

FAKTÖR ANALİZİ VE BİR UYGULAMASI

Kamel KHALAF

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İSTATİSTİK**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

NİSAN 2007

ANKARA

Kamel KHALAF tarafından hazırlanan FAKTÖR ANALİZİ VE BİR UYGULAMASI adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylım.

Yrd. Doç.Dr. Selahattin ERGEÇ
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile İSTATİSTİK Anabilim Dalında Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Fikri ÖZTÜRK

Üye : Prof. Dr. Müslim EKNİ

Üye : Prof. Dr. Hasan BAL

Üye : Prof. Dr. Aydın ÜNSAL

Üye : Yrd. Doç.Dr.Selahattin ERGEÇ

Tarih : 17/ 04 / 2007

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Kamel KHALAF

FAKTÖR ANALİZİ VE BİR UYGULAMASI**(Yüksek Lisans Tezi)****Kamel KHALAF****GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ****Nisan 2007****ÖZET**

Bu çalışmada T.C.Sağlık Bakanlığına bağlı bulunan 81 il merkezindeki yataklı tedavi kurumları faktör analizi ile karşılaştırılmaya çalışılmıştır. Analize alınan 8 değişken, toplam varyansın yaklaşık %90'lık bir bölümünü açıklayan iki faktöre indirgenmiştir. Birinci faktör skorlarına göre yapılan sıralamada, Ankara Numune Hastanesi en gelişmiş hastane olarak ilk sırada, Şırnak Devlet Hastanesi en az gelişmiş hastane olarak son sırada yer almıştır. İkinci faktör skorlarına göre, Sakarya devlet hastanesi yatak kapasitesinin üstünde hizmet veren hastanelerin başında yer alırken, Tunceli devlet hastanesi en düşük kapasite ile hizmet veren hastanelerin en altında yer almıştır.

Bilim Kodu : 205.1.066
**Anahtar Kelimeler : Faktör Analizi, Temel Bileşenler Yöntemi,
Ortak Varyans, Artık Varyans**
Sayfa Adedi : 53
Tez Yöneticisi : Yrd. Doç.Dr. Selahattin ERGEÇ

FACTOR ANALYSIS AND IT'S APPLICATION**(M. Sc. Thesis)****Kamel KHALAF****GAZI UNIVERSITY****INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY****April 2007****ABSTRACT**

In the course of this study, the medical in-patient treatment institutions which are attached to the Turkish Ministry of Health and established in the central districts of 81 provinces, have been subjected to the factor analysis process. The eight parameters which underwent an analysis, have been reduced to two factors which served to explain a part corresponding nearly to the 90% of total variance. In the ranking carried out according to the first factor, the Ankara Numune State Hospital took the first place being the most advanced hospital while the State Hospital of Şırnak Province has taken place being a hospital developed at the lowest level. According to the second factor scores, while the Sakarya State Hospital has taken the first place among the hospitals which are presently rendering services over the capacity of their beds, the Tunceli State Hospital took the first place among those hospitals which are rendering their services with the lowest capacity.

Science Code : 205.1.066
Key Words : Factor Analysis, Principel Component Method, Common Variance (Communality), Residul Variance
Page number : 53
Adviser : Asist. Prof. Dr.Selahttin ERGEÇ

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren Hocam: Yrd. Doç.Dr. SELAHATTİN ERGEÇ'e, manevi destekleriyle beni yalnız bırakmayan çok değerli arkadaşlarıma, bu günlere gelmemi sağlayan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. FAKTÖR ANALİZİ.....	2
2.1. Faktör Analizinin Aşamaları.....	3
2.2. Değişkenlerin Seçimi ve Örnek Çapının Belirlenmesi.....	4
2.2.1. Değişkenlerin seçimi.....	4
2.2.2. Örneklem büyüklüğü.....	5
2.3. Faktör Analizinde Kullanılan Temel İstatistikler.....	6
2.4. Faktör Analizi Modeli.....	9
2.5. Varyansın Bileşenleri.....	10
2.5.1. Ortak faktör varyansı.....	12
2.5.2. Artık faktör varyansı.....	12
2.6. Faktör Analizi Modelinin İstatistiksel Uyumu.....	14
3. FAKTÖRLERİN TÜRETİLMESİ.....	16
3.1. Temel Bileşenler Yöntemi ile Faktörlerin Türetilmesi.....	16
3.1.1. Temel bileşenler yönteminin gerekliliği.....	17

	Sayfa
3.1.2. Özdeğer ve özvektörlerin bulunması.....	18
3.1.3. Faktör yüklerinin elde edilmesi.....	20
3.1.4. Faktör değerlerinin tahmin edilmesi.....	21
3.2. Uygun Faktör Sayısının Belirlenmesi.....	22
3.2.1. Açıklanan varyans ölçütü.....	22
3.2.2. Özdeğer ölçütü	23
3.2.3. Joliffe ölçütü	23
3.2.4. Yamaç eğim grafiği (Scree Plot).....	24
3.3. Faktörlerin Adlandırılması.....	25
3.4. Faktörlerin Döndürülmesi.....	26
3.4.1. Varimax yöntemi.....	26
4. UGULAMA.....	29
4.1. Değişkenler.....	29
4.2. Çıktıların Yorumlanması.....	30
5. SONUÇ.....	42
KAYNAKLAR.....	41
EKLER.....	44
EK-1 Veriler.....	45
EK-2 Hastanelerin faktör skorlarına göre sıralanışı.....	50
ÖZGEÇMİŞ.....	53

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Temel istatistikler.....	30
Çizelge 4.2. Korelasyon matrisi ve anlamlılık düzeyleri ($p \leq 0,05$).....	31
Çizelge 4.3. Faktör yükleri (ya da faktör yapı) matrisi.....	32
Çizelge 4.4. Kısmi korelasyon matrisi.....	33
Çizelge 4.5. Özdeğerler ve varyans açıklama payları.....	34
Çizelge 4.6. Faktör yükleri matrisi.....	35
Çizelge 4.7. Yeniden üretilmiş korelasyon matrisi.....	36
Çizelge 4.8. Artık korelasyon matrisi.....	37
Çizelge 4.9. Varimax yöntemiyle döndürülmüş yükler matrisi.....	38
Çizelge 4.10. Faktör skor katsayıları matrisi.....	39

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1.Yamaç eğim grafiği(Scree Plot).....	24
Şekil 3.2. Dik döndürme	27

1. GİRİŞ

Doğada cereyan eden olayların büyük bir bölümü birden çok sayıda değişkenin etkisi altında meydana gelir. Bu bakımdan olayların çok boyutlu olarak ele alınması, çok değişkenli istatistiksel analiz türlerinin uygulanmasına neden olmuştur. Özellikle bilgisayar teknolojisinde 1970’li yıllarda yaşanan hızlı gelişmeler, bu analizlerin yaygın bir biçimde kullanılmasını sağlamıştır.

Çok değişkenli istatistiksel analizler, uygulamada değişik amaçlarla kullanılmaktadır. Bunların başında boyut indirgeme gelir. Bu amaçla kullanılan faktör analizi ile, çok sayıda değişkenin oluşturduğu karmaşık yapı, daha basit bir yapıya indirgenmekte ve sonuçların yorumlanabilir olmasına büyük bir katkı sağlamaktadır.

Bu çalışmada, çok değişkenli analiz türlerinden olan Faktör Analizi ele alınacak ve bir uygulama üzerinde adım adım gösterilmeye çalışılacaktır. Bilindiği gibi, faktör analizi bir veri indirgeme yöntemi olup, kuramsal açıdan veriye yaklaşım biçimi ve yapılacak varsayımlarla ilgili olmak üzere çeşitli faktör türetme yöntemleri vardır. Bu çalışmada, uygulamada en yaygın kullanılan yöntemlerinden biri olan “Temel Bileşenler Yöntemi” ele alınacak ve uygulama bu yöntem üzerinden yürütülecektir.

Bu amaçla ;

- İkinci bölümde faktör analizinin kuramsal yönü ve temel kavramları anlatılacak,
- Üçüncü bölümde faktörlerin türetilmesi, faktörlerin döndürülmesi ve faktör değerlerinin tahmin edilmesi ele alınacak,
- Dördüncü bölümde faktör analizi bir uygulama üzerinde adım adım gösterilecek,
- Beşinci bölümde ise, uygulama sonuçları tartışılacaktır.

2. FAKTÖR ANALİZİ

Faktör analizi, 1930-1950 yılları arasında matematiğin genel gelişimi içinde hız kazanarak gelişen bir çok değişkenli analiz türüdür. Faktör analizi, ilk olarak psikoloji bilim dalında geniş uygulama alanı bulmuş ve 1950'den sonra bilgisayarların gelişimi sonucu, başta sosyal alanlar olmak üzere, çeşitli alanlarda kullanılmaya başlanmıştır [1].

Faktör analizi, değişkenler arasındaki ilişkilere dayanarak verilerin daha anlamlı ve özet bir biçimde sunulmasını sağlayan bir çok değişkenli istatistiksel analiz türüdür [2].

Tanımdan da anlaşılacağı gibi, faktör analizinin temel amaçlarından biri ve en önemlisi, çok sayıdaki değişkenin içerdiği önemli bilgiyi, mümkün olan en az bilgi kaybıyla az sayıda kavramsal ya da yapay değişkenle özetlemek ve yorumlanması güç olan ilişkileri basite indirgeyerek daha kolay yorumlanabilir hale getirmektir. Burada kavramsal değişken, gözlenemeyen rassal değişken olup "faktör" olarak adlandırılır. Her faktör, gözlemlenmiş orijinal değişkenlerin birer doğrusal bileşenidir. "Önemli bilgi" ise, her değişkenin içerdiği bilgi olup, o değişkenin varyansını ifade eder [3].

Faktör analizi adı altındaki model, az sayıda birkaç ortak faktör ile belirtilir. Faktör analizi değişkenleri (aralarındaki ilişkilere göre), alt kümelere gruplayan bir istatistiksel yöntem olarak da görülebilir.

Faktör analizi, diğer çok değişkenli analizlerden farklı olarak veri matrisini analiz öncesi bir gruplandırmaya tabi tutmadığı gibi, analize alınan değişkenleri de kriter (bağımlı) ve tahmin (bağımsız) değişkenleri biçiminde alt setlere bölüştürmez. Değişkenler arasındaki ilişkiler bir bütün olarak ele alınır ve değişkenler arasındaki ilişkilerin doğrusal olduğu varsayılır. Ayrıca değişkenlerin, çok değişkenli normal bir dağılımdan geldiği ve genel olarak eşit aralıklı ölçekte ölçülmüş oldukları kabul edilir [2].

2.1. Faktör Analizinin Aşamaları

Faktör analizinde izlenen aşamaları ;

- Analize alınacak değişken takımının seçilmesi ve örneklem büyüklüğünün sınılanması,
- Değişkenler arasındaki ilişkileri içeren korelasyon matrisinin oluşturulması ve bu matris yardımıyla, varsa diğer değişkenler ile ilişkisi olmayan değişkenlerin saptanması,
- Korelasyon matrisi üzerinden ortak faktörlerin türetilmesi,
- En uygun faktör sayısının belirlenmesi ve oluşturulan modelin verilere uyumlu olup olmadığının sınılanması,
- Modelde yer alan ortak faktörlerin adlandırılması,
- Oluşturulan modelin verilere uyumlu olup olmadığının sınılanması,
- Her bireye ilişkin faktör değerlerinin (skorlarının) tahmin edilmesi ve sonuçların yorumlanması,

biçiminde özetlenebilir.

Bu adımların bir çoğu istatistiksel bakımdan gerekli olmasına rağmen, analizin en önemli adımlarından biri, elde edilen sonuçların yorumlanabilir olmasıdır. Faktörler, o faktör üzerinde yoğunlaşan değişkenlerin ortak özelliklerine göre adlandırılırlar. Bu nedenle, herhangi bir faktörle yüksek ilişkide olan bir değişkenin, diğer faktör (ya da faktörlerle) zayıf bir ilişkide olması istenir. Bu durum, faktör eksenlerinin döndürülmesi ile sağlanabilir [4].

2.2. Değişkenlerin Seçimi ve Örnek Çapının Belirlenmesi

Bilimsel araştırma süreci, ilk olarak araştırma probleminin ortaya konmasıyla başlar. Daha sonra problemi doğrudan veya dolaylı bir biçimde tanımlayan değişkenler seçilir, araştırma için gereken veri matrisi oluşturulur ve veri matrisini, araştırmanın amacına uygun olarak çözümlen istatistiksel yöntemlerden birine karar verilir. Örneğin, eğer problem bir veri özetleme ve boyut indirgeme problemi ise, yöntem olarak faktör analizi seçilebilir.

Bilimsel araştırmalarda problemin ortaya konmasından sonra en önemli adımlardan biri, değişkenlerin seçimi ve araştırma için yeterli örnek çapının belirlenmesidir [3].

2.2.1. Değişkenlerin seçimi

Bilimsel araştırmalarda gözlenebilen , ölçülebilen ve belli bir sonucu doğuran ya da etkileyen her olay, değişken olarak ele alınır. Araştırma probleminin tanımına ve amacına uygun değişkenlerin seçimi , araştırmanın güvenilirliği açısından çok önemlidir.

Araştırmacı değişkenlerini seçmeden önce, değişkenlerin ölçme düzeylerini dikkate almalı ve analize kaç değişken alacağına karar vermelidir. Değişkenler arası ilişkinin yön ve kuvveti bulunacağından öncelikle her değişkenin eşit ağırlıkta olması gerekir. Farklı ölçme düzeylerinde ölçülmüş (değişken sayısı arttıkça,) değişkenler arasındaki korelasyonlar ya çok düşük ya da çok yüksek çıkabilir. Ayrıca farklı ölçeklerle ölçülmüş çok sayıda değişkenin veri matrisinde yer alması, analiz sonucu türetilen faktörlerin yorumlanmasını güçleştirir [3,5].

Klasik faktör analizi modelinin doğrusal bir model olduğu ve değişkenler arası ilişkinin doğrusal olduğu varsayıldığından, analize alınan değişkenlerin genel olarak eşit aralıklı ölçme düzeyinde ölçülmüş olmaları istenir. Değişkenlerin değerlendirilmesinde eşit aralıklı ölçeğin kullanımı hem seçimi kolaylaştırır, hem de değişkenlerin ağırlığını eşit değerde tutar.

Bazı araştırmacılar, beklenen ortak faktör sayısının 4-5 katı kadar gözlenen değişkenle başarılı bir faktör analizinin yapılabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Ayrıca analizde bazı aşamalarında analize alınan değişkenler test edilebilir. Örneğin, korelasyon matrisine bakarak, diğer değişkenlerle ilişkisi bulunmayan veya ilişki katsayıları istatistiksel açıdan anlamsız bulunan değişken analizden çıkartılabilir. Bundan başka, faktör yükleri matrisi içinde hiçbir faktöre yüklenmemiş değişkenler de gerekirse analizden çıkartılarak yeniden faktör analizi yapılabilir. Ayrıca değişkenlerin ortak varyansları da o değişken hakkında karar vermemize yardımcı olabilir. Ortak varyansı düşük olan ve araştırma kapsamı içinde çok önem taşımayan değişkenler analiz dışı bırakılabilir [3].

2.2.2. Örneklem büyüklüğü

Örneklem büyüklüğü faktör analizi için oldukça önemlidir. Faktör analizinin başarılı sonuçlar verebilmesi için, gözlenen birey sayısının, değişken sayısından fazla olması istenir. Araştırmacılar genel olarak gözlem sayısının 50'nin altında olduğu örneklemle faktör analizinin yapılmamasını, gözlem sayısının 100 ve 100'ün üstünde alınmasını önermektedirler. Uygulamada kabul görmüş kural, değişken sayısının 4-5 katı kadar gözlemle analizde yürütülmesidir. Fakat daha uygulanabilir olduğu için ikiye bir oranının kullanıldığı da görülür [3].

Örneklem yeterliliğini belirlemek için geliştirilen yöntemler arasında, yaygın olarak kullanılan Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ölçütüdür. Bu ölçüt, gözlenen korelasyon katsayıları büyüklükleri ile kısmi korelasyon katsayılarının büyüklüklerini karşılaştıran bir indekstir. Bu indeks,

$$KMO = \frac{\sum_{i \neq j} \sum_{i \neq j} r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} \sum_{i \neq j} r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} \sum_{i \neq j} q_{ij}^2} \quad (2.1)$$

biçiminde tanımlanır. Tüm eşleştirilmiş değişkenlerin kısmi korelasyon katsayılarının karelerinin toplamı ($\sum_{i \neq j} q_{ij}^2$), korelasyon katsayılarının kareleri toplamına ($\sum_{i \neq j} r_{ij}^2$) oranla küçüldükçe KMO ölçütü 1'e yaklaşır. Hesaplanan KMO değeri, aşağıda önerilen aralıklardan hangisine denk gelirse, örneklem hakkında ona göre karar verilir:

0.90 ve üstü → mükemmel

0.80 ve üstü → çok iyi

0.70 ve üstü → iyi

0.60 ve üstü → orta

0.50 ve üstü → kötü

0.50 ve altı → kabul edilemez

Örneklem yeterliliği hakkında karar vermemizi kolaylaştıran KMO değeri,

- Örneklem büyüklüğü arttığında,
- Değişken sayısı arttığında,
- Faktörlerin sayısı azaldığında

artar [3,6].

2.3. Faktör Analizinde Kullanılan Temel İstatistikler

ilk olarak n bireyin p tane değişken üzerinden almış oldukları nicel değerleri içeren X_{pxn} boyutlu veri matrisi oluşturulur:

$$X_{p \times n} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdot & X_{1i} & \cdot & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdot & X_{2i} & \cdot & X_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ X_{j1} & X_{j2} & \cdot & X_{ji} & \cdot & X_{jn} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ X_{p1} & X_{p2} & \cdot & X_{pi} & \cdot & X_{pn} \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

Burada X_{ji} ($j = 1, 2, \dots, p$; $i = 1, 2, \dots, n$) , i . bireyin j . değişken üzerinden almış olduğu nicel değeri ifade eder.

N gözlemlili bir örnek için, herhangi bir değişkenin ortalaması;

$$\bar{X}_j = \sum_{i=1}^n X_{ji} / n \quad (j = 1, \dots, p) \quad (2.3)$$

biçiminde bulunur ve gözlem değerlerinden çıkartılarak,

$$x_{ji} = X_{ji} - \bar{X}_j \quad (2.4)$$

ortalamalardan sapmalar elde edilir. Buradan X_j değişkeninin örnek varyansı;

$$s_j^2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ji}^2}{n-1} \quad (2.5)$$

hesaplanır. j . değişken ile k . değişken arasındaki kovaryans,

$$s_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ji}x_{ki}}{n-1} \quad (j, k = 1, \dots, p) \quad (2.6)$$

ilişkisinden elde edilir.

X_{ji} gözlem değeri , Eş.2.3'de bulunan her sapma değerini, o değişkene ilişkin örnek standart sapmasına ($s_j = \sqrt{s_j^2}$) bölerek,

$$z_{ji} = \frac{x_{ji}}{s_j} \quad (2.7)$$

biçiminde standartlaştırılır. Burada z_{ji} ($i = 1, \dots, n$) değerler kümesine standart formdaki z_j değişkeni denir. z_j 'nin beklenen değeri sıfır ve varyansı da birim varyanstır.

Herhangi iki j ve k değişkenleri arasındaki Pearson korelasyon katsayısı,

$$r_{jk} = \frac{s_{jk}}{s_j s_k} = \frac{\sum z_{ji} z_{ki}}{n-1} \quad (2.8)$$

ilişkisinden elde edilir . p sayıda değişken arasındaki ($p \times p$) sayıda ilişki katsayıları, faktör analizinde başlangıç aşamasında hesaplanır [7].

Faktör analizi açısından büyük bir önem taşıyan korelasyon matrisi, matris formunda aşağıdaki gibi ifade edilir:

İlk olarak Eş.2.6'de ilişkisinden hesaplanan z_{ji} değerleri ile, Z_{pxn} boyutlu standartlaştırılmış veri matrisi oluşturulur:

$$Z_{pxn} = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} & \dots & z_{1i} & \dots & z_{1n} \\ z_{21} & z_{22} & \dots & z_{2i} & \dots & z_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ z_{j1} & z_{j2} & \dots & z_{ji} & \dots & z_{jn} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ z_{p1} & z_{p2} & \dots & z_{pi} & \dots & z_{pn} \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

Bu matris yardımıyla da R_{pxp} boyutlu korelasyon matrisi,

$$R_{pxp} = \frac{Z_{pxn} Z'_{nxp}}{(n-1)} \quad (2.10)$$

ilişkisinden elde edilir [8].

2.4. Faktör Analizi Modeli

Faktör analizinde, gözlenebilen değişkenler ile ortak faktörler arasında fonksiyonel bir ilişki kurulmaya çalışılır. Bu ilişki doğrusal veya eğrisel bir model olarak ortaya konabilir. Genellikle, basitliği ve işlem kolaylığı nedeniyle, doğrusal bir model ile yetinilmektedir [9].

Faktör analizi uygulamalarında faktörler, genel olarak Temel Bileşenler yöntemine göre türetilmektedir. Bu durum, faktör analizi ile temel bileşenler analizinin aynı olduğu izlenimini vermektedir. Oysa temel bileşenler modeli,

$$z_j = a_{j1}f_1 + a_{j2}f_2 + \dots + a_{jp}f_p \quad (j = 1, 2, \dots, p) \quad (2.11)$$

biçiminde olup, p tane değişken için p tane ortak faktör çıkartarak toplam varyansın tamamını açıklayacağı varsayılmaktadır. Nitekim, A_{pxp} boyutlu faktör yükleri matrisiyle,

$$R_{pxp} = A_{pxp} A'_{pxp} \quad (2.12)$$

korelasyon matrisi yeniden elde edilebilmektedir [8].

Faktör analizinde ise, p sayıda değişkenden $m < p$ sayıda ortak faktör, toplam varyansın büyük bir kısmını açıklayacağı varsayımı altında türetilir. Bu durum, az da olsa bir hata payının (artık varyansın) oluşmasına neden olmakta ve faktör analizi modelini, temel bileşenler analizi modelinden farklı kılmaktadır [10].

Klasik faktör analizi modeli,

$$z_j = a_{j1}f_1 + a_{j2}f_2 + \dots + a_{jm}f_m + d_jU_j \quad (j = 1, 2, \dots, p \text{ ve } m < p) \quad (2.13)$$

biçiminde olup, herhangi bir z_j değişkeninin, m sayıda (p 'den daha küçük) f_m ortak faktörlerce açıklandığını belirleyen doğrusal bir model olduğunu göstermektedir. Modelde yer alan artık faktör (U_j), j . değişkene ilişkin toplam varyansın ortak faktörlerce açıklanamayan kısmını içerir.

Ortak faktör, p sayıda değişkenin doğrusal bileşeni olup, artık faktör ise, tek değişkenden oluşan bir faktördür. Ortak faktörlere ilişkin a_{jm} katsayıları, faktör ağırlıkları ya da faktör yükleri olarak adlandırılır. d_j ise, U_j değişkenin katsayısıdır.

Klasik faktör analizi modelinde i . birey için, j . değişkeninin değeri şöyle tanımlanabilir:

$$z_{ji} = \sum_{k=1}^m a_{jk}f_{ki} + d_jU_{ji} \quad (i = 1, 2, \dots, n ; j = 1, 2, \dots, p) \quad (2.14)$$

Burada f_{ki} , i . bireyin k . ortak faktör değeridir. d_jU_{ji} ise, artık hatadır. Genelde f 'lerle U 'ların ortalaması sıfır ve varyansı da birim varyans kabul edilir. Ayrıca, p sayıda artık faktörün hem birbirlerinden hem de m ortak faktörden bağımsız oldukları varsayılır [7].

2.5. Varyansın Bileşenleri

Klasik faktör analizi modelinde, herhangi bir j değişkeninin varyans bileşenleri,

$$s_j^2 = \frac{\sum z_{ji}^2}{n} = \sum_{k=1}^m a_{jk}^2 \left(\frac{\sum f_{ki}^2}{n} \right) + d_j^2 \frac{\sum u_{ji}^2}{n}$$

$$+ 2 \sum_{l>k=1}^m a_{jk} a_{jl} \left(\frac{\sum f_{ki} f_{li}}{n} \right) + 2d_j \sum_{k=1}^m a_{jk} \left(\frac{\sum f_{ki} u_{ji}}{n} \right)$$

biçiminde gösterilebilir. Standart formdaki her değişkenin varyansı bire eşit olduğundan yukarıdaki ilişki,

$$s_j^2 = 1 = \sum_{k=1}^m a_{jk}^2 + d_j^2 + 2 \sum_{l>k=1}^m a_{jk} a_{jl} r_{f_k f_l} + 2d_j \sum_{k=1}^m a_{jk} r_{f_k u_j} \quad (2.15)$$

biçimine dönüşür. Artık faktörler her zaman ortak faktörlerden bağımsızdır. Eğer ortak faktörler de kendi aralarında ilişkisiz olurlarsa, Eş.2.15'deki ilişki şöyle olur:

$$s_j^2 = 1 = \sum_{k=1}^m a_{jk}^2 + d_j^2 = a_{j1}^2 + a_{j2}^2 + \dots + a_{jm}^2 + d_j^2 \quad (2.16)$$

Burada a_{j2}^2 , f_2 faktörünün z_j 'nin varyansına katkısıdır. f_k ortak faktörünün bütün değişkenlerin varyansına toplam katkısı şöyle tanımlanır;

$$V_k = \sum_{j=1}^p a_{jk}^2 \quad (k = 1, 2, \dots, m) \quad (2.17)$$

Ve ortak faktörlerin, değişkenlerin toplam varyansına toplam katkısı ise,

$$V = \sum_{k=1}^m V_k \quad (2.18)$$

V/p oranı, faktör analizinin bütünlüğünün göstergesidir [7].

Toplam birim varyansın bileşenlerini ortaya çıkaran EŞ.2.16'de ilişkisi, aynı zamanda faktör analizinin iki önemli kavramına açıklık getirmektedir. Bu kavramlar, ortak faktör varyansı ve artık faktör varyansı kavramlarıdır [7,11].

2.5.1. Ortak faktör varyansı

Ortak faktör varyansı, h_j^2 ile gösterilir. Bu değer, z_j değişkenine ilişkin varyansın ne kadarının ortak faktörlerce açıklanabildiğini gösterir. Bu değer, aşağıdaki biçimde elde edilir:

$$h_j^2 = a_{j1}^2 + a_{j2}^2 + \dots + a_{jm}^2 \quad (j = 1, \dots, p) \quad (2.19)$$

Burada a_{j1}^2 , birinci ortak faktörün toplam varyansa katkısıdır.

2.5.2. Artık faktör varyansı

Artık faktör varyansı, artık faktör katsayısı olan d_j 'nin karesine eşittir. Faktör analizi korelasyon matrisi üzerinden yapıldığı durumlarda, değişkenlere ilişkin varyans 1'e eşit olduğundan, artık faktör varyansı d_j^2 ,

$$d_j^2 = 1 - h_j^2 \quad (2.20)$$

olarak elde edilir. Bu değer, değişken varyansının ortak faktörlerce açıklanamayan kısmını verir [11,5].

Faktör analizinde işlemler varyana-kovaryans matrisi üzerinden yapılırsa, faktör analizi modeli,

$$X_j = \mu_j + c_{j1}f_1 + c_{j2}f_2 + \dots + c_{jm}f_m + e_j \quad (j = 1, 2, \dots, p \text{ ve } m < p) \quad (2.21)$$

biçiminde ifade edilir. Bu model, çok değişkenli doğrusal regresyon modeli gibi algılanır. Modelde yer alan μ_j , j . değişkenin ortalaması olup sabit terime, c_{jm} regresyon katsayılarına, e_j ise, hata terimine karşılık gelmektedir [12].

Eş.2.13'de yer alan doğrusal faktör analizi modeli, matris formunda şöyle gösterilebilir:

$$Z = AF + DU \quad (2.22)$$

Burada $Z = (z_1, \dots, z_p)'$: pxn boyutlu standartlaştırılmış değişkenler matrisi, A : pxm boyutlu yükler matrisi , $F = (f_1, f_2, \dots, f_m)'$: mxn boyutlu ortak faktör matrisi, D : pxp boyutlu köşegen katsayılar matrisi, $U = (u_1, \dots, u_p)'$: artık faktör vektörüdür.

Yukarıdaki eşitlikte yer alan DU terimi modelden çıkarılıp, eşitliğin her iki tarafı sağdan faktör değerleri matrisinin transpozu ile çarpılıp n 'e bölünürse,

$$ZF'/n = A(FF'/n) \quad (2.23)$$

eşitliğine varılır. Eşitliğin sağ tarafı ,

$$ZF'/n = S \quad (2.24)$$

S_{pxm} boyutlu faktör yapı matrisini verir. Ayrıca ortak faktörler arasındaki ilişkiyi gösteren $\theta_{m \times m}$ boyutlu korelasyon matrisi,

$$\theta = (FF'/n) \quad (2.25)$$

oluşuna göre Eş.2.23'de ilişkisi,

$$S = A\theta \quad (2.26)$$

biçiminde ifade edilebilir. Burada A_{pxm} boyutlu matris, faktör yükleri matrisidir. S yapı matrisi ve özellikle A yükler matrisi, faktör analizinde bulunması istenen iki önemli matristir [7,11,13].

2.6. Faktör Analizi Modelinin İstatistiksel Uyumu

Analize alınan p sayıda değişken üzerinden gözlenen korelasyonlar, faktör analizinin ilk çıktısını oluşturur. Bu nedenle, kurulan model üzerinden yeniden hesaplanan korelasyonlar ile gözlenen korelasyon arasındaki fark küçüldükçe, model deneysel verilere o ölçüde uyum sağlamış olur.

Herhangi bir z_j ve z_k ($j, k = 1, 2, \dots, p$) standart değişkenleri arasındaki korelasyon katsayıları, model üzerinden aşağıdaki biçimde yeniden hesaplanabilir:

İlk olarak Eş.2.8'deki faktör analizi modeli, z_{ji} ve z_{ki} 'ye göre ayrı ayrı düzenlenir

ve $r_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n z_{ji}z_{ki}}{n}$ ilişkisinde yerine konur. Modelde yer alan faktörler standart formda olduklarından, z_j ve z_k değişkenleri arasındaki ilişki,

$$\begin{aligned}
 r'_{jk} &= a_{j1}a_{k1} + a_{j2}a_{k2} + \dots + a_{jm}a_{km} \\
 &+ (a_{j1}a_{k2} + a_{k1}a_{j2})r_{f_1f_2} + \dots + (a_{j1}a_{km} + a_{k1}a_{jm})r_{f_1f_m} \\
 &+ \dots + a_{j1}d_k r_{F_1U_k} + a_{k1}d_j r_{f_1f_j} + \dots + a_{jm}d_k r_{f_mu_k} + a_{km}d_j r_{f_mu_j} \\
 &+ d_j d_k r_{u_ju_k}
 \end{aligned} \tag{2.27}$$

biçiminde yeniden elde edilir. Artık faktör, ortak faktörlerden bağımsız olup, eğer ortak faktörler de birbirinden bağımsızsa, yukarıdaki ilişki,

$$r'_{jk} = a_{j1}a_{k1} + a_{j2}a_{k2} + \dots + a_{jm}a_{km} \quad (j \neq k ; j, k = 1, 2, \dots, p) \tag{2.28}$$

biçimine dönüşür. Model üzerinden hesaplanan r'_{jk} katsayısına, “Yeniden Üretilmiş Korelasyon Katsayısı” denir. Analizin ilk çıktısı olan ve “Gözlenen Korelasyon” diye tanımlanan r_{jk} ile yeniden üretilen korelasyon arasındaki farka ise, “Artık Korelasyon” denir ve aşağıdaki biçimde ifade edilir:

$$\bar{r}_{jk} = r_{jk} - r'_{jk} \quad (2.29)$$

Sıfır kitle korelasyon katsayısı için karşılık gelen örnek korelasyon katsayısının standart hatası,

$$\sigma_{r=0} = 1/\sqrt{N-1} \quad (2.30)$$

olup, N genelde büyük tutulduğundan ,

$$\sigma_{\bar{r}} \leq 1/\sqrt{N} \quad (2.31)$$

ölçütü, istatistiksel uyum için yeterli görülebilir [7].

Eş.2.24'deki ilişki, p değişken üzerinden matris formunda aşağıdaki gibi gösterilir:

$$\tilde{R} = R - \hat{R} \quad (2.32)$$

Burada \tilde{R} : artıklar matrisi; R : gözlenen korelasyon matrisidir. \hat{R} ise, “Yeniden Üretilmiş Korelasyon Matrisi” olup,

$$\hat{R}_{pxp} = A_{pxm} A'_{m xp} \quad (2.33)$$

biçiminde elde edilir. \hat{R}_{pxp} boyutlu matrisin köşegen elemanları, ortak varyansları verir.

\tilde{R} artıklar matrisinin elemanları sıfıra ne kadar yakınsarsa, model o kadar uyumlu sayılır [7,13].

3. FAKTÖR LERİN TÜRETİLMESİ

Faktör analizinde faktör türetmek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Temel bileşenler yöntemi, uygulamada en yaygın kullanılan yöntemlerinden biridir. Nitekim paket programların bir çoğunda, faktör türetme yöntemi olarak Temel Bileşenler Yönteminden yararlanılmaktadır [10]. Bu nedenle, bu bölümde faktör türetme yöntemlerinden sadece Temel Bileşenler Yöntemine değinilmekle yetinilmiştir.

3.1. Temel Bileşenler Yöntemi İle Faktörlerin Türetilmesi

Temel bileşenler yöntemi, faktörleri veri matrisinin içerdiği toplam varyansın (ya da toplam bilginin) en büyük bölümünü açıklayacak biçimde türetmeye çalışır. Bu yöntemle faktörler, geometrik olarak faktör eksenlerinin dik döndürülmesi sonucu, birbirinden bağımsız olarak bulunur. Böylece faktörlerin birbirinden farklı bilgileri içermeleri sağlanmış olur [8].

Temel Bileşenler yöntemiyle faktörler, aşağıdaki aşamalar izlenerek türetilir:

Birinci aşamada n bireyin p sayıda değişken üzerinden almış oldukları nicel değerleri içeren X_{pxn} boyutlu ham veri matrisi oluşturulur. Değişkenlerin ölçü birimleri ve varyansları birbirine yakın ise, analiz varyans-kovaryans matrisi üzerinden, değilse korelasyon matrisi üzerinden yürütülür. Uygulamada genellikle değişkenler farklı ölçeklerle ölçülmüş olduklarından, korelasyon matrisi kullanılır. Bu amaçla, X_{pxn} ham veri matrisi, EŞ.2.5’de gösterildiği biçimde standartlaştırılarak ölçü birimlerinin etkisinden arındırılır ve R_{pp} boyutlu korelasyon matrisi, EŞ.2.7 ’deki ilişkiden elde edilir [8].

Yöntemin diğer aşamalarına geçmeden önce, analizin gerekli olup olmadığını test etmede yarar vardır.

3.1.1. Temel bileşenler yönteminin gerekliliği

Temel bileşenler yönteminin gerekliliği, Bartlett tarafından önerilen Küresellik Testi ile sınıanır.

Temel bileşenler yönteminin, ana amaçlarından olan bağımlılık yapısını yok etme ve boyut indirgemeyi gerçekleştirebilmesi için, değişkenler arasında tam ya da tama yakın bağımsızlık olmaması gerekir. Çünkü,

$$R = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n z_j z_j' = ZZ' = I \quad (3.1)$$

özelliği nedeniyle, z_j 'lerin y_j 'lere dönüştürülmesi sonucunda yine birim korelasyon matrisi elde edilecek ve bireyler p boyutlu uzayda bulut yerine bir küre oluşturacaklardır. Bu kürenin eksenleri ister z_j 'ler olsun, isterse y_j 'ler olsun, durumda herhangi bir değişiklik olmamıştır. Bu nedenle, hem bağımlılığı yok etmenin, hem de veri indirgeme bir anlam taşımamıştır.

Uygulamada $R = I$ olma olasılığı sıfır olduğundan, temel bileşenler yönteminin gerekliliğini sınamak için, Bartlett tarafından aşağıdaki test istatistiği önerilmiştir.

$$x_{p(p-1)/2}^2 = - \left[n - \frac{1}{6} (2p + 11) \right] \ln |R| \quad (3.2)$$

Burada $|R|$, korelasyon matrisinin determinantı olup, bu amaçla kurulan hipotezler,

$$H_0 : R = I$$

$$H_1 : R \neq I \quad (3.3)$$

biçiminde ifade edilir. H_0 hipotezi reddedildiğinde, temel bileşenler analizinin uygulanmasına karar verilir [11].

3.1.2. Özdeğer ve özvektörlerin bulunması

Bu aşamada korelasyon matrisinin özdeğerleri ve bu değerlere karşılık gelen özvektörleri aşağıdaki biçimde bulunur:

Ortak niteliğe sahip değişkenlerin birinci doğrusal bileşeni,

$$\begin{aligned} y_1 &= c'_{11}z_1 + c_{21}z_2 + \dots + c_{p1}z_p \\ &= c'_1z \end{aligned} \quad (3.4)$$

biçiminde ifade edilir. Burada y_1 'in ortalaması,

$$E(y_1) = E(c'_1z) = c'_1E(z) = 0 \quad (3.5)$$

varyansı da,

$$VAR(y_1) = c'_1E(zz')c_1 = c'_1Rc_1 \quad (3.6)$$

dir.

Temel bileşenler yöntemin temel problemi, y_1 bileşeninin varyansını,

$$c'_1c_1 = 1 \quad (3.7)$$

koşulu altında en büyük kılacak c_1 katsayılar vektörünü bulmaktır. Bu amaçla,

$$\phi = c'_1Rc_1 - \lambda_1(c'_1c_1 - 1) \quad (3.8)$$

fonksiyonunun c_1 'e göre kısmi türevi alınıp sifıra eşitlenir:

$$\frac{\partial \phi}{\partial c_1} = 2Rc_1 - 2\lambda_1 c_1 = 0 \quad (3.9)$$

Buradan da,

$$(R - \lambda_1 I)c_1 = 0 \quad (3.10)$$

eşitliği elde edilir.

Korelasyon matrisinin p sayıda özdeğerleri ise,

$$|R - \lambda I| = 0 \quad (3.11)$$

açılımından elde edilen p . dereceden polinomun çözümü sonucu bulunur. R matrisi pozitif tanımlı bir matris olduğundan, elde edilen özdeğerlerin tümü gerçek değerler ve en çok p sayıda olur.

λ_1 değeri Eş.3.10'de eşitliğinde yerine konursa, λ_1 özdeğerine karşılık gelen c_1 özvektörü bulunur ve birinci bileşen,

$$y_1 = c_1' z \quad (3.12)$$

biçiminde oluşturulur. c_1 vektörü birim vektör ($c_1' c_1 = 1$) olduğundan,

$$\text{var}(y_1) = c_1' R c_1 = c_1' \lambda_1 c_1 = \lambda_1 \quad (3.13)$$

olur. Birinci bileşenin varyansı olan λ_1 değeri, toplam varyansa en büyük katkıyı sağlayan değerdir.

İkinci bileşen y_2 ise, Eş.3.10'de, λ_1 yerine λ_2 ve c_1 yerine de c_2 konularak,

$$y_2 = c_2' z \quad (3.14)$$

biçiminde türetilir [8].

İkinci bileşen bulunurken, y_1 'in bulunmasında kullanılan iki kısıtlayıcı yanında bir üçüncü kısıtlayıcı daha göz önüne alınarak bulunur. Bu kısıtlayıcılar,

- y_2 'nin varyansı y_1 'den sonra en büyük olsun,
- c_2 birim normal bir vektör olsun ($c_2'c_2 = 1$),
- y_1 ve y_2 faktörleri birbirine dik olsun ($c_1'c_2 = 0$)

biçimindedir [11].

Her hangi bir j . bileşenin varyans açıklama payı ise, λ_j/p oranından hesaplanır.

Burada p değişken sayısı olup,

$$p = iz(R) = \sum_{j=1}^p \lambda_j \quad (3.15)$$

dir [8].

3.1.3. Faktör yüklerinin elde edilmesi

Faktör yükleri, her bir özdeğerin karekökü ile, o özdeğere karşılık gelen özvektör elemanları çarpılarak elde edilir.

$$a_{ji} = c_{ji} \sqrt{\lambda_i} \quad (j = 1, 2, \dots, p ; i = 1, 2, \dots, m < p) \quad (3.16)$$

Burada a_{ji} , j . değişkenin i . faktör üzerindeki yüküdür. Bu yük, aynı zamanda i .faktör ile j .değişken arasındaki korelasyon katsayısını verir. Yukarıdaki ilişki matris formunda aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$A_{pxm} = C_{pxm} D_{\sqrt{\lambda}} \quad (3.17)$$

Burada $m \times m$ boyutlu $D_{\sqrt{\lambda}}$ matrisi, köşegen elemanları $\sqrt{\lambda_i}$ ($i = 1, 2, \dots, m$) olan köşegen bir matristir. A_{pxm} boyutlu matris ise, Faktör Yükleri Matrisi (ya da Faktör Yapı Matrisi) olarak adlandırılır.

Bu matris, faktör analizi açısından çok önemli olup, hangi değişkenlerin hangi faktör etrafında yoğunlaştığını gösterir. Ayrıca faktörlerin yorumlanmasına büyük katkı sağlar [5,8].

3.1.4. Faktör değerlerinin tahmin edilmesi

Bu aşamada her bir bireyin ortak faktör yapılarına göre almış oldukları değerler (skorlar) belirlenir. Bilindiği gibi, ortak faktör yapısı içinde değişkenler değişik ağırlıkta yer almaktadırlar. Değişkenlerden bir kısmı ana rol oynarken, bir kısmı da yardımcı rol oynarlar. Bu nedenle, her değişken için Faktör Değer Katsayıları elde edilir ve bu katsayılar yardımıyla, her bir değişkene ilişkin faktör değerleri hesaplanır [5].

Faktör Değer Katsayıları, özvektörlerin o vektöre ilişkin özdeğerin kare köküne bölünmesiyle elde edilir. Örneğin, i . faktörün faktör değer katsayıları,

$$b_i = \frac{c_i}{\sqrt{\lambda_i}} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (3.18)$$

olup, bu katsayılar regresyon katsayıları gibi kabul edilebilir.

m sayıda faktör için, Faktör Değer Katsayıları Matrisi ise,

$$B_{pxm} = C_{pxm} D_{\sqrt{\lambda}} \quad (3.19)$$

biçiminde oluşturulur. Burada C_{pxm} , m sayıda özvektörü içeren katsayılar matrisi, $D_{\sqrt{\lambda}}$ ise, köşegen elemanları $1 / \sqrt{\lambda_i}$ olan mxm boyutlu köşegen bir matristir [8].

Ayrıca faktör değer katsayıları matrisi, faktör yükleri matrisi üzerinden,

$$B_{pxm} = (A_{pxm} A'_{m \times p})^{-1} A_{pxm} \quad (3.20)$$

biçiminde elde edilir.

Faktör değer katsayılarından yararlanılarak, n sayıda bireyin m sayıda faktör üzerinden almış oldukları standart değerleri içeren, Faktör Değerleri Matrisi ise,

$$F_{mxn} = B'_{m \times p} Z_{pxn} \quad (3.21)$$

ilişkisinden elde edilir [8, 11,14].

Bu matris de faktör analizi açısından çok önemli olup, araştırmacıya hem bireyleri sıralama olanağı verir, hem de eldeki faktörlerin niteliğine göre, bu sıralamaya bir yorum getirmesine yardımcı olur. Ayrıca bu değerler başka analizlerde veri olarak kullanılabilir [8].

3.2. Uygun Faktör Sayısının Belirlenmesi

Faktör analizi uygulamalarında toplam varyansın büyük bir bölümünü açıklayabilecek (yani bilgi kaybını en aza düşürecek) az sayıda ortak faktörün türetilmesi amaçlanır. Bu nedenle, anlamlı faktör sayısını belirleyen çeşitli ölçütler geliştirilmiştir.

3.2.1. Açıklanan varyans ölçütü

En basit ölçütlerden biri olan birinci faktör tarafından açıklanan varyans(λ_1 / p)

değeri 1'e yakınsa, diğer faktörler ihmal edilebilir. Eğer λ_1 / p değeri 1'den çok küçükse, faktör sayısı ikiye çıkartılır ve her iki faktör tarafından açıklanan varyans $((\lambda_1 + \lambda_2) / p)$ payı hesaplanır. Bu değer de 1'den çok küçükse, üçüncü faktör ele alınır. Bu süreç, özdeğerler tarafından açıklanan birikimli varyansın en az 0.8 (%80) olana kadar devam eder. Bazı durumlarda %67'den az olmamak koşuluyla, %80'den daha az açıklanan varyans ile çalışılabileceği ileri sürülmektedir. Başka bir ifadeyle,

$$\sum_{j=1}^m \lambda_j / p \geq 2/3 \quad (3.22)$$

koşulunun sağlandığı en küçük m değeri, faktör sayısı olarak belirlenebilmektedir [5,6].

3.2.2. Özdeğer ölçütü

Pratikte en yaygın kullanılan ölçütlerden biridir. Bu ölçüt Kaiser tarafından önerildiği için, literatürde Kaiser Ölçütü olarak geçmektedir. Bu ölçüte göre, korelasyon matrisinin 1'den büyük özdeğerleri ($\lambda > 1$) anlamlı kabul edilmekte, 1'den küçük özdeğerler anlamsız kabul edilip, analiz dışı bırakılmaktadır. Böylece, 1'den büyük özdeğer sayısı kadar faktör türetilmektedir.

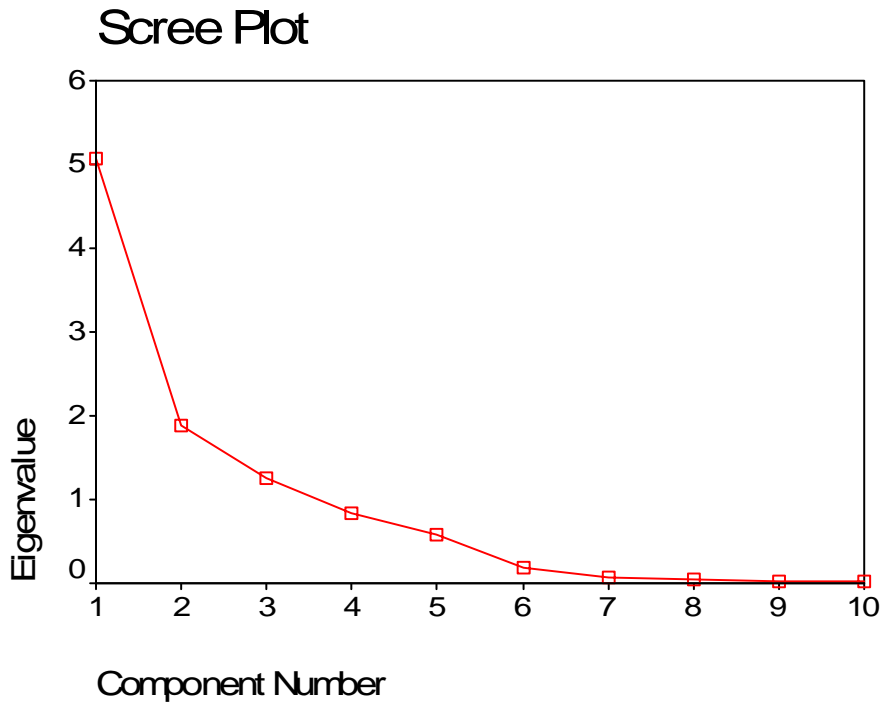
Cattel'e göre bu ölçütün en güvenilir olduğu durum, değişken sayısının 20 ile 50 arasında olduğu durumdur. Değişken sayısının 20'den az olduğu durumlarda bu ölçütün faktör sayısını azaltma eğilimi vardır [3].

3.2.3. Joliffe ölçütü

0.7 ve daha büyük değerli özdeğer ($\lambda \geq 0.7$) sayısı kadar faktör alınmasının uygun olacağını ileri süren bir yaklaşımdır. Bu ölçüt ile Kaiser ölçütünden iki kat daha fazla faktör seçilebilmektedir. Bu nedenle bu ölçüt, değişken sayısının az olduğu durumlarda iyi sonuç vermeyebilir [5].

3.2.4.Yamaç eğim grafiği (Scree Plot)

Bu yöntem Cattell tarafından geliştirilmiş olup, özdeğerlerin çizimine dayalı bir yöntemdir. Bu yöntemde , faktör sayısı $1,2,\dots, p$ biçiminde X ekseninde ve özdeğerler (yada özdeğerlerin varyans açıklama oranları) Y ekseninde olmak üzere, XY koordinat sisteminde çizgi eğim grafiği çizilir. Faktör sayısı arttıkça özdeğerlerdeki hızlı düşüşe denk gelen sayı, faktör sayısı olarak alınır.



Şekil 3.1. Yamaç eğim grafiği [10]

Grafikten de görüldüğü gibi, en hızlı düşüş birinci ve ikinci faktör arasında meydana gelmektedir. Birinci faktörün varyans açıklama oranı $5/10 = 0.50$, ikinci faktörün varyans açıklama oranı $1.9/10 = 0.19$ olup, iki faktör tarafından toplam açıklanan varyans 0.69 (%69)'dır. Eğer bu oran yetersiz bulunursa üçüncü faktör de analize alınarak , bu oran %80'nin üstüne çıkartılabilir [10,11].

3.3. Faktörlerin Adlandırılması

Faktör analizinin asıl amacı: çok sayıdaki değişkenin içerdiği bilgileri, az sayıda ortak faktör ile açıklamaktır. Faktör yüklerinin hesaplanması (gerekirse döndürülmesi) ve uygun faktör sayısının belirlenmesi ile bu amaca ulaşılır. Bu sonuç, matematik ve fizik bilim dalları için yeterli olabilir. Biyoloji, sosyoloji ve psikoloji gibi diğer bilim dallarında bu bilgi ile yetinilmez. Ortak faktörler adlandırılarak varılan sonuçlara bir yorum getirilmesi istenir.

Faktörler, faktör yük değerlerine göre adlandırılır. Bu nedenle, yük değerlerine dayalı çeşitli ölçütler ileri sürülmüştür. Adlandırmada uygulanan ölçütler şunlardır:

- Faktör yükünün karesi, o faktörün değişkendeki toplam varyansa katkısı olduğundan, 0.7'nin altında olan faktör yüklerini yorumlamada dikkatli davranılmalıdır. Faktör yükü ne kadar yüksek olursa, gözlenen değişkenin varyansı, faktör tarafından o ölçüde açıklanmış olmuştur. Bu nedenle, faktör yükünün karesi iyi bir göstergesi kabul edilebilir [6].
- İki ve daha çok sayıda anlamlı yük içeren faktör, ortak faktör niteliğini taşır.
- Bir faktörün tüm yüklerinin pozitif ve anlamlı oluşu, bu faktörün önemli bir ortak simge oluşunu gösterir ve bu faktörle tüm değişkenler az veya çok duyarlı olarak ölçülebilirler.
- Faktör yükü en büyük olan değişken, bu faktörün ölçüsü olarak görülebilir.
- Bir faktörün adlandırılması, faktör yükü büyük olan bir veya birkaç değişkenin ortak özelliğine bakılarak yapılabilir.
- Hiçbir faktör üzerinde ağırlığı bulunmayan (faktör yükü düşük olan) değişkenler ya önemsenmemeli ya da analiz dışı bırakılıp, geri kalan değişkenler üzerinden yeni bir analiz yapılmalıdır.

- Bir faktör içinde pozitif ve negatif işaretli faktör yüklerinin bulunması, bu faktörün iki kutuplu olduğunu gösterir. Böyle bir durumda, zıt işaretli değişkenler iki ayrı kümeye ayrılabilirler [9].

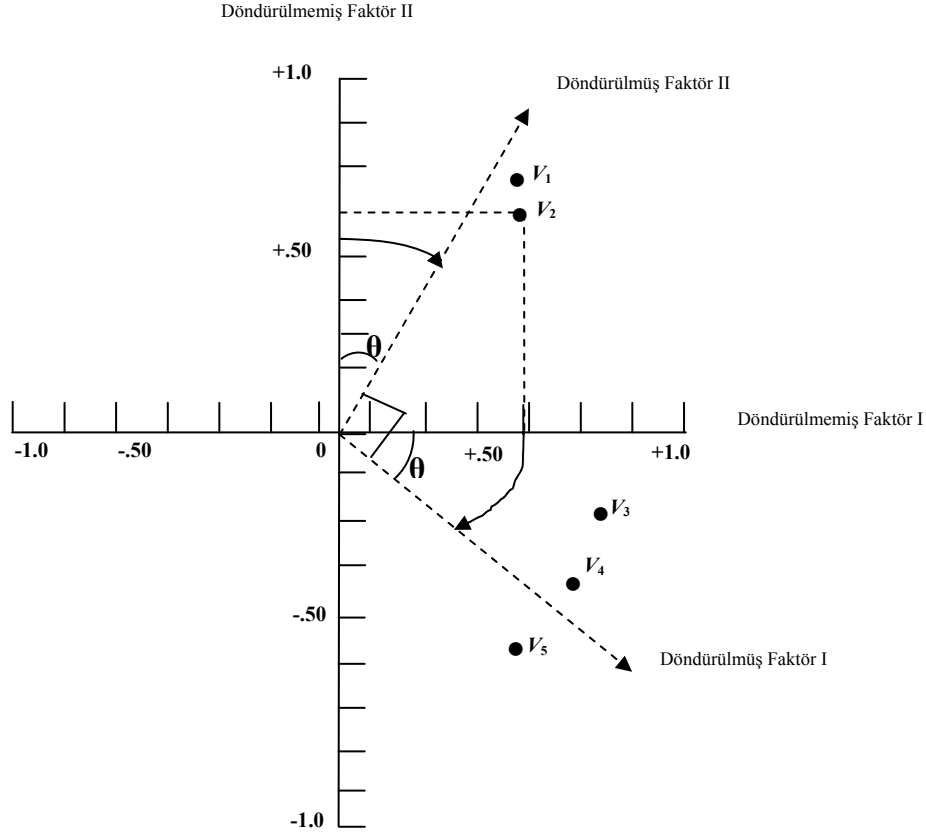
3.4. Faktörlerin Döndürülmesi

Faktör türetme yöntemlerinden herhangi biriyle türetilen faktörlerin tanımlanması, faktör analizinin en önemli sorunlarından biridir. Uygulamada bazı değişkenlerin birden fazla faktör üzerinde anlamlı ağırlıklara sahip oldukları görülmektedir. Bu durum, faktörlerin adlandırılmasını oldukça güçleştirmektedir. Bu güçlüğü ortadan kaldırmak amacıyla, faktörler belli bir açıyla döndürülmeye çalışılır [6].

Bu konuda çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu çalışmada faktörler, yaygın olarak kullanılan Varimax yöntemine göre döndürülmüştür.

3.4.1. Varimax yöntemi

Faktörlerin sadeleştirilmesine çalışılan bu yöntemde, faktör yükleri matrisinin sütunları ele alınarak, her sütundaki bazı ağırlıklar 1'e yaklaştırılırken büyük bir kısmı da sifıra yaklaştırılmaya çalışılır [11]. Kaiser (1958) tarafından önerilen bu yöntemde, faktör çiftleri (faktörlerin bağımsızlığını bozmamak koşuluyla) belli bir açıyla Şekil 3.2'de gösterildiği gibi döndürülür [3].



Şekil 3.2. Dik döndürme [3]

Bu amaçla önerilen ,

$$Max(V) = p \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^p (b_{jk} / h_j)^4 - \sum_{k=1}^m \left(\sum_{j=1}^p b_{jk}^2 / h_j^2 \right)^2 \quad (3.23)$$

V ölçütünü maksimum kılacak θ açısına göre $T_{2 \times 2}$ boyutlu dönüşüm matrisi,

$$T = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \quad (3.24)$$

biçimde oluşturulur. Bu matris yardımıyla da V değerini maksimum kılan döndürülmüş faktör yükleri matrisi ,

$$D_{px2} = A_{px2} T_{2x2} \quad (3.25)$$

biçiminde elde edilir[7,13].

4. UYGULAMA

Bu çalışmanın temel amacı, faktör analizini bir uygulama üzerinde adım adım göstermek ve elde edilen program çıktılarının yorumlanmasında göz önünde bulundurulması gereken husuları irdelemektir. Bu amaçla, SPSS paket programından yararlanılarak, T.C. Sağlık Bakanlığına bağlı bulunan 81 il merkezindeki yataklı tedavi kurumları, 8 değişken bazında karşılaştırılmaya çalışılmıştır.

2005 yılına ilişkin (8 x 81) boyutlu veri matrisi, T.C. Sağlık Bakanlığı'nın internette hazırladığı web sitesinden yararlanılarak oluşturulmuş ve EK-1'de sunulmuştur. Araştırma kapsamına alınan 8 değişken ise, tanımları ile birlikte aşağıda verilmiştir.

4.1. Değişkenler

1. *Fiili Yatak Sayısı (FYS)* : Poliklinik, acil servis ve yeni doğan bebek yatakları hariç, hastane yatak sayısıdır.
2. *Uzman Hekim Sayısı (UHS)* : Hastanede görev yapan uzman hekim sayısıdır.
3. *Taburcu Hasta Sayısı(THS)*:1yıl içinde hastanede Yatarak tedavi olan hasta sayısıdır.
4. *Ameliyat Sayısı (AMS)* : 1 yıl içerisinde hastanede yapılan büyük, orta ve küçük ameliyatların sayısıdır. Çalışmada büyük ve orta ameliyatlar göz önüne alınmıştır küçük ameliyatların çoğu poliklinikte yapılan ameliyatlar olduğundan bu kapsama alınmamıştır.
5. *Ayakta Tedavi Olan Hasta Sayısı (ATS)* :1 yıl içinde ayakta tedavi hizmeti gören hasta sayısıdır.
6. *Yatak İşgal Oranı (YİO)* : Hastane yataklarının ne oranda kullanıldığını gösterir. Yatak kapasitesinin çok altında ya da üstünde çalışan bir hastanede yatak sayısının

azaltılmasına ya da çoğaltılmasına karar vermek için kullanılan önemli bir ölçüttür. % 80 dolayında olması normal karşılanır. Yatan hastalara verilen toplam hasta bakım gün sayısının (yeni doğan hariç) maksimum hasta bakım gün sayısına bölünmesiyle bulunur.

7. *Yatak Devri Hızı (YDH)*: Taburcu hasta sayısının fiili yatak sayısına bölünmesiyle bulunur.

8. *Yatan Hasta Oranı(YHO)*: Yatarak tedavi gören hasta sayısının toplam hasta sayısına bölünmesiyle elde edilir. Bu oran belirli bir süre içerisinde hastaneye gelen hastalardan ne kadarının yatarak tedavi olduğunu gösteren bir ölçüttür.

4.2. Çıktıların Yorumlanması

Değişkenlere ilişkin temel istatistikler Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Temel istatistikler

Değişkenler	Ortalama	Standart Sapma
FYS	372,580	227,615
UHS	83,506	78,229
THS	17310,000	11976,671
AMS	7297,640	6869,356
ATS	585328,630	406440,559
YIO	0,664	0,166
YDH	0,469	0,126
YHO	0,029	0,007

Analize alınan 8 değişken arasındaki doğrusal ilişkileri gösteren ve faktör analizine ilişkin ilk ve önemli bilgileri içeren korelasyon matrisi, Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Korelasyon matrisi ve anlamlılık düzeyleri ($p \leq 0,05$)

Değişkenler	FYS	UHS	THS	AMS	ATS	YIO	YDH	YHO
FYS	1,000							
UHS	0,853 (0,000)	1,000						
THS	0,934 (0,000)	0,855 (0,000)	1,000					
AMS	0,892 (0,000)	0,916 (0,000)	0,918 (0,000)	1,000				
ATS	0,854 (0,000)	0,776 (0,000)	0,915 (0,000)	0,855 (0,000)	1,000			
YIO	0,510 (0,000)	0,520 (0,000)	0,650 (0,000)	0,609 (0,000)	0,538 (0,000)	1,000		
YDH	0,041 (0,358)	0,199 (0,037)	0,345 (0,001)	0,258 (0,010)	0,309 (0,003)	0,632 (0,000)	1,000	
YHO	-0,002 (0,491)	-0,103 (0,181)	0,081 (0,237)	-0,005 (0,481)	-0,096 (0,198)	0,145 (0,097)	0,175 (0,059)	1,000

Çizelge 4.2’de yer alan korelasyon matrisi dikkatle incelendiğinde, FYS, UHS, THS, AMS, ATS değişkenleri arasında yüksek bir ilişki olduğu görülür. Bu durum, adı geçen değişkenlerin ortak bir niteliğe sahip olduklarının ve birinci faktör etrafında yoğunlaşacaklarının bir göstergesidir. YIO değişkeni ile birinci faktörü oluşturacak değişkenler arasında çok yüksek olmasa da bir ilişki olduğu söylenebilir.

YDH değişkeninin sadece YIO değişkeniyle ilişkide olduğu görülmektedir. Bu iki değişken , ikinci faktör etrafında yoğunlaşabilir.

YHO değişkeni ile diğer değişkenler arasındaki ilişki katsayıları incelendiğinde, en yüksek ilişki katsayısının $0,175 < 0,25$ olduğu görülmektedir. Ayrıca tüm katsayılarının istatistiksel açıdan anlamsız oldukları görülür. Bu durum adı geçen değişkenin diğer değişkenlerle ortak niteliğe sahip olmadığını ve analiz sonucu tek başına bir faktör olarak karşımıza çıkacağını gösterir. Nitekim yapılan analizde toplam varyansın %91,374 bölümünü açıklayan 3 faktör, aşağıdaki biçimde türetilmiştir.

Çizelge 4.3. Faktör yükleri (ya da faktör yapı) matrisi

Değişkenler	F1	F2	F3
FYS	0,978	-0,002	0,041
AMS	0,942	0,212	0,001
THS	0,937	0,285	0,086
UHS	0,914	0,142	-0,098
ATS	0,887	0,249	-0,103
YDH	0,053	0,96	0,064
YIO	0,488	0,746	0,105
YHO	-0,034	0,106	0,992

Çizelge 4.3'den de görüldüğü gibi, YHO değişkeni tek başına üçüncü faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durum, bir veri indirgeme yöntemi olan faktör analizi açısından istenmeyen bir durumdur. Bu nedenle, YHO değişkeni analiz dışı bırakılmış, analizin geri kalan 7 değişkene göre yeniden yapılmasına karar verilmiştir.

Analizin diğer aşamalarına geçmeden önce, faktör analizi açısından önemli olan örneklem büyüklüğünün yeterliliği ile analizin gerekliliği test edilmeye çalışılmıştır.

Örneklem büyüklüğünün yeterliliği

Örneklem büyüklüğünün yeterliliği, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ölçütüne göre belirlenmiş, KMO değerinin bulunmasında korelasyon ve kısmi korelasyon katsayılarından yararlanılmıştır. Kısmi korelasyon katsayıları ile her değişkene ilişkin örneklem yeterlilik ölçüsü Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Kısmi korelasyon matrisi

Değişkenler	FYS	UHS	THS	AMS	ATS	YIO	YDH
FYS	0,703*						
UHS	-0,169	0,868*					
THS	-0,816	0,023	0,749*				
AMS	-0,028	-0,626	-0,152	0,879*			
ATS	-0,018	0,149	-0,363	-0,194	0,927*		
YIO	-0,261	0,168	0,055	-0,209	0,244	0,803*	
YDH	0,818	-0,122	-0,675	0,069	-0,089	-0,539	0,334*

* örneklem yeterlilik ölçüsü

Çizelge 4.2’de yer alan ilk 7 değişkene ilişkin 21 korelasyon katsayısının kareleri ile Çizelge 4.4’ de yer alan 21 kısmi korelasyon katsayısının kareleri Eş.3.1’de yerine konarak KMO değeri,

$$KMO = 0,773$$

olarak bulunmuştur. $KMO > 0,70$ olarak bulunması, örneklem büyüklüğünün iyi olduğunu gösterir.

Küresellik testi

Bu testle,

$$H_0 : R = I$$

$$H_1 : R \neq I$$

hipotezleri Bartlett’in yaklaşık Ki-kare istatistiği ile test edilmiştir. Bu amaçla korelasyon matrisinin determinanı $|R| = 0,0000394$ hesaplanmış ve Eş.3.2’den,

$$x_{7(7-1)/2}^2 = - \left[81 - \frac{1}{6}(2 \times 7 + 11) \right] \ln 0,0000394$$

$$x_{21}^2 = 779,313$$

olarak bulunmuştur. $\alpha < 0,01$ anlamlılık düzeyinde H_0 hipotezi reddedilmiş ve temel bileşenler analizinin gerekliliğine karar verilmiştir.

Bundan sonraki aşamada, Korelasyon matrisinin özdeğerleri ile bu değerlere karşılık gelen faktörlerin varyans açıklama payları, $(\lambda_j/7)$ oranından hesaplanarak Çizelge 4.5'de verilmiştir. Analize alınacak faktör sayısı ise, Kaiser ölçütüne ($\lambda > 1$) göre 2 faktör olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Özdeğerler ve varyans açıklama payları

Faktörler	Özdeğerler (λ_j)	Varyans Açıklama payı(%)	Birikimli Açıklanan Varyans(%)
1	5,037	71,951	71,951
2	1,245	17,792	89,743
3	0,317		
4	0,236		
5	8.62E+01		
6	6.35E+01		
7	1.53E+01		

Çizelge 4.5'den, birinci faktörün 7 değişkendeki toplam varyansın %71,951'ini açıkladığı görülmektedir. Bu durum, değişkenlerin çoğunun ortak nitelikli değişkenler olduğunu ve birinci faktör etrafında yoğunlaştıklarını gösterir. İkinci faktörün varyans açıklama payı %17,792 olup, her iki faktörce açıklanan varyans payı yaklaşık %90'dır. Bu da 7 değişkenin içerdiği bilginin %90'ının 2 yapay değişken (faktör) tarafından açıklandığını ve %10 dolayında bir bilgi kaybı olduğunu gösterir. Bu sonuç faktör analizi açısından iyinin üstünde bir sonuç sayılır.

Değişkenlerin herhangi bir faktör üzerindeki ağırlığını belirleyen faktör yükleri ise, EŞ.3.16'dan elde edilir. 7 değişkenin 2 faktör üzerindeki ağırlıkları bulunarak

Çizelge 4.6’da verilmiştir. Ayrıca faktör yüklerinin satır kareler toplamı alınarak, değişkenlere ilişkin ortak varyanslar ve sütun kareler toplamından da faktörlere ilişkin varyanslar (yani özdeğerler) yeniden hesaplanarak adı geçen çizelgede verilmiştir.

Çizelge 4.6. Faktör yükleri matrisi

Değişkenler	F_1	F_2	h_j^2	$d_j^2 = 1 - h_j^2$
FYS	0,918	-0,332	0,952	0,046
UHS	0,906	-0,194	0,858	0,142
THS	0,978	-0,047	0,959	0,041
AMS	0,957	-0,126	0,933	0,067
ATS	0,918	-0,084	0,849	0,151
YIO	0,717	0,544	0,809	0,191
YDH	0,381	0,881	0,922	0,078
Toplam	5,037	1,245	6,282	0,716
%	71,951	17,792	89,743	10,257

Çizelge 4.6’den doğrusal faktör analizi modeli,

$$Z_1 = 0,918 F_1 - 0,332 F_2$$

$$Z_2 = 0,906 F_1 - 0,194 F_2$$

$$Z_3 = 0,978 F_1 - 0,047 F_2$$

$$Z_4 = 0,957 F_1 - 0,126 F_2$$

$$Z_5 = 0,918 F_1 - 0,084 F_2$$

$$Z_6 = 0,717 F_1 + 0,544 F_2$$

$$Z_7 = 0,381 F_1 + 0,881 F_2$$

biçiminde oluşturulur.

Çizelge 4.6'da yer alan h_j^2 , j .değişkenin ortak varyansını, d_j^2 ise, j .değişkenin artık varyansını ifade eder. Ortak varyans, regresyon analizindeki belirleme katsayısı (R^2) gibi yorumlanabilir. Örneğin, birinci değişkenin ortak varyansı 0,952 ve artık varyansı 0,046 olup, birinci değişkendeki değişimin yaklaşık %95'inin modele alınan iki faktör tarafından açıklandığını, yaklaşık %5 dolayında bir bilgi kaybının varlığını gösterir. Bu nedenle, ortak varyanslar tıpkı R^2 gibi, modelin anlamlılığını ortaya koyamada bir gösterge olarak ele alınabilir.

Modelin uyumluluğu

Modelin uyumlu olup olmadığını saptamak için , korelasyon matrisi model üzerinden yeniden üretilir ve original değişkenler üzerinden gözlenen korelasyon matrisinden çıkartılır. Aradaki farkların büyük bir bölümü mutlak değerce 0,05 ve altında bulunursa, modelin anlamlı olduğuna karar verilir. Bu amaçla, Yeniden Üretilmiş Korelasyon Matrisi bulunarak Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7.Yeniden üretilmiş korelasyon matrisi

Değişkenler	FYS	UHS	THS	AMS	ATS	YIO	YDH
FYS	0,952*						
UHS	0,896	0,858*					
THS	0,913	0,895	0,959*				
AMS	0,920	0,892	0,942	0,933*			
ATS	0,870	0,848	0,901	0,889	0,849*		
YIO	0,477	0,544	0,675	0,617	0,611	0,809*	
YDH	0,057	0,175	0,331	0,254	0,275	0,752	0,922*

* Yeniden üretilmiş ortak varyans

Gözlenen korelasyon matrisi ile yeniden üretilmiş korelasyon matrisi arasındaki farkı veren artık korelasyon matrisi Çizelge 4.8’de sunulmuştur.

Çizelge 4.8. Artık korelasyon matrisi

Değişkenler	FYS	UHS	THS	AMS	ATS	YIO	YDH
FYS							
UHS	- 0,043						
THS	0,021	- 0,039					
AMS	- 0,029	0,024	- 0,025				
ATS	- 0,016	- 0,071	0,014	- 0,034			
YIO	0,033	- 0,024	- 0,025	- 0,008	- 0,073		
YDH	- 0,016	0,024	0,014	0,005	0,034	- 0,120	

Çizelge 4.8’den artıklardan üçünün (yani $3/21 = \%14$ ’ünün) mutlak değerce 0,05’den büyük olduğu görülmektedir. Bu da modelin uyumlu olduğunu gösterir.

Faktörlerin döndürülmesi

Çizelge 4.6’den da görüldüğü gibi, ilk 5 değişkendeki değişimin büyük bir bölümü birinci faktör tarafından açıklanmaktadır. Bu durum, birinci faktörün genel bir faktör olduğunu gösterir. Ayrıca YİO değişkeninin birinci faktör üzerindeki ağırlığı 0,717 ve ikinci faktör üzerindeki ağırlığı 0,544 olarak bulunmuştur . Bu tablo, YİO değişkeninin ikinci faktör üzerinde küçümsemeyecek bir ağırlığa sahip olduğunu ortaya koymakta, istenilen basit yapıya erişilmediğini göstermektedir. Bu nedenle, faktör eksenlerinin Varimax yöntemine göre döndürülmesine karar verilmiştir. Bu amaçla eksenler yaklaşık 20° lik bir açıyla döndürülmüş ve dönüşüm matrisi,

$$T = \begin{bmatrix} 0,929 & 0,371 \\ -0,371 & 0,929 \end{bmatrix}$$

biçiminde oluşturulmuştur. Çizelge 4.6’da yer alan $A_{p \times 2}$ boyutlu faktör yükleri matrisi ile T matrisi çarpılarak, $D_{p \times 2}$ boyutlu döndürülmüş faktör yükleri matrisi Çizelge 4.9’da verildiği gibi elde edilmiştir.

Çizelge 4.9.Varimax yöntemiyle döndürülmüş faktör yükleri matrisi

Değişkenler	F_1	F_2	h_j^2	$d_j^2 = 1 - h_j^2$
FYS	0,975	0,032	0,952	0,046
UHS	0,913	0,156	0,858	0,142
THS	0,926	0,318	0,959	0,041
AMS	0,936	0,237	0,933	0,067
ATS	0,884	0,261	0,849	0,151
YIO	0,464	0,771	0,809	0,191
YDH	0,028	0,960	0,922	0,078
Toplam	4,515	1,767	6,282	0,716
%	64,500	25,243	89,743	10,257

Elde edilen sonuçlara göre döndürmenin yararlı olduğu , bir öncekine oranla daha basit bir yapıya ulaşıldığı söylenebilir. Çizelge 4.2’de yer alan korelasyon matrisi incelendiğinde, YDH değişkeninin sadece YIO değişkeni ile 0,632 dolayında yüksek sayılabilecek bir ilişkide olduğu görülür. Bu durum döndürme sonucu bu iki değişkenin ikinci faktör etrafında yoğunlaşmasına neden olmuş ve ikinci faktörü daha anlamlı kılmıştır. Nitekim birinci faktörün varyans açıklama payı % 71,951 den %64,5’e düşerken, ikinci faktörün varyans açıklama payı % 17,792 den %25,243’e yükselmiştir. Ayrıca YIO değişkeninin birinci faktörden ikinci faktöre geçişi, faktörlerin yorumlanmasını daha da kolaylaştırmıştır.

Birinci faktör etrafında FYS (fili yatak sayısı) , UHS (uzman hakim sayısı) , THS (taburcu olan hasta sayısı), AMS (ameliyat sayısı) ve ATS (ayakta tedavi olan hasta sayısı) değişkenleri , ikinci faktör etrafında ise YDH (yatak devir hızı) ve YIO(Yatak işgal oranı) değişkenlerinin yoğunlaştığı görülmektedir.

Çizelge 4.9’dan döndürülmüş doğrusal faktör analizi modelini,

$$Z_1 = 0,975 F_1 + 0,032 F_2$$

$$Z_2 = 0,913 F_1 + 0,156 F_2$$

$$Z_3 = 0,926 F_1 + 0,318 F_2$$

$$Z_4 = 0,936 F_1 + 0,237 F_2$$

$$Z_5 = 0,884 F_1 + 0,261 F_2$$

$$Z_6 = 0,464 F_1 + 0,771 F_2$$

$$Z_7 = 0,028 F_1 + 0,960 F_2$$

biçiminde ifade edebiliriz.

Son olarak Eş.3.20'de A yükler matrisi yerine D döndürülmüş yükler matrisi konularak,

$$B_{pxm} = (D_{pxm} D'_{m \times p})^{-1} D_{pxm}$$

faktör skor katsayıları matrisi elde edilir.

Çizelge 4.10. Faktör skor katsayıları matrisi

Değişkenler	F_1	F_2
FYS	,268	-,180
UHS	,225	-,078
THS	,194	,037
AMS	,214	-,024
ATS	,194	,004
YIO	-,030	,458
YDH	-,192	,685

Bu matrisin transpozu ile Z_{pxn} boyutlu ilk veri matrisi EŞ.3.21'de yerine konarak,

$$F'_{mxn} = B'_{m \times p} Z_{pxn}$$

Faktör skorları matrisi elde edilir. 81 ilin iki faktör üzerinden almış oldukları standart değerleri içeren bu matris, büyükten küçüğe doğru sıralanarak EK-2'de verilmiştir.

Döndürme sonucu elde edilen ve toplam varyansın yaklaşık % 65'ini açıklayan birinci faktöre göre yapılan sıralamada Ankara Numune Hastanesi (3,64114), Kayseri Eğitim ve Araştırma Hastanesi (2,74905) , Antalya Devlet Hastanesi (2,71379), İzmir Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi (2,63194) ilk sıralarda yer almakta, Batman Devlet Hastanesi (-1,06902) , Mardin Devlet Hastanesi (-1,11335), Ağrı Devlet Hastanesi (-1,35236) ve Şırnak Devlet Hastanesi (-1,51226) en alt sıralarda yer alarak diğer devlet hastanelerinden farklı oldukları görülmektedir.

Toplam varyansın yaklaşık % 25'ini açıklayan ikinci faktöre göre yapılan sıralamada ise, Sakarya Devlet Hastanesi (2,23294), Adana Devlet Hastanesi (2,09648), Batman Devlet Hastanesi (1,97055), Ağrı Devlet Hastanesi (1,94419) ilk sıralarda, Karabük Devlet Hastanesi (-1,44389), Kırklareli Devlet Hastanesi (-1,53512), Sinop Atatürk Devlet Hastanesi (-1,59576) ve Tunceli Devlet Hastanesi (-2,18722) en alt sıralarda yer aldığı görülmektedir. Ankara Numune Hastanesi (0,13836) ise, 32. sırada yer almaktadır.

İlk sırayı oluşturan hastanelerin yatak kapasitesinin üstünde ve alt sıralarda yer alan hastanelerin de yatak kapasitesinin altında hizmet veren hastaneler olduğunu söyleyebiliriz. Nitekim birinci sırada yer alan Sakarya devlet hastanesine ilişkin Yatak Devir Hızı (YDH) %75 ve Yatak İşgal Oranı (YIO) %88'dir. Buna karşın Tunceli devlet hastanesinin Yatak devir hızı (YDH) %23 ve yatak işgal oranı (YIO) ise %26 dolayındadır (EK-1). Bu nedenle Sakarya devlet hastanesi birinci sırada ve Tunceli devlet hastanesi ise, sıralamanın en sonunda yer almaktadır.

5. SONUÇ

Bu çalışmada T.C. Sağlık Bakanlığına bağlı bulunan 81 il merkezindeki yataklı tedavi kurumlarının, faktör analizi ile karşılaştırılmasına çalışılmıştır. Uygulama sonucu elde edilen iki faktörün toplam varyansın yaklaşık %90'nını açıklaması, analiz sonuçlarının iyi olduğunu gösterir. Analiz sonucu 7 değişkenin %10 bir bilgi kaybıyla iki yapay değişkene (faktöre) indirgenmiş olması da iyi bir kazanç sayılabilir.

Toplam varyansın yaklaşık % 72'sini açıklayan birinci faktör, etrafında yedi değişkenden altısının yoğunlaştığı genel bir faktör olarak ortaya çıkmıştır. Toplam varyansın yaklaşık % 18'ini açıklayan ikinci faktör etrafında ise, YDH değişkeninin ağırlıkta olduğu ve YIO değişkeninin birinci faktör üzerinde daha ağırlıkta olmasına karşın, ikinci faktör üzerinde de bir ağırlığa sahip olduğu görülmüştür. Bu nedenle, faktör eksenlerinin varimax yöntemiyle döndürülmesine karar verilmiş ve döndürme sonucu daha basit bir yapıya ulaşılmıştır. Ayrıca YIO değişkeninin ikinci faktör üzerindeki ağırlığı, birinci faktöre oranla daha da artmıştır.

Döndürülmüş faktör modeli üzerinden hesaplanan faktör skorlarına göre 81 il merkezindeki devlet hastaneleri karşılaştırılmaya çalışılmıştır .

Birinci faktöre göre yapılan sıralamada Ankara Numune Hastanesi birinci sırada, Şırnak Devlet Hastanesi ise, en sonda yer almıştır.

İkinci faktör skorlarına göre yapılan sıralamada ise, Sakarya devlet hastanesi birinci sırada, Tunceli devlet hastanesi de en alt sırada yer almıştır.

Ne var ki, varılan bu sonuçlar dönemden döneme değişebileceği gibi, analize alınan değişkenler bakımından da farklılık gösterebilir.

KAYNAKLAR

1. Comery, A., “A First Course In Factor Analysis”, *Academic Press*, New York, 9-11 (1992).
2. Kurtuluş, K., “Pazarlama Araştırmaları”, Genişletilmiş 7. Baskı. *İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi*, İstanbul, 397–407 (2004).
3. Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., Black, W. C. “Multivariate Data Analysis”, *Macmillan Publishing Company*, New York, 87-141 (1998).
4. Özekici, Ö., “Pazarlama Araştırmalarında Faktör ve Kümeleme Analizlerinin Kullanımı”, Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul, 17-24, (1999).
5. Özdamar, K., Paket Programları İle İstatistiksel Veri Analizi, “Çok Değişkenli Analizler”, *Dost Kitabevi*, Ankara, 250–255 (2004).
6. Yelkenkaya, R., Nihal., “Sağlık Hizmetlerinin Türkiye'deki Dağılımının Faktör Analizi ve Bilgisayar Yardımıyla Çözümlemesi”, Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul, 1–74 (1992).
7. Harman, H. H., “Modern Factor Analysis”, Third Edition Revised. *The University of Chicago Press*, London, 10-91 (1976).
8. Ergeç, S. M., “Çok Boyutlu Verilerin Bazı İstatistiksel Analiz Yöntemleri ve Uygulamaları”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 14-32 (1984).
9. Kalıpsız, A., “İstatistik Yöntemleri”, *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi*, İstanbul, 483–495 (1981).
10. Pohlmann, J. T., “Use and Interpretation of Factor Analysis” in *The Journal of Educational Research: 1992-2002, Southern Illinois University at Carbondale*, 98(1):14-22 (2004).
11. Tatlıdil, H., “Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz”, *Hacettepe Üniversitesi İstatistik Bölümü*, Ankara, 138-165 (1992).
12. Yanani, H., and Ichikawa, M., “Factor Analysis”, *Handbook of statistics*, 26: 257-294 (2006).
13. Cooley, W.W. and Lohnes, F.R.: ‘Multivariate Data Analysis’, *John Wiley and Sons, Inc*, New York, 96-167 (1971).

14. Watson, G, S., Degroot, M, H., Ferber, R., Frankel, M., Sennta, E., Kotz, S., Jonson, N, L., Read, C, B., “Encyclopedia of Statistical Sciences”, **John Wiley and Sons,Inc**, NewYork 3 : 1-11 (1981).
15. Ekni, M., “Lineer Modeller”, **Gazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü**, Ankara, 40-56 (1999).
16. Rao, C. R., “ Principal Component and Factor analysis”, **Handbook of statistics**, 14: 489–505 (1996).
17. T.C. Sağlık Bakanlığı, “Yataklı Tedavi Kurumları İstatistik Yıllığı 2005”, **Sağlık Bakanlığı Tedavi Hizmetleri Genel Müdürlüğü** , Ankara, 5-120 (2006).
18. Associates, L. E., “Factor Analysis”, **Journal of Consumer Psychology** 10(1,2) : 75-82 (2001).

EKLER

EK-1 Veriler

NO	Hastane Adı	FYS	UHS	THS	AMS	ATS	YDH %	YİO %	YHO %
1	Adana Devlet Hastanesi	307	95	21883	11553	715255	72,1	91,3	3,1
2	Adıyaman Devlet Hastanesi	300	54	10616	3203	460315	35,6	54,9	2,1
3	Afyon Devlet Hastanesi	382	64	14491	4642	513444	38,6	69,8	2,9
4	Ağrı Devlet Hastanesi	105	25	7739	1122	383724	73,9	74,3	2,0
5	Amasya Devlet Hastanesi	320	51	14264	5977	481139	45,2	61,7	3,0
6	Ankara Numune Hastanesi	1109	511	57067	29811	1301353	53,2	93,8	4,5
7	Antalya Devlet Hastanesi	880	275	39962	29280	1616689	46	63,5	2,5
8	Artvin Devlet Hastanesi	151	20	6544	1780	182845	44	65,6	3,6
9	Aydın Devlet Hastanesi	440	90	23966	13961	603074	55,5	84,2	4,1
10	Balıkesir Devlet Hastanesi	500	75	20931	7894	712827	43	69,1	3,0
11	Bilecik Devlet Hastanesi	122	26	5456	2036	224584	44,9	53	2,4
12	Bingöl Devlet Hastanesi	408	31	12365	2594	430180	30,4	56,4	2,9
13	Bitlis Devlet Hastanesi	80	25	3230	373	111484	40,5	37,4	2,9
14	Bolu Devlet Hastanesi	192	44	7861	3415	249005	41,9	66,2	3,2
15	Burdur Devlet Hastanesi	272	47	10026	3826	368656	37,3	55,5	2,8
16	Bursa Devlet Hastanesi	825	179	37948	21873	874347	47,6	82,3	4,5
17	Çanakkale Devlet Hastanesi	472	95	24565	8575	739391	53,2	71,9	3,4
18	Çankırı Devlet Hastanesi	245	33	7754	2810	371907	31,9	42,4	2,1
19	Çorum Devlet Hastanesi	461	70	19894	9014	565729	44	70,3	3,6
20	Denizli Devlet Hastanesi	651	177	45903	21863	1471769	71,7	86,5	3,2

EK-1 (Devam) Veriler

NO	Hastane Adı	FYS	UHS	THS	AMS	ATS	YDH %	YİO %	YHO %
21	Diyarbakır Devlet Hastanesi	576	130	20632	9506	904466	36,1	75,6	2,3
22	Edirne Devlet Hastanesi	199	62	9085	3624	486159	45,8	66,4	1,9
23	Elazığ Devlet Hastanesi	368	91	19436	8853	769236	53,1	87,2	2,5
24	Erzincan Devlet Hastanesi	300	48	14045	4560	508759	47,5	58,7	2,8
25	Erzurum Numune Hastanesi	667	96	26637	10905	792045	40,2	78,1	3,4
26	Eskişehir Devlet Hastanesi	590	105	26671	13828	680326	45,9	87,3	4,0
27	Gaziantep Devlet Hastanesi	616	159	34286	13283	1500225	57,3	75,8	2,4
28	Giresun Devlet Hastanesi	304	47	16397	5108	437058	54,7	79,1	3,8
29	Gümüşhane Devlet Hastanesi	197	35	7553	1774	187912	38,6	56,3	4,0
30	Hakkari Devlet Hastanesi	118	8	3693	723	162188	31,5	41,3	2,3
31	Antakya Devlet Hastanesi	317	88	14883	5641	689731	47,8	61,8	2,2
32	Isparta Devlet Hastanesi	481	91	17637	9058	556959	37,1	71,5	3,2
33	Mersin Devlet Hastanesi	753	171	46314	19791	1367124	62,6	109,9	3,4
34	Haydarpaşa Numune Hastanesi	728	226	29163	19873	1026737	41,7	87,2	3,0
35	İzmir Atatürk Hastanesi	882	355	37043	26697	1250609	44	86,7	3,1
36	Kars Devlet Hastanesi	250	32	9287	2945	367120	37,3	39,2	2,5
37	Kastamonu Devlet Hastanesi	269	50	14670	4844	399450	55,9	75,6	3,8
38	Kayseri Devlet Hastanesi	908	227	52129	21667	2401415	57,6	74	2,2
39	Kırklareli Devlet Hastanesi	416	71	13143	2371	42673	31,8	41,5	3,1

EK-1 (Devam) Veriler

NO	Hastane Adı	FYS	UHS	THS	AMS	ATS	YDH %	YİO %	YHO %
40	Kırşehir Devlet Hastanesi	210	55	11787	3142	445273	56,8	68,9	2,7
41	Kocaeli Devlet Hastanesi	301	86	20189	6634	607851	68,4	80,8	3,4
42	Konya Numune Hastanesi	706	211	36574	23078	1432560	52,9	77,9	2,6
43	Kütahya Devlet Hastanesi	400	59	17485	3979	446511	44,1	71	3,9
44	Malatya Devlet Hastanesi	433	119	31369	8528	889414	72,7	73	3,5
45	Manisa Devlet Hastanesi	261	73	11097	5172	434895	43,6	77,4	2,6
46	K.Maraş Devlet Hastanesi	400	82	15418	9136	477999	39,3	64,9	3,3
47	Mardin Devlet Hastanesi	135	41	9939	4219	419720	73,9	69,7	2,4
48	Muğla Devlet Hastanesi	571	89	23840	7287	652952	42,3	53,5	3,7
49	Muş Devlet Hastanesi	409	50	17399	2941	427140	42,6	59,8	4,1
50	Nevşehir Devlet Hastanesi	207	58	7712	4213	373103	37,9	45,6	2,1
51	Niğde Devlet Hastanesi	360	48	10432	6055	455181	29,2	51,3	2,3
52	Ordu Devlet Hastanesi	458	72	21829	6962	570057	48,5	95,9	3,9
53	Rize Devlet Hastanesi	382	62	11977	2584	501978	31,8	47,3	2,4
54	Sakarya Devlet Hastanesi	272	62	19633	5798	608435	75	87,9	3,4
55	Samsun Devlet Hastanesi	556	168	26620	13906	650352	49,1	79,7	4,2

EK-1 (Devam) Veriler

NO	Hastane Adı	FYS	UHS	THS	AMS	ATS	YDH %	YİO %	YHO %
56	Siirt Devlet Hastanesi	150	31	6740	2891	245704	45	67,8	2,8
57	Sinop Atatürk Hastanesi	320	16	9113	3085	347578	28,8	40,9	2,6
58	Sivas Devlet Hastanesi	961	134	39683	12140	1450719	41,4	78	2,7
59	Tekirdağ Devlet Hastanesi	327	88	16474	3971	619603	51,2	60,8	2,7
60	Tokat Devlet Hastanesi	192	23	8111	1965	230430	42,3	64,4	3,5
61	Trabzon Numune Hastanesi	486	112	25165	11819	814003	53,2	87	3,2
62	Tunceli Devlet Hastanesi	120	21	2755	453	156970	23	25,8	1,8
63	Şanlıurfa Devlet Hastanesi	380	85	15908	6034	744255	42,3	67,4	2,2
64	Uşak Devlet Hastanesi	500	73	27565	7173	695704	55,8	66,1	4,0
65	Van Devlet Hastanesi	400	52	18318	6620	568533	46,1	76	3,2
66	Yozgat Devlet Hastanesi	288	42	9093	5585	256958	32,1	60,7	3,6
67	Zonguldak Devlet Hastanesi	280	54	8829	2062	330746	34,4	48,8	2,9
68	Aksaray Devlet Hastanesi	254	57	8320	3737	407683	33,1	49,6	2,1
69	Bayburt Devlet Hastanesi	150	28	6858	1466	206665	46	71,9	3,3
70	Karaman Devlet Hastanesi	220	40	6938	3754	354536	31,8	40,2	2,0
71	Kırıkkale Devlet Hastanesi	192	32	6318	2042	337405	33,2	53,5	1,9
72	Batman Devlet Hastanesi	105	77	7354	3897	417299	70,2	84,8	1,8
73	Şırnak Devlet Hastanesi	40	11	2615	579	131966	65,5	46,6	2,0
74	Bartın Devlet Hastanesi	180	64	12236	4093	482038	68,8	86,6	2,6

EK-1 (Devam) Veriler

NO	Hastane Adı	FYS	UHS	THS	AMS	ATS	YDH %	YİO %	YHO %
75	Ardahan Devlet Hastanesi	110	18	4597	603	123365	42,1	53,6	3,7
76	Iğdır Devlet Hastanesi	125	28	5894	1771	325734	47,3	44,7	1,8
77	Yalova Devlet Hastanesi	237	68	9140	2766	391626	39	43	2,4
78	Karabük Devlet Hastanesi	300	41	7832	2305	335834	26,2	51,9	2,3
79	Kilis Devlet Hastanesi	157	32	8498	1963	311169	55,2	47,2	2,8
80	Osmaniye Devlet Hastanesi	240	61	16218	8656	427717	68,5	88,3	3,8
81	Düzce Devlet Hastanesi	243	62	13069	5392	396049	54,3	67,7	3,3

EK-2 Hastanelerin faktör skorlarına göre sıralanışı

Sıra	Hastane Adı	F_1	Sıra	Hastane Adı	F_2
1	Ankara Numune Hastanesi	3,64114	1	Sakarya Devlet Hastanesi	2,23294
2	Kayseri Devlet Hastanesi	2,74905	2	Adana Devlet Hastanesi	2,09648
3	Antalya Devlet Hastanesi	2,71379	3	Batman Devlet Hastanesi	1,97055
4	Izmir Atatürk Devlet Hastanesi	2,63194	4	Ağrı Devlet Hastanesi	1,94419
5	Konya Numune Hastanesi	1,85773	5	Bartın Devlet Hastanesi	1,91259
6	Sivas Devlet Hastanesi	1,82990	6	Osmaniye Devlet Hastanesi	1,89446
7	Bursa Devlet Hastanesi	1,69646	7	Mardin Devlet Hastanesi	1,77384
8	Haydar paşa Devlet Hastanesi	1,66630	8	Mersin Devlet Hastanesi	1,71733
9	Mersin Devlet Hastanesi	1,61760	9	Denizli Devlet Hastanesi	1,63366
10	Denizli Devlet Hastanesi	1,52591	10	Kocaeli Devlet Hastanesi	1,62978
11	Gaziantep Devlet Hastanesi	1,22892	11	Malatya Devlet Hastanesi	1,54149
12	Erzurum Numu Hastanesi	0,82717	12	Elazığ Devlet Hastanesi	,90780
13	Diyarbakir Devlet Hastanesi	0,79729	13	Aydın Devlet Hastanesi	,89392
14	Samsun Devlet Hastanesi	0,79041	14	Giresun Devlet Hastanesi	,86594
15	Eskisehir Devlet Hastanesi	0,69734	15	Ordu Devlet Hastanesi	,85728
16	Muğla Devlet Hastanesi	0,48122	16	Kastamonu Devlet Hastanesi	,85455
17	Trabzon Numu Hastanesi	0,46119	17	Trabzon Numu Hastanesi	,80108
18	Isparta Devlet Hastanesi	0,33661	18	Şırnak Devlet Hastanesi	,77138
19	Balıkesir Devlet Hastanesi	0,31919	19	Kırşehir Devlet Hastanesi	,75781
12	Çanakkale Devlet Hastanesi	0,27626	12	Gaziantep Devlet Hastanesi	,59509
21	Aydın Devlet Hastanesi	0,26018	21	Düzce Devlet Hastanesi	,55117
22	Uşak Devlet Hastanesi	0,20088	22	Çanakkale Devlet Hastanesi	,42082
23	Çorum Devlet Hastanesi	0,18923	23	Uşak Devlet Hastanesi	,41546
24	Malatya Devlet Hastanesi	0,18108	24	Eskişehir Devlet Hastanesi	,33314
25	K.Maras Devlet Hastanesi	0,12228	25	Bayburt Devlet Hastanesi	,31575
26	Sanlıurfa Devlet Hastanesi	0,09581	26	Kayseri Devlet Hastanesi	,29764
27	Elazığ Devlet Hastanesi	0,05616	27	Konya Numune Hastanesi	,26296

EK-2 (Devam) Hastanelerin faktör skorlarına göre sıralanışı

Sıra	Hastane Adı	F_1		Sıra	Hastane Adı	F_2
28	Ordu Devlet Hastanesi	,04668		28	Samsun Devlet Hastanesi	,26079
29	Nigde Devlet Hastanesi	-,03230		29	Van Devlet Hastanesi	,23352
30	Rize Devlet Hastanesi	-,05937		30	Manisa Devlet Hastanesi	,20683
31	Van Devlet Hastanesi	-,07537		31	Siirt Devlet Hastanesi	,14025
32	Afyon Devlet Hastanesi	-,08693		32	Ankara Numune Hastanesi	,13836
33	Antakya Devlet Hastanesi	-,09851		33	Kilis Devlet Hastanesi	,12911
34	Bingöl Devlet Hastanesi	-,14049		34	Tekirdağ Devlet Hastanesi	,11729
35	Kütahya Devlet Hastanesi	-,17010		35	Edirne Devlet Hastanesi	,08258
36	Mus Devlet Hastanesi	-,18553		36	Artvin Devlet Hastanesi	,03788
37	Kırklareli Devlet Hastanesi	-,19057		37	Bursa Devlet Hastanesi	,03641
38	Tekirdağ Devlet Hastanesi	-,19652		38	Kütahya Devlet Hastanesi	-,01495
39	Adana Devlet Hastanesi	-,20284		39	Antakya Devlet Hastanesi	-,04209
40	Amasya Devlet Hastanesi	-,26087		40	Erzincan Devlet Hastanesi	-,09139
41	Adıyaman Devlet Hastanesi	-,27310		41	Çorum Devlet Hastanesi	-,10784
42	Karabük Devlet Hastanesi	-,29466		42	Bolu Devlet Hastanesi	-,11712
43	Sinop Atatür Hastanesi	-,31216		43	Tokat Devlet Hastanesi	-,11854
44	Aksaray Devlet Hastanesi	-,31691		44	Haydar paşa Devlet Hastanesi	-,13762
45	Yozgat Devlet Hastanesi	-,32651		45	Amasya Devlet Hastanesi	-,15703
46	Erzincan Devlet Hastanesi	-,35724		46	Balikesir Devlet Hastanesi	-,22263
47	Manisa Devlet Hastanesi	-,36946		47	Şanlıurfa Devlet Hastanesi	-,23121
48	Burdur Devlet Hastanesi	-,38716		48	Bilecik Devlet Hastanesi	-,24787
49	Kocaeli Devlet Hastanesi	-,39289		49	Erzurum Devlet Hastanesi	-,27172
50	Zonguldak Devlet Hastanesi	-,39406		50	Izmir Atatür Hastanesi	-,27398
51	Yalova Devlet Hastanesi	-,40805		51	Iğdır Devlet Hastanesi	-,34753
52	Karaman Devlet Hastanesi	-,41653		52	Afyon Devlet Hastanesi	-,34878
53	Çankiri Devlet Hastanesi	-,42053		53	Ardahan Devlet Hastanesi	-,36487
54	Nevşehir Devlet Hastanesi	-,44693		54	Mus Devlet Hastanesi	-,40082

EK-2 (Devam) Hastanelerin faktör skorlarına göre sıralanışı

Sıra	Hastane Adı	F_1		Sıra	Hastane Adı	F_2
55	Kars Devlet Hastanesi	-0,46724		55	Sivas Devlet Hastanesi	-0,4373
56	Giresun Devlet Hastanesi	-0,48055		56	K.Maraş Devlet Hastanesi	-0,49132
57	Edirne Devlet Hastanesi	-0,54433		57	Isparta Devlet Hastanesi	-0,49396
58	Düzce Tandoğ Hastanesi	-0,54763		58	Diyarbakir Devlet Hastane	-0,53797
59	Kastamonu Devlet Hastanesi	-0,57944		59	Gümüşhane Devlet Hastan	-0,56087
60	Kırıkkale Devlet Hastanesi	-0,58921		60	Antalya Devastanesilet H	-0,72073
61	Osmaniye Devlet Hastanesi	-0,63909		61	Burdur Devlet Hastanesi	-0,72268
62	Sakarya Devlet Hastanesi	-0,64403		62	Mugla Devlet Hastanesi	-0,7512
63	Bolu Devlet Hastanesi	-0,68438		63	Adiyaman Devlet Hastane	-0,85594
64	Tunceli Devlet Hastanesi	-0,69445		64	Yozgat Devlastanesiet H	-0,87979
65	Kırşehir Devlet Hastanesi	-0,71424		65	Bitlis Devlet Hastanesi	-0,88595
66	Gümüşhane Devlet Hastanesi	-0,72179		66	Kırıkkale Devlet Hastanesi	-0,92816
67	Tokat Devlet Hastanesi	-0,79763		67	Nevşehir Devlet Hastan	-0,93128
68	Siirt Devlet Hastanesi	-0,85738		68	Yalova Devlet Hastanesi	-0,96735
69	Hakkari Devlet Hastanesi	-0,86518		69	Zonguldak Devlet Hastane	-1,07667
70	Bartın Devlet Hastanesi	-0,88359		70	Aksaray Devlet Hastanesi	-1,11429
71	İğdır Devlet Hastanesi	-0,89958		71	Kars Devlet Hastanesi	-1,13961
72	Kilis Devlet Hastanesi	-0,93391		72	Bingöl Devlet Hastanesi	-1,15282
73	Bilecik Devlet Hastanesi	-0,93437		73	Hakkari Devlet Hastanesi	-1,2803
74	Artvin Devlet Hastanesi	-0,93654		74	Rize Devlet Hastanesi	-1,33863
75	Bayburt Devlet Hastanesi	-0,94975		75	Çankiri Devlet Hastanesi	-1,34623
76	Bitlis Devlet Hastanesi	-1,0339		76	Niğde Devlet Hastanesi	-1,35553
77	Ardahan Devlet Hastanesi	-1,03695		77	Karaman Devlet Hastanesi	-1,40555
78	Batman Devlet Hastanesi	-1,06902		78	Karabük Devlet Hastanesi	-1,44389
79	Mardin Devlet Hastanesi	-1,11335		79	Kirklareli Devlet Hastane	-1,53512
80	Agri Devlet Hastanesi	-1,35236		80	Sinop Devleastanesit H	-1,59576
81	Şırnak Devlet Hastanesi	-1,51226		81	Tunceli Devlet Hastanesi	-2,18722

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : KHALAF, Kamel
Uyruğu : IRAK
Doğum tarihi ve yeri : 04.03.1978 Telafar
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (543) 637 67 59
Faks :
e-mail : kmel79@yahoo.com.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi /İstatistik Bölümü	2007
Lisans	Musul Üniversitesi/ İstatistik Bölümü	1999
Lise	Telafar Lisesi	1995

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
-	-	-

Yabancı Dil

İngilizce, Arapça

Yayımlar

Hobiler

Ticaret, Bilgisayar teknolojileri