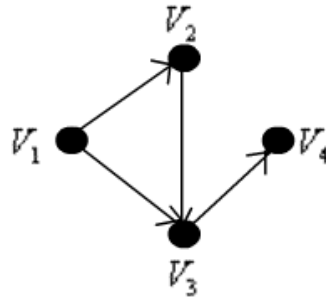
v_1, \dots, v_n kümesindeki değişkenlerinin dağılımının yapısı $\alpha = 1, 2, \dots, n-1$ olmak üzere v_1 'in $v_{\alpha+1}$ 'den önce gelecek şekilde sıralanmasına dayanır ve

$$f(v_1)f(v_2/v_1)\dots f(v_n/v_{n-1}v_{n-2}\dots v_1) \quad (3.28)$$

şeklinde ifade edilir. $f(v_\beta/v_{\beta-1}\dots v_1)$, v_α 'ya bağlı olmadıkça, başka bir deyişle

$$v_\alpha \perp v_\beta / v_1, \dots, v_\beta \setminus v_\alpha, v_\beta \quad (3.29)$$

sağlanmadıkça $\alpha < \beta$ için grafik üzerinde v_α 'dan v_β 'ya doğru bir ok çizilir. Bu İkişerli Markov Özelliğinin yön belirtilmiş bir grafikteki karşılığıdır. Bu tip grafikler yön belirtilmiş ve devirsel olmayan grafiklerdir. Aşağıda böyle bir grafik örneği verilmiştir.



Şekil 3.9. Yön Belirtilmiş ve Devirli Olmayan Bir Bağımsızlık Grafiği

Bu tür grafikler üzerindeki Markov özellikleri Kiiveri, Spend, Carlin (1984), Pearl ve Paz (1986), Pearl ve Verma (1987), Smith (1989), Geiger ve Pearl (1993) ve Lauritzen (1996) tarafından çalışılmıştır. Bu araştırmaların çoğunun temel nedeni olasılık içeren nedensel ilişki ağlarını ortaya çıkarmaktır (Erbaş ve Bayrak, 1999).

3.8.3 Zincir grafiklerinin Markov özellikleri

Zincir grafikleri, yön belirtilmemiş ve yön belirtilmiş koşullu bağımsızlık grafiklerinin birleştirilmesinden oluşan grafiklerdir (Thas, Van Vooren ve Ottoy, 1996). Zincir grafikleri, V^* 'ın ayrı zincir bileşenlerine bölünmesine dayandırılır. Bir bileşenin oluşturduğu kenar, bileşendeki değişken çiftleri arasındaki simetrik birlikteliği yansıtan yön belirtmeyen çizgiler ile gösterilirken farklı bileşenlere ait değişkenler arasındaki kenarlar ise yön belirten çizgiler ile gösterilirler (Pigeot, Blauth ve Bry, 2000)

V^* 'ın ayrı zincir bileşenleri $V^* = S_1 \cup S_2 \cup \dots \cup S_v$ şeklindedir ve $f(v_1, v_2, \dots, v_n)$ ortak yoğunluğu

$$f(S_1)f(S_2/S_1)\dots f(S_v/S_{v-1} \cup S_{v-2} \cup \dots \cup S_1) \quad (3.30)$$

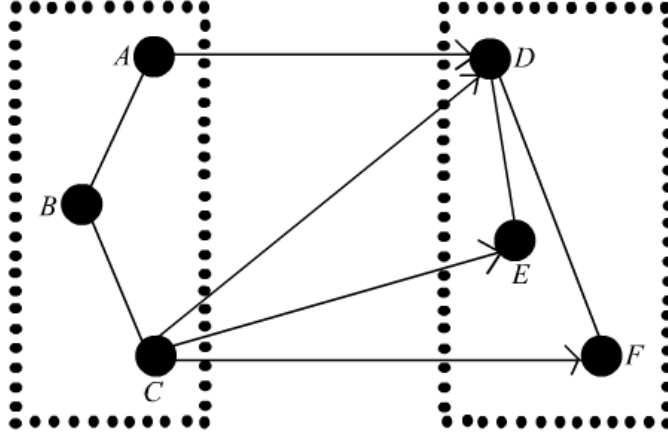
biçiminde ifade edilir.

S alt setlerine zincir bileşenleri adı verilir. Aynı zincirin bileşeni içinde yer alan değişkenler, birbirlerine uygun ve birarada bulunan değişkenler olup, aralarında nedensel ilişki yerine simetrik bir ilişkinin olduğu değişkenlerdir. Zincirin bileşenleri $\alpha = 1, 2, \dots, v-1$ olmak üzere $S_\alpha, S_{\alpha+1}$ 'den önce gelecek şekilde sıralanır. Aynı zincir bileşenleri içinde yer alan zirveler arasında bulunan yönler, yönü küçük numaralı zirveden büyük numaralı zirveye doğru sıralanır. Şekil 3.10'da bu zincir grafiğine yer verilmiştir.

Bir S_α zinciri içindeki v, w şeklinde belirtilen iki zirve arasında bir çizgi eksik olursa veya $\beta < \alpha$ için, $v \in S_\beta$ 'dan $w \in S_\alpha$ 'ya bir oklu çizgi eksik olursa bu demektir ki,

$$v \perp w / S_1 \cup S_2 \cup \dots \cup S_\alpha \quad (3.31)$$

olur (Erbaş ve Bayrak, 1999).



Şekil 3.10. Bir Zincir Grafiği

Bir grafik, zincir grafiği ise, bu grafiğin içerdiği her bir devir tümüyle çizgilerden oluşur. Zincirin bileşenleri, grafikteki yön belirten çizgiler çıkarıldığında grafiğin bağlantılı bileşenleri bulunarak belirlenebilir.

Zincir grafiklerinde Markov Özelliklerini ilk araştıran kişi Frydenberg (1989)'dır. Grafikler üzerinde ayrıntılı incelemeler ise Lauritzen ve Wermuth (1989, 1990) tarafından yapılmıştır.

BÖLÜM 4

LOGARİTMİK-DOĞRUSAL MODELLER

4.1 Olumsallık Tabloları

Birimlerin göz önünde bulundurulmuş değişkenler için almış olduğu değerler, bazı hallerde eşit aralıklı veya oranlı ölçekle ölçülemez. Söz konusu değişkenler sınıflayıcı ölçek veya sıralayıcı ölçek kullanılarak ölçülürler. Böyle durumlarda değişkenlerin her düzeyine düşen sıklıklar sayılmak suretiyle araştırma yapılır. Sınıflayıcı veya sıralayıcı ölçekle ölçülmüş değişkenler, düzeyleri satırlar ve sütunlarda ifade edilen $R \times C$ boyutlu tablolar biçiminde ele alınmış olur. Her gözede gözlenmiş sıklıkların yer aldığı böyle tablolara “olumsallık tablosu”, “kontenjans tablosu” veya “çapraz sınıflandırılmış tablo” gibi isimler verilmektedir. (Yılmaz, Genç, Erişoğlu ve Pekgör, 2005).

Olumsallık tabloları yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun sebebi oldukça basit olmaları ve parametrik olmamaları ya da çok zayıf parametrik varsayımlar içermeleridir (Özaydın, 2001).

Olumsallık tabloları iki bağımsız değişkenin ortak dağılımı veya bir bağımlı bir bağımsız değişkenin dağılımı şeklinde düzenlenir. Ancak değişkenlerin bağımlı ve bağımsız olarak kabul edilmesi ayrımı vardır. Değişken sayısına göre olumsallık tabloları iki yönlü, üç yönlü veya değişken sayısı “ k ” ise k yönlü tablo olarak adlandırılır.

Çok değişkenli olumsallık tabloları ile Ki-kare bağımsızlık testleri yapılmaktadır. Ancak bu işlemde değişkenlere ait sınıf sayıları arttıkça sınıfların yer aldığı satır ve sütunları birbirleriyle karşılaştırmak oldukça güçleşmektedir. Hatta bazı durumlarda bu işlem imkânsızlaşmaktadır. Bu durumda çok değişkenli olumsallık tablolarında satır ve sütun sayılarında kısıtlama getirmeyen, aynı tablo üzerinde Ki-Kareye oranla daha değişik hipotezlerin test edilmesine olanak sağlayan logaritmik-doğrusal modeller tercih edilmelidir. Logaritmik-doğrusal modellerin tercih

edilmesinin bir diğer nedeni de; birçok boyutlu olumsuzluk tablosundaki değişkenler arasında bağımlı bağımsız değişken ayrımı yapmadan yapısal ilişkisinin ortaya konmasıdır (Agresti, 1984).

4.2 İki Yönlü Olumsuzluk Tabloları İçin Oluşturulan Logaritmik-Doğrusal Modeller

Logaritmik-doğrusal modeller çok değişkenli olumsuzluk tablolarında, değişkenler arasındaki ilişkileri araştırmak üzere kullanılan bir istatistiksel tekniktir. Elde edilen model ile o yığma ilişkin tahminlerde de bulunulabilmektedir. Şayet değişkenler arasında bağımlı bağımsız değişken ayrımı yapılmıyorsa elde edilen model genel logaritmik-doğrusal modeldir. Olumsuzluk tablosunda yer alan frekanslar bağımlı değişken olarak ele alınır. Değişkenlerden birisi doğal olarak bağımlı, diğeri bağımsız değişken ise logaritmik-doğrusal modeller bağımlı değişken için lojit modellere dönüşür (Yavuz, 1996).

A ve B olmak üzere iki değişken olduğu düşünölsün. Bu değişkenlere ait iki yönlü olumsuzluk tablosunu aşağıdaki gibi gösterebiliriz.

Çizelge 4.1. A ve B değişkenlerine ait olumsuzluk tablosu

		B Değişkeni					
		B_1	B_2	.	.	.	B_J
A Değişkeni	A_1	f_{11}	f_{12}				f_{1J}
	A_2	f_{21}	f_{22}				
	.						
	.						
	.						
	A_I	f_{I1}	f_{I2}				f_{IJ}

Çizelge 4.1.'den de görülebileceği gibi A değişkeninin i 'inci, B değişkeninin j 'inci düzeyine ait gözlem sayısı f_{ij} ile gösterilir. Beklenen sıklıklar ise F_{ij} ile gösterilir. İki yönlü bir olumsuzluk tablosunda bir birimin A değişkeninin i 'inci satır ve B değişkeninin j 'inci sütununda olma olasılığı π_{ij} ile gösterilir. Eğer A ve B değişkenleri birbirlerinden istatistiksel olarak bağımsızlar ise bu bağımsızlık aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$\pi_{ij} = \pi_{i.} \pi_{.j} \quad i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J \quad (4.1)$$

Eşitlik (4.1)'in her iki tarafının doğal logaritması alınırsa logaritmik-doğrusal model elde edilir (Everitt ve Dunn, 1991).

$$\ln \pi_{ij} = \ln \pi_{i.} + \ln \pi_{.j} \quad i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J \quad (4.2)$$

Benzer şekilde beklenen sıklıkları F_{ij} ile gösterilirse, beklenen sıklıklar aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$F_{ij} = N \pi_{ij} = N \pi_{i.} \pi_{.j} \quad i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J \quad (4.3)$$

Eşitlik (4.3)'ün doğal logaritması alınırsa aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$\ln F_{ij} = \ln N + \ln \pi_{i.} + \ln \pi_{.j} \quad i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J \quad (4.4)$$

Beklenen sıklıklar aşağıdaki gibi de hesaplanabilir.

$$F_{i.} = N \pi_{i.} \text{ ve } F_{.j} = N \pi_{.j} \quad i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J \quad (4.5)$$

Eşitlik (4.5)'in doğal logaritması alınırsa,

$$\ln F_{i.} = \ln N + \ln \pi_{i.} \text{ ve } \ln F_{.j} = \ln N + \ln \pi_{.j} \quad i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J \quad (4.6)$$

elde edilir. Eşitlik (4.6) aşağıdaki gibi düzenlenebilir.

$$\ln \pi_i = \ln F_i - \ln N \text{ ve } \ln \pi_j = \ln F_j - \ln N \quad i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J \quad (4.7)$$

Eşitlik (4.7)'deki değerler Eşitlik (4.4)'de yerine konursa,

$$\ln F_{ij} = \ln F_i + \ln F_j - \ln N \quad i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J \quad (4.8)$$

olur. Eşitlik (4.8)'de i ve j üzerinden toplamlar alınırsa,

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \ln F_{ij} = J \sum_{i=1}^I \ln F_i + I \sum_{j=1}^J \ln F_j - IJ \ln N \quad (4.9)$$

$$\lambda_i = \ln F_i - \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I \ln F_{ij}$$

$$\lambda_j = \ln F_j - \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J \ln F_{ij} \quad (4.10)$$

$$\lambda_0 = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I \ln F_i + \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J \ln F_j - \ln N$$

olarak tanımlanan parametreler Eşitlik 4.9'da yerine konulursa aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$\ln F_{ij} = \lambda_0 + \lambda_i + \lambda_j \quad (4.11)$$

Eşitlik 4.11'deki modele bağımsız logaritmik-doğrusal adı verilir. Bu model iki değişken arasında etkileşim olmadığı durumda geçerli olan modeldir. Eğer iki değişken arasındaki etkileşim anlamlı ise doymuş logaritmik-doğrusal model olarak adlandırılır ve aşağıdaki gibi ifade edilir (Everitt ve Dunn, 1991).

$$\ln F_{ij} = \lambda_0 + \lambda_i + \lambda_j + \lambda_{ij} \quad (4.12)$$

A ve B değişkenlerine ilişkin doymuş logaritmik-doğrusal model aşağıdaki gibidir.

$$\ln F_{ij} = \lambda_0 + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_{ij}^{AB} \quad (4.13)$$

Eşitlik (4.13)'deki parametrelerin aşağıdaki koşulları sağlaması gerekmektedir.

$$\sum_{i=1}^I \lambda_{ij}^{AB} = \sum_{j=1}^J \lambda_{ij}^{AB} = \sum_{i=1}^I \lambda_i^A = \sum_{j=1}^J \lambda_j^B = 0 \quad (4.14)$$

Yukarıdaki eşitlikte yer alan parametreler,

$\lambda_0 \rightarrow$ Genel ortalama

$\lambda_i^A \rightarrow$ A değişkeninin i inci düzeyinin bağımlı değişken üzerindeki etkisini (A değişkeninin ana etkisini)

$\lambda_j^B \rightarrow$ B değişkeninin j inci düzeyinin bağımlı değişken üzerindeki etkisini (B değişkeninin ana etkisini)

$\lambda_{ij}^{AB} \rightarrow$ Satır ve sütun değişkeninin i inci ve j inci düzeyinin bağımlı değişken üzerindeki etkisini (etkileşimin etkisini) ifade eder.

İki değişken arasında etkileşim olup olmadığını incelemek için kurulacak hipotezler aşağıdaki gibi kurulur.

$$H_0: \lambda_{ij}^{AB} = 0 \text{ (Etkileşim yoktur.)} \quad (4.15)$$

$$H_1: \lambda_{ij}^{AB} \neq 0 \text{ (Etkileşim vardır.)}$$

Yukarıdaki hipotezin test edilmesinde logaritmik-olabilirlik oran istatistiği (L^2) ve Pearson ki-kare test istatistiği (χ^2) kullanılmaktadır. Bu istatistikler aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$L^2 = 2 \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J f_{ij} (\ln f_{ij} - \ln \frac{f_{i.} f_{.j}}{N}) \quad (4.16)$$

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{(f_{ij} - \frac{f_{i.}f_{.j}}{N})^2}{(\frac{f_{i.}f_{.j}}{N})} \quad (4.17)$$

L^2 ve χ^2 test istatistikleri (I-1)(J-1) serbestlik dereceleri ile yaklaşık ki-kare dağılımına sahiptirler (Andersen, 1990).

4.3 Üç Yönlü Olumsallık Tabloları İçin Oluşturulan Logaritmik-Doğrusal Modeller

A, B ve C olmak üzere 3 değişkenimiz olduğunu düşünelim. Bu değişkenlere ilişkin olumsallık tablosu aşağıdaki gibi gösterebiliriz.

Çizelge 4.2. A, B ve C değişkenlerine ait olumsallık tablosunda beklenen olasılıklar

		C_k				
A_i	B_j	C_1	.	.	.	C_K
A_1	B_1	π_{111}	...	...	...	π_{11K}

	B_j	π_{1j1}	...	...	...	π_{1jK}
A_i	B_1	...	...	...	...	...

	B_j	...	...	...	...	...
A_I	B_1	π_{I11}	...	...	...	π_{I1K}

	B_j	π_{Ij1}	...	...	...	π_{IjK}

Çizelge 4.2.'de de görülebileceği gibi A değişkeni satır, B değişkeni sütun ve C değişkeni de tabaka değişkenidir. Bu durumda Eşitlik (4.13)'ten yararlanırsak üç boyutlu doymuş logaritmik-doğrusal model aşağıdaki gibi oluşur (Becanım, 2006).

$$\ln F_{ijk} = \lambda_0 + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{ik}^{AC} + \lambda_{jk}^{BC} + \lambda_{ijk}^{ABC} \quad (4.18)$$

Eşitlik (4.18)'de yer alan parametreleri,

$$\lambda_0 = F_{...}$$

$$\lambda_i^A = F_{i..} - F_{...}$$

$$\lambda_j^B = F_{.j.} - F_{...}$$

$$\lambda_k^C = F_{..k} - F_{...}$$

$$\lambda_{ij}^{AB} = F_{ij.} - F_{i..} - F_{.j.} + F_{...}$$

$$\lambda_{ik}^{AC} = F_{i.k} - F_{i..} - F_{..k} + F_{...}$$

$$\lambda_{jk}^{BC} = F_{.jk} - F_{.j.} - F_{..k} + F_{...}$$

$$\lambda_{ijk}^{ABC} = F_{ijk} - F_{ij.} - F_{i.k} - F_{.jk} + F_{i..} + F_{.j.} + F_{..k} + F_{...}$$

gibi hesaplanır (Becanım, 2006).

(Eşitlik 4.18)'deki parametrelerin serbestlik dereceleri aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir.

Çizelge 4.3. Eşitlik 4.18'deki parametrelerin serbestlik dereceleri

Parametre	Serbestlik Derecesi
λ_0	1
λ_i^A	(I-1)
λ_j^B	(J-1)
λ_k^C	(K-1)
λ_{ij}^{AB}	(I-1)(J-1)
λ_{ik}^{AC}	(I-1)(K-1)
λ_{jk}^{BC}	(J-1)(K-1)
λ_{ijk}^{ABC}	(I-1)(J-1)(K-1)

Serbestlik derecelerinin toplamı ise üç boyutlu olumsallık tablosunda yer alan göze sayısına eşit olacaktır.

Üç değişken olması durumunda toplam 9 adet logaritmik-doğrusal model olur. Bu 9 adet model aşağıda gösterilmiştir (Andersen, 1990).

<u>Sembol</u>	<u>Model</u>
A,B,C	$M^0: \ln F_{ijk} = \lambda_0 + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C$
A,BC	$M^1: \ln F_{ijk} = \lambda_0 + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{jk}^{BC}$
B, AC	$M^2: \ln F_{ijk} = \lambda_0 + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ik}^{AC}$
C, AB	$M^3: \ln F_{ijk} = \lambda_0 + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB}$
AC, BC	$M^4: \ln F_{ijk} = \lambda_0 + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ik}^{AC} + \lambda_{jk}^{BC}$
AB, BC	$M^5: \ln F_{ijk} = \lambda_0 + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{jk}^{BC}$
AB, AC	$M^6: \ln F_{ijk} = \lambda_0 + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{ik}^{AC}$
AB, AC, BC	$M^7: \ln F_{ijk} = \lambda_0 + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{ik}^{AC} + \lambda_{jk}^{BC}$
ABC	$M^8: \ln F_{ijk} = \lambda_0 + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{ik}^{AC} + \lambda_{jk}^{BC} + \lambda_{ijk}^{ABC}$

Bağımsızlık ve doymuş modele ait logaritmik-doğrusal modeller “hiyerarşik modeller” olarak adlandırılır. Hiyerarşik modele göre, bir modelde yüksek dereceli bir parametre varsa, onu oluşturan daha düşük dereceli parametrelerde ele alınan logaritmik-doğrusal modelde yer almalıdır.

Yukarıdaki modeller aşağıdaki gibi yorumlanabilir. (Le, 1998).

- M^0 modeli üç değişkenin de birbirinden bağımsız olduğu durumdaki modeli ifade eder.
- M^1, M^2 ve M^3 modelleri sadece bir değişken çiftinin koşullu bağımlı, diğer iki çiftin bağımsız olduğu modellerdir. Örneğin M^1 , logaritmik-doğrusal modeli ele alınırsa,

$M^1: \ln F_{ijk} = \lambda_0 + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{jk}^{BC}$ modeline göre A değişkeninin düzeyleri verildiğinde B ve C değişkenleri bağımlıdır. Bu bağımlılığı ifade eden terim ise modelde λ_{jk}^{BC} parametresi ile gösterilmiştir. B değişkeninin düzeyleri verildiğinde A ile C değişkenleri, C değişkeninin düzeyleri verildiğinde ise A ile B değişkenleri koşullu bağımsızdır.

- M^4, M^5 ve M^6 modelleri sadece bir değişken çiftinin koşullu bağımsız, diğer iki değişken çiftinin koşullu bağımlı olduğu modellerdir. Örneğin M^5 logaritmik-doğrusal modeli ele alınırsa,

$M^5: \ln F_{ijk} = \lambda_0 + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{jk}^{BC}$ modeline göre, C değişkeninin düzeyleri verildiğinde A ile B değişkenleri, A değişkeninin düzeyleri verildiğinde B ile C değişkenleri koşullu bağımlıdır. Bu nedenle modelde λ_{ij}^{AB} ve λ_{jk}^{BC} parametreleri ile temsil edilmektedirler. B değişkeninin düzeyleri verildiğinde A ile C değişkenleri bağımsız olduğundan M^5 modelinde λ_{ik}^{AC} terimi yer almaz.

- M^7 modeli tüm değişken çiftlerinin diğer değişken düzeyleri verildiğinde koşullu bağımlı olduğu modeldir. Bu model ele alınırsa,

$M^7: \ln F_{ijk} = \lambda_0 + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{ik}^{AC} + \lambda_{jk}^{BC}$ modeline göre C değişkenin düzeyleri verildiğinde A ile B değişkenleri, B değişkeninin düzeyleri verildiğinde A ile C değişkenleri, A değişkeninin düzeyleri verildiğinde B ile C değişkenleri koşullu bağımlıdır.

- M^8 modeli faktör etkileşimini de içeren bu model gözlenen frekansların bir fonksiyonudur. Bu model doymuş model olarak da adlandırılır. Bu modelde beklenen frekanslar ile gözlenen frekanslar birbirine eşittir. Bu model ele alınırsa,

$M^8: \ln F_{ijk} = \lambda_0 + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \lambda_{ij}^{AB} + \lambda_{ik}^{AC} + \lambda_{jk}^{BC} + \lambda_{ijk}^{ABC}$ modeline göre iki değişken ile diğer üçüncü değişken arasındaki ilişki düzeylerine göre değişir.

4.4 Odds ve Odds Oranı

Odds oranı olumsuzluk tabloları ve logaritmik-doğrusal modellerdeki parametrelerin yorumlanmasına yarar. Herhangi bir olayın olmasına ilişkin olasılık p, olmamasına ilişkin olasılık 1-p ile gösterilirse bu olaya ilişkin odds oranı aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\Omega = \frac{p}{1-p} \quad (4.19)$$

Eşitlik (4.19)'a göre ilgilenilen olayın olma olasılığı p, olmama olasılığından (1-p) büyük ise odds 1' den büyük değer alır. Diğer bir ifade ile odds oranının 1' den büyük değer alması isteniyorsa istenilen olasılığın (p' nin) 0,5'ten büyük olması gerekir. p değeri 0' a yaklaşıyorsa ilgilenilen olaya ait odds da 0' a, p değeri 1' e yaklaşıyorsa odds + ' a doğru yaklaşan bir değer alır (Yavuz, 1996).

4.4.1 İki yönlü olumsallık tablolarında Odds Oranı

A ve B değişkenlerinin sadece iki düzeye sahip olduğunu düşünölsün. Bu değişkenlere ilişkin olumsallık tablosu aşğıdaki gibi olur.

Çizelge 4.4. 2*2 boyutlu olumsallık tablosu

	B_1	B_2	Toplam
A_1	f_{11}	f_{12}	$f_{1.}$
A_2	f_{21}	f_{22}	$f_{2.}$
Toplam	$f_{.1}$	$f_{.2}$	$f_{..}$

Çizelge 4.4.'e göre,

$$\text{Birinci satır için odds oranı, } \Omega_1 = \frac{f_{11}/f_{1.}}{f_{12}/f_{1.}} = \frac{f_{11}}{f_{12}}$$

$$\text{İkinci satır için odds oranı, } \Omega_2 = \frac{f_{21}/f_{2.}}{f_{22}/f_{2.}} = \frac{f_{21}}{f_{22}}$$

Yukarıdaki odds'lar birbirlerine oranına odds oranı denir ve aşğıdaki gibi gösterilir.

$$\theta = \frac{\Omega_1}{\Omega_2} = \frac{f_{11}/f_{12}}{f_{21}/f_{22}} = \frac{f_{11}f_{22}}{f_{21}f_{12}} \quad (4.20)$$

Olumsallık tablosu içerisinde yer alan gözelerden herhangi biri 0 olmadığı sürece $\theta = 1$ olması A ve B değişkenlerinin birbirinden bağımsız olduğunu ifade eder (Kroke ve Burke, 1980).

Eğer odds oranı 1 ile sonsuz arasında değer alıyorsa, B_1 düzeyini açıklamada A_1A_2 ' den daha kuvvetli iken, odds oranı sıfır ile bir arasında değer alıyorsa, B_1 düzeyini açıklamada $A_2.A_1$ ' den daha kuvvetlidir.

Herhangi bir A ve B değişkenlerine ait 2x2' lik bir çizelgede odds oranlarının yorumlanmasının anlaşılır olması için birden büyük çıkmalıdır. Birden küçük çıkıyorsa hangi yanıt ile ilgileniliyorsa, kendi içinde satırlar veya sütunlar yer değiştirebilir. O zaman yorumda o yanıt değişkeninin düzeyi için yapılır.

4.4.2 Üç yönlü olumsallık tablolarında Odds Oranı

A, B ve C değişkenlerinin sadece ikişer düzeyi olduğu düşünölsün. Bu üç boyutlu olumsallık tablosunda A ve B değişkenleri için iki çeşit odds oranı hesaplanabilir. Bunlardan ilki marjinal olumsallık tablosundan elde edilen marjinal odds oranı, ikincisi ise C değişkeninin kısmi değişken olarak alındığı koşullu odds oranıdır.

A ve B değişkenlerine ilişkin marjinal olumsallık tablosu aşığıdaki gibi olur.

Çizelge 4.5. A ve B değişkenlerine ilişkin marjinal olumsallık tablosu

	B_1	B_2
A_1	$f_{111} + f_{112}$	$f_{121} + f_{122}$
A_2	$f_{211} + f_{212}$	$f_{221} + f_{222}$

Çizelge 4.5. yardımı ile A ve B değişkenlere ilişkin marjinal odds oranı aşığıdaki gibi yazılır (Yavuz, 1996).

$$\theta_M = \frac{f_{111}+f_{112}/f_{121}+f_{122}}{f_{211}+f_{212}/f_{221}+f_{222}} \quad (4.21)$$

Koşullu odds oranlarını hesaplamak için önce C değişkeninin birinci düzeyi, sonra C değişkeninin ikinci düzeyi ayrı ayrı sabit tutulup iki tane koşullu odds oranı hesaplanır.

Çizelge 4.6. C_1 değişkeni sabit tutulduğunda A ve B değişkenlerine ilişkin olumsuzluk tablosu

	B_1	B_2
A_1	f_{111}	f_{121}
A_2	f_{211}	f_{221}

Çizelge 4.6. yardımı ile C_1 değişkeni sabit tutulduğunda A ve B değişkenlere ilişkin koşullu odds oranı aşağıdaki gibi yazılır (Yavuz, 1996).

$$\theta_{K1} = \frac{f_{111}/f_{121}}{f_{211}/f_{221}} \quad (4.22)$$

Çizelge 4.7. C_2 değişkeni sabit tutulduğunda A ve B değişkenlerine ilişkin olumsuzluk tablosu

	B_1	B_2
A_1	f_{112}	f_{122}
A_2	f_{212}	f_{222}

Çizelge 4.7. yardımı ile C_2 değişkeni sabit tutulduğunda A ve B değişkenlere ilişkin koşullu odds oranı aşağıdaki gibi yazılır.

$$\theta_{K2} = \frac{f_{112}/f_{122}}{f_{212}/f_{222}} \quad (4.23)$$

Yukarıda hesaplanması gösterilen marjinal ve koşullu odds oranları aşağıdaki gibi yorumlanabilir.

- M^0 modelinde bilindiği gibi üç değişkende karşılıklı olarak birbirlerinden bağımsızdır ve dolayısıyla tüm değişken çiftleri arasında marjinal ve koşullu odds oranları 1' e eşittir.

- M^1, M^2 ve M^3 modellerinde sadece bir değişken çifti koşullu bağımlı, diğer iki değişken çifti birbirinden bağımsızdır. Örneğin M^1 modeline göre, A ile C ve A ile B değişken çiftlerine ait marjinal ve koşullu odds oranları birbirine eşit ve 1 değerini alır. Çünkü bu değişken çiftleri birbirlerinden bağımsızdır. B ile C değişken çiftine ait koşullu ve marjinal odds oranı ise 1' den farklı bir değer olacaktır. Aynı şekilde M^2 ve M^3 modelleri de yorumlanabilir.
- M^4, M^5 ve M^6 modellerinde sadece bir değişken çifti koşullu bağımsız, diğer iki değişken çifti koşullu bağımlıdır. Örneğin M^5 modeline göre A ile C değişken çiftine ait marjinal ve koşullu odds oranları 1' e eşittir. A ile B ve B ile C değişken çiftlerine ait marjinal ve koşullu odds oranları ise birbirine eşit fakat 1' den farklı değerler alırlar.
- M^7 modelinde de değişken çiftlerinin her biri diğer değişkenler verildiğinde koşullu bağımlıdır. Buna göre, iki değişken arasındaki ilişki üçüncü değişkenin tüm düzeylerinde aynı olduğundan marjinal ve koşullu odds oranları birbirine eşit değildir.
- M^8 doymuş model olarak da adlandırılan bu modelde beklenen frekanslar ile gözlenen frekanslar birbirine eşittir. M^8 modelinin koşullu ve marjinal odds oranında birbirine eşit olması beklenmez. Çünkü iki değişken çifti arasındaki ilişki üçüncü değişken çiftinin düzeylerine göre değişir (Yavuz, 1996).

BÖLÜM 5

GRAFİKSEL LOGARİTMİK-DOĞRUSAL MODELLER

5.1 Bölünebilir Modeller

Bölünebilir modeller, değişkenlerin ortak dağılımı, bu değişkenlerin alt gruplarının marjinallerinin çarpımı şeklinde gösterilebilen modellerdir. Örneğin 5 değişkene ilişkin aşağıdaki dağılım,

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) = \frac{f(x_1, x_4, x_5)f(x_2, x_4, x_5)f(x_3, x_4, x_5)}{f(x_4, x_5)} \quad (5.1)$$

biçiminde yazılabiliyorsa, bu model bir bölünebilir modeldir. Bu modeli çeşitli şekillerde göstermek mümkündür.

$$x_1 \perp x_2 \perp x_3 / x_4, x_5 \quad (5.2)$$

Bu gösterimden çıkarılacak anlam şudur: x_4 ve x_5 değişkenleri verilmiş iken, x_1 ve x_2 , x_1 ve x_3 , x_2 ve x_3 değişken çiftleri koşullu bağımsızdırlar. Bu model,

$$x_1 x_4 x_5, x_2 x_4 x_5, x_3 x_4 x_5 \quad (5.3)$$

şeklinde de gösterilebilir. Ayrıca gösterimi kısaltmak amacıyla,

$$145,245,345 \quad (5.4)$$

ile de gösterilebilir.

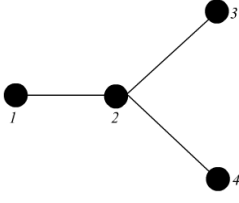
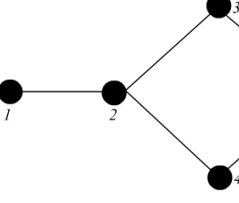
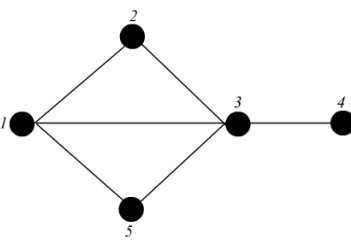
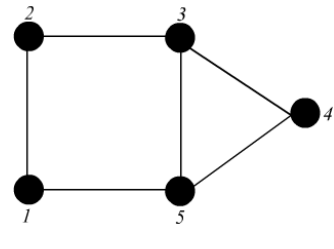
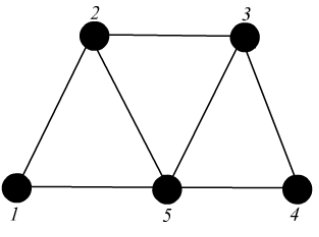
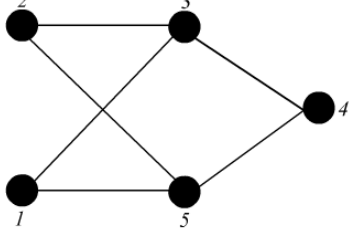
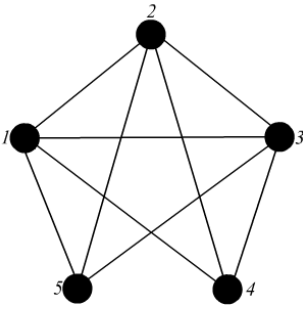
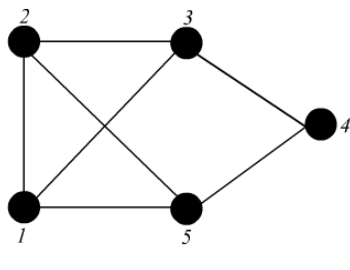
Bu gösterimler 4 ve 5 numaralı değişkenler verilmiş iken 1 ile 2 numaralı değişkenlerin, 1 ile 3 numaralı değişkenlerin ve 2 ile 3 numaralı değişkenlerin koşullu

bağımsız olduklarını ifade eder. Böyle değişken çiftlerine sıfır kısmi ilişkiye sahip değişken çiftleri denir. Literatürde grafiksel modeller sıfır kısmi ilişkili modeller olarak da adlandırılır.

Bir modelde çok sayıda sıfır kısmi ilişkili değişken çiftinin olması istenilen bir durumdur. Çünkü sıfır kısmi ilişkili değişken çifti sayısı ne kadar artarsa modeli yorumlamak o kadar kolay olur. Modelin bölünebilir olduğunu bulmak önemlidir ancak bu her zaman kolay değildir. Bu konuda bilinen en önemli bilgi, üçgensel olmayan bir modelin bölünebilir bir model olmadığıdır.

Bölünebilir grafiğin alt grafiklerinin de bölünebilir olacağı Lauritzen (1996) tarafından gösterilmiştir. Yani bir bölünebilir grafik G ile, V zirveler kümesinin bir alt kümesi de A ile gösterilirse, A zirveler kümesinin oluşturduğu, G_A grafiği de bölünebilirdir (Erbaş ve Bayrak, 1999).

Çizelge 5.1. Bazı bölünebilir ve bölünemez grafiksel modeller

Bölünebilir Modeller	Bölünemez Modeller	≥ 4 Döngüleri
		(2,3,4,5)
		(1,2,3,5)
		(1,3,4,5) (2,3,4,5) (1,2,3,5)
		(1,3,4,5) (2,3,4,5)

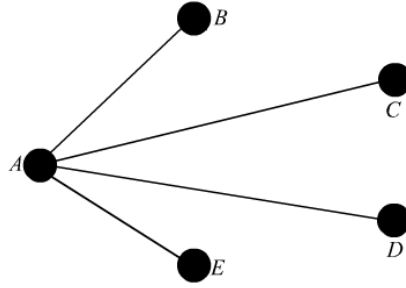
5.2 Hiyerarşik Logaritmik-Doğrusal Modeller

Bir logaritmik-doğrusal modelde, belirli bir u -terimi sıfırla sınırlandırıldığında aynı indis setinde yer alan tüm maksimum u terimleri de sıfırsa bu model hiyerarşiktir denir. $u_a = 0$ ise o zaman her $a \subseteq t$ için $u_t = 0$ 'dır. Hiyerarşik model, en küçük grafiksel modelin bir alt modeli olduğunda, grafiksel model altında sağlanan tüm koşullu bağımsız ilişkiler de hiyerarşik model altında sağlanır (Kreiner, 2004).

Bir hiyerarşik modele örnek olarak $v=5$ zirveden oluşan ve kenar seti $E^* = \{(A,B), (A,C), (A,D), (A,E)\}$ olan bir model verilsin. Kenar seti için logaritmik-doğrusal açılım

$$\log f_{A,B,C,D,E} = u_\phi + u_A + u_B + u_C + u_D + u_E + u_{AB} + u_{AC} + u_{AD} + u_{AE} \quad (5.5)$$

olur. Bu logaritmik-doğrusal model hiyerarşıktır. Çünkü modeldeki maksimum u -terimleri u_{AB} , u_{AC} , u_{AD} ve u_{AE} 'dir ve logaritmik-doğrusal modelin bağımsızlık grafiğine bakıldığında modelin grafiksel model olduğu gözlenir (Erbaş ve Bayrak, 1999).

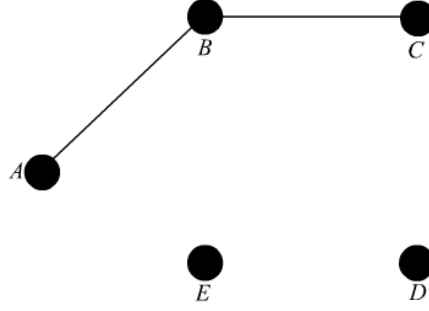


Şekil 5.1. Eşitlik (5.5)'e ilişkin Bağımsızlık Grafiği

Bir hiyerarşik olmayan modele örnek olarak $v=5$ zirveden oluşan modelin logaritmik-doğrusal açılımını aşağıdaki gibi olsun.

$$\log f_{A,B,C,D,E} = u_\phi + u_B + u_C + u_D + u_E + u_{AB} + u_{BC} \quad (5.6)$$

Bu model hiyerarşik değildir. Çünkü $u_A = 0$ iken, bağımsızlık grafiğinde u_{AB} etkileşimi vardır ve bu nedenle model hiyerarşik değildir.



Şekil 5.2. Eşitlik (5.6)'ya İlişkin Bağımsızlık Grafiği

Bütün grafiksel modeller hiyerarşiktir. Çünkü herhangi bir u-terimi sıfır olduğunda bu u-terimini kapsayan maksimum u-terimleri de sıfır olur. Hiyerarşik olup, grafiksel olmayan bir model koşullu bağımsız ilişkiler kapsayabilir (Yılmaz, 2000)

5.3 Grafiksel Logaritmik-Doğrusal Modeller

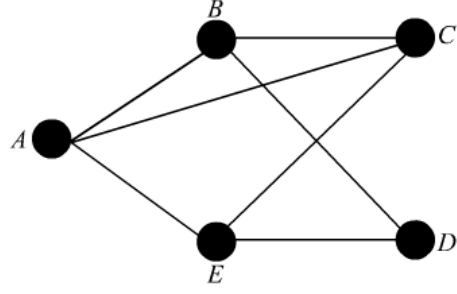
Grafiksel logaritmik-doğrusal modeller, ilk olarak Darroch (1980) tarafından tanımlanmıştır. Genel olarak bir logaritmik-doğrusal modelin, kategorik veriler için bir koşullu model olduğu bilinir. Modeli kuran kişi, koşullu, marjinal ya da geçişli modeller arasında ön seçim yapmalıdır ve çıkarsama için neye gereksinim duyduğunu spesifik olarak bilmelidir.

Grafiksel logaritmik-doğrusal modeller, yön belirtilmemiş bağımsızlık grafikleri ile gösterilirler. Bir v boyutlu tesadüfi vektör X 'in bağımsızlık grafiği $G = (V^*, E^*)$ 'de V^* , $\{1, 2, \dots, v\}$ doğal sayılar kümesini ve E^* ise $\{\alpha, \beta\}$ çiftlerinden oluşan kenarlar setini gösterir. Kenar, iki değişken arasındaki etkileşimi gösterir.

Örneğin, $v = 5$ zirveden oluşan ve kenar seti $E^* = \{(A, B), (A, C), (B, C), (A, E), (C, E), (B, D), (D, E)\}$ olan bir model verildiğinde logaritmik-doğrusal açılımı,

$$\log f_b = u_\phi + u_A + u_B + u_C + u_D + u_E + u_{AB} + u_{AC} + u_{BC} + u_{AE} + u_{CE} + u_{BD} + u_{DE} \quad (5.7)$$

olur ve bağımsızlık grafiği aşağıdaki gibidir.



Şekil 5.3. Eşitlik (5.7)'e İlişkin Bağımsızlık Grafiği

BÖLÜM 6

MODEL SEÇİMİ

Grafiksel model seçimi gözlenmiş bir örneğe dayalı hangi parametrelerin sıfıra eşitlenmesi ve hangilerinin tahmin edilmesi gerektiğine karar veren bir istatistiksel problemdir. Bu problemin çözüm aşamasında cevaplanması gereken bazı sorular vardır. Örneğin verilere en uygun modelin seçiminde fazla sayıda parametre kullanılarak mı daha iyi sonuçlar elde edilir ya da ne kadar az parametre olursa o kadar iyi sonuç elde edilebilir mi? Aynı veriye uygun çok sayıda model içerisinde hangisinin en iyi olduğuna nasıl karar verilmelidir ?

İstatistikle ilgili bir çok kaynakta, daha önceki bir miktar bilgi veya teori geçerli olduğundan model seçimi tamamıyla deneysel bir işlem olmaktadır. Bu yüzden parametre sayısı ne kadar az ise modeli yorumlamak o ölçüde kolay olacaktır.

Model seçimi için önerilmiş olan metotların çoğu iki aşamadan oluşur. Bunlardan birincisi temel modelin belirlenmesi, ikincisi ise temel modeli adım adım düzelterek en iyi modele ulaşmaktır.

Temel model olarak birkaç model seçilebilir Bunlar,

Model 1: Doymuş model,

Model 2: Temel etkileri içeren model ,

Model 3: Marjinal ya da kısmi ilişkilerin anlamlılığının testi için Brown (1976) tarafından önerilmiş olan tüm etkileşimleri içeren model,

Model 4: Geri kalan tüm değişkenler verilmişken koşullu bağımsızlığın anlamlılığının testi için Birch (1965) tarafından önerilmiş olan tüm iki değişken etkileşimlerini içeren model.

Verilere uygun çok sayıda doğrusal model bulunabilir. Ancak önemli olan bu modeller içerisinde en uygun ve en basit olanı seçmektir. Bu modeli elde edebilmek için iki yol vardır. Bu yollardan ilki, geriye dönük seçim yöntemi kullanılarak etkileşim terimleri modelden çıkarılması ile olur. İkincisi ise, ileriye dönük seçim yöntemi kullanılarak etkileşim terimlerinin modele eklenmesidir.

Genelde temel model olarak doymuş model seçilir ve her bir adımda koşullu bağımsızlıklar test edilerek oluşturulmak istenen bağımsızlık grafiğinde değişken çiftleri arasına çizgiler eklenir ya da silinir. Her adımda ulaşılan modele önmodel adı verilir. Adımsal yöntemlerin avantajı grafiksel modellere geçişi kolaylaştırmasıdır.

6.1 Olumsuzluk Tablolarında Model Seçimi

Kategorik verilerden oluşan olumsuzluk tabloları için en uygun modeller logaritmik-doğrusal modellerdir. Bir olumsuzluk tablosuna ait logaritmik-doğrusal model uygulaması yapılırken, elde edilen modelin o yığın için en uygun model olması gerekmektedir. Bu yüzden model seçme yöntemlerinin asıl amacı temsil ettiği yığın için en doğru modeli bulmaktır.

Model seçilirken başlıca 2 tip hata yapılabilir. Bunlardan birincisi seçilen model gereğinden fazla parametre içerebilir. Böyle bir durumda parametreler yığını açıklamak için gereksiz olabilir ve uyumsuzluğun ortaya çıkması kaçınılmaz olur. İkinci olarak da birinci hatanın tersine modelde olması gereken parametreler modelde yer almayabilir. Böyle bir durumda da yine bir uyumsuzluk problemi ile karşı karşıya kalınabilir. Bu yüzden en uygun model aşağıdaki kriterleri taşımalıdır.

- En az parametreye sahip olmalıdır.
- Ele alınan uyum iyiliği testlerine göre anlamlı olmalıdır.
- Araştırmacının kolayca yorumlayabileceği model, ele alınan yığın için en uygun modeldir.

Örneğin, p değişkenli n_{i_1, i_2, \dots, i_p} gözlemlenen bir olumsuzluk tablosu göz önüne alınsın. Burada $i_j = 1, 2, \dots, I_j$ kategoriler ve $j = 1, 2, \dots, p$ olsun. Logaritmik-doğrusal modelde N_{i_1, i_2, \dots, i_p} hücre miktarlarını göstermek koşulu ile çok terimli dağılım,

$$P(N_{i_1, i_2, \dots, i_p} = n_{i_1, i_2, \dots, i_p}) = \prod_{i_1, i_2, \dots, i_p} (m_{i_1, i_2, \dots, i_p})^{n_{i_1, i_2, \dots, i_p}} \quad (6.1)$$

şeklinde verilir. Burada m_{i_1, i_2, \dots, i_p} p boyutlu olumsuzluk tablosundaki i_1, i_2, \dots, i_p hücresindeki beklenen değerdir.

Verilere en uygun modeli ortaya koymada olabilirlik oran testi kullanılır. Bu testin asimptotik ki-kare dağıldığı bilinir ve

$$\chi^2 = -2 \ln \pi \left(\frac{n_{i.K} n_{ijK} / n_{..K}}{n_{ijK}} \right) \quad (6.2)$$

olarak verilir (Erbaş ve Bayrak, 1999). Burada

$$n_{i.K} = \sum_j n_{ijK} \text{ ve } n_{..K} = \sum_{ij} n_{ijK} \quad (6.3)$$

olarak alınmaktadır. Bu testler, I_l kategorilerin sayısı olmak üzere,

$$(I_i - 1)(I_j - 1) \bigcup_{l \in K} I_l \quad (6.4)$$

serbestlik derecesine sahiptir. Olabilirlik fonksiyonu aşağıdaki gibi verilir.

$$\ln L = \sum_{i_1, i_2, \dots, i_p} \ln \hat{m}_{i_1, i_2, \dots, i_p} \quad (6.5)$$

burada,

$$\hat{m}_{iJK} = \frac{n_{.jK}n_{i.K}}{n_{..K}} \quad (6.6)$$

olarak alınır. Olabilirlik test istatistiği

$$-2 \ln \frac{L_1}{L_2} \quad (6.7)$$

uyumda değişimin ölçüsü olarak dikkate alınır (Erbaş ve Bayrak, 1999).

Örneğin beş değişken göz önüne alındığında,

$$\binom{5}{2} = 10$$

değişken çifti bağımsız olabilir. Bu aynı zamanda 10 farklı ön model yazılabileceği anlamını da taşır. \hat{m}_{ijklm} , (i, j, k, l, m)'nci hücre için beklenen hücre miktarını gösterebilir.

1, 4 ve 5 verilmişken 2 ve 3 değişkenleri bağımsız ise,

$$m_{ijklm} = \frac{m_{ij.lm}m_{i.klm}}{m_{i..lm}} \quad (6.8)$$

$$\hat{m}_{ijklm} = \frac{n_{ij.lm}n_{i.klm}}{n_{i..lm}} \quad (6.9)$$

olur. Gözlenmiş marjinal tablolardan logaritmik olabilirlik tahmini,

$$\ln L = \sum_{i_1, i_2, \dots, i_p} \ln \hat{m}_{i_1, i_2, \dots, i_p} \quad (6.10)$$

den dolayı aşağıdaki gibi yazılır (Zobu, 2000).

$$InL = \sum_{i,j,l,m} n_{ij,lm} Inn_{ij,lm} + \sum_{i,k,l,m} n_{i,klm} Inn_{j,klm} - \sum_{i,l,m} n_{i..lm} Inn_{i..lm} \quad (6.11)$$

Böylece, logaritmik-doğrusal model u-terimleri cinsinden

$$\begin{aligned} Inn_{ijklm} = & u + u_{1(i)} + u_{2(j)} + u_{3(k)} + u_{k(l)} + u_{5(m)} \\ & + u_{12(ij)} + u_{13(ik)} + u_{14(il)} + u_{15(im)} + u_{24(jl)} + u_{25(jm)} + u_{45(lm)} \\ & + u_{145(ilm)} + u_{134(ikl)} + u_{124(ijl)} + u_{245(jlm)} + u_{345(klm)} + u_{1245(ijlm)} + u_{1345(iklm)} \end{aligned}$$

şeklinde yazılır. Burada, dikkat edilecek olursa

$$u_{23(jk)} = u_{123(ijk)} = u_{234(jkl)} = u_{235(jkm)} = u_{2345(jklm)} = u_{1234(ijlm)} = u_{1235(ijkm)} = u_{12345(ijklm)} = 0$$

dir. Böylece, model 1245/1345'dir veya denk olarak $2 \perp 3/145$ 'dir (Zobu, 2000).

1, 2, 3, 4 ve 5 değişkenlerinin tümü karşılıklı olarak birbirlerinden bağımsız ise,

$$m_{ijklm} = \frac{m_{i...} m_{.j...} m_{..k..} m_{...l.} m_{....m}}{m^4} \quad \text{her } i, j, k, l, m \text{ için}$$

olur. Böylece

$$Inm_{ijklm} = u + u_{1(i)} + u_{2(j)} + u_{3(k)} + u_{k(l)} + u_{5(m)}$$

yazılır. Buna karşılık gelen model 1/2/3/4/5 veya $1 \perp 2 \perp 3 \perp 4 \perp 5$ olur (Zobu, 2000).

Çizelge 6.1. Beş değişken için bazı önmodeller

Durum	Koşullu Bağımsız Değişken Çiftleri	Ön Modeller
a	(3,4)	1235/1245
b_1	(3,4) (2,4)	1235/145
b_2	(1,2) (3,4)	135/145/235/245
c_1	(1,4) (2,4) (3,4)	1235/45
c_2	(1,2) (2,4) (3,4)	135/145/235
c_3	(2,3) (2,4) (3,4)	125/135/145
d_1	(1,2) (1,3) (1,4) (1,5)	2345/1
d_2	(1,4) (2,3) (2,4) (3,4)	125/135/45
d_3	(2,3) (3,4) (1,2) (4,5)	135/124/25
e_1	(1,2) (2,3) (2,4) (2,5) (3,5)	134/145/2
e_2	(1,2) (2,3) (2,4) (3,5) (4,5)	15/25/134
f_1	(1,2) (1,3) (1,4) (1,5) (2,5) (3,5)	1/45/234
f_2	(1,2) (1,3) (1,4) (2,4) (2,5) (3,5)	15/23/34/45
g	(1,2) (1,3) (1,4) (1,5) (2,5) (3,5) (2,3)	1/24/34/45
h_1	(1,2) (1,3) (1,4) (1,5) (2,5) (3,5) (2,3) (2,4)	1/2/34/45
h_2	(2,3) (2,4) (2,5) (1,2) (1,3) (1,4) (1,5) (3,4)	1/2/35/45
i	(1,2) (1,3) (1,4) (1,5) (2,3) (2,4) (2,5) (3,4) (3,5)	45/3/2/1
j	(1,2) (1,3) (1,4) (1,5) (2,3) (2,4) (2,5) (3,4) (3,5) (4,5)	1/2/3/4/5

Çizelge 6.2.'de beş değişken için modellerin, logaritmik olabilirlik tahminleri verilmiştir (Zobu, 2000). Çizelge 6. 2' de,

$$S_{ijk} = \sum_{i,j,k} n_{ijk..} Inn_{ijk..} \quad \text{ve} \quad S_0 = n_{....} Inn_{....} \quad (6.12)$$

olarak alınmaktadır.

Çizelge 6.2. Beş değişken için en çok olabilirlik tahminleri

Durum	Ön Modeller	Değişkenler İçin En Çok Olabilirlik Tahminleri
a	1235/1245	$S_{1235} + S_{1245} - S_{125}$
b_1	1235/145	$S_{1235} + S_{145} - S_{15}$
b_2	135/145/235/245	$S_{135} + S_{145} + S_{235} + S_{245} - (S_{15} + S_{25} + S_5)$
c_1	1235/45	$S_{1235} + S_{45} - S_5$
c_2	135/145/235	$S_{135} + S_{145} + S_{235} - (S_{35} + S_{15} + S_5)$
c_3	125/135/145	$S_{125} + S_{135} + S_{145} - S_{15}$
d_1	2345/1	$S_{2345} + S_1 - S_0$
d_2	125/135/45	$S_{125} + S_{135} + S_{45} - (S_{15} + S_5)$
d_3	135/124/25	$S_{135} + S_{124} + S_{25} - (S_1 + S_2 + S_3)$
e_1	134/145/2	$S_{134} + S_{145} + S_2 - (S_{14} + S_0)$
e_2	15/25/134	$S_{15} + S_{25} + S_{134} - (S_5 + S_1 + S_0)$
f_1	1/45/234	$S_1 + S_{45} + S_{234} - (S_4 + 2S_0)$
f_2	15/23/34/45	$S_{15} + S_{23} + S_{34} + S_{45} - (S_3 + S_4 + S_5 + S_0)$
g	1/24/34/45	$S_1 + S_{24} + S_{34} + S_{45} - (S_4 + S_0)$
h_1	1/2/34/45	$S_1 + S_2 + S_{34} + S_{45} - (S_4 + 2S_0)$
h_2	1/2/35/45	$S_1 + S_1 + S_{35} + S_{45} - (S_5 + 2S_0)$
i	45/3/2/1	$S_{45} + S_3 + S_2 + S_1 - 3S_0$
j	1/2/3/4/5	$S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 - 4S_0$

6.2 Model Formülü

Çok terimli rassal vektörün bağımsızlığı, olasılık fonksiyonunun logaritmik-doğrusal açılımındaki belirli u-terimlerinin olup olmaması ile belirlenebilir. Eğer bir model hiyerarşik ise logaritmik-doğrusal açılımındaki maksimum u-terimleri ile açıklanabilir. Bu nedenle logaritmik-doğrusal açılımdaki maksimum u-terimleri bir model meydana getirir. Logaritmik-doğrusal açılımdaki maksimum u-terimlerine ait indislerin kümesi model çıkarıcı küme olarak bilinir.

Aşağıdaki model düşünülecek olursa,

$$\log f_{12345} = u_{\phi} + u_1 + u_2 + u_3 + u_4 + u_5 + u_{12} + u_{13} + u_{14} + u_{15} \quad (6.13)$$

u_{12}, u_{13}, u_{14} ve u_{15} maksimum u-terimleridir. Buna göre, bu modelin model çıkarıcı kümesi $\{(1,2), (1,3), (1,4), (1,5)\}$ olur.

Model formülünü yazmak için kullanılan semboller “+” ve “.” işaretlerdir. “+” işareti değişkenler arasındaki bağımsızlığı ifade etmek için kullanılırken, “.” ise değişkenler arasındaki etkileşimi belirtmek için kullanılır. Eşitlik (6.13) bu semboller ile ifade etmek istenirse,

$$M = 1.2 + 1.3 + 1.4 + 1.5 \quad (6.14)$$

olur.

Karşılıklı bağımsızlık için logaritmik-doğrusal açılım,

$$\log f_{12345} = u_{\phi} + u_1 + u_2 + u_3 + u_4 + u_5 \quad (6.15)$$

iken, model formülü,

$$M = 1+2+3+4+5 \quad (6.16)$$

şeklinde yazılır.

BÖLÜM 7

UYGULAMALAR

2007 yılında Türkiye’de meydana gelen intihar olayları çeşitli değişkenler ile incelenecektir. İlgili veriler Türkiye İstatistik Kurumunun İntihar İstatistikleri 2007 kitabından alınmıştır.

7.1 Cinsiyet, İntihar Nedeni, Medeni Durum ve Daimi İkametgah Değişkenleri Bakımından İntihar İstatistiklerinin Analizi

7.1.1 Değişkenlerin düzeyleri

Uygulamada incelenen değişkenler ve düzeyleri aşağıdadır.

- a) Cinsiyet (Erkek, Kadın)
- b) İntihar Nedeni (Hastalık, Aile Geçimsizliği, Geçim Zorluğu, Ticari Başarısızlık, Hissi İlişki İstedığı ile Evlenememe, Öğrenim Başarısızlığı, Diğer, Bilinmeyen)
- c) Medeni Durum (Hiç evlenmedi, Evli, Eşi öldü, boşandı)
- d) Daimi İkametgah (Şehir, Köy)

7.1.2 Verilerin çözümlenmesi

Elde edilen veriler MIM 3.2 istatistiksel programı ile çözümlenmiştir. Optimum modele ulaşmak için geriye doğru eleme metodu kullanıldığından başlangıç modeli olarak doymuş model seçilmiştir. Bölünebilir modeller için ki-kare testi kullanılmaktadır ve anlamlılık düzeyi $\alpha = 0,05$ olarak alınmıştır.

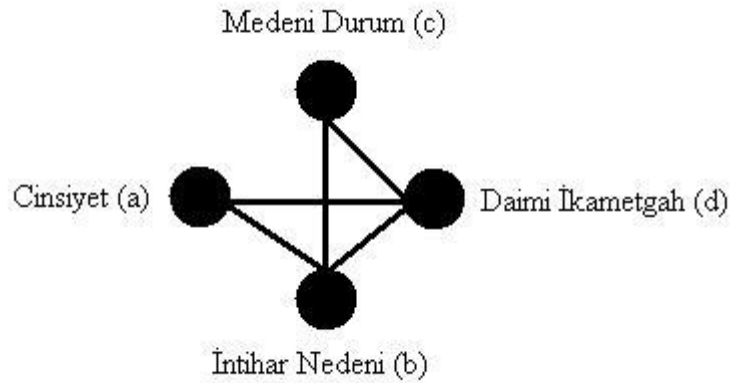
Analiz sonuçları incelenirse bir adımda optimum çözümün bulunduğu görülmektedir.

Birinci adım:

Çizelge 7.1. MIM 3.2. programında birinci adımın sonuçları

Kenar	Test İstatistiği	Serbestlik Derecesi	P Değeri
[ab]	225.9430	44	0.0000
[ac]	46.9691	34	0.0685
[ad]	67.4963	22	0.0000
[bc]	437.4617	81	0.0000
[bd]	102.8352	44	0.0000
[cd]	57.3338	42	0.0074

Çizelge 7.1.'de de görüldüğü gibi ilk adımda en büyük p değerine veya en küçük ki-kare değerine sahip kenar ac kenarıdır. Bu nedenle ac doymuş modelden çıkarılır. Birinci adım sonunda bcd, abd modeli elde edilmiş olur ve bu model $X_a \perp X_c / X_b, X_d$ şeklinde de gösterilebilir. Modelin grafiği ise aşağıda verilmiştir.



Şekil 7.1. bcd, abd Modellerinin Bağımsızlık Grafiği

Çizelge 7.2'de intihar nedeni değişkeninin hastalık ve aile geçimsizliği düzeyleri ile medeni durum değişkeninin evli ve boşandı düzeylerine ait veriler gösterilmiştir.

Çizelge 7.2. İntihar nedeni ve medeni durum değişkenlerine ait çizelge

		MEDENİ DURUM	
		EVLİ	BOŞANDI
İNTİHAR NEDENİ	HASTALIK	308	27
	AİLE GEÇİMSİZLİĞİ	265	20

SPSS 15 programında yapılan analiz sonucu aşağıdadır.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for NEDEN (hastalik / aile gecimsizligi)	,861	,472	1,570
For cohort MEDENI = evly	,989	,945	1,034
For cohort MEDENI = bosandy	1,149	,659	2,003
N of Valid Cases	620		

Bu sonuçlara göre, evli kişilerden aile geçimsizliği nedeni ile intihar etme olasılığı hastalık nedeni ile intihar etme olasılığının ($1/0,861=1,16$) 1,16 katıdır.

Çizelge 7.3.'de intihar nedeni değişkeninin hastalık ve aile geçimsizliği düzeyleri ile medeni durum değişkeninin evli ve boşandı düzeylerine ait veriler gösterilmiştir.

Çizelge 7.3. İntihar nedeni ve cinsiyet değişkenlerine ait çizelge

		CİNSİYET	
		ERKEK	KADIN
İNTİHAR NEDENİ	HASTALIK	357	224
	AİLE GEÇİMSİZLİĞİ	199	209

SPSS 15 programında yapılan analiz sonucu aşağıdadır.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for NEDEN (hastalık / aile gecimsizligi)	1,674	1,296	2,162
For cohort CİNSİYET = erkek	1,260	1,119	1,418
For cohort CİNSİYET = kadın	,753	,655	,865
N of Valid Cases	989		

Bu sonuçlara göre, erkeklerin hastalık nedeni ile intihar etme olasılığı aile geçimsizliği nedeni ile intihar etme olasılığının 1,674 katıdır.

Çizelge 7.4’de cinsiyet değişkeninin erkek ve kadın düzeyleri ile medeni durum değişkeninin evli ve boşandı düzeylerine ait veriler gösterilmiştir.

Çizelge 7.4. Cinsiyet ve medeni durum değişkenlerine ait çizelge

		MEDENİ DURUM	
		EVLİ	BOŞANDI
CİNSİYET	ERKEK	931	73
	KADIN	473	39

SPSS 15 programında yapılan analiz sonucu aşağıdadır.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for CINSIYE (erkek / kadın)	1,052	,702	1,575
For cohort MEDENI = evli	1,004	,974	1,035
For cohort MEDENI = bosandi	,955	,657	1,387
N of Valid Cases	1516		

Bu sonuçlara göre, evli erkeklerin intihar etme olasılığı evli kadınların intihar etme olasılığının 1,052 katıdır.

Çizelge 7.5’de daimi ikametgâh değişkeninin şehir ve köy düzeyleri ile cinsiyet değişkeninin erkek ve kadın düzeylerine ait veriler gösterilmiştir.

Çizelge 7.5. Daimi ikametgah ve cinsiyet değişkenlerine ait çizelge

		CİNSİYET	
		ERKEK	KADIN
DAİMİ İKAMETGAH	ŞEHİR	1188	514
	KÖY	620	471

SPSS 15 programında yapılan analiz sonucu aşağıdadır.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for İKAMETGA (şehir / köy)	1,756	1,499	2,057
For cohort CINSİYET = erkek	1,228	1,156	1,305
For cohort CINSİYET = kadın	,700	,633	,773
N of Valid Cases	2793		

Bu sonuçlara göre, şehirde yaşayan erkeklerin intihar etme olasılığı, köyde yaşayan erkeklerin intihar etme olasılığının 1,756 katıdır.

Çizelge 7.6'da daimi ikametgâh değişkeninin şehir ve köy düzeyleri ile cinsiyet değişkeninin erkek ve kadın düzeylerine ait veriler gösterilmiştir.

Çizelge 7.6. Daimi ikametgah ve medeni durum değişkenlerine ait çizelge

		MEDENİ DURUM	
		EVLİ	BOŞANDI
DAİMİ İKAMETGAH	ŞEHİR	862	88
	KÖY	542	24

SPSS 15 programında yapılan analiz sonucu aşağıdadır.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for IKAMETGA (sehir / koy)	,434	,273	,690
For cohort MEDENI = evli	,948	,923	,973
For cohort MEDENI = bosandi	2,185	1,408	3,389
N of Valid Cases	1516		

Bu sonuçlara göre, köyde yaşayan evli kişilerin intihar etme olasılığı, şehirde yaşayan evli kişilerin intihar etme olasılığının (1/0,434=2,304) 2,304 katıdır.

Çizelge 7.7’de intihar nedeni değişkeninin hastalık ve aile geçimsizliği ile daimi ikametgâh değişkeninin şehir ve köy düzeylerine ait veriler gösterilmiştir.

Çizelge 7.7. İntihar nedeni ve daimi ikametgâh değişkenlerine ait çizelge

		DAİMİ İKAMETGÂH	
		ŞEHİR	KÖY
İNTİHAR NEDENİ	HASTALIK	410	171
	AİLE GEÇİMSİZLİĞİ	227	181

SPSS 15 programında yapılan analiz sonucu aşağıdadır.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for NEDEN (hastalik / aile gecimsizligi)	1,912	1,467	2,491
For cohort IKAMETGA = evli	1,268	1,146	1,404
For cohort IKAMETGA = bosandi	,663	,562	,783
N of Valid Cases	989		

Bu sonuçlara göre, şehirde yaşayan evli kişilerin hastalık nedeni ile intihar etme olasılığı, şehirde yaşayan evli kişilerin aile geçimsizliği nedeni ile intihar etme olasılığının 1,912 katıdır.

7.1.3 Yorum

Şekil 7.1. incelendiğinde, medeni durum değişkeni ile cinsiyet değişkeninin diğer değişkenler verilmiş iken koşullu bağımsız oldukları görülmektedir. Uygulama sonuçları incelendiğinde, intihar nedeni değişkeninin tüm değişkenler ile arasında bağımlılık ilişkisi olduğu görülmüştür. Cinsiyet, daimi ikametgah ve medeni durum intihar nedenini etkilemektedir.

Ek 2’de bulunan uygulamaya ait veriler incelenirse intihar eden kişilerin %65’ini erkekler oluşturmaktadır. Erkeklerin ataerkil bir toplumda özellikle maddi konularda yaşadıkları buhranın bu oranı tetiklediği bir gerçektir.

Medeni durum değişkeni bakımından incelenirse intihar eden kişilerden evli olanların oranı yaklaşık %50 iken boşanmış kişiler sadece %4’te kalmıştır. Buradan evliliğin getirdiği sorumlulukların intihar olasılığını arttırdığı söylenebilir.

İntihar eden kişilerden daimi ikametgahı şehir olan kişiler %61’i oluşturmaktadır. Kentsel bölgelerde yaşayan kişilerin daha çok intihar etmesi, bu

bölgelerde ikili ilişkilerin daha zayıf olması ve kişilerin daha hızlı bir toplumsal ve kültürel değişme ile karşı karşıya kalması ile açıklanabilir.

Ayrıca çizelgeden erkek, evli ve şehirde ikamet eden kişilere ait sütunun en büyük değerleri içerdiği görülmektedir.

7.2 Cinsiyet, İntihar Nedeni ve Eğitim Durumu Değişkenleri Bakımından İntihar İstatistiklerinin Analizi

7.2.1 Değişkenlerin düzeyleri

Uygulamada incelenen değişkenler ve düzeyleri aşağıdadır.

- a) Cinsiyet (Erkek, Kadın)
- b) İntihar Nedeni (Hastalık, Aile Geçimsizliği, Geçim Zorluğu, Ticari Başarısızlık, Hissi İlişki İstedigi ile Evlenememe, Öğrenim Başarısızlığı, Diğer, Bilinmeyen)
- c) Eğitim Durumu (Okuma Yazma Bilmeyen, Bir Okul Bitirmeyen, İlkokul, İlköğretim, Ortaokul ve Dengi, Lise ve Dengi, Yükseköğretim)

7.2.2 Verilerin çözümlenmesi

Elde edilen veriler MIM 3.2 istatistiksel programı ile çözümlenmiştir. Optimum modele ulaşmak için geriye doğru eleme metodu kullanıldığından başlangıç modeli olarak doymuş model seçilmiştir. Bölünebilir modeller için ki-kare testi kullanılmaktadır ve anlamlılık düzeyi $\alpha = 0,05$ olarak alınmıştır.

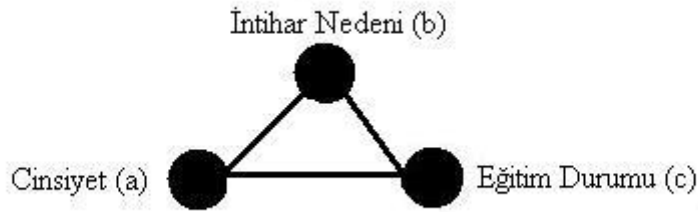
Analiz sonuçları incelenirse bir adımda optimum çözümün bulunduğu görülmektedir.

Birinci adım:

Çizelge 7.8. MIM 3.2. programında birinci adımın sonuçları

Kenar	Test İstatistiği	Serbestlik Derecesi	P Değeri
[ab]	210.4709	43	0.0000
[ac]	245.2507	42	0.0000
[bc]	329.8696	84	0.0000

Birinci adım sonunda tüm değişkenler arasında bir ilişki olduğu görülmüş ve abc modeli elde edilmiştir. Modelin grafiği ise aşağıda verilmiştir.



Şekil 7.2. abc Modelinin Bağımsızlık Grafiği

Çizelge 7.9.'da intihar nedeni değişkeninin hastalık ve aile geçimsizliği düzeyleri ile eğitim düzeyi değişkeninin ilkökul ve yükseköğretim düzeylerine ait veriler gösterilmiştir.

Çizelge 7.9. İntihar nedeni ve daimi ikametgâh değişkenlerine ait çizelge

		EĞİTİM DÜZEYİ	
		İLKOKUL	YÜKSEKÖĞRETİM
İNTİHAR NEDENİ	HASTALIK	279	34
	AİLE GEÇİMSİZLİĞİ	195	8

SPSS 15 programında yapılan analiz sonucu aşağıdadır.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for NEDEN (hastalik / aile gecimsizligi)	,337	,153	,743
For cohort EĞİTİM = ilkokul	,928	,885	,973
For cohort EĞİTİM = yuksekogretim	2,756	1,302	5,833
N of Valid Cases	516		

Bu sonuçlara göre, eğitim düzeyi ilkokul olan kişilerin aile geçimsizliği nedeni ile intihar etme olasılığı, eğitim düzeyi ilkokul olan kişilerin hastalık nedeni ile intihar etme olasılığının $(1/0,337=2,967)$ 2,967 katıdır.

Çizelge 7.10.'da intihar nedeni değişkeninin hastalık ve aile geçimsizliği düzeyleri ile eğitim düzeyi değişkeninin ilkokul ve yükseköğretim düzeylerine ait veriler gösterilmiştir.

Çizelge 7.10. Cinsiyet ve eğitim düzeyi değişkenlerine ait çizelge

		EĞİTİM DÜZEYİ	
		İLKOKUL	YÜKSEKÖĞRETİM
CİNSİYET	ERKEK	888	87
	KADIN	380	33

SPSS 15 programında yapılan analiz sonucu aşağıdadır.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for CİNSİYET (erkek / kadın)	,886	,583	1,347
For cohort EĞİTİM = ilkokul	,990	,956	1,025
For cohort EĞİTİM = yükseköğretim	1,117	,761	1,639
N of Valid Cases	1388		

Bu sonuçlara göre, eğitim düzeyi ilkokul olan kadınların intihar etme olasılığı, eğitim düzeyi ilkokul olan erkeklerin intihar etme olasılığının $(1/0,886=1,128)$ 1,128 katıdır.

7.2.3 Yorum

Şekil 7.2. incelendiğinde, tüm değişkenlerin birbirleri ile bağımlılık ilişkisi içinde olduğu görülmüştür. Cinsiyet ve eğitim durumu intihar nedenini etkilemektedir. Ek 2’de bulunan uygulamaya ait veriler incelenirse, intihar eden kişilerden eğitim düzeyi ilkokul ve daha düşük olanların oldukça büyük bir paya sahip olduğu görülür. Buradan da eğitim düzeyi yükseldikçe intihar etme olasılığının oldukça azaldığı bilgisi

çıkmaktadır. Ayrıca tablodan erkek ve ilkokul mezunlarına ait sütunun en yüksek değerleri içerdiği rahatlıkla görülebilir.

7.3 Cinsiyet, İntihar Şekli ve Eğitim Durumu Değişkenleri Bakımından İntihar İstatistiklerinin Analizi

7.3.1 Değişkenlerin düzeyleri

Uygulamada incelenen değişkenler ve düzeyleri aşağıdadır.

- a) Cinsiyet (Erkek, Kadın)
- b) İntihar Şekli (Asarak, Kimyevi Madde Kullanarak Yüksekten Atlayarak, Suya Atlayarak, Ateşli Silah Kullanarak, Kendini Yakarak, Kesici Bir Alet Kullanarak, Doğalgaz-Tüpgaz vb. Kullanarak, Tren veya Başka Bir Motorlu Araç Altına Atlayarak, Diğer)
- c) Eğitim Durumu (Okuma Yazma Bilmeyen, Bir Okul Bitirmeyen, İlkokul, İlköğretim, Ortaokul ve Dengi, Lise ve Dengi, Yükseköğretim)

7.3.2 Verilerin çözümlenmesi

Elde edilen veriler MIM 3.2 istatistiksel programı ile çözümlenmiştir. Optimum modele ulaşmak için geriye doğru eleme metodu kullanıldığından başlangıç modeli olarak doymuş model seçilmiştir. Bölünebilir modeller için ki-kare testi kullanılmaktadır ve anlamlılık düzeyi $\alpha = 0,05$ olarak alınmıştır.

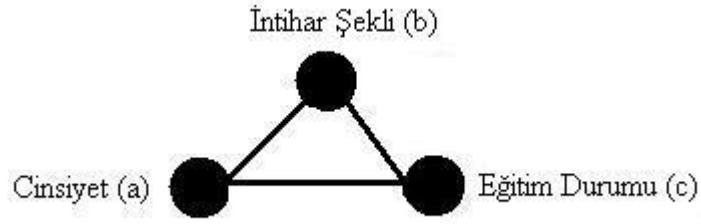
Analiz sonuçları incelenirse bir adımda optimum çözümün bulunduğu görülmektedir.

Birinci adım:

Çizelge 7.11. MIM 3.2. programında birinci adımın sonuçları

Kenar	Test İstatistiği	Serbestlik Derecesi	P Değeri
[ab]	280.7345	53	0.0000
[ac]	284.9353	47	0.0000
[bc]	279.7064	102	0.0000

Birinci adım sonunda tüm değişkenler arasında bir ilişki olduğu görülmüş ve abc modeli elde edilmiştir. Modelin grafiği ise aşağıda verilmiştir.



Şekil 7.3. abc Modelinin Bağımsızlık Grafiği

Çizelge 7.12’de intihar şekli değişkeninin asarak ve ateşli silah kullanarak düzeyleri ile eğitim düzeyi değişkeninin ilkökul ve yükseköğretim düzeylerine ait veriler gösterilmiştir.

Çizelge 7.12. İntihar şekli ve eğitim düzeyi değişkenlerine ait çizelge

		EĞİTİM DÜZEYİ	
		İLKOKUL	YÜKSEKÖĞRETİM
İNTİHAR ŞEKLİ	ASARAK	696	46
	ATEŞLİ SİLAH KULLANARAK	263	36

SPSS 15 programında yapılan analiz sonucu aşağıdadır.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for SEKIL (asarak / atesli silah kullanarak)	2,071	1,309	3,276
For cohort E GİTİM = ilkokul	1,066	1,019	1,116
For cohort E GİTİM = yuksekogretim	,515	,340	,780
N of Valid Cases	1041		

Bu sonuçlara göre eğitim düzeyi ilkokul olan kişilerin asarak intihar etme olasılığı, eğitim düzeyi ilkokul olan kişilerin ateşli silah kullanarak intihar etme olasılığının 2,071 katıdır.

Çizelge 7.13’de intihar değişkeninin asarak ve ateşli silah kullanarak düzeyleri ile cinsiyet değişkeninin erkek ve kadın düzeylerine ait veriler gösterilmiştir.

Çizelge 7.13. İntihar şekli ve cinsiyet değişkenlerine ait çizelge

		CİNSİYET	
		Erkek	Kadın
İNTİHAR ŞEKLİ	ASARAK	888	437
	ATEŞLİ SİLAH KULLANARAK	542	137

SPSS 15 programında yapılan analiz sonucu aşağıdadır.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for SEKIL (asarak / atesli silah kullanarak)	,514	,412	,640
For cohort CİNSİYET = erkek	,840	,796	,886
For cohort CİNSİYET = kadın	1,635	1,382	1,934
N of Valid Cases	2004		

Bu sonuçlara göre, erkeklerin ateşli silah kullanarak intihar etme olasılığı, asarak intihar etme olasılığının ($1/0,514=1,946$) 1,946 katıdır.

7.3.3 Yorum

Şekil 7.3. incelendiğinde, tüm değişkenlerin birbirleri ile bağımlılık ilişkisi içinde olduğu görülmüştür. Cinsiyet ve eğitim durumu, intihar şeklini etkilemektedir. Ek 2’de bulunan uygulamaya ait veriler incelenirse, intihar eden kişilerde yoğunluğun erkek ve ilkökul mezunu olduğu gerçeği ile karşılaşılır. Ayrıca erkeklerin “asarak” ve “ateşli silah kullanarak”, kadınların ise “asarak” ve “kimyevi madde kullanarak” intihar ettikleri görülür. Bu bilgi, erkeklerin şiddete eğilimlerinin kadınlara göre daha fazla

olması ve kadınların ilaç vb. gibi maddeleri yakın çevrelerinde rahatlıkla bulabilmeleri olarak yorumlanabilir.

7.4 Cinsiyet, İntihar Nedeni ve İntihar Şekli Değişkenleri Bakımından İntihar İstatistiklerinin Analizi

7.4.1 Değişkenlerin düzeyleri

Uygulamada incelenen değişkenler ve düzeyleri aşağıdadır.

- a) Cinsiyet (Erkek, Kadın)
- b) İntihar Nedeni (Hastalık, Aile Geçimsizliği, Geçim Zorluğu, Ticari Başarısızlık, Hissi İlişki İstedığı ile Evlenememe, Öğrenim Başarısızlığı, Diğer, Bilinmeyen)
- c) İntihar Şekli (Asarak, Kimyevi Madde Kullanarak Yüksekten Atlayarak, Suya Atlayarak, Ateşli Silah Kullanarak, Kendini Yakarak, Kesici Bir Alet Kullanarak, Doğalgaz-Tüpgaz vb. Kullanarak, Tren veya Başka Bir Motorlu Araç Altına Atlayarak, Diğer)

7.4.2 Verilerin çözümlenmesi

Elde edilen veriler MIM 3.2 istatistiksel programı ile çözümlenmiştir. Optimum modele ulaşmak için geriye doğru eleme metodu kullanıldığından başlangıç modeli olarak doymuş model seçilmiştir. Bölünebilir modeller için ki-kare testi kullanılmaktadır ve anlamlılık düzeyi $\alpha = 0,05$ olarak alınmıştır.

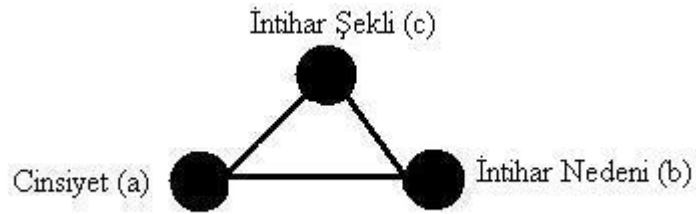
Analiz sonuçları incelenirse bir adımda optimum çözümün bulunduğu görülmektedir.

Birinci adım:

Çizelge 7.14. MIM 3.2. programında birinci adımın sonuçları

Kenar	Test İstatistiği	Serbestlik Derecesi	P Değeri
[ab]	214.7809	49	0.0000
[ac]	248.1288	54	0.0000
[bc]	331.6521	119	0.0000

Birinci adım sonunda tüm değişkenler arasında bir ilişki olduğu görülmüş ve abc modeli elde edilmiştir. Modelin grafiği ise aşağıda verilmiştir.



Şekil 7.4. abc Modelinin Bağımsızlık Grafiği

Çizelge 7.15’de intihar değişkeninin asarak ve ateşli silah kullanarak düzeyleri ile intihar nedeni değişkeninin hastalık ve aile geçimsizliği düzeylerine ait veriler gösterilmiştir.

Çizelge 7.15. İntihar şekli ve intihar nedeni değişkenlerine ait çizelge

		İNTİHAR NEDENİ	
		HASTALIK	AİLE GEÇİMSİZLİĞİ
İNTİHAR ŞEKLİ	ASARAK	288	152
	ATEŞLİ SİLAH KULLANARAK	87	97

SPSS 15 programında yapılan analiz sonucu aşağıdadır.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for SEKIL (Asarak / Atesli Silah Kullanarak)	2,113	1,489	2,997
For cohort NEDEN = hastalik	1,384	1,171	1,636
For cohort NEDEN = aile gecimsizligi	,655	,543	,791
N of Valid Cases	624		

Bu sonuçlara göre, hastalık nedeni ile intihar edenlerin asarak intihar etme olasılığı, ateşli silah kullanarak intihar etme olasılığının 2,113 katıdır.

7.4.3 Yorum

Şekil 7.4. incelendiğinde, tüm değişkenlerin birbirleri ile bağımlılık ilişkisi içinde olduğu görülmüştür. Cinsiyet ve intihar nedeni, intihar şeklini etkilemektedir. Ek 2’de bulunan uygulamaya ait veriler incelenirse, “hastalık” nedeni ile intihar eden erkekler genellikle “asarak” intihar ederken, “ticari başarısızlık” nedeni ile intihar eden erkekler genellikle “ateşli silah kullanarak” intihar etmektedir. Benzer şekilde “hastalık” nedeni ile intihar eden kadınlar genellikle “asarak” intihar ederken, “aile

geçimsizliği” nedeni ile intihar eden erkekler genellikle “kimyevi madde kullanarak” intihar etmektedir.

7.5 Cinsiyet, İntihar Nedeni ve İntihar Edilen Ay Değişkenleri Bakımından İntihar İstatistiklerinin Analizi

7.5.1 Değişkenlerin düzeyleri

Uygulamada incelenen değişkenler ve düzeyleri aşağıdadır.

- Cinsiyet (Erkek, Kadın)
- İntihar Nedeni (Hastalık, Aile Geçimsizliği, Geçim Zorluğu, Ticari Başarısızlık, Hissi İlişki İstedığı ile Evlenememe, Öğrenim Başarısızlığı, Diğer, Bilinmeyen)
- İntihar Edilen Ay (Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık)

7.5.2 Verilerin çözümlenmesi

Elde edilen veriler MIM 3.2 istatistiksel programı ile çözümlenmiştir. Optimum modele ulaşmak için geriye doğru eleme metodu kullanıldığından başlangıç modeli olarak doymuş model seçilmiştir. Bölünebilir modeller için ki-kare testi kullanılmaktadır ve anlamlılık düzeyi $\alpha = 0,05$ olarak alınmıştır.

Analiz sonuçları incelenirse iki adımda optimum çözümün bulunduğu görülmektedir.

Birinci adım:

Çizelge 7.16. MIM 3.2. programında birinci adımının sonuçları

Kenar	Test İstatistiği	Serbestlik Derecesi	P Değeri
[ab]	269.6001	81	0.0000
[ac]	95.0476	85	0.2139
[bc]	180.4711	154	0.0712

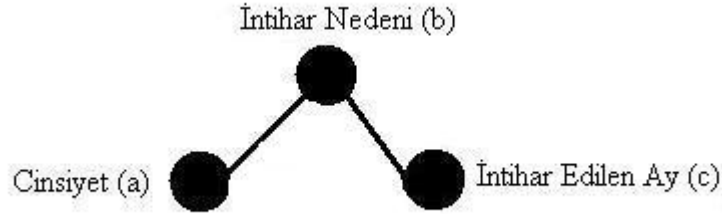
Çizelge 7.16.'da da görüldüğü gibi ilk adımda en büyük p değerine veya en küçük ki-kare değerine sahip kenar ac kenarıdır. Bu nedenle ac doymuş modelden çıkarılır. Birinci adım sonunda bc, ab modeli elde edilmiş olur ve bu model $X_a \perp X_c / X_b$ şeklinde de gösterilebilir.

İkinci adım:

Çizelge 7.17. MIM 3.2. programında ikinci adımının sonuçları

Kenar	Test İstatistiği	Serbestlik Derecesi	P Değeri
[bc]	103.2322	77	0.0247

İkinci adımda sadece bc kenarı kalmıştır. Analiz sonucunda bu kenara ait p değeri anlamlılık düzeyinden düşük olduğu için model bc, ab olur. Bu modellere ilişkin grafik ise aşağıda verilmiştir.



Şekil 7.5. abc Modelinin Bağımsızlık Grafiği

Çizelge 7.18.'de intihar nedeni değişkeninin hastalık ve aile geçimsizliği düzeyleri ile intihar edilen ay değişkeninin haziran ve aralık düzeylerine ait veriler gösterilmiştir.

Çizelge 7.18. İntihar nedeni ve intihar edilen ay değişkenlerine ait çizelge

		İNTİHAR EDİLEN AY	
		HAZİRAN	ARALIK
İNTİHAR NEDENİ	HASTALIK	55	47
	AİLE GEÇİMSİZLİĞİ	47	25

SPSS 15 programında yapılan analiz sonucu aşağıdadır.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for NEDEN (hastalık / aile gecimsizligi)	,622	,334	1,159
For cohort AY = haziran	,826	,646	1,057
For cohort AY = aralik	1,327	,908	1,940
N of Valid Cases	174		

Bu sonuçlara göre, Haziran ayında intihar edenlerin aile geçimsizliği nedeni ile intihar etme olasılığı, aynı ayda intihar edenlerin hastalık nedeni ile intihar etme olasılığının ($1/0,622=1,607$) 1,607 katıdır.

Çizelge 7.19.'da cinsiyet değişkeninin erkek ve kadın düzeyleri ile intihar edilen ay değişkeninin haziran ve aralık düzeylerine ait veriler gösterilmiştir.

Çizelge 7.19. Cinsiyet ve intihar edilen ay değişkenlerine ait çizelge

		İNTİHAR EDİLEN AY	
		HAZİRAN	ARALIK
CİNSİYET	ERKEK	156	118
	KADIN	112	66

SPSS 15 programında yapılan analiz sonucu aşağıdadır.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for CINSİYET (erkek / kadın)	,779	,529	1,147
For cohort AY = haziran	,905	,777	1,054
For cohort AY = aralık	1,161	,918	1,469
N of Valid Cases	452		

Bu sonuçlara göre, Haziran ayında intihar edenlerin kadın olma olasılığı, aynı ayda intihar edenlerin erkek olma olasılığının ($1/0,779=1,283$) 1,283 katıdır.

7.5.3 Yorum

Şekil 7.5. incelendiğinde, intihar edilen ay ile cinsiyet değişkeninin diğer değişkenler verilmiş iken koşullu bağımsız oldukları görülmektedir. Uygulama sonuçları incelendiğinde, intihar nedeni değişkeninin tüm değişkenler ile arasında bağımlılık ilişkisi olduğu görülmüştür. Cinsiyet ve intihar edilen ay intihar nedenini etkilemektedir. Ek 2'de bulunan uygulamaya ait veriler incelenirse, bahar ve yaz aylarında arttığı, kış aylarında intihar olaylarının azaldığı görülmektedir. Bahar aylarında doğanın canlanması ile insanlar da canlanır, ancak küçük bir olumsuzlukta büyük kırgınlıklar yasayarak sıkıntıya girebilirler. Hayata küsen bu sıkıntıdaki insanlar intihar yolunu seçebilirler.

7.6 Cinsiyet, İntihar Nedeni ve Yaş Grubu Değişkenleri Bakımından İntihar İstatistiklerinin Analizi

7.6.1 Değişkenlerin düzeyleri

Uygulamada incelenen değişkenler ve düzeyleri aşağıdadır.

- Cinsiyet (Erkek, Kadın)
- İntihar Nedeni (Hastalık, Aile Geçimsizliği, Geçim Zorluğu, Ticari Başarısızlık, Hissi İlişki İstedığı ile Evlenememe, Öğrenim Başarısızlığı, Diğer, Bilinmeyen)
- Yaş Grubu (-15, 15-19, 20-24, 25-29, 30-34, 35-39, 40-44, 45-49, 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, 75+, Bilinmeyen)

7.6.2 Verilerin çözümlenmesi

Elde edilen veriler MIM 3.2 istatistiksel programı ile çözümlenmiştir. Optimum modele ulaşmak için geriye doğru eleme metodu kullanıldığından başlangıç modeli olarak doymuş model seçilmiştir. Bölünebilir modeller için ki-kare testi kullanılmaktadır ve anlamlılık düzeyi $\alpha = 0,05$ olarak alınmıştır.

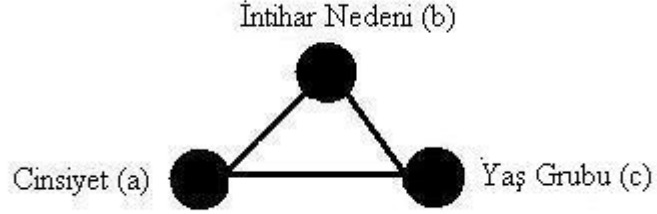
Analiz sonuçları incelenirse bir adımda optimum çözümün bulunduğu görülmektedir.

Birinci adım:

Çizelge 7.20. MIM 3.2. programında birinci adımın sonuçları

Kenar	Test İstatistiği	Serbestlik Derecesi	P Değeri
[ab]	254.6296	84	0.0000
[ac]	235.5535	91	0.0000
[bc]	685.8884	196	0.0000

Birinci adım sonunda tüm değişkenler arasında bir ilişki olduğu görülmüş ve abc modeli elde edilmiştir. Modelin grafiği ise aşağıda verilmiştir.



Şekil 7.6. abc Modelinin Bağımsızlık Grafiği

Çizelge 7.21.'de cinsiyet değişkeninin erkek ve kadın düzeyleri ile yaş grubu değişkeninin 25-29 ve 50-54 düzeylerine ait veriler gösterilmiştir.

Çizelge 7.21. Cinsiyet ve intihar edilen ay değişkenlerine ait çizelge

		YAŞ GRUBU	
		25-29	50-54
CINSİYET	ERKEK	235	115
	KADIN	132	41

SPSS 15 programında yapılan analiz sonucu aşağıdadır.

	Risk Estimate		
	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for CINSİYET (Erkek / Kadın)	,635	,419	,962
For cohort YAS = 25-29	,880	,788	,983
For cohort YAS = 50-54	1,386	1,020	1,884
N of Valid Cases	523		

Bu sonuçlara göre, 25-29 yaş grubunda intihar edenlerin kadın olma olasılığı, aynı yaş grubunda intihar edenlerin erkek olma olasılığının (1/0,635=1,574) 1,574 katıdır.

Çizelge 7.22'de intihar nedeni değişkeninin hastalık ve aile geçimsizliği düzeyleri ile yaş grubu değişkeninin 25-29 ve 50-54 düzeylerine ait veriler gösterilmiştir.

Çizelge 7.22. İntihar nedeni ve yaş grubu değişkenlerine ait çizelge

		YAŞ GRUBU	
		25-29	50-54
İNTİHAR NEDENİ	HASTALIK	48	50
	AİLE GEÇİMSİZLİĞİ	59	12

SPSS 15 programında yapılan analiz sonucu aşağıdadır.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for NEDEN (hastalık / aile gecimsizligi)	,195	,094	,408
For cohort YAS = 25-29	,589	,469	,740
For cohort YAS = 50-54	3,019	1,740	5,238
N of Valid Cases	169		

Bu sonuçlara göre, 25-29 yaş grubunda aile geçimsizliği nedeni ile intihar etme olasılığı, aynı yaş grubunda hastalık nedeni ile intihar etme olasılığının (1/0,195=5,128) 5,128 katıdır.

7.6.3 Yorum

Şekil 7.6. incelendiğinde, tüm değişkenlerin birbirleri ile bağımlılık ilişkisi içinde olduğu görülmüştür. Cinsiyet ve yaş grubu, intihar nedenini etkilemektedir. Ek 2’de bulunan uygulamaya ait veriler incelenirse, en çok intihar edilen yaş grubu 25-29 arasıdır. Bu yaş grubundan sonra yaş ilerledikçe intihar sayısının gittikçe azaldığı görülmektedir. 25-29 yaş aralığındaki kişiler kendilerini hızlı bir değişimin içinde bulurken, ekonomik ve sosyal yaşamda birçok sorunla karşı karşıya gelmektedir. Bu dönemde bireylerin aldıkları sorumluluklar artarken, karşılaştıkları sorunlarla başa çıkmada yeterli deneyim ve birikime sahip olamayabilir ve intihar girişimini bir yol olarak düşünebilirler. Yaşın ilerlemesi ile birlikte, karşılaşılan sorunlar karşısında farklı çözümler bulunabilmesi sonucu, intihar vakalarının sıklığı da azalmaktadır.

7.7 Cinsiyet, İntihar Şekli ve Yaş Grubu Değişkenleri Bakımından İntihar İstatistiklerinin Analizi

7.7.1 Değişkenlerin düzeyleri

Uygulamada incelenen değişkenler ve düzeyleri aşağıdadır.

- a) Cinsiyet (Erkek, Kadın)
- b) İntihar Şekli (Asarak, Kimyevi Madde Kullanarak Yüksekten Atlayarak, Suya Atlayarak, Ateşli Silah Kullanarak, Kendini Yakarak, Kesici Bir Alet Kullanarak, Doğalgaz-Tüpgaz vb. Kullanarak, Tren veya Başka Bir Motorlu Araç Altına Atlayarak, Diğer)
- c) Yaş Grubu (-15, 15-19, 20-24, 25-29, 30-34, 35-39, 40-44, 45-49, 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, 75+, Bilinmeyen)

7.7.2 Verilerin çözümlenmesi

Elde edilen veriler MIM 3.2 istatistiksel programı ile çözümlenmiştir. Optimum modele ulaşmak için geriye doğru eleme metodu kullanıldığından başlangıç modeli

olarak doymuş model seçilmiştir. Bölünebilir modeller için ki-kare testi kullanılmaktadır ve anlamlılık düzeyi $\alpha = 0,05$ olarak alınmıştır.

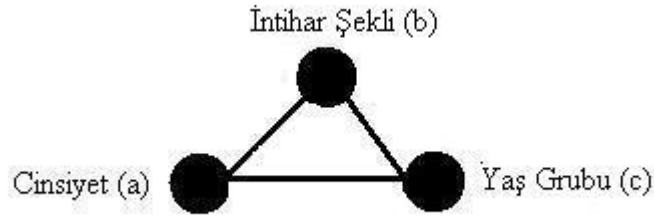
Analiz sonuçları incelenirse bir adımda optimum çözümün bulunduğu görülmektedir.

Birinci adım:

Çizelge 7.23. MIM 3.2. programında birinci adımının sonuçları

Kenar	Test İstatistiği	Serbestlik Derecesi	P Değeri
[ab]	390.7865	105	0.0000
[ac]	448.9110	110	0.0000
[bc]	2228.8263	252	0.0000

Birinci adım sonunda tüm değişkenler arasında bir ilişki olduğu görülmüş ve abc modeli elde edilmiştir. Modelin grafiği ise aşağıda verilmiştir.



Şekil 7.7. abc Modelinin Bağımsızlık Grafiği

Çizelge 7.24.'de intihar şekli değişkeninin asarak ve ateşli silah kullanarak düzeyleri ile yaş grubu değişkeninin 25-29 ve 50-54 düzeylerine ait veriler gösterilmiştir.

Çizelge 7.24. İntihar şekli ve yaş grubu değişkenlerine ait çizelge

		YAŞ GRUBU	
		25-29	50-54
İNTİHAR ŞEKLİ	ASARAK	153	84
	ATEŞLİ SİLAH KULLANARAK	101	32

SPSS 15 programında yapılan analiz sonucu aşağıdadır.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for SEKIL (asarak / atesli silah kullanarak)	,577	,358	,931
For cohort YAS = 25-29	,850	,743	,972
For cohort YAS = 50-54	1,473	1,041	2,085
N of Valid Cases	370		

Bu sonuçlara göre, 25-29 yaş grubunda ateşli silah kullanarak intihar etme olasılığı, aynı yaş grubunda asarak intihar etme olasılığının ($1/0,577=1,733$) 1,733 katıdır.

7.7.3 Yorum

Şekil 7.7. incelendiğinde, tüm değişkenlerin birbirleri ile bağımlılık ilişkisi içinde olduğu görülmüştür. Cinsiyet ve yaş grubu, intihar şeklini etkilemektedir. Ek 2’de bulunan uygulamaya ait veriler incelenirse, “20-24” yaş gurubundaki erkekler daha çok “asarak” intihar etmişlerdir. Buna karşın “15-19” yaş grubundaki kadınlar daha çok “kimyevi madde” kullanarak intihar etmişlerdir.

7.8 Cinsiyet, İntihar Nedeni ve Yapılan İş/Meslek Değişkenleri Bakımından İntihar İstatistiklerinin Analizi

7.8.1 Değişkenlerin düzeyleri

Uygulamada incelenen değişkenler ve düzeyleri aşağıdadır.

- a) Cinsiyet (Erkek, Kadın)
- b) İntihar Nedeni (Hastalık, Aile Geçimsizliği, Geçim Zorluğu, Ticari Başarısızlık, Hissi İlişki İstedığı ile Evlenememe, Öğrenim Başarısızlığı, Diğer, Bilinmeyen)
- c) Yapılan İş/Meslek (Kanun Yapıcı-Üst Düzey Yöneticiler ve Müdürler, Profesyonel Meslek Mensupları, Yardımcı Profesyonel Meslek Mensupları, Büro ve Müşteri Hizmetlerinde Çalışan Elemanlar, Hizmet ve Satış Elemanlar, Nitelikli Tarım-Hayvancılık-Avcılık-Ormancılık ve Su Ürünleri Çalışanları, Sanatkarlar ve İlgili İşlerde Çalışanlar, Tesis ve Makine Operatörleri ve Montajcıları, Nitelik Gerektirmeyen İşlerde Çalışanlar, İş/Mesleği Olmayanlar)

7.8.2 Verilerin çözümlenmesi

Elde edilen veriler MIM 3.2 istatistiksel programı ile çözümlenmiştir. Optimum modele ulaşmak için geriye doğru eleme metodu kullanıldığından başlangıç modeli olarak doymuş model seçilmiştir. Bölünebilir modeller için ki-kare testi kullanılmaktadır ve anlamlılık düzeyi $\alpha = 0,05$ olarak alınmıştır.

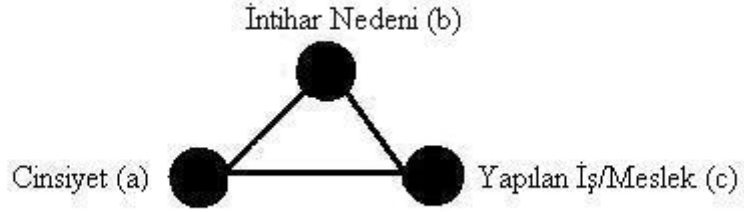
Analiz sonuçları incelenirse bir adımda optimum çözümün bulunduğu görülmektedir.

Birinci adım:

Çizelge 7.25. MIM 3.2. programında birinci adımının sonuçları

Kenar	Test İstatistiği	Serbestlik Derecesi	P Değeri
[ab]	143.6318	57	0.0000
[ac]	752.8791	59	0.0000
[bc]	303.4812	126	0.0000

Birinci adım sonunda tüm değişkenler arasında bir ilişki olduğu görülmüş ve abc modeli elde edilmiştir. Modelin grafiği ise aşağıda verilmiştir.

**Şekil 7.8.** abc Modelinin Bağımsızlık Grafiği

Çizelge 7.26.'da intihar nedeni değişkeninin hastalık ve aile geçimsizliği düzeyleri ile yapılan iş/meslek değişkeninin kanun yapıcı/üst düzey yöneticiler/müdürler ve iş/mesleği olmayan düzeylerine ait veriler gösterilmiştir.

Çizelge 7.26. İntihar nedeni ve yapılan iş/meslek değişkenlerine ait çizelge

		YAPILAN İŞ/MESLEK	
		KANUN YAPICI, ÜST DÜZEY YÖNETİCİLER VE MÜDÜRLER	İŞ/MESLEĞİ OLMAYAN
İNTİHAR NEDENİ	HASTALIK	23	407
	AİLE GEÇİMSİZLİĞİ	13	276

SPSS 15 programında yapılan analiz sonucu aşağıdadır.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for NEDEN (hastalık / aile gecimsizligi)	1,200	,598	2,409
For cohort IS = kanun yapici vb.	1,189	,612	2,309
For cohort IS = issiz	,991	,958	1,025
N of Valid Cases	719		

Bu sonuçlara göre, kanun yapıcı/üst düzey yöneticiler/müdürlerin hastalık nedeni ile intihar etme olasılığı, aynı meslek grubunda aile geçimsizliği nedeni ile asarak intihar etme olasılığının 1,200 katıdır.

Çizelge 7.27’de cinsiyet değişkeninin erkek ve kadın düzeyleri ile yapılan iş/meslek değişkeninin kanun yapıcı/üst düzey yöneticiler/müdürler ve iş/mesleği olmayan düzeylerine ait veriler gösterilmiştir.

Çizelge 7.27. Cinsiyet ve yapılan iş/meslek değişkenlerine ait çizelge

		YAPILAN İŞ/MESLEK	
		KANUN YAPICI, ÜST DÜZEY YÖNETİCİLER VE MÜDÜRLER	İŞ/MESLEĞİ OLMAYAN
CİNSİYET	ERKEK	128	760
	KADIN	5	906

SPSS 15 programında yapılan analiz sonucu aşağıdadır.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for CINSİYET (erkek / kadın)	30,518	12,424	74,962
For cohort IS = kanun yapıcı vb.	26,263	10,799	63,870
For cohort IS = issiz	,861	,837	,885
N of Valid Cases	1799		

Bu sonuçlara göre, kanun yapıcı/üst düzey yöneticiler/müdürlerden erkek olanların intihar etme olasılığı, aynı meslek grubunda kadın olanların intihar etme olasılığının 30,518 katıdır.

7.8.3 Yorum

Şekil 7.8. incelendiğinde, tüm değişkenlerin birbirleri ile bağımlılık ilişkisi içinde olduğu görülmüştür. Cinsiyet ve yapılan iş/meslek, intihar şeklini etkilemektedir. Ek 2’de bulunan uygulamaya ait veriler incelenirse, iş/mesleği olmayan kişilerin çalışan kişilere oranla çok daha fazla intihar ettiği görülmektedir. Ekonomik sorunların bu intiharlarda en önemli neden olduğu aşıkardır.

7.9 Cinsiyet, İntihar Şekli ve Yapılan İş/Meslek Değişkenleri Bakımından İntihar İstatistiklerinin Analizi

7.9.1 Değişkenlerin düzeyleri

Uygulamada incelenen değişkenler ve düzeyleri aşağıdadır.

- a) Cinsiyet (Erkek, Kadın)
- b) İntihar Şekli (Asarak, Kimyevi Madde Kullanarak Yüksekten Atlayarak, Suya Atlayarak, Ateşli Silah Kullanarak, Kendini Yakarak, Kesici Bir Alet

Kullanarak, Doğalgaz-Tüpgaz vb. Kullanarak, Tren veya Başka Bir Motorlu Araç Altına Atlayarak, Diğer)

- c) Yapılan İş/Meslek (Kanun Yapıcı-Üst Düzey Yöneticiler ve Müdürler, Profesyonel Meslek Mensupları, Yardımcı Profesyonel Meslek Mensupları, Büro ve Müşteri Hizmetlerinde Çalışan Elemanlar, Hizmet ve Satış Elemanlar, Nitelikli Tarım-Hayvancılık-Avcılık-Ormancılık ve Su Ürünleri Çalışanları, Sanatkarlar ve İlgili İşlerde Çalışanlar, Tesis ve Makine Operatörleri ve Montajcıları, Nitelik Gerektirmeyen İşlerde Çalışanlar, İş/Mesleği Olmayanlar)

7.9.2 Verilerin çözümlenmesi

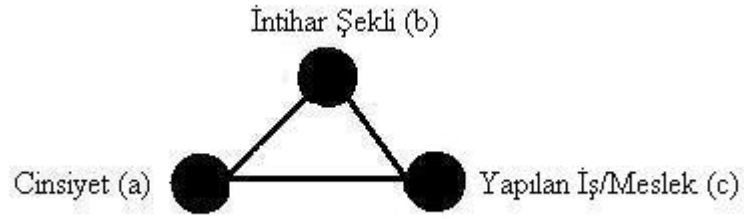
Elde edilen veriler MIM 3.2 istatistiksel programı ile çözümlenmiştir. Optimum modele ulaşmak için geriye doğru eleme metodu kullanıldığından başlangıç modeli olarak doymuş model seçilmiştir. Bölünebilir modeller için ki-kare testi kullanılmaktadır ve anlamlılık düzeyi $\alpha = 0,05$ olarak alınmıştır.

Analiz sonuçları incelenirse bir adımda optimum çözümün bulunduğu görülmektedir. Birinci adım:

Çizelge 7.28. MIM 3.2 programında birinci adımının sonuçları

Kenar	Test İstatistiği	Serbestlik Derecesi	P Değeri
[ab]	200.8047	65	0.0000
[ac]	783.8048	61	0.0001
[bc]	229.6726	153	0.0000

Birinci adım sonunda tüm değişkenler arasında bir ilişki olduğu görülmüş ve abc modeli elde edilmiştir. Modelin grafiği ise aşağıda verilmiştir.



Şekil 7.9. abc Modelinin Bağımsızlık Grafiği

Çizelge 7.29.'da intihar şekli değişkeninin asarak ve ateşli silah kullanarak düzeyleri ile yapılan iş/meslek değişkeninin kanun yapıcı/üst düzey yöneticiler/müdürler ve iş/mesleği olmayan düzeylerine ait veriler gösterilmiştir.

Çizelge 7.29. İntihar şekli ve yapılan iş/meslek değişkenlerine ait çizelge

		YAPILAN İŞ/MESLEK	
		KANUN YAPICI, ÜST DÜZEY YÖNETİCİLER VE MÜDÜRLER	İŞ/MESLEĞİ OLMAYAN
İNTİHAR ŞEKLİ	ASARAK	56	786
	ATEŞLİ SILAH KULLANARAK	53	301

SPSS 15 programında yapılan analiz sonucu aşağıdadır.

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for SEKIL (asarak / ateşli silah kullanarak)	,405	,272	,603
For cohort IS = kanun yapıcı vb.	,444	,312	,633
For cohort IS = issiz	1,098	1,047	1,151
N of Valid Cases	1196		

Bu sonuçlara göre, kanun yapıcı/üst düzey yöneticiler/müdürlerin ateşli silah kullanarak intihar etme olasılığı, aynı meslek grubunda asarak intihar etme olasılığının (1/0,405=2,469) 2,469 katıdır.

7.9.3 Yorum

Şekil 7.9. incelendiğinde, tüm değişkenlerin birbirleri ile bağımlılık ilişkisi içinde olduğu görülmüştür. Cinsiyet ve yapılan iş/meslek, intihar şeklini etkilemektedir. Ek 2’de bulunan uygulamaya ait veriler incelenirse, intihar eden kişilerden erkeklerden “Nitelikli Tarım, Hayvancılık, Avcılık, Ormancılık ve Su Ürünleri Çalışanları” genellikle “asarak” intihar etmişlerken, “Hizmet ve Satış Elemanları” genellikle “Ateşli Silah Kullanarak” intihar etmişlerdir.

BÖLÜM 8

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada ilk önce grafiksel logaritmik-doğrusal modellerin teorik açıklamalarına yer verilmiş, ardından da farklı değişken kombinasyonlarına yönelik dokuz adet uygulama yapılmıştır. Teorik açıklamalarda grafik teorisi, bağımsızlık grafikleri, koşullu bağımsızlık, Markov özellikleri, grafiksel logaritmik-doğrusal modeller ve bu modeller seçimi ayrıntılı şekilde anlatılmıştır.

Grafiksel modellerin iki çok önemli özelliği vardır. Bu iki önemli özellikten ilki olumsuzluk tablosunun boyutu kadar zirve ile oluşturulan yön belirtilmemiş grafik ile gösterilebilir olduğudur. İkincisi ise temelini oluşturan koşullu bağımsızlığa göre yorumlanabilip aynı zamanda doğrudan grafikten okunabilir olduğudur.

Uygulama kısmında ise 9 adet uygulama yer almaktadır. Her uygulamadaki veriler MIM paket programına uygun olması için SPSS programı ile özet veri haline getirilmiş ve MIM paket programı ile çözümlenmiştir. Ayrıca değişkenlerin çeşitli düzeyleri arasındaki ilişkiler odds oranları ile tahmin edilmiştir.

Yapılan uygulamalarda ülkemizde 2007 yılında gerçekleşen 2793 adet intihar olayı çeşitli demografik değişkenler açısından değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

Bu dokuz uygulamada da görülmüştür ki, seçilen değişken sayısının çok olması durumunda oluşturulan olumsuzluk tablosundaki hücre sayısı artmakta, örneklem miktarının az olması durumunda bir çok hücrede hiçbir değer gözlenememesine sebep olmaktadır.

Bunun çözümü olarak, konu amacının iyi belirlenmesi, bu doğrultuda değişkenlerin optimum şekilde seçilmesi ve örneklem miktarının olabildiğince fazla olması gerekmektedir. Aksi takdirde bağımsızlık grafiğinde beklenilmeyen veya gerçekte olmayan ilişkileri görebiliriz.

Sonuç olarak, kullanım alanı gittikçe çoğalan bu modeller daha önce de belirtildiği gibi bir çok alanda kullanılmaktadır. Uygun değişkenlerin belirlenmesi ve örneklem miktarının gerektiği kadar çok olması durumunda oldukça iyi sonuçlar vermektedir ve araştırmacıya değişkenler arasındaki ilişkileri grafik halinde göstermesi nedeniyle kolaylık sağlamaktadır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Agresti, A. 1984, "Analysis of Ordinal categorical data", *John Wiley and Sons*, New York, 557-558.
- Andersen, E.B. 1990, "The statistical analysis of categorical data", *Springer-Verlag*, Berlin, 519-520.
- Becanım, C., 2006, Log-Lineer Modeller ve Doktor-Tıbbi Satış Mümessilleri İlişkileri Üzerine Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 12-13.
- Bishop, C.M., 2006, *Pattern Recognition and Machine Learning*, Springer Cambridge, 372.
- Borgelt, C., Kruser., 2002, *Graphical Models: Methods for Data Analysis and Mining*, John Wiley and Sons, New York, 103-108.
- Erbaş, S., Bayrak H., 1999, *Grafiksel Modeller*, Gazi Üniversitesi, Ankara, 1-4, 6-8, 27, 32 -33, 36 -39, 47-48.
- Edwards, E., 2000, *Introduction to Graphical Modelling*, Springer, 13-21.
- Everitt, S.B., Dunn, G. 1991, "The statistical analysis of categorical data", John Wiley and Sons, New York, 304-305.
- Gökpınar, F., 2002, *Karma Değişkenler İçin Grafiksel Modeller*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 30.
- Jordan, M., 2004, *Graphical Models*, *Statistical Science* Vol. 19, No. 1, University of California, 141-142.
- Kreiner, S., Christensen, K., B., 2004, *Analysis of Local Dependence and Multidimensionality in Graphical Rasch Models*, Department of Biostatistics, PANUM Institute University of Copenhagen, 553-565.
- Knoke, D., Burke, P.J. 1980, "Log-linear models", Sage Publication Inc., London, 7-20.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Lauritzen, S. L., 1996, Graphical Models, Oxford University Press, 32-46
- Lauritzen, S. L., 2000, Causal Inference from Graphical Models, Chapter 3, Aalborg University, 81-84.
- Le, C., T., 1998, Applied Categorical Data Analysis, John Wiley and Sons, New York, 67-95.
- Oliver, N., Pentland A., P., 2001, Graphical Models for Driver Behaviour Recognition in a Smart Car, Media Laboratory Massachusetts Institute of Technology, 5-6.
- Özaydın, Ö. 2001, Log-linear Model Analizinin SAS Paket Programında Organ Bağışı ile İlgili Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 3-4.
- Pearl, J., 1998, Graphs, Causality, and Structural Equation Models, Sociological Methods and Research, 357.
- Pigeot, L, Blauth, A., Bry, F., 2000, Interactive Analysis of High-Dimensional Association Structures with Graphical Models, Vol.51, No. 1 Metrika, 51-65.
- Stengel, M., 2003, Introduction to Graphical Models, Hidden Markov Models and Bayesian Networks, Toyohashi University of Technology, 28-29.
- T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu İntihar İstatistikleri 2007, 2008, T.C. Başbakanlık TÜİK Yayınları, Ankara, 16-57.
- Teugels, L. J., Horebeek, J. V., 1998, Generalized Graphical Models for Discrete Data, Statist. Probab. Lett. 38, 41-47.
- Thas, O., Van Vooren, L., Ottoy, J.P., 1996, Graphical Models: Applicability and Software, BIOMATH Department, Univesity of Gent, 1-16.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Uysal, M., Etikan, İ., Sanisoğlu, Y., 2000, Grafiksel Modeller ve Model Seçimi, 5. Ulusal Biyoistatistik Kongresi, Eskişehir.
- Whittaker, J., 1990, Graphical Models in Applied Multivariate Statistics, John Wiley and Sons, Newyork, 142-143.
- Yavuz, Y. 1996, “Log-lineer modellerin incelenmesi ve tıbbi veriler üzerinde uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 6-8, 16-17, 36-38.
- Yılmaz, N., 2000, Grafiksel Log-Linear Modeller, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 14-19.
- Yılmaz, V., Genç, A., Erişoğlu, M., Pekkör A. 2005, Üç Boyutlu Olumsuzluk Tablolarında Aşamalı Bağımsızlık Testleri ve Trafik Kazalarında Uygulanması, Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Dergisi Sayı 25, 1-2.
- Zobu, M.,2000, Olumsuzluk Tablolarında Model Seçimi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 55-57.

EKLER

Ek.1. Uygulamalara ait MIM programı çıktıları

Ek.2. Uygulamalara ait veriler

Ek.3. MIM programı

EK-1**1. Uygulamaya Ait MIM Programı Çıktısı**

MIM 3.2 Copyright © David Edwards, 2004. Release 3.2.0.7

MIM 3.2 is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.

You are welcome to redistribute and/or modify it under certain condition: type 'license' for details.

MIM →fact a4 b2 c2 d8

MIM → sread abcd

DATA → 97 26 27 10 69 9 10 234

DATA →37 25 15 3 24 7 7 135

DATA →36 29 3 0 24 4 6 101

DATA →21 36 3 0 16 7 8 117

DATA →128 90 123 32 12 0 7 220

DATA → 55 40 63 10 1 0 5 145

DATA →87 64 10 2 4 0 3 80

DATA →38 71 4 0 2 0 10 98

DATA →16 2 2 0 1 0 0 11

DATA →9 2 1 0 0 0 0 25

DATA →23 1 1 0 0 0 0 10

DATA → 7 2 0 0 0 0 0 18

DATA →13 13 9 2 6 0 0 19

DATA → 2 1 0 1 0 0 0 7

DATA →10 2 2 0 1 0 2 9

DATA →2 4 0 0 1 1 0 1 5 !

Reading completed.

MIM →satmod

MIM→stepwise

Coherent Backward Selection.

Fixed edges: none

Critical value: 0.0500

Decomposable mode, Chi-squared tests.

DFs adjusted for sparsity.

Model: abcd

Deviance: 0.0000 DF: 0 P: 1.0000

Edge	Test		
Excluded	Statistic	DF	P
[ab]	225.9430	44	0.0000 +
[ac]	46.9691	34	0.0685
[ad]	67.4963	22	0.0000 +
[bc]	437.4617	81	0.0000 +
[bd]	102.8352	44	0.0000 +
[cd]	57.3338	42	0.0074 +

Removed edge [ac]

Selected model: bcd, abd

EK-1 (Devam)

2. Uygulamaya Ait MIM Programı Çıktısı

MIM 3.2 Copyright © David Edwards, 2004. Release 3.2.0.7

MIM 3.2 is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.

You are welcome to redistribute and/or modify it under certain condition: type 'license' for details.

MIM →fact a7 b2 c8

MIM → sread abc

DATA →23 4 3 0 0 0 1 16

DATA →38 10 4 0 4 0 1 35

DATA →31 8 7 1 1 4 1 43

DATA →21 18 1 0 1 2 2 47

DATA →168 103 132 26 35 0 13 411

DATA → 111 92 11 0 6 0 8 152

DATA →15 20 7 0 18 4 3 85

DATA →19 47 1 0 21 4 12 120

DATA →30 18 30 8 10 0 2 61

DATA →5 15 0 0 0 0 4 24

DATA →67 39 51 16 43 8 7 148

DATA → 19 26 5 1 11 5 2 47

DATA →23 7 10 7 6 0 2 32

DATA → 11 1 1 1 5 0 1 13 !

Reading completed.

MIM →satmod

MIM→stepwise

Coherent Backward Selection.

Fixed edges: none

Critical value: 0.0500

Decomposable mode, Chi-squared tests.

DFs adjusted for sparsity.

Model: abc

Deviance: 0.0000 DF: 0 P: 1.0000

Edge	Test		
Excluded	Statistic	DF	P
[ab]	210.4709	43	0.0000 +
[ac]	245.2507	42	0.0000 +
[bc]	329.8696	84	0.0000 +

Selected model: abc

EK-1 (Devam)

3. Uygulamaya Ait MIM Programı Çıktısı

MIM 3.2 Copyright © David Edwards, 2004. Release 3.2.0.7

MIM 3.2 is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.

You are welcome to redistribute and/or modify it under certain condition: type 'license' for details.

MIM → fact a7 b2 c10

MIM → sread abc

DATA → 24 6 6 4 6 0 1 0 0 0

DATA → 61 13 3 4 10 0 1 0 0 0

DATA → 61 6 8 1 14 2 3 0 0 1

DATA → 500 67 52 16 222 2 10 7 5 7

DATA → 196 92 27 11 41 0 5 0 5 3 5

DATA → 69 16 6 3 53 0 0 1 3 1

DATA → 74 71 17 1 51 0 2 0 1 7

DATA → 70 8 15 2 57 0 4 0 1 2

DATA → 11 17 5 1 9 0 1 0 1 3

DATA → 131 44 30 3 158 1 3 2 4 3

DATA → 29 44 18 3 13 0 4 0 0 5

DATA → 33 9 10 0 32 0 1 1 1 1

DATA → 13 4 9 2 4 0 0 0 0 0 !

Reading completed.

MIM → satmod

MIM → stepwise

Coherent Backward Selection.

Fixed edges: none

Critical value: 0.0500

Decomposable mode, Chi-squared tests.

DFs adjusted for sparsity.

Model: abc

Deviance: 0.0000 DF: 0 P: 1.0000

Edge	Test		
Excluded	Statistic	DF	P
[ab]	280.7345	53	0.0000 +
[ac]	284.9353	47	0.0000 +
[bc]	279.7064	102	0.0000 +

Selected model: abc

EK-1 (Devam)**4. Uygulamaya Ait MIM Programı Çıktısı**

MIM 3.2 Copyright © David Edwards, 2004. Release 3.2.0.7

MIM 3.2 is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.

You are welcome to redistribute and/or modify it under certain condition: type 'license' for details.

MIM →fact a8 b2 c10

MIM → sread abc

DATA →173 28 56 10 74 1 6 1 5 3

DATA →115 40 41 7 13 1 2 0 3 2

DATA →88 30 4 3 68 0 3 3 0 0

DATA →64 88 11 6 29 0 6 0 1 4

DATA →142 21 5 1 67 0 1 1 0 2

DATA →12 5 0 0 6 0 0 0 0 0

DATA →22 2 2 1 30 1 0 0 0 0

DATA →00 2 0 0 0 0 0 0 0 0

DATA →43 11 11 0 42 0 3 0 2 1

DATA →16 15 4 0 10 0 1 0 0 2

DATA →7 1 3 0 5 0 0 0 0 0

DATA → 2 8 0 0 1 0 0 0 0 0

DATA →16 1 0 0 9 0 0 0 0 3

DATA → 7 4 2 1 6 0 1 0 1 8

DATA →397 62 46 14 247 3 9 6 7 5

DATA →221 95 29 8 72 0 7 0 0 6!

Reading completed.

MIM →satmod

MIM→stepwise

Coherent Backward Selection.

Fixed edges: none

Critical value: 0.0500

Decomposable mode, Chi-squared tests.

DFs adjusted for sparsity.

Model: abc

Deviance: 0.0000 DF: 0 P: 1.0000

Edge	Test		
Excluded	Statistic	DF	P
[ab]	214.7809	49	0.0000 +
[ac]	248.1288	54	0.0000 +
[bc]	331.6521	119	0.0000 +

Selected model: abc

EK-1 (Devam)**5. Uygulamaya Ait MIM Programı Çıktısı**

MIM 3.2 Copyright © Daid Edwards, 2004. Release 3.2.0.7

MIM 3.2 is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.

You are welcome to redistribute and/or modify it under certain condition: type 'license' for details.

MIM →fact a12 b2 c8

MIM → sread abc

DATA →35 19 25 6 16 1 5 88

DATA →17 13 0 0 7 0 4 38

DATA →23 12 22 7 11 0 3 59

DATA →10 12 2 0 3 0 3 37

DATA →36 23 26 2 12 2 3 70

DATA →18 12 4 0 2 0 1 34

DATA →27 12 22 6 6 1 2 75

DATA →20 21 2 1 0 3 1 45

DATA →32 22 17 6 10 1 0 69

DATA →22 23 1 0 8 1 2 33

DATA →33 19 20 5 8 5 0 66

DATA → 22 28 3 0 3 2 3 51

DATA →36 21 24 1 11 2 3 84

DATA → 28 20 1 0 10 2 2 38

DATA →21 22 24 4 8 0 2 80

DATA →20 16 3 1 1 0 2 37

DATA →37 14 15 3 7 2 1 52

DATA →13 18 1 0 2 0 3 44

DATA →21 14 14 17 11 5 0 4 51

DATA →21 15 2 0 5 1 6 22

DATA →24 14 17 11 5 0 4 51

DATA →18 13 1 0 3 0 2 36

DATA → 32 7 14 5 12 1 3 44

DATA → 15 18 3 0 4 2 1 23 !

Reading completed.

MIM → satmod

MIM → stepwise

Coherent Backward Selection.

Fixed edges: none

Critical value: 0.0500

Decomposable mode, Chi-squared tests.

DFs adjusted for sparsity.

Model: abc

Deviance: 0.0000 DF: 0 P: 1.0000

Edge	Test		
Excluded	Statistic	DF	P
[ab]	269.6001	81	0.0000 +
[ac]	95.0476	85	0.2139
[bc]	180.4771	154	0.0712

Removed edge [ac]

Model: bc, ac

Deviance: 95.0476 DF: 88 P: 0.2851

Edge	Test		
Excluded	Statistic	DF	P
[ac]	103.2322	77	0.0247 +

Selected model: bc, ac

EK-1 (Devam)**6. Uygulamaya Ait MIM Programı Çıktısı**

MIM 3.2 Copyright © David Edwards, 2004. Release 3.2.0.7

MIM 3.2 is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.

You are welcome to redistribute and/or modify it under certain condition: type 'license' for details.

MIM →fact a15 b2 c8

MIM → sread abc

DATA →3 2 1 0 2 4 1 21

DATA →3 13 1 0 2 2 4 33

DATA →24 19 7 0 29 9 2 81

DATA →17 39 0 0 22 6 8 95

DATA →22 19 9 0 28 1 10 92

DATA →19 33 3 0 8 25 1 5 82

DATA →31 24 23 8 25 1 3 120

DATA →17 35 6 0 9 1 2 62

DATA →30 24 32 6 9 0 2 70

DATA →14 23 2 1 1 0 2 21

DATA →23 17 37 5 3 0 2 62

DATA → 22 10 3 0 0 0 2 22

DATA →27 25 34 12 6 0 1 60

DATA → 12 6 1 1 0 0 3 17

DATA →25 18 28 9 1 0 1 60

DATA →17 12 1 0 0 0 1 18

DATA →26 8 22 8 1 0 0 50

DATA →24 4 3 0 0 0 0 10

DATA →31 8 11 3 1 0 0 32

DATA →14 2 2 0 0 0 0 9

DATA →16 8 10 2 0 0 1 22

DATA →13 3 0 0 0 0 1 1

DATA →18 1 12 0 0 0 1 14

DATA →7 3 0 0 0 0 1 1

DATA →18 3 3 0 0 0 14

DATA →11 0 0 0 0 0 10

DATA →46 6 3 2 0 0 1 34

DATA →20 2 1 0 0 0 14

DATA →17 17 8 3 8 1 3 52

DATA →14 24 0 0 6 1 3 23 !

Reading completed.

MIM →satmod

MIM→stepwise

Coherent Backward Selection.

Fixed edges: none

Critical value: 0.0500

Decomposable mode, Chi-squared tests.

DFs adjusted for sparsity.

Model: abc

Deviance: 0.0000 DF: 0 P: 1.0000

Edge	Test		
Excluded	Statistic	DF	P
[ab]	254.6296	84	0.0000 +
[ac]	235.5535	91	0.0000 +
[bc]	685.8884	196	0.0000 +

Selected model: abc

EK-1 (Devam)**7. Uygulamaya Ait MIM Programı Çıktısı**

MIM 3.2 Copyright © David Edwards, 2004. Release 3.2.0.7

MIM 3.2 is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.

You are welcome to redistribute and/or modify it under certain condition: type 'license' for details.

MIM →fact a15 b2 c10

MIM → sread abc

DATA →24 4 1 1 3 0 0 0 1

DATA →29 13 4 0 11 0 0 0 1

DATA →74 21 9 0 59 1 1 1 3 2

DATA →58 63 10 0 44 0 3 0 1 8

DATA →79 19 15 2 62 1 3 0 0 0

DATA →60 48 12 4 25 0 1 0 0 1

DATA →106 18 15 5 80 1 2 2 2 4

DATA →47 40 15 0 21 0 3 0 1 5

DATA →81 15 14 5 53 0 1 2 1 1

DATA →24 2 4 5 0 6 0 1 2 2

DATA →63 12 11 2 55 1 2 2 1 0

DATA →26 15 7 1 9 0 1 0 0 0

DATA →81 20 7 2 47 1 2 1 3 2

DATA → 22 8 4 0 4 0 1 0 1 0

DATA →76 10 5 1 42 0 3 1 1 2

DATA →31 5 8 3 2 0 0 0 0 0

DATA →65 6 9 2 32 0 0 1 0 1

DATA →19 9 9 4 0 0 0 0 0 0

DATA →43 9 7 0 25 0 2 0 0 0

DATA →20 4 1 1 0 0 1 0 0 0

DATA →29 6 4 1 18 0 1 0 0 0

DATA → 23 2 1 0 1 0 0 0 0 0
 DATA → 38 2 3 0 13 0 1 0 1 0
 DATA → 15 0 2 1 1 0 2 0 0 0
 DATA → 21 3 5 0 8 0 1 1 0 0
 DATA → 17 0 1 3 0 0 0 0 0 0
 DATA → 58 3 13 4 13 0 1 0 0 0
 DATA → 22 5 6 1 0 1 2 0 0 0
 DATA → 50 9 9 4 32 0 2 0 2 1
 DATA → 24 19 4 4 13 0 2 0 0 5 !

Reading completed.

MIM → satmod

MIM → stepwise

Coherent Backward Selection.

Fixed edges: none

Critical value: 0.0500

Decomposable mode, Chi-squared tests.

DFs adjusted for sparsity.

Model: abc

Deviance: 0.0000 DF: 0 P: 1.0000

Edge	Test		
Excluded	Statistic	DF	P
[ab]	390.7865	105	0.0000 +
[ac]	448.9110	110	0.0000 +
[bc]	2228.8263	252	0.0000 +

Selected model: abc

EK-1 (Devam)**8.Uygulamaya Ait MIM Programı Çıktısı**

MIM 3.2 Copyright © David Edwards, 2004. Release 3.2.0.7

MIM 3.2 is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.

You are welcome to redistribute and/or modify it under certain condition: type 'license' for details.

MIM →fact a10 b2 c8

MIM → sread abc

DATA →23 11 20 22 6 0 1 45

DATA →0 2 0 1 0 0 0 2

DATA →10 9 7 4 7 0 3 24

DATA →5 0 0 0 2 0 1 9

DATA →6 8 9 9 3 0 0 21

DATA →1 1 0 1 1 0 0 5

DATA →3 2 7 0 1 0 1 11

DATA →1 1 0 0 1 0 0 3

DATA →12 16 19 4 13 0 2 41

DATA →3 3 2 0 1 0 1 5

DATA →51 35 33 3 9 0 5 147

DATA →3 0 0 0 1 0 0 6

DATA →20 20 28 11 11 0 2 61

DATA →1 1 1 0 0 0 0 4

DATA →3 2 9 2 1 0 0 16

DATA →1 0 0 0 0 0 0 0

DATA →29 21 34 3 15 0 2 95

DATA →2 0 1 0 1 0 1 4

DATA →200 74 74 0 47 16 13 335

DATA →207 201 19 0 41 11 27 400 !

Reading completed.

MIM →satmod

MIM→stepwise

Coherent Backward Selection.

Fixed edges: none

Critical value: 0.0500

Decomposable mode, Chi-squared tests.

DFs adjusted for sparsity.

Model: abc

Deviance: 0.0000 DF: 0 P: 1.0000

Edge	Test		
Excluded	Statistic	DF	P
[ab]	143.6318	57	0.0000 +
[ac]	752.8791	59	0.0000 +
[bc]	303.4826	126	0.0000 +

Selected model: abc

EK-1 (Devam)**9.Uygulamaya Ait MIM Programı Çıktısı**

MIM 3.2 Copyright © Daid Edwards, 2004. Release 3.2.0.7

MIM 3.2 is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.

You are welcome to redistribute and/or modify it under certain condition: type 'license' for details.

MIM →fact a10 b2 c10

MIM → sread abc

DATA →55 7 6 2 51 1 2 2 2 0

DATA →1 1 1 0 2 0 0 0 0 0

DATA →20 8 4 0 32 0 0 0 0 0

DATA →7 3 3 1 1 0 1 0 0 1

DATA →24 10 3 1 17 1 0 0 0 0

DATA →2 2 2 0 2 0 0 0 0 1

DATA →10 4 1 0 7 0 0 0 0 3

DATA →2 0 3 1 0 0 0 0 0 0

DATA →36 8 7 1 55 0 0 0 0 0

DATA →6 4 3 0 1 0 0 0 0 1

DATA →157 26 4 3 86 0 3 2 0 2

DATA →8 2 0 0 0 0 0 0 0 0

DATA →68 10 10 2 57 1 3 1 0 1

DATA →3 1 1 1 1 0 0 0 0 0

DATA →18 4 2 0 9 0 0 0 0 0

DATA →0 0 1 0 0 0 0 0 0 0

DATA →119 9 10 4 53 0 2 1 1 1

DATA →3 0 1 0 4 0 0 0 0 0

DATA →381 70 80 16 175 2 12 5 11 8

DATA →405 242 74 19 126 1 16 0 5 18 !

Reading completed.

MIM → satmod

MIM → stepwise

Coherent Backward Selection.

Fixed edges: none

Critical value: 0.0500

Decomposable mode, Chi-squared tests.

DFs adjusted for sparsity.

Model: abc

Deviance: 0.0000 DF: 0 P: 1.0000

Edge	Test		
Excluded	Statistic	DF	P
[ab]	200.8047	57	0.0000 +
[ac]	783.8048	59	0.0000 +
[bc]	229.6726	153	0.0000 +

Selected model: abc

EK-2

Cinsiyet, İntihar Nedeni, Medeni Durum ve Daimi İkametgah Değişkenlerine Ait Çizelge

		MEDENİ DURUM															
		HIÇ EVLENMEDİ				EVLİ				EŞİ ÖLDÜ				BOŞANDI			
		CİNSİYET															
		ERKEK		KADIN		ERKEK		KADIN		ERKEK		KADIN		ERKEK		KADIN	
		DAİMİ İKAMETGAH															
		ŞEHİR	KÖY	ŞEHİR	KÖY	ŞEHİR	KÖY	ŞEHİR	KÖY	ŞEHİR	KÖY	ŞEHİR	KÖY	ŞEHİR	KÖY	ŞEHİR	KÖY
İNTİHAR NEDENİ	HASTALIK	97	37	36	21	128	55	87	38	16	9	23	7	13	2	10	2
	AİLE GEÇİMSİZLİĞİ	26	25	29	36	90	40	64	71	2	2	1	2	13	1	2	4
	GEÇİM ZORLUĞU	27	15	3	3	123	63	10	4	2	1	1	0	9	0	2	0
	TİCARİ BAŞARISIZLIK	10	3	0	0	32	10	2	0	0	0	0	0	2	1	0	0
	HİSSİ İLİŞKİ VE İSTEDİĞİ İLE EVLENEMEME	69	24	24	16	12	1	4	2	1	0	0	0	6	0	1	1
	ÖĞRENİM BAŞARISIZLIĞI	9	7	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	DİĞER	10	7	6	8	7	5	3	10	0	0	0	0	0	0	2	1
	BİLİNMEYEN	234	135	101	117	220	145	80	98	11	25	10	18	19	7	9	5

EK-2 (devam)

Cinsiyet, İntihar Nedeni ve Eğitim Durumu Değişkenlerine Ait Çizelge

		EĞİTİM DURUMU													
		OKUMA YAZMA BİLMEYEN		BİR OKUL BİTİRMEYEN		İLKOKUL		İLKÖĞRETİM		ORTAOKUL VE DENGİ		LİSE VE DENGİ		YÜKSEK ÖĞRETİM	
		CİNSİYET													
		ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN
İNTİHAR NEDENİ	HASTALIK	23	38	31	21	168	111	15	19	30	5	67	19	23	11
	AİLE GEÇİMSİZLİĞİ	4	10	8	18	103	92	20	47	18	15	39	26	7	1
	GEÇİM ZORLUĞU	3	4	7	1	132	11	7	1	30	0	51	5	10	1
	TİCARİ BAŞARISIZLIK	0	0	1	0	26	0	0	0	8	0	16	1	7	1
	HİSSİ İLİŞKİ VE İSTEDİĞİ İLE EVLENEMEME	0	4	1	1	35	6	18	21	10	0	43	11	6	5
	ÖĞRENİM BAŞARISIZLIĞI	0	0	4	2	0	0	4	4	0	0	8	5	0	0
	DİĞER	1	1	1	2	13	8	3	12	2	4	7	2	2	1
	BİLİNMEYEN	16	35	43	47	411	152	85	120	61	24	148	47	32	13

EK-2 (devam)

Cinsiyet, İntihar Şekli ve Eğitim Durumu Değişkenlerine Ait Çizelge

		EĞİTİM DURUMU														
		OKUMA YAZMA BİLMEYEN		BİR OKUL BİTİRMEYEN		İLKOKUL		İLKÖĞRETİM		ORTAOKUL VE DENGİ		LİSE VE DENGİ		YÜKSEK ÖĞRETİM		
		CİNSİYET														
		ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	
İNTİHAR ŞEKLİ	ASARAK	24	61	61	53	500	196	69	74	70	11	131	29	33	13	
	KİMYEVİ MADDE KULLANARAK	6	13	6	14	67	92	16	71	8	17	44	44	9	4	
	YÜKSEKTEN ATLAYARAK	6	3	8	10	52	27	6	17	15	5	30	18	10	9	
	SUYA ATLAYARAK	4	4	1	0	16	11	3	1	2	1	3	3	0	2	
	ATEŞLİ SİLAH KULLANARAK	6	10	14	9	222	41	53	51	57	9	158	13	32	4	
	KENDİNİ YAKARAK	0	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	KESİCİ BİR ALET KULLANARAK	1	1	3	4	10	5	0	2	4	1	3	4	1	0	
	DOĞALGAZ, TÜPGAZ VB. KULLANARAK	0	0	0	0	7	0	1	0	0	0	2	0	1	0	
	TREN/BAŞKA BİR MOT. ARAÇ ALTINA ATLAYARAK	0	0	0	0	5	3	3	1	1	1	4	0	1	0	
DİĞER	0	0	1	1	7	5	1	7	2	3	3	5	1	0		

EK-2 (devam)

Cinsiyet, İntihar Nedeni ve İntihar Şekli Değişkenlerine Ait Çizelge

		İNTİHAR NEDENİ																
		HASTALIK		AİLE GEÇİMSİZLİĞİ		GEÇİM ZORLUĞU		TİCARİ BAŞARISIZLIK		HİSSİ İLİŞKİ VE İSTEDİĞİ İLE EVLENEMEME		ÖĞRENİM BAŞARISIZLIĞI		DİĞER		BİLİNMEYEN		
		CİNSİYET																
		ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	
İNTİHAR ŞEKLİ	ASARAK	173	115	88	64	142	12	22	0	43	16	7	2	16	7	397	221	
	KİMYEVİ MADDE KULLANARAK	28	40	30	88	21	5	2	0	11	15	1	8	1	4	62	95	
	YÜKSEKTEN ATLAYARAK	56	41	4	11	5	0	2	2	11	4	3	0	0	2	46	29	
	SUYA ATLAYARAK	10	7	3	6	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	14	8	
	ATEŞLİ SİLAH KULLANARAK	74	13	68	29	67	6	30	0	42	10	5	1	9	6	247	72	
	KENDİNİ YAKARAK	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	KESİCİ BİR ALET KULLANARAK	6	2	3	6	1	0	0	0	3	1	0	0	0	1	9	7	
	DOĞALGAZ, TÜPGAZ VB. KULLANARAK	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	
	TREN/BAŞKA BİR MOT. ARAÇ ALTINA ATLAYARAK	5	3	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	7	0	
	DİĞER	3	2	0	4	2	0	0	0	1	2	0	0	3	8	5	6	

EK-2 (devam)

Cinsiyet, İntihar Nedeni ve İntihar Edilen Ay Değişkenlerine Ait Çizelge

		İNTİHAR EDİLEN AY																							
		OCAK		ŞUBAT		MART		NİSAN		MAYIS		HAZİRAN		TEMMUZ		AĞUSTOS		EYLÜL		EKİM		KASIM		ARALIK	
		CİNSİYET																							
		ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN	ERKEK	KADIN
İNTİHAR NEDENİ	HASTALIK	35	17	23	10	36	18	27	20	32	22	33	22	36	28	21	20	37	13	21	21	24	18	32	15
	AİLE GEÇİMSİZLİĞİ	19	13	12	12	23	12	12	21	22	23	19	28	21	20	22	16	14	18	14	15	14	13	7	18
	GEÇİM ZORLUĞU	25	0	22	2	26	4	22	2	17	1	20	3	24	1	24	3	15	1	14	2	17	1	14	3
	TİCARİ BAŞARISIZLIK	6	0	7	0	2	0	6	1	6	0	5	0	1	0	4	1	3	0	2	0	11	0	5	0
	HİSSİ İLİŞKİ VE İSTEDİĞİYLE EVLENEMEME	16	7	11	3	12	2	6	0	10	8	8	3	11	10	8	1	7	2	7	5	5	3	12	4
	ÖĞRENİM BAŞARISIZLIĞI	1	0	0	0	2	0	1	3	1	1	5	2	2	2	0	0	2	0	1	1	0	0	1	2
	DİĞER	5	4	3	3	3	1	2	1	0	2	0	3	3	2	2	2	1	3	3	6	4	2	3	1
	BİLİNMEYEN	88	38	59	37	70	34	75	45	69	33	66	51	84	38	80	37	52	44	58	22	51	36	44	23

EK-2 (devam)

Cinsiyet, İntihar Nedeni ve Yaş Grubu Değişkenlerine Ait Çizelge

		YAŞ GRUBU																														
		-15		15-19		20-24		25-29		30-34		35-39		40-44		45-49		50-54		55-59		60-64		65-69		70-74		75+		BİLİNMEYEN		
		CİNSİYET																														
		E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	
İNTİHAR NEDENİ	HASTALIK	3	3	24	17	22	19	31	17	30	14	23	22	27	12	25	17	26	24	31	14	16	13	18	7	18	11	46	20	17	14	
	AİLE GEÇİMSİZLİĞİ	2	13	19	39	19	33	24	35	24	23	17	10	25	6	18	12	8	4	8	2	8	3	1	3	3	0	6	2	17	24	
	GEÇİM ZORLUĞU	1	1	7	0	9	3	23	6	32	2	37	3	34	1	28	1	22	3	11	2	10	0	12	0	3	0	3	1	8	0	
	TİCARİ BAŞARISIZLIK	0	0	0	0	0	0	8	0	6	1	5	0	12	1	9	0	8	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0
	HİSSİ İLİŞKİ VE İSTEDİĞİ İLE EVLENEMEME	2	2	29	22	28	8	25	9	9	1	3	0	6	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	6
	ÖĞRENİM BAŞARISIZLIĞI	4	2	9	6	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
	DİĞER	1	4	2	8	10	5	3	2	2	2	2	2	1	3	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	3	3	
	BİLİNMEYEN	21	33	81	95	92	82	120	62	70	21	62	22	60	17	60	18	50	10	32	9	22	11	26	11	14	10	34	14	52	23	

EK-2 (devam)

Cinsiyet, İntihar Nedeni ve Yapılan İş/Meslek Değişkenlerine Ait Çizelge

YAPILAN İŞ/MESLEK																						
	KANUN YAPICI, ÜST DÜZEY YÖNETİCİLER VE MÜDÜRLER	PROFESYONEL MESLEK MENSUPLARI	YARDIMCI PROFESYONEL MESLEK MENSUPLARI	BÜRO VE MÜŞTERİ HİZMETLERİNDE ÇALIŞAN ELEMANLAR	HİZMET VE SATIŞ ELEMANLARI	NİTELİKLİ TARIM, HAYVANCILIK, AVCILIK, ORMANCILIK VE SU ÜRÜNLERİ ÇALIŞANLARI	SANATKÂRLAR VE İLGİLİ İŞLERDE ÇALIŞANLAR	TESİS VE MAKİNA OPERATÖRLERİ VE MONTAJCILARI	NİTELİK GEREKTİRMİYEN İŞLERDE ÇALIŞANLAR	İŞ/MESLEĞİ OLMAYAN												
CİNSİYET																						
	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın		
İNTİHAR NEDENİ	HASTALIK	23	0	10	5	6	1	3	1	12	3	51	3	20	1	3	1	29	2	200	207	
	AİLE GEÇİMSİZLİĞİ	11	2	9	0	8	1	2	1	16	3	35	0	20	1	2	0	21	0	75	201	
	GEÇİM ZORLUĞU	20	0	7	0	9	0	7	0	19	2	33	0	28	1	9	0	34	1	74	19	
	TİCARİ BAŞARISIZLIK	22	1	4	0	9	1	0	0	4	0	3	0	11	0	2	0	3	0	0	0	
	HİSSİ İLİŞKİ VE İSTEDİĞİ İLE EVLENEMEME	6	0	7	2	3	1	1	1	13	1	9	1	11	0	1	0	15	1	47	41	
	ÖĞRENİM BAŞARISIZLIĞI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	11
	DİĞER	1	0	3	1	0	0	1	0	2	1	5	0	2	0	0	0	2	1	13	27	
	BİLİNMEYEN	45	2	24	9	21	5	11	3	41	5	147	6	61	4	16	0	95	4	335	400	

EK-2 (devam)

Cinsiyet, İntihar Şekli ve Eğitim Durumu Değişkenlerine Ait Çizelge

		YAPILAN İŞ/MESLEK																				
		KANUN YAPICI, ÜST DÜZEY YÖNETİCİLER VE MÜDÜRLER	PROFESYONEL MESLEK MENSUPLARI	YARDIMCI PROFESYONEL MESLEK MENSUPLARI	BÜRO VE MÜŞTERİ HİZMETLERİNDE ÇALIŞAN ELEMANLAR	HİZMET VE SATIŞ ELEMANLARI	NİTELİKLİ TARIM, HAYVANCILIK, AVCILIK, ORMANCILIK VE SU ÜRÜNLERİ ÇALIŞANLARI	SANATKÂRLAR VE İLGİLİ İŞLERDE ÇALIŞANLAR	TESİS VE MAKİNA OPERATÖRLERİ VE MONTAJCILARI	NİTELİK GEREKTİRMİYEN İŞLERDE ÇALIŞANLAR	İŞ/MESLEĞİ OLMAYAN	CİNSİYET										
												Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek
İNTİHAR ŞEKLİ	ASARAK	55	1	20	7	24	2	10	2	36	6	157	8	68	3	18	0	119	3	381	405	
	KİMYEVİ MADDE KULLANARAK	7	1	8	3	10	2	4	0	8	4	26	2	10	1	4	0	9	0	70	242	
	YÜKSEKTEN ATLAYARAK	6	1	4	3	3	2	1	3	7	3	4	0	10	1	2	1	10	1	80	74	
	SUYA ATLAYARAK	2	0	0	1	1	0	0	1	1	0	3	0	2	1	0	0	4	0	16	19	
	ATEŞLİ SİLAH KULLANARAK	51	2	32	1	17	2	7	0	55	1	86	0	57	1	9	0	53	4	175	126	
	KENDİNİ YAKARAK	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1
	KESİCİ BİR ALET KULLANARAK	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	2	0	12	16	
	DOĞALGAZ, TÜPGAZ VB. KULLANARAK	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	1	0	5	0	
	TREN/BAŞKA BİR MOT. ARAÇ ALTINA ATLAYARAK	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	11	5	
DİĞER	0	0	0	1	0	1	3	0	0	1	2	0	1	0	0	0	1	0	8	18		

EK-3

MIM Programı

Giriş

Bilgisayar programlarının gelişmesi ve yaygınlaşması her alanda olduğu gibi istatistik biliminde de oldukça faydalı olmuştur. Verilerin istatistiksel analizlerinin bilgisayar programları aracılığı ile yapılabilmesi zaman tasarruf sağlamakla birlikte hataların en aza indirilmesi konusunda büyük kolaylıklar sağlamaktadır.

Grafiksel modelleme için kullanılan birkaç bilgisayar programı bulunmaktadır. Bu çalışmada daha önce de belirtildiği gibi MIM 3.2.0.7 programı kullanılarak veri çözümlemesi yapılmıştır. MIM programı MS-DOS, Windows 98, Windows 2000, Windows XP ve Windows Vista işletim sistemlerinde kullanılabilir. MIM programının Windows işletim sistemleri ile kullanılabilen versiyonlarında komutların birçoğu programın menülerinde olduğu için doğrudan komut yazmak yerine fare ile bu işlemler gerçekleştirilebilir.

MIM programının komutları ile verilerin girişi/düzenlenmesi, hipotez testleri, modelin seçimi, seçilen modelin grafik ile gösterimi gibi işlemlerin yapılması sağlanabilmektedir. Aşağıdaki bölümde MIM programında en sık kullanılan komutlar açıklanacaktır.

MIM Programı Komutları

Tüm veriler ve komutlar program açıkladıktan sonra aşağıda görülen satırda girilmektedir.

MIM ->

MIM programı komutlarının tamamı kısaltılarak kullanılabilir. Örneğin PRINT komutunu “pr” ya da “PR” olarak kısaltılabilir. Tüm komutların kısaltmaları sırası geldiği zaman verilecektir.

MIM programında aynı satırda bir çok komut “;” bir arada kullanılabilir.

MIM -> model ab/abx, aby/xy

MIM -> show p

MIM -> fit

yerine

MIM -> model ab/abx, aby/xy; show p ; fit

şeklinde yazılabilir.

EXIT, STOP ve END komutları programın sonlandırılmasını sağlar.

Değişkenlerin Tanımlanması

Değişkenlerin isimleri A ile > ya da a ile z arasındaki herhangi bir harf olabilir. Değişken isminin küçük harfle ya da büyük harfle yazılması arasında fark yoktur. Ancak model kurulduğunda model formülünde kullanışlı olmadığı için değişken isimleri ile ilgili açıklama da eklenebilmektedir.

Kesikli değişkenleri belirlemek için “FACTOR” komutu kullanılmaktadır. “FACTOR” komutunun kısaltması “FACT” şeklindedir. Değişkene ait düzey sayısı ise değişkenin isminin ardından eklenen sayılarla belirtilmektedir.

MIM -> fact a 3 b 3 c 4

Bu komut değişkenler arasındaki boşluklar kaldırılarak da yazılabilir.

MIM -> fact a3 b3 c4

Yukarıdaki komuttan da anlaşılacağı gibi a ve b faktörlerinin 3, c değişkeninin ise 4 tane düzeyi vardır.

Sürekli değişkenleri tanımlamak için ise “CONTINUOUS” komutu kullanılmaktadır. “CONTINUOUS” komutunun kısaltması “CONT” şeklindedir.

MIM -> cont a b c d

Bu komut değişkenler arasındaki boşluklar kaldırılarak da yazılabilir.

MIM -> cont abcd

Değişkenleri etiketlemek için ise “LABEL” komutu kullanılır. Bir değişkeni etiketleyebilmek için (“”) işareti kullanılır. Değişken etiketleri en fazla on iki karakter olabilir ve bu şekilde değişkenleri açıklamak grafiklerde modellerin daha iyi anlaşılabilmesi sağlar.

MIM -> label a “yaş” b “boy” c “cinsiyet”

Değişkenlerin düzeylerini etiketlemek için “VALLABEL” komutu kullanılır. Değişkenlerin düzeylerinin etiketleri en fazla 255 karakter olabilir.

MIM -> fact a2

MIM -> vallabel a 1 “birinci düzey etiketi” 2 “ikinci düzey etiketi”

Verilerin Girilmesi ve Okunması

Verilerin MIM programına girilmesini “READ” komutu ile gerçekleştirilir. Değişken isimleri girildikten sonra “READ” komutu yazıldıktan sonra değişken isimleri sırasıyla yazılarak verilerin okunması sağlanır. Veriler “READ” komutundan sonra çıkan “DATA” satırında aralarında boşluk bırakarak ya da virgül işareti kullanılarak girilir.

Veri seti girildikten sonra bir boşluk bıraktıktan sonra ünlem işareti konularak veri setinin bittiği programa girilir. Veri setinde kayıp değerler olması halinde ise yıldız işareti konulur.

MIM -> fact a2b3c2

MIM -> read abc

DATA -> 3 54 58 21 36 12 8 66 12 24 78 22 !

Veriler gözlem sayısı, ortalama, kovaryans formunda da girilebilir. Bunun için “STATREAD” komutu ile yapılmaktadır. Doymuş model için bu istatistikler yeterli istatistiklerdir. “STATREAD” komutu istatistikleri standart hücre dizisi içinde okur. Ayrıca eğer veri seti hem kesikli hem de sürekli veri içeriyorsa öncelikle kesikli değişkenlerin bilgisi girilmelidir.

Kesikli modeller için yeterli istatistikler olumsuzluk tablolarından elde edilebilir.

MIM -> fact a2b2c2

MIM -> statread abc

DATA -> 12 32 34 23 34 4 12 19 !

Sürekli modeller için yeterli istatistikler; gözlem sayısı (N), ortalamalar \bar{y} vektörü ve S kovaryans matrisidir. 2 değişkene sahip bir veri setinin girişi aşağıdaki gibi yapılabilir.

$$N=47, \bar{y} = \begin{pmatrix} 2,36 \\ 9,20 \end{pmatrix}, S = \begin{pmatrix} 0.0735 & 0.1937 \\ 0.1937 & 1.8040 \end{pmatrix}$$

MIM -> cont ab

MIM -> Statread ab

DATA -> 47 2.36 9.20 0.0735 0.1937 1.8040 !

Var olan değişkenleri dönüştürmek ya da yenilerini hesaplamak için “CALCULATE” komutu kullanılır.

MIM -> fact a3 b3 c4

MIM -> calc $a = \sin(b + c)$

Bu komut ile birlikte SQRT, SQR, SIN, COS, ARCTAN, LN, EXP, FACT fonksiyonları ile +, -, *, / ve ^ işleçleri ile kullanılabilir.

Veri üretmek için “GENERATE” komutu kullanılır.

MIM -> fact a2 b3

MIM -> statread ab

DATA-> 1 2 3 2 1 2 !

Reading completed.

MIM -> generate

MIM -> print d

Obs	A	B
1	1	1
2	1	2
3	1	2
4	1	3
5	1	3
6	1	3
7	2	1
8	2	1
9	2	2
10	2	3
11	2	3

Modelleme

Model formülasyonun sağlanması için “MODEL” komutu kullanılmaktadır.

MIM -> fact a2b3c4d3e4

MIM -> model abc, cde

MIM -> cont qxyz

MIM -> model // qyz, xyz

Modellerin özelliklerini göstermek için ise “SHOW” komutu kullanılır. Bu komut modelin doğrusal olup olmaması, grafiksel olup olmaması veya bölünebilir olup olmadığı hakkında bilgi verir. Ayrıca bu komuttan sonra P, V ve S yazılarak modelle ilgili bilgiler elde edilir. P ile modelin özellikleri, V ile değişkenlerle ilgili bilgiler ve S ile geçerli modeller gösterilir.

MIM -> mod qyz, xyz

MIM -> show

The current model is QYZ, XYZ

It is graphical

It is not decomposable

Model ve veriler hakkındaki bilgileri göstermek için “PRINT” komutu kullanılır. Bu komut ile birlikte aşağıdaki parametlerde yazılabilir.

M: Modelin formülü

F: Modelle ilgili toplam veri sayısı, verilerin ortalaması ve kovaryans matrisi parametre değerleri

S: Modelle ilgili toplam veri sayısı, verilerin ortalaması ve kovaryans matrisi örnek istatistikleri verir.

Geçerli modele kenar eklemek için “ADDEDGE” komutu kullanılır. Elde edilen yeni model iki faktörlü etkileşimlerle birlikte tüm daha yüksek etkileşimleri de içerir. Geçerli model grafiksel ise yeni elde edilen model de grafikselidir. Eklenen kenarlar virgül ile birbirlerinden ayrılabilir.

MIM -> factor a2b2c2; cont xyz

MIM -> model bc, a/cz, cy, az, ax/yz, xy

MIM -> add aby, bx

MIM -> print

The current model is: bc, ab/cz, bcy, az, aby, abx/yz, bxy, aby

Geçerli modele kenar silmek için “DELETEDGE” komutu kullanılır. Elde edilen yeni model iki faktörlü etkileşimler hariç geçerli modelin maksimum alt modelleri olarak tanımlanır. Geçerli model grafiksel ise yeni elde edilen model de grafikselidir. Silinen kenarlar virgül ile birbirlerinden ayrılabilir.

MIM -> factor a2b2c2; cont xyz

MIM -> model ab, bc/abx, cy, az, cz/yz, xy, bx

MIM -> delete ab, bx

MIM -> print

The current model is: bc, a/cz, cy, az, ax/yz, xy

Geçerli modeli doymuş modele değiştirmek için “SATMOD” komutu kullanılır.

MIM -> factor a2b2c2; cont wxyz

MIM -> satmod

MIM -> print

The current model is: abc/abcw, abcx, abcy, abcz/abcwxyz

Geçerli modeli homojen doymuş modele değiştirmek için “HOMSATMODEL” komutu kullanılır.

MIM -> factor a2b2c2; cont wxyz

MIM -> homsat

MIM -> print

The current model is: abc/abcw, abcx, abcy, abcz/wxyz

Geçerli modeli ana etkileri içeren modele değiştirmek için “MAINEFFECTS” komutu kullanılır.

MIM -> factor a2b2c2; cont wxyz

MIM -> maineff

MIM -> print

The current model is: a, b, c/w,x, y, z/z, y, x, w

Parametre Tahminleri

Veriye geçerli modeli uygulamak ve sonucunda sapma ve serbestlik derecesini göstermek için “FIT” komutu kullanılır.

MIM -> cont xy

MIM -> satread xy

DATA -> 47 2.36 9.20 0.0735 0.1937 1.8040 !

Reading completed

MIM -> model //x,y

MIM -> Fit

Deviance: 15.6338 DF: 1

Modelin Test Edilmesi

Geçerli modeli ana modele karşı test içine “TEST” komutu kullanılır. Bu komut iki model arasındaki serbest parametrelerin sayısının farkı olarak verilen serbestlik derecesiyle asimtotik ki-kare olarak sapma farklarını alır. Bu komutu kullanmadan önce “Base” komutu uygulanmalıdır.


```

MIM -> fact a2b2c2
MIM -> statread abc
DATA -> 32 86 11 35 61 73 41 70 !
MIM -> mod ab, bc, ac; fit; base
Calculating marginal statistics
Deviance: 0.1493 DF:1
MIM -> delete ab, ac; fit
Calculating marginal statistics
Deviance: 24.2797 DF:3
MIM -> Test
Test of HO: BC,A
against H: AB, BC, AC
LR:24.2797 DF: 2 P:0.0000

```

Bu komutla ilgili komutlar “BACKTOBASE” ve “SETBASESAT” dir. Bunlardan BACKTOBASE geçerli modeli ana modele çevirirken SETBASE ise geçerli modeli maksimum modele ya da doymuş modele çevirir. TEST, BASE, BACKTOBASE, SETBASESAT komutları ile herhangi bir işlece gerek yoktur.

Homojenliğin test edilmesinde Box’ s testi kullanılır. Bu test için kullanılacak komut ise “THEBOXTEST” dir. Bu komutun “TEST” komutundan tek farkı geçerli modelin doymuş homojen ana modelin ise doymuş heterojen olması gerekmektedir.

Geçerli modeldeki herhangi bir kenarın silinip silinmeyeceğine test etmek için “TESTDELETE” komutu kullanılır. Bu komut ile iki değişkenin birbirleriyle bağımlı olup olmadıkları test edilir.

Bu komuttan sonra silinmesi istenen kenar belirlenir. Kenardan sonra da istenirse parametre verilebilir. Parametre tanımlanmazsa, TEST komutundaki gibi asimtotik olasılık testi kullanılır.

MIM -> fact a2b2c2
 MIM -> statread abc
 DATA -> 32 86 11 35 61 73 41 70 !
 End of data. 8 cells have been read.
 MIM -> model abc
 MIM -> testdel ac
 Test of HO: AB,AC
 Against H: ABC
 LR: 21.7355 DF: 6 P:0.0014

Model Seçimi

“STEPWISE” komutu ile başarılı modeller arasındaki uzaklık farklarına dayalı χ^2 testini kullanarak geriye dönük model seçme işlemini yapmak için kullanılır. Herhangi bir açıklama yapılmadığında eğer ana model bölünebilir ise bölünebilir modda diğer durumlarda ise sınırsız modda çalışır. Bu komuttan sonra aşağıdaki işlemler kullanılabilir.

“U” işleci ile bölünebilir moda karşı sınırsız modu açıklar. “F” işleci ile ileri seçim yönteminde en küçük yeterlilik kenarlarının kaldırılması yerine, en yüksek yeterlilik kenarların eklenmesini sağlar.

“S” işleci ile ki-kare testi yerine küçük örnek testlerine uygulanır. Ancak bu işleç bölünebilir modda geçerlidir. “O” bu işleç model seçiminin sadece bir adım yapılmasını sağlar. Geriye seçim işleminden sonra bağımsızlık grafiğindeki model değişinceye kadar p değeri bağımsızlık grafiğinde yazılır. “I” ve “X” işleçleri ise her bir adımda uygulanan yeterlilik testlerinde kullanılan alternatif hipotezi açıklar.

Grafikleme

Geçerli modelin bağımsızlık modelini göstermek için “GRAPH” komutu kullanılır.