

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KENTİÇİ ULAŞIMDA FAKTÖR ANALİZİ İLE KAZA
DEĞERLENDİRMESİ**

**YÜKSEK LİSANS
Atılgan Utku SERHAT**

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Programı : Ulaştırma

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Soner HALDENBİLEN

ŞUBAT 2011

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAY FORMU

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 081131003 nolu öğrencisi Atılgan Utku SERHAT tarafından hazırlanan “**KENTİÇİ ULAŞIMDA FAKTÖR ANALİZİ İLE KAZA DEĞERLENDİRMESİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Soner HALDENBİLEN (PAÜ)
(Jüri Başkanı)

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Halim CEYLAN (PAÜ)

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Mehmet SALTAN (SDÜ)

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
23.03.2011 tarih ve 09/8 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü
Prof. Dr. Halil KARAHAN

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

İmza

: 

Öğrenci Adı Soyadı : Atılgan Utku SERHAT

ÖNSÖZ

Bu çalışmada kentiçi trafik kazalarını etkileyen değişkenler değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme yapılırken yol ve çevre karakteristiklerinin yanına ölçüm değerleri eklenerek veri seti hazırlanmış ve bu veri setiyle faktör analizi uygulanarak kazaları etkileyen faktörler azaltılmış , en önemli parametreler belirlenmiştir.

Bu çalışmanın oluşumunda yol gösterici olan, başından sonuna kadar desteğini esirgemeyen taz danışmanım Doç. Dr. Soner HALDENBİLEN'e teşekkürlerimi borç bilirim. Lisansüstü eğitimim boyunca ilerlememi sağlayan değerli hocalarım Doç. Dr. Halim CEYLAN'a ve Doç. Dr. Y. Şazi Murat'a çok teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tez çalışmamın son dönemlerinde bana odasının kapısını açan Öğr. Gör. Görkem GÜLHAN hocama ve motivasyon kaynağım, arkadaşım Jeo. Müh. Doğacan ÖZCAN'a teşekkür ederim.

Bugüne kadar benden hiçbir desteğini esirgemeyen sevgili dayım Faruk TURGUT'a teşekkür ederim.

Son olarak hayatımın en önemli parçaları olan kardeşim Alp Yiğit SERHAT'a, anneannem Fadime TURGUT'a ve dedem İzzet TURGUT'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Şubat 2011

Atılğan Utku SERHAT

İnşaat Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	ix
SUMMARY.....	x
1. GİRİŞ	1
1.1 Problemin Tanımı.....	2
1.2 Tezin Amacı.....	2
1.3 Tezin Kapsamı ve Düzenlenmesi.....	3
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. FAKTÖR ANALİZİ.....	16
3.1 Faktör Analizi Yöntemleri	17
3.1.1 Açıklayıcı faktör analizi (AFA)	17
3.1.2 Doğrulayıcı faktör analizi (DFA)	18
3.2 Veri Setinin Sınanması	19
3.2.1 Kaiser-Meyer-Olkin testi	19
3.2.2 Bartlett testi	20
3.3 Faktörlerin Elde Edilmesi	21
3.4 Faktör döndürmesi.....	21
3.4.1 Dik Döndürme yöntemleri	23
3.4.2 Eğik Döndürme yöntemleri.....	24
3.4.3 Faktörlerin isimlendirilmesi.....	26
4. ÇALIŞMA ALANI VE VERİ TOPLANMASI.....	27
4.1 Verilerin Toplanması.....	31
5. TRAFİK KAZASINI ETKİLEYEN DEĞİŞKENLERİN FAKTÖR ANALİZİYLE BELİRLENMESİ	36
5.1 Faktör Analizi Uygulaması	36
5.2 Faktör Analizi Sonuçları.....	38
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	48
KAYNAKLAR.....	49
EKLER.....	51

KISALTMALAR

AFA	: Açıklayıcı Faktör Analizi
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CFA	: Confirmatory Factor Analysis
DFA	: Doğrulayıcı Faktör Analizi
DİE	: Devlet İstatistik Enstitüsü
EFA	: Exploratory Factor Analysis
EGM	: Emniyet Genel Müdürlüğü
FA	: Faktör Analizi
HDM	: Highway Data Managment
KMO	: Kaiser – Meyer – Olkin
MSA	: Measure of Sampling Adequacy
ÖUÖ	: Örneklem Uzunluk Ölçüsü
SDA	: Sürücü Davranışları Anketi
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences

TABLO LİSTESİ

Tablolar

1.1 : Kaza istatistikleri	2
3.1 : Örnek Korelasyon Matrisi	19
4.1 : Ağda bulunan bağların uzunlukları	29
4.2 : Bağların sabah ve akşam, sağ ve sol şerit için noktasal hız ve hacim/kapasite oranları	31
4.3 : Bağlarla ilgili taşıt-km/saat değerleri (2004-2006)	32
4.4 : Trafik kazalarının sabah saatlerinde günlere göre dağılım tablosu	32
4.5 : Trafik kazalarının sabah saatlerinde aylara göre dağılım tablosu	33
4.6 : Trafik kazalarının akşam saatlerinde günlere göre dağılım tablosu	34
4.7 : Trafik kazalarının akşam saatlerinde aylara göre dağılım tablosu	34
5.1 : Birinci veri setiyle yapılan analiz için KMO ve Bartlett testi	38
5.2 : Birinci veri seti - dönüştürülmüş bileşenler matrisi	40
5.3 : Birinci veri seti için dönüştürülmüş varyans tablosu	41
5.4 : KMO ve Bartlett testi	41
5.5 : İkinci veri seti için dönüştürülmüş varyans tablosu	42
5.6 : İkinci veri seti için Dönüştürülmüş Bileşenler Matrisi	43
5.7 : Birinci veri setiyle belirlenen faktörler, sabah - akşam	45
5.8 : İkinci veri setiyle belirlenen faktörler, sabah - akşam	46

ŞEKİL LİSTESİ

Şekiller

3.1 : Faktör analizi örnek çizgi grafiği.....	21
4.1 : Çalışma ağının uydudan görünüşü.....	27
4.2 : Çalışma ağının modellenmesi.....	28
4.3 : Çalışma ağı ve ağda meydana gelen kazaların MapInfo programındaki gösterimi	30
4.4 : Seçilen kazalar ve bu kazalara ait bilgiler	30
4.5 : Cihazın asfalta monte edilmesi	31
5.1 : Veri tablosu.....	37
5.2 : Faktör analizi ayar penceresi	38
5.3 : Birinci veri seti için çizgi grafiği öz değer – bileşen grafiği	39
5.4 : İkinci veri seti için çizgi grafiği (scree plot), öz değer – bileşen grafiği.....	42
5.5 : İki veri seti arasındaki eklenik varyans yüzdeleri karşılaştırması	44
A.1 : Faktör Analizi Akış Şeması	51
A.2 : Örnek kaza tutanağı.....	52
A.3 : Trafik kazalarının sabah saatlerinde (senelik) günlere göre dağılım grafikleri (Tablo 4.4)	53
A.4 : Trafik kazalarının sabah saatlerinde (üç senelik) günlere göre dağılım grafikleri (Tablo 4.4)	53
A.5 : Trafik kazalarının sabah saatlerinde (senelik) aylara göre dağılım grafikleri (Tablo 4.5)	54
A.6 : Trafik kazalarının sabah saatlerinde (üç senelik) aylara göre dağılım grafikleri (Tablo 4.5)	54
A.7 : Trafik kazalarının akşam saatlerinde (senelik) günlere göre dağılım grafikleri (Tablo 4.6)	55
A.8 : Trafik kazalarının akşam saatlerinde (üç senelik) günlere göre dağılım grafikleri (Tablo 4.6)	55
A.9 : Trafik kazalarının akşam zirve saatlerinde (senelik) aylara göre dağılım grafikleri (Tablo 4.7)	56
A.10 : Trafik kazalarının akşam zirve saatlerinde (üç senelik) aylara göre dağılım grafikleri (Tablo 4.7).....	56

ÖZET

KENTİÇİ YOLLARDA FAKTÖR ANALİZİYLE KAZA DEĞERLENDİRMESİ

Ülkemizde ve dünya ekonomisinde maddi ve manevi çok büyük kayıplara neden olan trafik terörü önlenemez şekilde faaliyetlerine devam etmektedir. Bu durumu ortadan kaldırmak için bir çok bilimsel çalışma yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir.

Çalışmada belirlenen kentiçi ulaşım ağında meydana gelen kazalar faktör analiziyle değerlendirilmiş, kazalara etki eden faktörler belirlenmeye çalışılmıştır. Bu faktörler belirlenirken yol ve çevre karakteristiklerinden oluşan bir veri seti ve yol ve çevre karakteristiklerine trafik hacim değişkenleri eklenerek oluşturulan ikinci bir veri seti kullanılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda trafik hacim değişkenleri olmayan veri setinden elde edilen faktörler problemi % 71 oranında açıklarken trafik hacim değişkenleriyle hazırlanan veri setinden elde edilen faktörler bu oranı % 75 değerine çıkartmıştır.

Ayrıca trafik hacim değişkenleri korelasyon değerleri 0.9'un üzerinde olup en etkili kaza faktörleri olduğu ortaya konmuştur.

SUMMARY

ACCIDENT EVALUATION WITH FACTOR ANALYSIS ON URBAN TRANSPORTATION

The traffic terror, which cause major losts both material and moral to our country's and global economy, continues its uncontrollable activities. There are many scientefic studies has been done before and many of them are going on.

In the study, the accidents, which occur in the urban transportation network, evaluated by factor analysis, and the factors that effects to accidents have been tried to determine. While the factors have been determined, a data set, which consists road and environment characteristics, and another one, which has been formed by adding traffic volume parameters to road and environment characteristics, have been used.

According to analysis, the factors which are obtained from the data set, which has no traffic volume parameters, solve the problem by 71 percent. On the other hand, the factors, which are obtained from the data set, which has traffic volume parameters, solve the problem by 75 percent.

Furthermore, it is determined that the corelation values of the traffic volume paramaters are over 0.9 and these values are the most efficent accident factors among all factors.

1. GİRİŞ

Her geçen gün artan taşıt sayısı beraberinde kazalarını da artırmaktadır. Kazaların önlenmesindeki en güvenilir kaynak teknolojidir. Ancak teknolojinin gelişmesi olumlu etkilerin yanında olumsuz etkileri vardır.

Akıllı ulaşım sistemleri, otomotiv firmalarının araç tasarımı ya da imalat malzemelerindeki iyileştirmelerine karşın artan hız ve buna bağlı olarak yol tasarımındaki yetersizlik kazaların ana faktörlerinden birisidir.

Kazalar; can kaybı, sağlık sorunları ve kaza sonrasında oluşan iş gücü kaybı, dolayısıyla ülke ekonomisindeki kayıpları da beraberinde getirmektedir.

Ayrıca, kazalar; kişilere, işletmeciler kuruluşa ve topluma maddi ve manevi kayıplar verdiren ve bazı kayıpların telafi edilemediği olumsuz etkilere de yol açmaktadır.

Kazaların temel unsurları; insan, taşıt ve yol ile bu unsurların etkileşimidir.

Trafik kazaları etüt çalışmaları; trafik güvenliğini sağlamak için alınabilecek önlem ve iyileştirme çalışmalarının belirlenerek, kazaların önlenmesi amacıyla yapılır. En önemli verisi kaza istatistikleridir.

Kazalar;

- İki taşıtın çarpışması
- Taşıt ile yayanın çarpışması,
- Taşıt ile hayvan ya da sabit engelin çarpışması, gibi nedenlerle oluşur.

Tablo 1.1 değerlendirildiğinde 2000 - 2009 yılları arasında trafik kazalarında belirgin artışlar olduğu gözlenmektedir. 2009 yılı itibariyle trafik kazaları sonucu her yıl 4000'den fazla insanımız hayatını kaybediyor, 200 000'den fazla insanımız yaralanıyor ya da sakat kalıyor (Emniyet Genel Müdürlüğü- Trafik Hizmetleri Başkanlığı).

Ayrıca trafik kazalarındaki yıllık maddi kaybın 1 560 000 000 TL'den fazla olduğu tahmin ediliyor.

Tablo 1.1 : Kaza istatistikleri

YILI	KAZA SAYISI	ÖLÜ SAYISI	YARALI SAYISI
2000	500.664	5.566	136.406
2001	442.960	4.386	116.202
2002	439.958	4.169	116.045
2003	455.637	3.959	117.551
2004	537.352	4.427	136.437
2005	620.789	4.505	154.086
2006	728.755	4.633	169.080
2007	825.561	5.007	189.057
2008	950.120	4.236	184.468
2009	1.034.435	4.300	200.405

Kazaları analiz etmek için birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların temelinde istatistiksel yöntemler vardır. Bu çalışmada da istatistiksel yöntemlerden biri olan faktör analizinden yararlanılmıştır.

1.1 Problemin Tanımı

Dünyada ve ülkemizde maddi ve manevi zararları inanılmaz boyutlara ulaşan trafik kazalarının etkili faktörlerinin bulunması problemin temelidir. Problemin tanımı trafiği oluşturan elemanların - insan, araç ve çevre - incelenen yol ağındaki kazaların en etkin faktörlerini belirlemek olarak yapılabilir. Tabiki bu faktörler de kendi aralarında bileşenlerden oluşur ve temel problem de burada başlar.

1.2 Tezin Amacı

Bu tez çalışmasında, trafik kaza parametreleri; yol geometrik verileri ile trafik hacimleri arasında faktör analizi kullanılarak etkili parametreleri belirleyip trafik güvenliğinin artırılması amaçlanmaktadır

Çalışmada değerlendirilecek değişkenler şunlardır: saat, gün, ay, yıl, yol tipi, yol bölünmesi, meskun mahal, kazaya karışan araç sayısı, kazanın oluşmu, hava durumu, gün durumu, trafik ışığı, aydınlatma, şerit çizgisi, yaya kaldırımı, trafik işaretlemesi, yol çalışması, görüşe engel cisim, yolda yön, kaplama türü, kaplama genişliği, yol

yüzeyi, yatay güzergah, düşey güzergahi, kavşak, geçitler, maddi hasar, sürücü yaşı, cinsiyet, öğrenim durumu, alkol gibi trafik kaza tutanaklarından elde edilen yol geometrisine ve sürücülere ait parametreler ile link uzunluğu, taşıtkm, noktasal hız, hacim, q/c oranı gibi ölçüm parametreleridir.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde birçok problemin çözümü için uygulanabilen yöntem olan Faktör Analizi'nin trafik kazalarını değerlendirmek için en uygun yöntemlerden biri olduğu anlaşılmıştır. Çünkü trafik kazalarının çok fazla bileşenden meydana geldiği ortadadır. Sadece trafik kaza tutanaklarında bile kırktan fazla değişken varken bunlarla birlikte ölçüm değerleri hız, hacim, yoğunluk, link uzunluğu gibi parametrelerde ele alınarak çok geniş bir veri seti elde edilmiştir. Analizde kullanılacak olan kazalar için bütün bu değişkenlerle oluşturulan veri setinde çok fazla değer ortaya çıkacaktır. Bu kadar fazla değerle uğraşırken etkili parametreleri bulmanın günümüzdeki en güvenilir tekniklerinden biri faktör analizidir.

1.3 Tezin Kapsamı ve Düzenlenmesi

Tez kapsamında trafik kazaları ve faktör analizi ile ilgili yapılan çalışmalarla birlikte yapılan faktör analizi uygulamaları vardır. Birinci bölümde giriş kısmı bulunmakta olup bu kısımda problem tanımlanmış, tezin amacı ve düzenlenmesi hakkında bilgi verilmiştir. İkinci bölümde trafik kazalarıyla ilgili daha önce yapılan çalışmalar incelenmiştir. Üçüncü bölümde istatistiksel analiz yöntemi olan faktör analizi hakkında bilgi verilmekte ve faktör analiz yöntemleri anlatılmaktadır. Dördüncü bölümde çalışma alanı ve bu alanda bulunun kavşaklar ve linkler üzerinde veri toplanması işlenmiştir. Beşinci bölümde faktör analizi uygulamaları yer almaktadır. Son bölüm olan altıncı bölümde sonuç ve önerilerden bahsedilmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ülkemizin ve dünyanın en büyük sorunu olan trafik kazalarında verdiğimiz kayıplar teröre verdiğimiz kayıplarından daha büyüktür. Bu sorunun çözüm çalışmaları eskilere dayansa da en önemli gelişmeler bilgisayarın hayatımıza girmesiyle başlamıştır ve son dönemlerde istatistik programlarının da yardımıyla kazaların sebepleri saptanmaya başlamıştır.

Trafik kazalarına bakmadan önce trafiği tarif etmek gerekir. Trafik: 'toplumun davranışlarını, karakterini ahlak ölçülerini en net şekilde sergileyen, bir defalık veya günlük olmayıp her gün tekrarlanan davranışlar zinciri haline gelmiştir (Trafik Kazalarını Önleme Derneği-1959).

Bu bölümde önce trafik kazaları ilgili yapılmış olan çalışmalar daha sonra ise faktör analiziyle ilgili çalışmalar özetlenmiştir.

Trafik kaza verilerini derleme işlemi ülkemizde 1955'te başlamıştır. Bu tarihten 1988'e kadar Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE) tarafından hazırlanan formlarla derlenen veriler bu tarihten sonra Emniyet Genel Müdürlüğü (EGM) Bilgi İşlem Daire Başkanlığı tarafından DİE'ye ulaştırılmıştır.

Trafik kazalarının nedenleri araştırılırken yapılan ilk çalışmalar spesifikti (Yol güvenliği – karp yarı çapı, kaza oranı - görüş mesafesi, kaza sayısı – şerit genişliği vb). Olayları daha kapsamlı inceleme fikri ve teknolojinin (bilgisayarlar, ölçüm cihazları...) gelişimiyle problemi oluşturan bütün etmenler birlikte ele alınarak en doğru sonuç, buna bağlı olarak da optimum çözüm gittikçe daha yakınımıza gelmektedir.

Baldwin' in (2001), ABD'deki yollarda yaptığı araştırmaların sonucuna göre;

- 5000 araç/gün'den daha küçük trafik hacmine sahip yollarda kurb yarıçapı arttıkça kaza oranının azaldığı
- Küçük yarıçaplı tek bir kurb, aynı yarıçaplı fakat birbirini takip eden çok sayıdaki kurblardan daha riskli olduğu

- Kurb sıklığı ($L < 600$ m için) arttıkça kaza oranının azaldığı görülmüştür. Kurbların varlığı (özellikle sapma açısı büyük, kurb boyu kısa ve kurb yarıçapı küçük) ve sıklığı kaza potansiyelini büyük ölçüde artırmaktadır.

Krebs ve Kloeckner (2004)' in Almanya'da ve Lamm ve Choueiri (1993)' nin ABD'de yaptığı kaza etütlerinin sonucuna göre, kaza oranı ile kurb yarıçapı ilişkisinden;

- Kurb yarıçapı arttıkça kaza riski azalmakta
- $R > 400$ m olan kurblarda yol güvenlik artışı oldukça az olmakta
- $R=350\sim400$ m iken yollardaki minimum kaza oranı sağlanabilmekte, gibi genel sonuçlar çıkartılabilmektedir.

Knoflacher (2000), iki şeritli Avusturya karayollarında yaptığı araştırmalarda trafik hacminin 6.000 ila 6.500 araç/gün olduğunda minimum kaza oranının olduğunu ve daha az trafik hacminde tek araç ama daha fazla trafik hacminde çoklu araç kazalarının daha fazla olduğunu ortaya koymuştur.

Saplıoğlu ve Karaşahin (2010), şehiriçi kontrolsüz eş düzey kavşak kazalarını etkileyen unsurların değerlendirilmesi için bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada şehiriçi sinyalizasyonsuz kavşak kazalarının oluşmasına sebep olan insan unsuru ve araç unsuru hariç, yol ve çevre unsuru, özellikle kavşak geometrik özellikleri ile kazalar üzerindeki etkilerinin tümü ayrıntılı olarak incelenmiştir. Literatür incelemeleri sonucunda, çalışmada karşılaşılan asıl problemin, verilerin içindeki korelasyonun tespit edilme ihtiyacı olduğu ortaya çıkmıştır. Bu etki değerlerinin doğru tespit edilmesi gerekliliği önem kazanmıştır. Literatürden kavşak kollarına giren trafik akımının diğer değişkenlerle güçlü bir korelasyona sahip olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuç değerleri kullanılarak şehir içi sinyalizasyonsuz kavşaklarda olması gereken ideal sınır değerleri elde edilmiştir.

Chirtensen ve Ragnoy'un (2006) İsveç Yol ve Ulaşım Enstitüsü için yapmış oldukları çalışmada tekerlek izi derinliği ile kaza riski arasında lineer olmayan bir ilişki tespit edilmiştir. Tekerlek izi derinliği artışı ile kaza riskinin artış gösterdiği fakat bu yükselişin her türlü kaza için olmadığı bulunmuştur. Literatürde karşılaşılan,

üstyapı bozulmaları arasında kuma, cilalanmış ağrega ve tekerlek izi oturması özellikle kavşak güvenliğini doğrudan etkileyen durumlardır. Çünkü bu nedenlerle kaplamanın kayma direnci azalır, sürüş güvenliği ve duruş görüş uzunluğu olumsuz etkilenmektedir.

Murat vd. (2003) çalışmalarında, trafik işaretlemeleri ve yönetim tekniklerinin trafik güvenliğine etkilerini araştırmışlar ve bu kapsamda Denizli kentindeki trafik yönetim tekniklerini ve trafik işaretleme uygulamalarını incelemişlerdir. Toplu taşımacılık duraklarının düzenlenme biçimlerini, trafik yavaşlatma uygulamalarını ve bazı kavşak düzenlemelerin uygunluğunu trafik güvenliği açısından araştırmışlardır. Çalışmanın sonucu olarak;

- Sinyalize olmayan kavşaklarda işaretleme eksikliğinin bulunduğu belirlenmiştir.
- Otobüs duraklarının düzenlenmesi konusunda sorunlar gözlemlenmiştir.
- Sinyal faz planlamalarının düzenlenmesinde yaya ve taşıt trafiğinin karşılaştırılmaması gerekliliği göz önüne alınmamış olduğu gözlemlenmiştir.
- Okul önlerindeki trafik yavaşlatıcı tümseklerin TSE tarafından belirlenen standartların dışında kaldığı;

Yavaşlatma uyarı levhalarının çoğunlukla yerleştirilmediği ve bazı trafik yavaşlatma uygulamalarının yansıtıcı özelliği bulunmamasından dolayı arkadan çarpma kazalarının artabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Akkaya ve Altıntaş (2001), 1989–1999 arasındaki süreçte Türkiye’deki kazaları zaman serisi ve regresyon analiziyle değerlendirmişler ve sonuç olarak trafik kazalarındaki en önemli etkilerin yolların yetersizliği araç sayısındaki hızlı artış ile uykusuz, yorgun, alkollü araç kullanmak olduğu kanısına varmışlardır.

Camkesen ve Bayrakdar (1999), kaza alan analiz yöntemiyle D100 karayolu Tuzla - Göztepe arasındaki kesimde çalışmalarını yapmışlar ve sonuç olarak kaza sebepleri şu şekilde sıralanmıştır:

- D100’e katılımlarda, hızlanma şeritlerinin yeterli uzunlukta olmaması, ayrımların ise sürücülere çok daha önceden ve anlaşılır biçimde verilmemesi,
- D100’e giriş ve çıkışların kontrolsüz şekilde yapılması,

- Boyuna eğimin yüksek olduğu rampalarda tırmanma şeritlerinin yetersiz kalması,
- Güzergah boyunca yolcu taşımacılığı yapan otobüs, minibüs, taksi gibi araçların, trafik akışını engelleyecek şekilde indirme, bindirme ve bekleme yapmaları,
- Dere düşey kurpta bulunan yaya üst geçitlerinde yeterli görüş mesafesinin sağlanamaması,
- Eşdüzey ve katlı kavşaklardaki projelendirme hataları ve işaretlendirme eksiklikleri,
- Karayolunda yaya hareketlerinin kontrol altına alınmaması,
- Yolu kullanan araçlar arasındaki hız farkları ve aşırı hızı önleyici tedbirlerin alınmaması,
- Yol kenarındaki bariyerlerin sürekliliği sağlanamadığından, benzin istasyonu, sanayi tesisleri gibi yapılardan D100'e yapılan kontrolsüz giriş ve çıkışlar.

Sarçbaşı ve Aktaş (2003), trafik kazalarının nedenlerini istatistik modellerle incelemişler ve bu incelemeyi yaparken 1998-2000 yılları arasında kazaya neden olan sürücülerin yaşı, cinsiyeti, öğrenim durumu, kullandığı aracın özelliği ile birlikte kaza zamanı, yeri hava koşulları verileriyle çok boyutlu çapraz tablolar oluşturmuşlardır. Oluşturulan tablolar logaritmik doğrusal modeller ve bazı çok değişkenli çözümleme yöntemleriyle incelenmiştir.

Öğrenim durumu ve kaza sonucu incelemesi sonucunda 35-55 yaş grubu ve ilkokul mezunu sürücülerin ölümlü ve yaralanmalı kazalarda etkin oldukları anlaşılmıştır. Ağır vasıta sürücülerinin otomobil sürücülerine göre daha yaşlı ve daha alt düzeyde öğrenimli oldukları görülmektedir.

Tuncuk (2004), coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla 1998-2002 yılları arasında Isparta ilindeki trafik kazalarının yoğun olduğu bölgeler ve kaza kara noktalarını Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kullanarak belirlemiştir. Tespit edilen kara noktalardaki kaza nedenlerini bulabilmek için, tek tek verileri incelemektense bir bütün olarak tabakalarda sorgulamayla istenilen sonuca ulaşmak daha kolay olmuştur. Böylece trafik kaza tespit tutanaklarında yer alan 62 kolonluk kaza bilgilerine ulaşılabilmiştir.

Karakaş vd. (2003), Elazığ kentindeki trafik kazalarını CBS ortamında haritalamış ve analiz etmişlerdir. Çalışmada CBS ortamında 2001 yılındaki karakol kayıtlarına göre Elazığ şehrindeki trafik kazalarının dağılım haritaları yapılmıştır. Kazalar çeşitli değişkenlere göre incelenmiş ve trafik kazalarının dağılışı, şehrin mekansal arazi kullanımı ve yol güzergahları ile ilişkilendirilmiştir. Üretilen tematik harita analizleri sonucunda kazalarla şehir içi arazi kullanımı arasında doğrudan ve dolaylı ilişkiler ortaya çıkmıştır.

Tatil dönemi ve yaz aylarında kaza oranlarının arttığı, hafta içi ve hafta sonu arasında farklılaşmaların olduğu görülmüştür. Ayrıca kazaların 5 - 21 saatleri arasında artışı, 21 - 5 saatleri arasında ise azalışı olduğu sonucuna varılmıştır. Kazaların doğu-batı güzergah ulaşım akslarında arttığı kuzey-güney güzergah hatlarında ise azaldığı ve 30 yaş altı yaş grubundaki sürücülerin kaza yapma oranının yüksek olduğu görülmüştür.

Kara nokta iyileştirme programı, kazaların meydana gelişlerini duyarlı olarak ele alabilen bir güvenlik geliştirme programı tipidir. Aslında, bu tarz programların uygulaması, gelişen ülkelerde mevcut olmayan veya limitli olan, ilgili kaza verilerine ihtiyaç duymaktadır. Bunun için Kowtanapanich vd. (2005), çalışmalarında bu engelin üstesinden gelen destekleyici bir yaklaşımı (halk katılımı yaklaşımı) ele almışlardır. Amaçlanan, Kaza Halk Katılım Programı çerçevesi sayesinde, kara noktaların tanımlanmasına katkıda bulunmada bir halk katılımı yaklaşımının nasıl kullanılabileceğini göstermektir.

Derici (2010), tez çalışmasında, Denizli’de bir kentiçi ulaşım ağındaki bağlar için Tehlike İndeksleri hesaplamış ve Risk derecelendirmesi yapmıştır. Önceki çalışmalarda var olan veri eksikliği giderilmek amacıyla, analizde kullanılmak üzere, bağlar üzerinde, sabah ve akşam zirve saatlerinde hız ve hacim ölçümleri yapılmıştır. Yapılan Risk Analizi ve Derecelendirilmesi sonucunda; Tehlike İndeksi metodunun trafik kaza analizlerinde kullanıma uygun olduğu ve kazalara tamamen engel olamasak da en aza indirgeyebilmek için neler yapılabileceğini bize gösterebileceği ortaya konmuştur.

Ayrıca bu çalışma sonucunda trafikteki noktasal hız, hacim, kapasite gibi verilerin tehlike indeksleriyle teker teker ilişkisi incelendiğinde; bu faktörlerin Tehlike İndekslerinin büyüklükleriyle kendi başlarına bir ilişkisinin olmadığı görülmüştür.

Bu sonuç bize; kazaların tek bir faktör değil, birçok faktörün bileşkesi sonucu meydana gelişinin Tehlike İndeksi değerine de yansıdığını kanıtlamaktadır. Seyahat hızının ise, risk ile ters orantılı bir ilişkisinin olduğu saptanmıştır. Bunun “seyahat hızı arttıkça risk’in azaldığı” anlamına gelmediği belirtilmektedir. Yoğunluk artışından dolayı seyahat hızının azaldığı ama kaza riskinin arttığı açıklanmaktadır.

Ateş vd. (2003), Ankara çevre yolu üzerinde yer alan kavşakların ve bu kavşaklara ait bağlantı rampalarının güvenlik problemlerini araştırmak ve güvenliği artırıcı önlemleri ortaya koymak için bir çalışma yapmışlardır. Bunun için on beş adet kavşak ve kavşaklar arası kesimler, toplanan bilgilerle değerlendirilmiştir. Yapılan istatistiksel testler, kavşakların bağlantı yollarındaki kaza sayıları arasındaki farkın rastlantısal olmadığını, bazı noktaların diğerlerinden daha tehlikeli olduğunu ortaya çıkarmıştır (kaza kara noktaları). Bu noktalar kaza sayıları ve kaza oranları açısından incelendiğinde, en tehlikeli noktaların otoyolları devlet yoluna bağlayan kesimlerde olduğu bulunmuştur. Ayrıca kaza oranlarının, trafik akımı yol güvenlik tesisleri, yol eğimi ve geometrisiyle ilişkili olduğu ortaya çıkmıştır.

Çalışmadaki kazaların sebepleri arasında aşağıdaki faktörlerin etkili olduğu görülmüştür;

- Sürücülerin otoyol kültürü hakkında yeterli bilgi birikiminin olmaması,
- Bazı yerlerde sinyalizasyon ve işaretleme eksikliği olması,
- Görüş mesafesinin bazı yerlerde yetersiz olması,
- Arazi kamulaştırma problemleri yaşanmış ve buna bağlı çevre faktörlerine dayalı olarak proje geometrinde kısıtlamalara gidilmek zorunda kalınmış olması.

Arı ve Haktanır (2003) Kayseri ilindeki kaza kara noktalarını incelemişlerdir. Alınan tedbirler ve sonuçları ile bu noktalardaki trafik güvenliğine yönelik mühendislik uygulamalarını anlatmışlardır. Dünyadaki teknolojik ilerlemeler ve altyapı eksiklerinin giderilmesi sayesinde trafik kazalarının azaltılmasında son noktaya gelindiğinde insan dışındaki faktörlerin değişmesine rağmen daha fazlasının başarılamayacağı fark edildiğini ortaya koymuşlardır. Kazaların % 90'ının insan hatasından kaynaklandığı çok sık söylene de bu faktörün geri planda kaldığını

vurgulamışlardır. Ayrıca bu çalışmanın diğer bir sonucu da şudur: kaza kara noktaları için analize tabi tutulacak yol kesim mesafeleri genellikle 1 km alınmaktadır. Bu mesafe içerisinde meydana gelen kazalar toplu olarak ele değerlendirilmektedir. Üzerinde çalışılan bu mesafe, kaza potansiyeli olarak yüksek bulunmuşsa burada daha ayrıntılı analiz yapılarak gerçek noktanın bulunması gerekmektedir. Aksi takdirde yapılacak olan iyileştirme çabaları çözüm olmayabilecektir.

Özgan (2008), karayolu araç tipi ve kaza şekilleri ile kaza sonuçları arasındaki ilişkilerin analizini yapmıştır. Bu amaçla, D100/11 karayolunda 2000-2004 yılları arasında meydana gelen toplam 783 trafik kaza raporu incelenmiştir. Her bir kaza için araç tipleri, kazanın oluş şekli, ölü ve yaralı sayıları belirlenmiştir. Elde edilen veriler tablo haline getirilmiş ve SPSS programı kullanılarak çoklu lineer regresyon, korelasyon ve varyans analizleri yapılmıştır. Araç tiplerine bağlı olarak kaza sayısı, ölü sayısı ve yaralı sayılarının tahmin edilebilmesi için tahmin modelleri oluşturulmuştur. Sonuç olarak, araç tipi ile ölümlü kazalar arasındaki ilişkide, 0,49 ilişki düzeyiyle kamyonet birinci sırada ve 0,43 ile kamyon ikinci sırada yer alırken 0,21 ile otobüs son sırada yer almıştır. Araç tipi ile yaralanmalı kaza arasındaki ilişki de 0,90 ile otomobil ve 0,82 ile kamyonet ilk iki sırada yer alırken, 0,26 ile bisiklet son sırada yer almıştır. Kazaya neden olma açısından 0,92 ile otomobil ve 0,77 ile kamyonet ilk iki sırada yer alırken 0,23 ile bisiklet son sırada yer almıştır. Kazaların oluş şekli ile araç tipleri arasındaki ilişkide, 0,867 ile çarpışma şeklindeki kazalarla otomobil, 0,59 ile devrilme ve kamyon ilk iki sırada yer almıştır. Ölümlü ve yaralanmalı kazalarla çarpışma şeklinde olan kazalar arasındaki ilişki 0,915, duran cisme çarpma 0,743, devrilme 0,719, duran araca çarpma 0,679 ve yoldan çıkma 0,648 olarak belirlenmiştir.

Şekerler (2008), trafik kazalarını elde ettiği verileri kümeleme analizine tabi tutarak değerlendirmiştir. Bunun için klasik ve bulanık kümeleme yöntemleri ele alınmış olup, bu yöntemler ile Denizli kenti için 2004, 2005 ve 2006 yıllarına ait elde edilen trafik kaza verileri kümelerine ayrılarak incelenmiştir. Kümeleme sonucunda, küme merkezlerine yakın bölgelerdeki trafik kazalarının daha yoğun olduğu noktalar kara nokta olarak belirlenmiştir. Belirlenen kara noktalar kendi içinde incelenip kaza nedenleri ortaya konmuştur.

Yılmaz ve Gödelek (2003), trafik kazaları ve kişilik özelliklerini incelemişlerdir. Nevrotiklik- dışa dönüklük, saldırganlık, stres gibi kişisel özelliklere sahip sürücülerin kazaya karışma olaylarıyla ilgili incelemelerde bulunmuşlardır. Sürücülere ait kırmızı ışıkta geçme, arkadan çarpma, geçme yasağı ihlali, şerit ihlali, alkollü araç kullanma, aşırı hızla araç kullanma, dur işaretine uymama, hatalı yük ve yolcu taşıma-indirme gibi kusurlarla meydana gelen kazaları değerlendirmişlerdir.

SCL 90 – R (psikolojik belirti arama) ölçeğinin obsesif- kompulsif belirtiler, kişiler arası duyarlılık, depresyon, anksiyete, saldırganlık, paranoid düşünceler alt testlerinden alınan puanlarda kaza yapan ve yapmayan grup arasında anlamlı bir farklılık bulmuşlardır. Bu bulgulara paralel olarak A/B tipi davranış örüntüsü ve strese yatkınlık faktörleri ölçeklerinden alınan puanlar açısından da kaza yapan ve yapmayan gruplar arasında anlamlı bir farklılaşma mevcuttur.

Aarts ve Schagen (2006); “Sürüş Hızı Ve Trafik Kaza Riski” konusunda bir inceleme yapmışlardır. Bu çalışma sonucunda; “Hız” ve “Kaza Oranı” arasında, sırasıyla, bir “eksponensiyel fonksiyon” ve bir “üssel fonksiyon” için bağlantı bulmuşlardır. Her iki çalışmada da; küçük yollardaki hız artışının büyük yollardaki hız artışından, kaza oranını daha hızlı artırdığı kanıtlanmıştır. Bir başka ayrıntılı seviyede de; şerit genişliği, kavşak yoğunluğu ve trafik akımının hız-kaza oranı ilişkisini etkilediği görülmüştür. Diğer çalışmalar hız dağılımıyla ilgilenmiş ve hız dağılımının da kaza oranının belirlenmesinde önemli bir faktör olduğunu ortaya konmuştur.

Buraya kadar trafik güvenliği hakkında yapılan çalışmaların bazıları özetlenmiştir. Literatürdeki bazı çalışmalar karp yarıçapı – kaza oranı, hacim – kaza riski, hız - kaza oranı gibi çalışmalar olup yol ve çevre karakteristikleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bazı çalışmalarda ise kişilik özellikleri – kaza oranı, öğrenim durumu – kaza oranı gibi analizler yapılarak sadece insan faktörü kullanılmıştır. Çalışmalardaki genel eksiklik, kazayı etkileyen değişkenlerin aynı anda değerlendirilmemesi olmuştur. Faktör analizi ile bu eksiklik giderilmeye çalışılmıştır.

Faktör Analizi 20. yüzyılın başlarında Spearman tarafından geliştirilen bu yöntem mühendislik, psikoloji, sağlık, işletme... gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bu kısımda Faktör Analiziyle ilgili çalışmalar yer almaktadır.

Sümer vd. sürücü davranışlarının kaza riski üzerindeki rolünü incelemişlerdir. Trafik psikoloji kapsamında yapılan çalışmalar ihlal ve hatalarının en temel olumsuz sürücü

davranışları olduklarını ve özellikle ihlallerin tutarlı olarak kaza yapma sıklığını kestirdiğini göstermiştir. Olumsuz sürücü davranışlarını sürücülerin kendi ifadelerine dayanarak ölçmeye yönelik araştırmalar, Reason vd. (1990) geliştirdiği Sürücü Davranışları Anketi (SDA) ile başlamış ve bu anket çok sayıda ülkede farklı sürücü grupları üzerinde sınanmıştır.

Sümer vd.'nin araştırmasının temel amacı geniş bir sürücü örneklemini kullanarak SDA'nın Türk sürücülerini için faktör yapısını, norm değerlerini ve yordayıcı gücünü incelemektir. İkinci amaç ise sürücü becerilerinin adı geçen olumsuz davranışlarla olan ilişkisini incelemektir. Diğer ülkelerdeki çalışmalardan farklı olarak, ihlallerin yanı sıra, kabaca ihmal boyutuna karşılık gelen dikkatsizlik ve dalgınlık boyutunun Türk sürücüler için kaza riski taşıdığı bulunmuştur. Bu sonuç Türkiye'de önceden kestirilmesi zor olan ve dikkatsizliğe ve dalgınlığa karşı çok fazla toleransı olmayan trafik ortamının dolaylı bir etkisi olarak yorumlanabilir. Gelenekselleşmiş trafik güvenliği kültüründen yoksun ve kurallara uymamanın alışkanlık haline geldiği Türkiye'de yüksek düzeylerde dikkatsizlik ve dalgınlık, bir anlamda başkaları tarafından yaratılan risklere karşı korumasız olma anlamına gelebilir. Diğer bir deyişle trafik ortamında diğer sürücülerin ihlallerinin yol açtığı yaygın risk karşısında sürücülerin dikkatsizlik ve dalgınlığı ciddi bir risk faktörü oluşturabilir.

Bu nedenle dalgınlık faktörünün yordayıcı gücü diğer ülkelere oranla bizim ülkemizde daha yüksek olması beklenebilir. Araç kullanma becerisi yüksek ancak güvenli sürücülük becerisi düşük olanların kaza, ihlaller ve alınan ceza bakımından önemli bir risk grubunu oluşturduğu görülmektedir. Özellikle, güvenli sürücülük davranışlarının gösterilmediği durumlarda sürücülerin trafikteki olası tehlikelere dikkat edemedikleri ve bunun sonucu olarak "yolu okuma" becerilerinin de zayıfladığı bilinmektedir. Ayrıca, bu tür sürücüler araç kullanmayı kendilerini ve statülerini vurgulama aracı olarak kullanma eğilimine girmektedirler. Bu durumda da, taşıt kullanmak, ulaşımın ötesinde anlamlar ifade etmekte ve başta abartılı özgüven ve kontrol illüzyonu olmak üzere, risk taşıyan diğer psikolojik süreçler devreye girerek kaza yatkınlığını artırmaktadır. Türkiye gibi yerleşik bir trafik güvenlik kültürüne ve çerçevesi çok iyi çizilmiş, uzun vadeli ulaşım güvenliği sistemine sahip olmayan ülkelerde insan faktörünü, sadece bireysel sürücü özellikleri temelinde incelemek doğru değildir. Sapkın sürücü davranışlarını pekiştiren, bazen de tetikleyen trafik ortamına ilişkin özellikler kapsamlı olarak ele alınmalıdır.

Etkileşimsel model kapsamında kazalarda insan faktörü, trafik ve ulaşım sisteminin bir parçası olarak ele alınmalı ve incelenmelidir. Bu bağlamda başta trafik denetleme konusu olmak üzere, diğer psiko-sosyal etmenler ve yasal düzenlemelere ilişkin sorunlar da bu kapsamda ele alınmalıdır.

Özkan ve Lajunen (2003), genç sürücülere göre trafik kazalarının nedenlerini incelemişler ve kaza yapmış sürücülerin, yapmış oldukları kazalara neden olarak gösterdikleri faktörler katılımcılara liste halinde verilmiştir. Kendi araç kullanma tarzlarını düşündüklerinde bu faktörlerin yapmış oldukları veya olabilecekleri kazalardaki olası etkisi sorulmuştur. Çalışmanın amacı, beyan edilmiş olan kaza nedenlerini Genç Türk sürücü örneklemini üzerinde uygulayarak temel boyutları bulmak, oluşturulan bu boyutların, araç kullanma tarzı, trafik cezaları ve kazaları ile ilişkisini genç sürücü grubu üzerinde incelemektir. Bu çalışmanın verileri, faktör analizi, kovaryans ve regresyon yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir.

Bulgular, trafik kazalarının nedenlerinin 4 ana boyutta (Sürücünün kendisinden kaynaklanan, diğer sürücülerden kaynaklanan, çevre-aracı kaynaklı nedenler ve kader) toplandığını ortaya koymuştur. Kaza yapmış olanlar ile kaza yapmamış olanlar bu boyutlardan sadece çevre-aracı boyutunda anlamlı olarak farklılık göstermiştir.

16 madde üzerinde yapılan ve “direct oblimin yöntemi” kullanılarak yapılan faktör analizi, ölçeğin bu örneklem üzerinde dört faktörden oluştuğunu göstermiştir. Faktör analizi sonucunda; araç kullanma becerilerinin yetersizliği; genç sürücü örneklemini tarafından trafik kazalarının olası nedenlerinden biri olarak görülmemiştir. Sürücülerin alkollü araç kullanması; hem diğer sürücülerden kaynaklanan nedenler boyutunda hem de çevre-aracı boyutunda yüksek madde yükleriyle temsil edilmiştir. Bulgular, sürücülerin yıllık kat ettikleri yol, hatalar dışında bütün ölçüt değişkenler için, ehliyet süresi de trafik kazaları ve cezaları için anlamlı düzeylerde yordayıcı güce sahiptir. Dolayısıyla, sürücülerin kat ettikleri yıllık yol-km arttıkça daha fazla kaza yapma, ceza alma ve riskli sürücü davranışlarında bulunma eğiliminde oldukları görülmektedir. Ancak, araç kullanma tarzı, yıllarla birlikte oluşmaktadır, ama sürücülük deneyiminin artmasıyla beraber daha güvenli bir hal alacağı anlamına gelmez. Pratik yapmak ve çeşitli trafik koşul ve ortamlarına daha fazla maruz kalmak tahmin edilebileceği gibi becerilerde gelişmeye yol açacağı gibi aynı zamanda

bireyin araç kullanma üzerindeki kontrolünün artmasına ve güvenliğe olan ilginin azalmasına, dolayısıyla daha riskli sürücülük tarzına yol açabilecektir.

Manga ve Murat (2009), Denizli kentindeki kara noktalarda (Adliye, Çınar, Ulus, Hastane-Merkez Efendi kavşakları) 2004–2005–2006 yılında meydana gelen trafik kazalarını faktör analizi yöntemiyle incelemiştir. Kazalar, SPSS programı kullanılarak faktör analizi yapılarak sınıflandırılmış ve kazalara sebep olan etkili faktörler belirlenmiştir. Etken faktörler; platform özellikleri, çevresel faktörler, sürücü öğrenim durumu, kaplama ve yol geometrik özellikleri, zaman faktörü, güvenli duruş ve görüş mesafesi ile ilgili faktörler biçiminde sınıflandırılmıştır. Ulus kavşağında faktör analizi ile kaza değerlendirmesi sonucunda 20 değişken arasından 4 faktör seçmiştir. Bu 4 faktör toplam varyansın %84.559 unu açıkladığı görülmüştür.

Tonta (2008), Kişiyi popüler yapan özellikler nelerdir konusunu incelemiş ve buna bağlı değişkenler olarak,

- toplumsal beceriler,
- bencillik,
- başkalarının o kişiye ilgi göstermesi,
- o kişinin başkaları hakkında konuşması,
- o kişinin kendisi hakkında konuşması,
- yalan söyleme, seçmiştir.

Yapılan analiz sonucunda aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur ;

Bir kişinin toplumsal becerileriyle o kişinin başkaları hakkında konuşması ve o kişiye başkalarının ilgi göstermesi birbiriyle ilişkilidir. Yani kişinin toplumsal becerileri arttıkça daha ilginç ve konuşkan biri olma ihtimali artmaktadır. Öte yandan, kişiler kendileri hakkında ne kadar çok konuşuyorsa bencil olma ve yalan yapma ihtimalleri de o derecede artmaktadır. Yani bencillikle yalan söyleme ve kendi hakkında konuşma arasında bir ilişki vardır. Sonuç olarak, ilk faktör sosyal olup olmamaya, ikinci faktör ise başkalarına karşı davranışlarla ilgilidir. Bu nedenle kişinin popülaritesi sadece sosyal olmasıyla değil, başkalarına karşı davranışıyla da ilgilidir.

Bir sonraki bölüm olan üçüncü bölümde Faktör Analizi yöntemleri ve işleyişi açıklanacaktır.

3. FAKTÖR ANALİZİ

Faktör analizi (FA) ilk önce psikolojik alanında zeka testlerinin analizi amacıyla kullanılmıştır. Daha sonraları, insan davranışı ve yeteneklerinin psikolojik nedenlerini matematiksel modellerle açıklamak ve kestirmek için uyulanmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Son yıllarda bilgisayarların devreye girmesi, FA'da yeni kavram ve tekniklerin geliştirilmesini artırmış ve bu analizin sadece psikolojik alanda değil, diğer bilim dallarında da oldukça yaygın bir şekilde uygulanmasını kolaylaştırmıştır. FA'nın uygulandığı bilim dalları arasında şunlar sayılabilir.

*Psikoloji	*Uluslararası İlişkiler	*Eğitim
*Sosyoloji	*Ekonomi	*Fizyoloji
*Meteoroloji	*Haberleşme	*Sınıflandırma Bilimi
*Siyaset Bilimi	*Biyoloji	*Kaza Araştırmaları
*Coğrafya	*Yer Bilimi	*Endüstri
*İşletme	*Tıp	*Mühendislik

FA, birbirleriyle ilişkili veri yapılarını birbirinden bağımsız ve daha az sayıda yeni veri yapılarına dönüştürmek, bir oluşumu, nedeni açıkladıkları varsayılan değişkenleri gruplayarak ortak faktörleri ortaya koymak, bir oluşumu etkileyen değişkenleri gruplamak, majör ve minör faktörleri tanımlamak amacıyla başvurulan bir yöntemdir (Özdamar ve Dinçer, 1987).

FA, altında değişkenler seti olan ve faktör olarak adlandırılan genel değişkenin oluşturulması biçimidir. Çok sayıda değişkenle çalışmak sıkıcı olabilir. Eğer değişkenler, gerçekten daha genel bir değişkenin sadece farklı ölçüm değerleri ise, çalışmayı kolaylaştırmak ve basitleştirmek için genel değişken değerleri oluşturulabilir. Söz konusu teknik, aynı zamanda çoklu bağlantı probleminin çözülmesine de katkıda bulunur. Faktör analizi, verilerin küçültülmesi işlemini görür (Özdamar, 1996).

FA, ortak boyutlar saptanarak, boyut indirgeme ve bağımlılık yapısının yok edilmesi yöntemidir denilebilir (Tavşancıl, 2002).

FA, birbiriyle ilişkili çok sayıda değişkeni bir araya getirerek az sayıda kavramsal olarak anlamlı yeni değişkenler (faktörler, boyutlar) bulmayı, keşfetmeyi amaçlayan çok değişkenli bir istatistiktir (Büyüköztürk, 2005).

Faktör analizinin amaçları şu şekilde de sıralanabilir;

- Değişkenler arasında kurulan ortaklaşa ilişkinin saptanması,
- Değişkenlere bağlı temel faktörlerin belirlenmesi,
- Değişkenler arasındaki yapının belirlenmesi,
- Sınıflandırma,
- Denencelerin sınılanması,
- Verilerin dönüştürülmesi,
- Bilinmeyenlerin araştırılması,
- Değişkenlik kaynaklarının ve görgül kavramların açıklanması,
- Kuramların geliştirilmesi.

3.1 Faktör Analizi Yöntemleri

Faktör analizi iki ana başlık altında incelenebilir;

- Açıklayıcı Faktör Analizi(EFA, Exploratory Factor Analysis)
- Doğrulayıcı Faktör Analizi (CFA, Confirmatory Factor Analysis)

3.1.1 Açıklayıcı faktör analizi (AFA)

Faktör Analizi denildiğinde Açıklayıcı Faktör Analizi akla gelir. Bu yöntem ile p sayıda değişkenden orijinal değişkenliği yüksek oranda açıklayan daha az sayıda faktör belirlenir ve bu faktörlerin faktör yükleri, faktör katsayıları, faktör skorları hesaplanır ve orijinal değişkenlerle yüksek oranda ilişkili fakat kendi aralarında ilişkisiz parametreler belirlenir.

AFA, iki farklı yönetime verilen ortak bir addır. Bu yöntemlerden birincisi temel bileşenler analizi diğeri ise faktör analizi olarak adlandırılır. Yani temel bileşenler

analizi de faktör analizi adıyla anılmaktadır. Oysaki temel bileşenler analizi ve faktör analizi, benzer gibi görünen ama farklı amaçlar için hazırlanmış yöntemlerdir.

AFA, \mathbf{X} veri matrisinde yer alan değişkenlerin ilişkilerinden yararlanarak değişkenlerden daha az sayıda faktör belirlemeyi amaçlayan bir yöntemdir. Eğer değişkenlerin ölçü birimleri farklı, değişim aralıkları ve varyansları çok farklı ise Korelasyon matrisinden \mathbf{R} , veriler homojen ise ya da orijinal değerlerden yararlanılmak isteniyorsa Kovaryans matrisinden \mathbf{S} yararlanılarak yürütülen bir analiz yöntemidir. \mathbf{X} matrisindeki değişim aralığı geniş ve varyansı diğer değişkenlere göre büyük olan değişkenlerin faktör yapılarını etkilemelerini önlemek için değişkenler standardize edilerek kullanılabilir. Böylece elde edilen standardize değerler matrisi \mathbf{Z} 'den elde edilen \mathbf{S} ve \mathbf{R} matrisleri benzer olduğu için her iki matristen de yararlanılarak bulunan faktörler benzer olur.

AFA'da önceden belirlenmiş bir faktör yapısı öngörülmez. \mathbf{S} ya da \mathbf{R} matrisinin özdeğerlerinden yararlanılarak orijinal değişkenliği büyük oranda (%67'den daha fazla) açıklayan bir faktör yapısı belirlenmeye çalışılır.

AFA'nın da kendi içinde birçok yöntemi vardır. Bunlar;

- Temel Bileşenler Analizi
- En Çok Olabilirlik Yöntemi
- Ağırlıksız En Küçük Kareler Yöntemi
- Genelleştirilmiş En Küçük Kareler Yöntemi
- Ana Eksen Faktörizasyonu Yöntemi
- Alfa Faktörizasyon Yöntemi
- İmge Faktörizasyonu Yöntemi

3.1.2 Doğrulayıcı faktör analizi (DFA)

Q tipi Faktör Analizi. p değişkeni incelenen n birimin korelasyon matrisinden yararlanarak yapılan faktör analizidir. Birimlerin benzerliklerini inceleyerek birimler arasındaki benzerliklerden daha az sayıda homojen birim gruplamaları ortaya koymaya çalışan bir yöntemdir. Bu yöntemde \mathbf{X} veri matrisi transpoze edilerek \mathbf{R} matrisi hesaplanır ve değişkenlerde boyut indirgeme yerine n birim için k boyutlu faktörler belirlemek amaçlanır. Bir anlamda n birimin alt gruplara ayrılmasını

sınıflanmasını amaçlar. Transpoze **X** matrisi elde edildikten sonra yapılan tüm işlemler Açıklayıcı Faktör Analizi yöntemi ile yapılır.

3.2 Veri Setinin Sınanması

Faktör analizine başlamak için ilk önce veri setinin uygunluğu araştırılır. Bunun için korelasyon matrisi oluşturulur, Kaiser – Meyer – Olkin Testi ve Bartlett Testi yapılır.

Tablo 3.1 : Örnek Korelasyon Matrisi

	Hız	Trafik ışığı	Hacim	Alkol	Hava durumu	Aydınlatma
Hız	1,000					
Trafik ışığı	0,772	1,000				
Hacim	0,646	0,879	1,000			
Alkol	0,074	-0,120	0,054	1,000		
Hava durumu	-0,131	0,031	-0,101	0,441	1,000	
Aydınlatma	0,068	0,012	0,110	0,361	0,277	1,000

Tablo 3.1'den de görüldüğü gibi değişkenler arasındaki korelasyonu gösteren matris oluşturulur.

3.2.1 Kaiser-Meyer-Olkin testi

Verilerin, bir diğer ifade ile madde/değişken değerlerinin tutarlılığı için geliştirilen yaklaşım ise Kaiser - Meyer – Olkin (KMO) istatistiğidir. KMO, Bartlett'in aksine bir test istatistiği değil bir ölçüttür.

KMO tüm maddelerin/değişkenlerin oluşturduğu veri kümesi için geçerlidir. KMO'nun özel biçimi olan ve her bir madde/değişken için elde edilen örneklem uygunluk ölçüsü ÖÜÖ (Measure of Sampling Adequacy- MSA) de söz konusudur. Bu çalışmada bu değerden KMO değeri olarak söz edilecektir. Bu istatistik özünde

verilerin faktör analitik modeli ile modellenip modellenemeyeceğine ilişkin bir ölçüt sunar bu ölçütün aralıkları ise:

Ölçüt	Açıklama
$1,00 \leq KMO \leq 0,90$	mükemmel
$0,90 \leq KMO \leq 0,80$	iyi
$0,80 \leq KMO \leq 0,70$	orta düzey
$0,70 \leq KMO \leq 0,60$	zayıf
$0,60 \leq KMO$	kötü

Korelasyon matrisi negatif çıkarsa KMO değeri ölçülmez. Bunun yerine ortak varyans değerlerine bakılır. Bu değerler 0,5'ten büyükse veri dizisi analize uygundur.

Bartlett küresellik testinin bir parametresi örneklem büyüklüğüne, N, bağlıdır. Ancak aynı amaca hizmet eden KMO ölçütü örneklem genişliğinden bağımsız olarak elde eldir. Zaten ilgili literatürde birçok kaynak Bartlett testindeki N değerini eleştirmekte ve N değeri büyüdükçe ki-kare test istatistiğinin sıçramalı olarak değerler aldığını ifade etmektedir (Hayduk 1996; Hair vd. 1998; Hoelter 1993; Tabachnick ve Field 1996). Bu nedenle Doğrulayıcı Faktör Analizi için geliştirilen uyum iyiliği (goodness-of-fit) ve uyum eksikliği (lack-of-fit) indeksleri daha tutarlı sonuçlar vermektedir.

Pett vd. (2003) örneklem genişliği ne olursa olsun ÖUÖ değerine bakılarak olumsuz maddelerin veri kümesinden çıkartılmasıyla örnekleme faktörlenebilir (faktorability) hale getirilebileceğini ifade etmiştir. Bu açıklama aynı zamanda KMO ve Bartlett gibi faktörlenebilirlik yaklaşımlarının aynı zamanda örneklem genişliği olmadığını bir göstergesi olarak düşünülebilir.

3.2.2 Bartlett testi

Faktör analizinde çok karşılaşılan küresellik testi, pratikte pek uygulanmayan fakat uygulanması gerekli olan bir testtir. Örneğin varyans analizinde varyansların homojenliği nasıl bir varyans analizi süreci için önemli bir aşama ise faktör analizinde de küresellik testi benzer bir görev üstlenmektedir. Verilerin öncelikle faktör analizine uygunluğu sınanır, eğer küresellik testi istatistiksel olarak anlamlı bulunursa faktör analizine geçilir (Tatlıdil, 2002). Bartlett her ne kadar bu testi

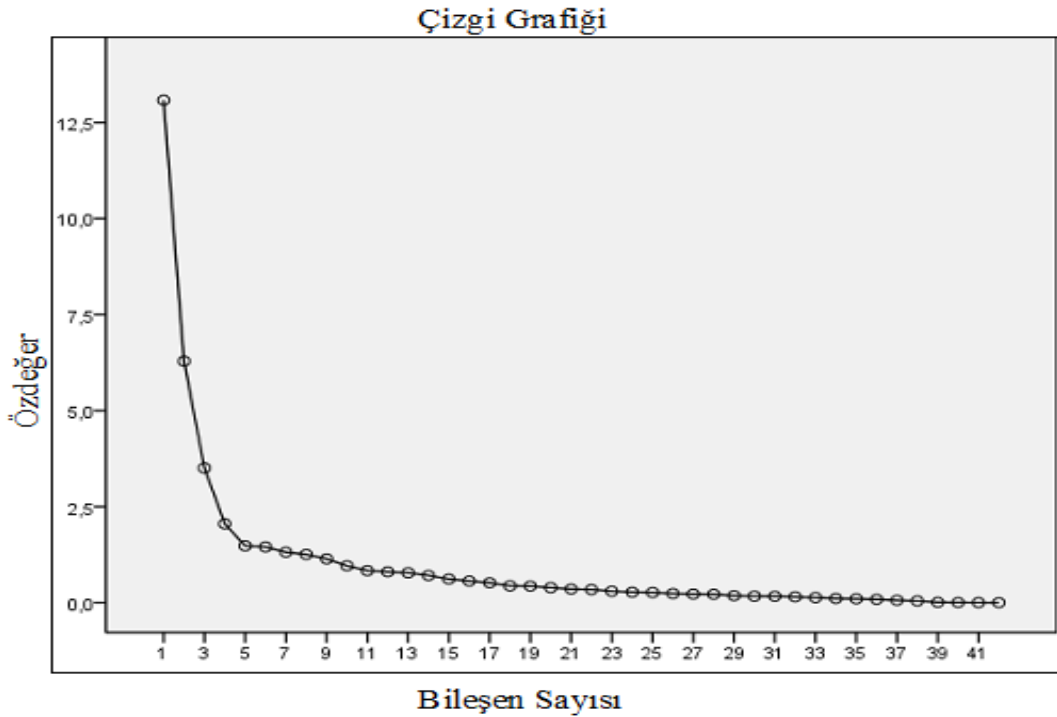
verilerin küreselliği ile açıklasa da Pett vd. (2003). Bu testi maddelerin/değişkenlerin tutarlılığı olarak adlandırmaktadır.

Küresellik testi özünde değişkenlere ilişkin korelasyon matrisinin, (değişkenler arasında ilişki yoktur varsayımına dayanan) birim matrise karşı test edilme ilkesine dayanır. Bu nedenle Bartlett testi aynı zamanda korelasyon matrisinin anlamlılığının bir testidir.

3.3 Faktörlerin Elde Edilmesi

Bir problemin çözümünde bütün parametreler aynı etkinliğe sahip değildir. Etkin parametreler belirlenirken *özdeğer*'leri (eigenvalues) büyük olan parametreler kullanılmalıdır. (*özdeğer*'ler kabaca iki değişken arasındaki korelasyonu gösterir.)

Şekil 3.1'de görüldüğü üzere y ekseninde bulunan *özdeğer* ile x ekseninde bulunan bu değere ait faktörün grafiği çizilir. Buna çizgi grafiği (scree plot) denir.



Şekil 3.1 : Faktör analizi örnek çizgi grafiği

3.4 Faktör döndürmesi

Faktör döndürmesi, elde edilen faktörlere kavramsal anlamlılık yükleyerek yeni faktörlere çevirme olarak ifade edilebilir. Kavramsal anlamlılık göreceli ve soyut bir kavramdır. Döndürmedeki amacı daha somut bir biçimde ifade edilebilmek için

Thurstone tarafından değiştirilen basit yapı kavramından söz etmek gerekir. Basit yapı için öngörülen beş koşul aşağıdaki gibidir:

- Faktör matrisinin her bir satırında en az bir tane sıfır değeri olmalıdır.
- Faktör matrisinde m tane ortak faktör var ise her bir sütunda en az m tane sıfır değeri bulunmalıdır.
- Faktör matrisindeki her bir faktör çiftinin birinde yük değeri görülürken ötekinde görülmemelidir.
- Faktör sayısı dört ya da daha büyük ise faktör matrisindeki her bir faktör çifti için değişkenlerin büyük çoğunluğunun yük değeri sıfır olmalıdır.
- Faktör sayısı dört ya da daha büyük ise faktör matrisindeki her bir faktör çifti için sadece az sayıda değişkenin yük değeri olmalıdır.

Faktör döndürmesinde iki yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi eksenlerin konumlarını değiştirmeden, yani 90'lık açı ile döndürmedir. Buna dik (ortogonal) döndürme adı verilir. İkinci yöntemde ise her faktör birbirinden bağımsız olarak döndürülür. Eğik döndürme adı verilen bu yöntemde eksenlerin birbirlerine dik olması gerekli değildir. Bu durumda, dik döndürmede sadece θ gibi bir döndürme açısına ihtiyaç duyulurken, eğik döndürmede θ_1 ve θ_2 gibi ki farklı açı bulunmaktadır. Sonuç olarak, iki döndürme yöntemi arasındaki en önemli istatistiksel farklılık; birincisinde faktörler ilişkisiz (dik bağımsız) iken, ikincisinde bu koşul göz önüne alınmamaktadır.

Faktör analizinde, elde edilen ilk faktörlerin döndürülmesindeki diğer amaçlar;

- Basit yapıya ulaşma,
- Boyut indirgeme,
- Hipotetik yapı bulma,
- Nedensellik analizi,

biçiminde sıralanabilir. Aslında pek çok ilişkili değişkenden az sayıda ilişkisiz ve kolay yorumlanabilir faktörlere ulaşmak, faktör analizinin temel amacı olduğuna göre, faktörler tarafından açıklanan varyans miktarının döndürmeden etkilenmemesi istenir. Bu istem dik dönüşümleri ön plana çıkartır. Ancak, bazı durumlarda dik döndürme en iyi faktör kümesine ulaşmakta yeterli olmamaktadır. Bu durum, araştırmacıların bekledikleri özellikleri tam olarak vermediği için döndürmeden

amaçlanan basit yapıya ve anlamlı faktörlere ulaşamamaktadır. Böyle durumlarda eğik döndürme gündeme gelmektedir. Sonuç olarak, faktörlerin dikliğinden belli ölçüde fedakarlık yapılması durumunda eğik döndürme ile daha anlamlı ve daha kolay yorumlanabilir basit yapı sonuçlarına ulaşılabilir. Birçok araştırmacı, eğik döndürmenin dik döndürmeden her zaman daha üstün olduğunu savunmakta ve bu üstünlükleri şöyle sıralanmaktadır:

- Bazı durumlarda diklik bir koşul olmadığı için daha yüksek yüklü basit yapı verir.
- Dik faktörlerde yükler -1 ile +1 arasındadır. Eğik döndürmede bazı yüklerin 1'den büyük olması durumları ile de karşılaşılabılır. Bu değerler 1 olarak değerlendirilir ve yüklerin mükemmel olduğu anlamına gelir.

Eğik döndürmenin bu üstünlüklerinin yanı sıra bazı zayıf yönleri de bulunmaktadır. Bu yönler ise şöyle sıralanabilir:

- Değişkenlere ilişkin ortak varyans dik dönüşümlerde olduğu gibi doğrudan hesaplanamamaktadır.
- Her faktörün açıkladığı varyans miktarı dik dönüşümlerde olduğu gibi sütunlardaki yüklerin kareleri toplamından elde edilmemektedir.

Daha önce de belirtildiği gibi faktör döndürmede genel olarak iki yöntem izlenmektedir. Bunlardan ilki grafik ya da geometrik döndürmedir. Bu yöntem; zaman kaybettirici, subjektif ve şansa bağlı sonuçlar vermesi nedeniyle pek önerilmemektedir. Analitik döndürme olarak bilinen ikinci yöntem ise asıl döndürme yöntemi olarak bilinir. Bu gruba giren yöntemler dik ve eğik yöntemler olarak iki alt grupta incelenir.

3.4.1 Dik Döndürme yöntemleri

Elde edilen faktörlerin daha anlamlı sonuçlar vermesi için faktörlerden her seferinde $m-2$ tanesi sabit tutularak ikişer ikişer diklik özelliği bozulmayacak biçimde döndürülmesini sağlayan pek çok dik döndürme algoritmaları geliştirilmiştir. Bunlar arasında en yaygın kullanılanları; Quartimax, Varimax, Orthomax, Biquartimax ve Equamax algoritmalarıdır.

a) Quartimax yöntemi

İki faktör olması durumlarında en iyi sonuç veren yöntemlerde biri olan quartimax yönteminde basit yapıya ulaşmada faktör yükleri matrisinin satırları göz önünde bulundurulur. Yani, her satırdaki herhangi bir değer büyütülüp 1'e yaklaştırılırken, öteki değerler küçültülerek 0'a yaklaştırılır. Burt tarafından önerilen bu yöntemde faktör yüklerinin dördüncü kuvvetlerinin maksimizasyonu hedeflenir (max Q). Ayrıca bu amaçla Saunders tarafından önerilen basıklık katsayısının maksimizasyonu da kullanılmaktadır (max K). Bu döndürme yönteminde kullanılan Q ve K fonksiyonlarına çok benzeyen ve başka araştırmacılar tarafından geliştirilmiş M ve N fonksiyonları da bulunmaktadır ve benzer sonuçlar vermektedir.

b) Varimax yöntemi

Basit yapıya ulaşmada faktör yükleri matrisinin sütunlarına öncelik veren bu yöntemde, her sütundaki bazı yük değerleri 1'e yaklaştırılırken geriye kalan çok sayıdaki yük değeri 0'a yaklaştırılır. Kaiser tarafından önerilen yöntem quartimax yönteminin bir modifikasyonudur. Varimax yönteminde de, faktör varyanslarının maksimum olmasını sağlayacak biçimde döndürme yapılır. Bu amaçla geliştirilen V fonksiyonunun maksimum olması hedeflenir (max V).

c) Orthomax yöntemi

Bu yöntem Quartimax ve Varimax yöntemlerinde kullanılan Q ve V fonksiyonlarından elde edilen R fonksiyonunun maksimum yapılması esasına dayanır (max R). R fonksiyonunun öteki fonksiyonlarla doğrusal ilişkisi vardır. Nitekim R fonksiyonundaki γ katsayısına belli değerler verilmesi durumunda, öteki fonksiyonlara geçiş söz konusudur. Örneğin, Orthomax yöntemi; $\gamma=0$ alınırsa Quartimax yöntemi, $\gamma=1$ alınırsa Varimax yöntemi, $\gamma=0.5$ alınırsa Biquartimax yöntemi ve $\gamma=m/2$ alınırsa Equamax yöntemi adını alır. Bu yöntemlerden özellikle Equamax yöntemi basit yapıya ulaşmada faktör matrisinin satır ve sütunlarındaki yük değerlerini birlikte ele aldığı için pratikte çok kullanılır.

3.4.2 Eğik Döndürme yöntemleri

Eğik döndürme yöntemleri son yıllarda çok kullanılan ve daha iyi sonuçlar veren yöntemlerdir. Eğik döndürmeye karar verilmesi durumunda araştırmacının faktör yüklerinin yorumlanmasında izleyeceği iki yol bulunmaktadır. Değişkenleri gösteren

her bir noktanın döndürülmüş eksenler üzerindeki izdüşümlerinin yorumlanmasına ilişkin olan bu yollardan ilkinde; verilen noktaların eksenler üzerindeki izdüşümleri eksenlere paralel doğrularla bulunur ki bu yük değerlerine örüntü yükleri adı verilir. İkinci yolda ise noktaların eksenlere izdüşümleri bu eksenlere dik doğrularla bulunur ki bu durumda dönüştürülmüş eksenler üzerindeki yük değerlerine yapı yükleri adı verilir ve orijinal değişkenlerle faktörler arasındaki gerçek ilişkiyi gösteren katsayılardır.

Eğik döndürmenin bir başka özelliği de, orijinal ya da temel eğik çözümlerden düzeltilmiş ya da kaynak çözüme geçilebilmesidir. Düzeltilmiş çözüme ulaşabilmek için önce kaynak eksenler oluşturulur. Kaynak eksen oluşturmadaki amaç, basit yapıya ulaşıldığında daha çok sayıda sıfır değerli elemanları olan bir matrisin elde edilmek istenmesidir, yani temel eksenlerin tersine bir durum söz konusudur.

Temel ve kaynak eksenlerin kullanıldığı çok sayıda eğik döndürme algoritması bulunmaktadır. Bu yöntemler arasında en yaygın kullanılanları; Oblimax, Quartimin, Covarimin, Biquartimin, Oblimin ve Binoramin yöntemleridir.

a) Oblimax yöntemi

Saunders tarafından geliştirilen yöntem, W ile gösterilen basıklık katsayısının maksimum yapılması esasına dayanır ($\max W$).

b) Quartimin yöntemi

Carroll tarafından önerilen yöntemde, faktör yükleri karelerinin çarpımlar toplamının minimum olması amaçlanmaktadır. Oblimax yönteminin sonuçlarına çok yakın sonuçlar veren bu yöntem, hesaplama güçlüğü nedeniyle pek tercih edilmemektedir ($\min N$).

c) Covarimin yöntemi

Yine Carroll tarafından geliştirilen yöntemde C ile tanımlanan fonksiyonu minimum yapacak kaynak eksen yapı değerleri bulunmaya çalışılmaktadır ($\min C$).

d) Biquartimin yöntemi

Bu yöntemde Quartimin ve Covarimin yönteminde kullanılan fonksiyonlardan yararlanılmaktadır. N ve C sırasıyla Quartimin ve Covarimin fonksiyonları, p ise değişken sayısı olmak üzere, Y ile tanımlanan Biquartimin fonksiyonunun minimum olması amaçlanır ($\min Y$).

e) Oblimin yöntemi

Oblimin yöntemi Carroll tarafından geliştirilmiştir. Yöntemde yine N ve C sırasıyla Quartimin ve Covarimin fonksiyonları olmak üzere; β_1 ve β_2 özel bir yolla elde edilen ağırlık katsayıları iken M ile tanımlanan Oblimin fonksiyonunun minimum olması amaçlanır (min M).

f) Binoramin yöntemi

Dickman tarafından önerilen yöntem, Oblimin yönteminin özel bir türüdür ve son yıllarda en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Yöntemde E ile gösterilen fonksiyonunun minimum olması amaçlanır (min E).

Eğik döndürmede, yukarıda verilenler dışında daha pek çok yöntem bulunmaktadır. Bunlar arasında: Promax, Maxplane, Direkt Oblimin ve Orthoblique yöntemleri en çok kullanılanlardır.

Sonuç olarak, dik ve eğik döndürme yöntemlerinden hangisinin seçileceği ve hangi algoritmalarla döndürme yapılacağı konusunda kesin bir şey söylemek mümkün değildir. Bu nedenle, seçim büyük ölçüde araştırmacının deneyimine ve verilerin yapısına bağlıdır. Ancak, dik döndürme yöntemi olarak Equamax ve eğik döndürme olarak da Biquartimin yönteminin seçilmesi önerilmektedir.

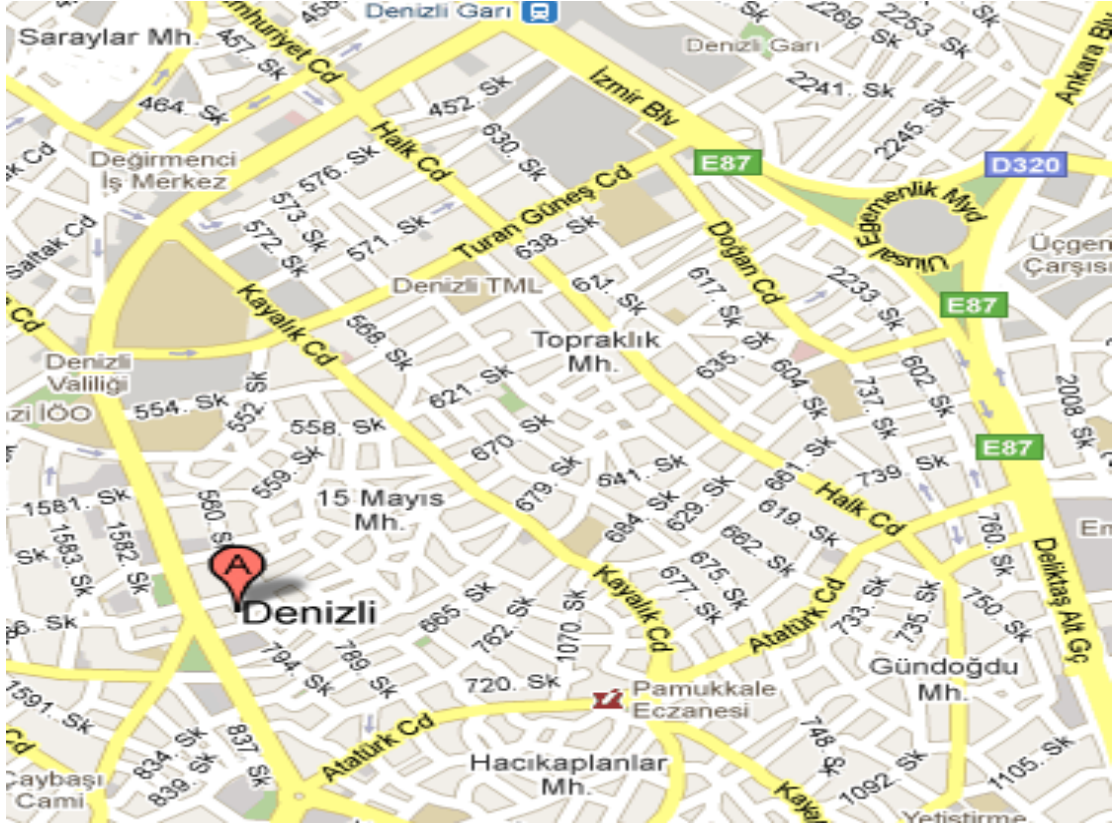
3.4.3 Faktörlerin isimlendirilmesi

Faktörde yer alacak değişkenlerin sayısı ve değişkenlerin bu faktörlere dağılımı belirlendikten sonra, sıra faktörlere isim verme işlemine gelir. Faktörlere isim verme her zaman kolay bir iş değildir. Örneğin, ilgisiz değişkenler bir faktörde toplanabilir. Bu durumda, faktör yükü en fazla olan değişkeni esas alarak adlandırma yapılabilir.

Bu bölümde faktör analizinin ortaya çıkışı, kullanıldığı yerler belirtilmiş yöntemleri ve işleyişi anlatılmıştır. Faktör analizi akış şeması ekte verilmiştir. Daha sonraki bölüm olan dördüncü bölümde çalışma alanı tanıtılacak ve veri toplanmasından bahsedilecektir.

4. ÇALIŞMA ALANI VE VERİ TOPLANMASI

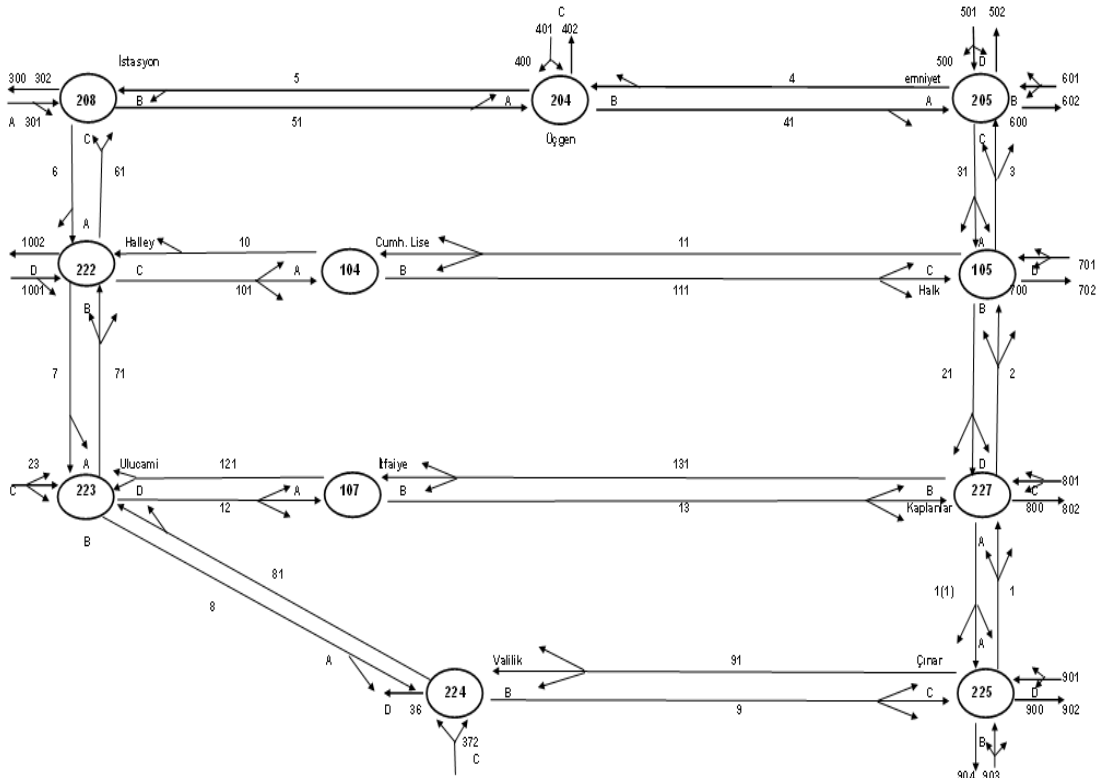
Çalışma kapsamında Denizli’deki bazı kavşaklarda ve bağlarda gerçekleşmiş kazalar üzerinde faktör analizi çalışmaları yapılarak etki faktörlerin ortaya çıkarılması hedeflenmiştir. Analiz için seçilen ağ Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1 : Çalışma ağının uydudan görünüşü

Şekil 4.1’de çalışma ağının uydudan görünümü ve ağ içindeki bağ isimleri verilmiştir.

Şekil 4.2 ‘deki bağların özellikleri Tablo 4.1’de bağ uzunlukları, Tablo 4.2’de şeritsel bazda noktasal hız ve hacim/kapasite orasını ve Tablo 4.3’te taşıt-km/saat değerleri olarak verilmiştir.



Şekil 4.2 : Çalışma ağının modellenmesi

Kvaşak adı ve kodu

- Çınar Kavşakı 225
- Vilayet Kavşakı 224
- Ulucami Kavşakı 223
- Halley Kavşakı 222
- İstasyon Kavşakı 203
- İtfaiye Kavşakı 107
- Emniyet Kavşakı 205
- Üçgen Kavşakı 204
- Kaplanlar Kavşakı 227
- Halk Caddesi Kavşakı 105
- Cumhuriyet Lisesi Kavşakı 104

Çalışma bölgesindeki 13 adet bağı toplam uzunluğu 6,29 kilometredir. Bu bağlar Gidiş ve Dönüş hatları olarak iki adet hat içermektedir. 4-41 ve 5-51 bağları 6 şerit, diğer tüm bağlar 4 şerit içermektedir. 4-41, 5-51, 6-61, 7-71, 8-81, 9-91 numaralı 6 adet bağ bölünmüş yolları içermekte, 1-1(1), 2-21, 3-31, 10-101, 11-111, 12-121 ve 13-131 numaralı 7 adet bağ ise bölünmemiş yollardan oluşmaktadır.

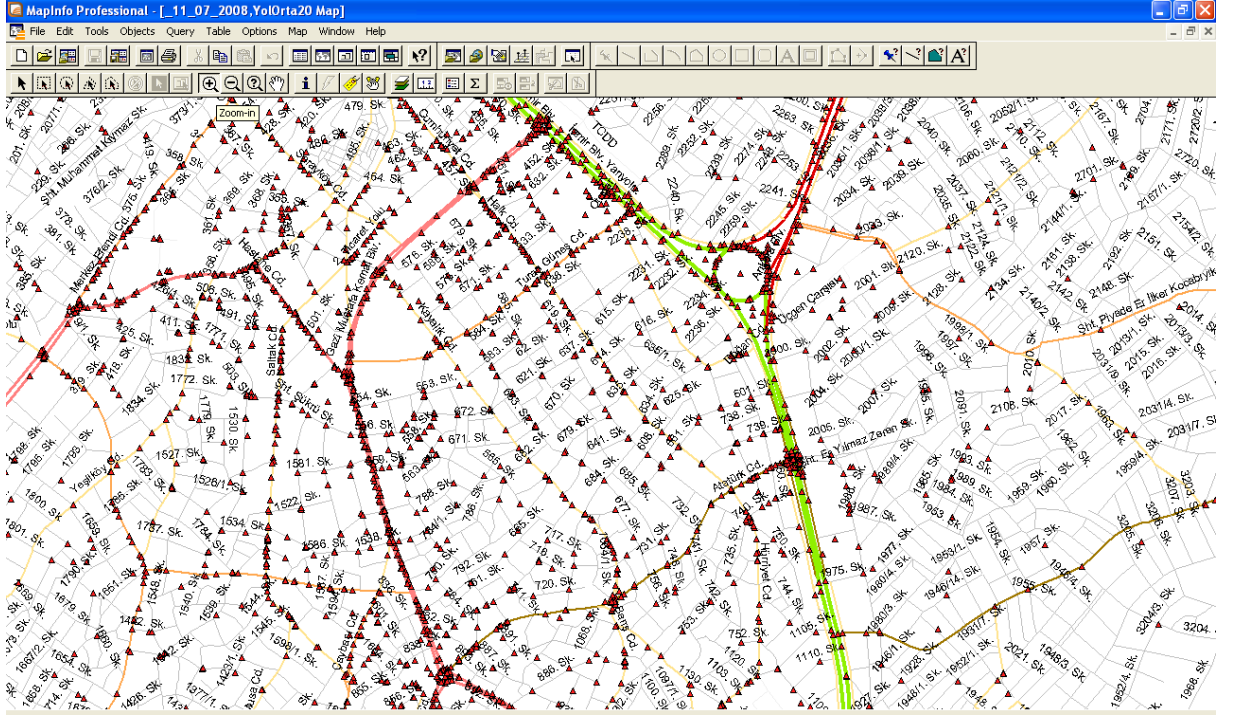
Bu kavşaklarda ve bu kavşaklara gelen bağlarda meydana gelen trafik kazalarının değerlendirilmesi yapılmıştır. *Tablo 4.1*'de bağ numaraları ve uzunlukları verilmiştir.

Tablo 4.1 : Ağda bulunan bağların uzunlukları

BAĞ ADI	BAĞ UZUNLUKLARI (km)
1-(1)	0,5
2-21	0,46
3-31	0,17
4-41	0,53
5-51	0,6
6-61	0,25
7-71	0,35
8-81	0,47
9-91	0,71
10-101	0,3
11-111	0,78
12-121	0,26
13-131	0,91

Ağdaki kaza verileri toplanmış ve veriler SPSS programında faktör analizi uygulanarak meydana gelen kazalardaki etkin faktörler ortaya çıkarılmıştır.

Şekil 4.3'te MapInfo programında işaretlenmiş kazalar 'üçgen' şekillerle meydana geldikleri koordinatlarda gösterilmiştir.



Şekil 4.3 : Çalışma ağı ve ağda meydana gelen kazaların MapInfo programındaki gösterimi

Sıra_no	KOORDINAT_WGS	KOORDINAT_WGS	KAZA_TURU	GUN	AY	YIL	GUN_TEXT	SAAT	YOL_TIPI	MAHALLE1	MAHALLE2	CADDE1
1	29,088	37,7622	0	25	12	2005	PAZAR	0.552083	2	MEHMETCIK		INONU
2	29,0972	37,783	0	21	6	2006	CARSAMBA	0.493056	5	SEVINDIK		
3	29,1063	37,8023	0	1	9	2006	CUMA	0.503472	2	SEVINDIK		
4	29,0768	37,7667	0	25	12	2005	PAZAR	0.559028	2	KIREMITCI		
5	29,0843	37,7879	0	1	9	2006	CUMA	0.479167	1	BAKIRLI		AHI SINAN
6	29,0877	37,7864	0	20	11	2006	PAZARTESI	0.451389	0	BAKIRLI		
7	29,102	37,7927	0	1	7	2006	CUMARTES	0.336806	0	SEVINDIK		
8	29,0357	37,7719	0	1	7	2006	CUMARTES	0.0763889	1	BAHCELIEVLER		GULUSTAN
9	29,0929	37,7763	0	1	9	2006	CUMA	0.569444	2			
10	29,0849	37,785	0	1	9	2006	CUMA	0.666667	1	SARAYLAR		DEMIRCLER
11	29,0856	37,7889	0	8	10	2006	PAZAR	0.625	0	BAKIRLI		
12	29,0903	37,7865	0	1	7	2006	CUMARTES	0.375	1	UCANCIBASI	TOPRAKLIK	ISTASYON
13	29,0943	37,7704	0	25	12	2005	PAZAR	0.333333	2	DUKKAN ONU		
14	29,0873	37,7663	0	18	10	2006	CARSAMBA	0.756944	0			
15	29,0971	37,7829	0	1	7	2006	CUMARTES	0.559028	4	DOKUZ KAVAKLAR		
16	29,1074	37,8043	0	1	9	2006	CUMA	0.621528	4	SEVINDIK		
17	29,0874	37,7823	0	1	9	2006	CUMA	0.791667	2	UCANCIBASI		
18	29,0891	37,7781	0	1	7	2006	CUMARTES	0.520833	1	GUNDOGDU		HALK
19	29,0928	37,7707	0	21	6	2006	PERSEMBE	0.440972	0	PELITLIBAG		
20	29,0786	37,7976	0	25	12	2005	PAZAR	0.777778	11	BAKIRLI		
21	29,084	37,769	0	1	7	2006	CUMARTES	0.583333	1	KUSPINAR		LISE
22	29,1058	37,8016	0	26	12	2005	PAZARTESI	0.58375	10	SEVINDIK		
23	29,0781	37,7974	0	1	10	2006	PAZAR	0.791667	0	BAKIRLI		
24	29,0832	37,7884	0	1	9	2006	CUMA	0.784722	2	BAKIRLI		AHI SINAN
25	29,0878	37,7882	0	26	12	2005	PAZARTESI	0.625	1			ATATURK
26	29,0811	37,7759	0	1	9	2006	CUMA	0.892361	1	DEGIRMENONU		MMAR SINAN
27	29,084	37,769	0	1	7	2006	CUMARTES	0.53125	1	KUSPINAR		LISE
28	29,0959	37,7718	0	2	10	2006	PAZARTESI	0.729167	2	PELITLIBAG		
29	29,097	37,7835	0	26	12	2005	PAZARTESI	0.680556	5	SEVINDIK		
30	29,0861	37,7712	0	1	7	2006	CUMARTES	0.701389	1	KUSPINAR		LISE
31	29,0923	37,7992	0	6	6	2006	CUMA		2	SUMER		
32	29,1065	37,8023	0	2	9	2006	CUMARTES	0.8125	1	SEVINDIK		SEYH BEDRETTIN

Şekil 4.4 : Seçilen kazalar ve bu kazalara ait bilgiler

Şekil 4.4'te görüldüğü gibi MapInfo programından seçilen kaza verileri ile ilgili detaylar görülmektedir. Bu detaylar Microsoft Excel programına alınmış ve gerekli

görülen süzme işlemleri burada yapıldıktan sonra SPSS bilgisayar programında analize geçilmiştir.

4.1 Verilerin Toplanması

Veriler 2004, 2005 ve 2006 yıllarında meydana gelen kazalarda toplanan kaza tutanaklarından ve NC-97 ölçüm cihazlarıyla yapılmış sayımlardan elde edilmiştir.

Trafik hacim bileşenleri NC-97 cihazı ile Şekil 4.6'da görüldüğü gibi cihazın montesi ile elde edilmiştir. Belirlenen saatler arasında sayım yapması için kurulan cihaz söküldükten sonra sonuçlar Highway Data Management (HDM) programıyla bilgisayar ortamına aktarılmış ve analizlerde kullanılmıştır.



Şekil 4.5 : Cihazın asfalta monte edilmesi

Tablo 4.2 : Bağların sabah ve akşam, sağ ve sol şerit için noktasal hız ve hacim/kapasite oranları

LİNK ADI	SABAHA			AKŞAM		
	Hız Sol Şerit(km/sa)	Hız Sağ Şerit(km/sa)	Q/C Oranı	Hız Sol Şerit(km/sa)	Hız Sağ Şerit(km/sa)	Q/C Oranı
1-(1)	32,87	19,90	0,17	34,21	11,07	0,139
2-21	36,76	5,04	0,18	35,82	9,12	0,184
3-31	35,13	23,74	0,21	29,84	28,73	0,208
4-41	73,73	39,02	0,51	49,65	36,99	0,539
5-51	44,63	39,53	0,73	29,90	25,43	0,770
6-61	37,92	14,58	0,20	30,40	25,58	0,208
7-71	30,92	22,06	0,26	31,83	13,41	0,270
8-81	37,69	19,27	0,34	40,66	23,16	0,135
9-91	36,38	31,40	0,24	30,70	22,03	0,234

	SABAH	AKŞAM				
LİNK ADI	Hız Sol Şerit(km/sa)	Hız Sağ Şerit(km/sa)	Q/C Oranı	Hız Sol Şerit(km/sa)	Hız Sağ Şerit(km/sa)	Q/C Oranı
10-101	30,71	28,92	0,19	29,28	18,73	0,200
11-111	35,82	37,70	0,15	33,82	25,80	0,123
12-121	31,18	28,83	0,14	32,42	24,11	0,147
13-131	37,30	30,21	0,12	35,62	23,77	0,114

*Tablo 4.2'*de görüldüğü gibi bağlardaki şeritlerde ayrı ayrı ölçümler yapılmış ve faktör analizinde kullanılmak üzere bu şeritlere ait noktasal hızlar ve hacim/kapasite değerleri belirtilmiştir.

Tablo 4.3 : Bağlarla ilgili taşıt-km/saat değerleri (2004-2006)

Link Adı	Taşıt-km/saat	Link Adı	Taşıt-km/saat
1-(1)	271,50	8-81	499,88
2-21	261,28	9-91	548,83
3-31	112,70	10-101	180,90
4-41	1281,00	11-111	386,10
5-51	2088,71	12-121	115,70
6-61	156,75	13-131	342,16
7-71	281,87		

*Tablo 4.3'*te bağ bazında analizde kullanılan taşıt-km/saat değerleri verilmektedir.

Çalışma alanında meydana gelmiş trafik kazalarının sabah saatlerinde yıllık tabanda günlere göre dağılım değerleri *Tablo 4.4'*te, sabah saatlerindeki kazaların aylara göre dağılım tablosu *Tablo 4.5'*te verilmiştir. Akşam saatlerinde yıllık tabanda günlere göre dağılım değerleri *Tablo 4.6'*da belirtilmiş ve akşam saatlerindeki kazaların aylık dağılımı ise *Tablo 4.7'*de verilmiştir.

Ayrıca üç senelik kazaların toplu olarak değerlendirmesi de yapılmıştır. Yapılan günlük, aylık, senelik ve üç senelik değerlendirmelerin grafikleri ekte verilmiştir.

Tablo 4.4 : Trafik kazalarının sabah saatlerinde günlere göre dağılım tablosu

GÜN	2004	2005	2006
	KAZA SAYISI	KAZA SAYISI	KAZA SAYISI
PAZARTESİ	8	5	17
SALI	6	16	27
ÇARŞAMBA	4	8	20
PERŞEMBE	9	18	16

GÜN	2004	2005	2006
	KAZA SAYISI	KAZA SAYISI	KAZA SAYISI
CUMA	9	10	19
CUMARTESİ	1	7	19
PAZAR	1	1	3
TOPLAM	38	65	121
GENEL TOPLAM		224	

Tablo 4.4'teki günlere göre dağılımda 2004 yılında sabahl saatlerinde, Perşembe ve Cuma günleri en fazla kaza sayısını içeren günlerken 2005 yılında Perşembe ve 2006 yılında Salı günleri kaza bakımından en yoğun günler olarak görülmüştür.

Tablo 4.5 : Trafik kazalarının sabah saatlerinde aylara göre dağılım tablosu

AY	2004	2005	2006
	KAZA SAYISI	KAZA SAYISI	KAZA SAYISI
OCAK	3	1	7
ŞUBAT	1	0	7
MART	4	2	13
NİSAN	2	8	10
MAYIS	4	6	10
HAZİRAN	2	7	10
TEMMUZ	0	5	10
AĞUSTOS	3	5	9
EYLÜL	8	11	12
EKİM	5	5	8
KASIM	1	8	10
ARALIK	5	7	15
TOPLAM	38	65	121
GENEL TOPLAM		224	

Tablo 4.5'de görüldüğü üzere 2004 ve 2005 yıllarında Eylül ayında en fazla kaza sayısı görülürken, 2006 yılındaki en fazla kazanın görüldüğü ay Aralık ayı olarak dikkat çekmektedir.

Tablo 4.6 : Trafik kazalarının akşam saatlerinde günlere göre dağılım tablosu

GÜN	2004	2005	2006
	KAZA SAYISI	KAZA SAYISI	KAZA SAYISI
PAZARTESİ	4	11	23
SALI	5	15	20
ÇARŞAMBA	7	9	23
PERŞEMBE	4	10	17
CUMA	11	18	21
CUMARTESİ	2	12	25
PAZAR	4	5	10
TOPLAM	37	80	139
GENEL TOPLAM		256	

Tablo 4.6 incelendiğinde akşam saatlerinde, 2004 ve 2005'te kaza bakımından en yoğun gün Cuma iken 2006'da Cumartesi günü en çok kazanın görüldüğü gün olarak göze çarpmaktadır.

Tablo 4.7 : Trafik kazalarının akşam saatlerinde aylara göre dağılım tablosu

AY	2004	2005	2006
	KAZA SAYISI	KAZA SAYISI	KAZA SAYISI
OCAK	1	0	11
ŞUBAT	0	0	11
MART	6	5	11
NİSAN	5	4	11
MAYIS	2	9	18
HAZİRAN	4	7	12
TEMMUZ	0	4	7
AĞUSTOS	4	10	16
EYLÜL	5	12	9
EKİM	1	9	10
KASIM	2	12	14
ARALIK	7	8	9
TOPLAM	37	80	139
GENEL TOPLAM		256	

Tablo 4.7'de görülen akşam zirve saatlerinde yapılmış ölçümler incelendiğinde aylar bazında en fazla kaza 2004 yılında Aralık ayında, 2005 yılında Eylül ve Kasım aylarında, 2006 yılında ise Mayıs ayında meydana gelmiştir.

Trafik kazalarının sabah ve akşam zirve saatlerinde, senelik tabanda, ay ve günlere göre dağılım grafik ve değerleri kaza sayılarının her yıl artış içinde olduğunu göstermektedir.

Günlük kaza sayılarında ise hafta sonunda yoğunlaşma olmuş; 2004 ve 2005 yıllarında Cuma günü, 2006 yılında ise Cumartesi günü kazaların en çok görüldüğü günler olarak gözlenmiştir.

Kazalar üç yıllık dönemde toplu halde değerlendirildiğinde elde edilen sonuçlar ise; sabah saatlerinde en fazla kaza Salı günleri, en az kaza ise Pazar günleri meydana gelmiştir. Aylık tabanda en fazla kaza Eylül ayında en az kaza ise Şubat ayında olmuştur. Akşam saatlerinde meydana gelen kazalarda Cuma günü başı çekmektedir. En az kaza sayısı yine Pazar günü görülmektedir. Akşam kazalarında en yoğun ay Ağustos ayı olarak görülmekte, Temmuz ve Şubat ayları en az kazanın olduğu aylar olarak göze çarpmaktadır.

5. TRAFİK KAZASINI ETKİLEYEN DEĞİŞKENLERİN FAKTÖR ANALİZİYLE BELİRLENMESİ

Bu bölümde elde edilen veriler (1-kaza tutanaklarından elde edilen; saat, gün, ay, yıl, yol tipi, yol bölünmesi, meskun mahal, kazaya karışan araç sayısı, kazanın oluşumu, hava durumu, gün durumu, trafik ışığı, aydınlatma, şerit çizgisi, yaya kaldırımı, trafik işaretlemesi, yol çalışması, görüşe engel cisim, yolda yön, kaplama türü, kaplama genişliği, yol yüzeyi, yatay güzergah, düşey güzergahi, kavşak, geçitler, maddi hasar, sürücü yaşı, cinsiyet, öğrenim durumu, alkol. 2-uygulama alanında ölçülerek elde edilen; yol geometrisine ve sürücülere ait parametreler ile link uzunluğu, taşıtkm, noktasal hız, hacim, q/c oranı) değerlendirilerek istatistiksel bir program olan SPSS’de analiz edilmiş ve kazayı en yüksek derecede etkileyen faktörler belirlenmeye çalışılmıştır.

Çalışmada açıklayıcı faktör analiz yöntemi olan temel bileşenler analizi yöntemi kullanılmıştır. Faktör döndürme yöntemi olarak dik döndürme yöntemlerinden varimax seçilmiştir. Bunun nedeni problemin; değişkenlerin etkinliğinin onaylanması değil etkili değişkenlerin ortaya çıkartılmak istenmesidir.

5.1 Faktör Analizi Uygulaması

Faktör analizi uygulaması iki farklı veri setiyle gerçekleştirilmiştir. İlk veri setinde sadece kaza tutanaklarındaki değişkenler kullanılmış ikinci veri setinde ise ilk analizde kullanılan değişkenlere trafik hacim değişkenleri ilave edilerek oluşturulmuştur. Bu iki analiz karşılıklı olarak değerlendirilerek sonuçlar elde edilmiştir. Uygulamalar sabah ve akşam olmak üzere iki kısımda yapılmıştır.

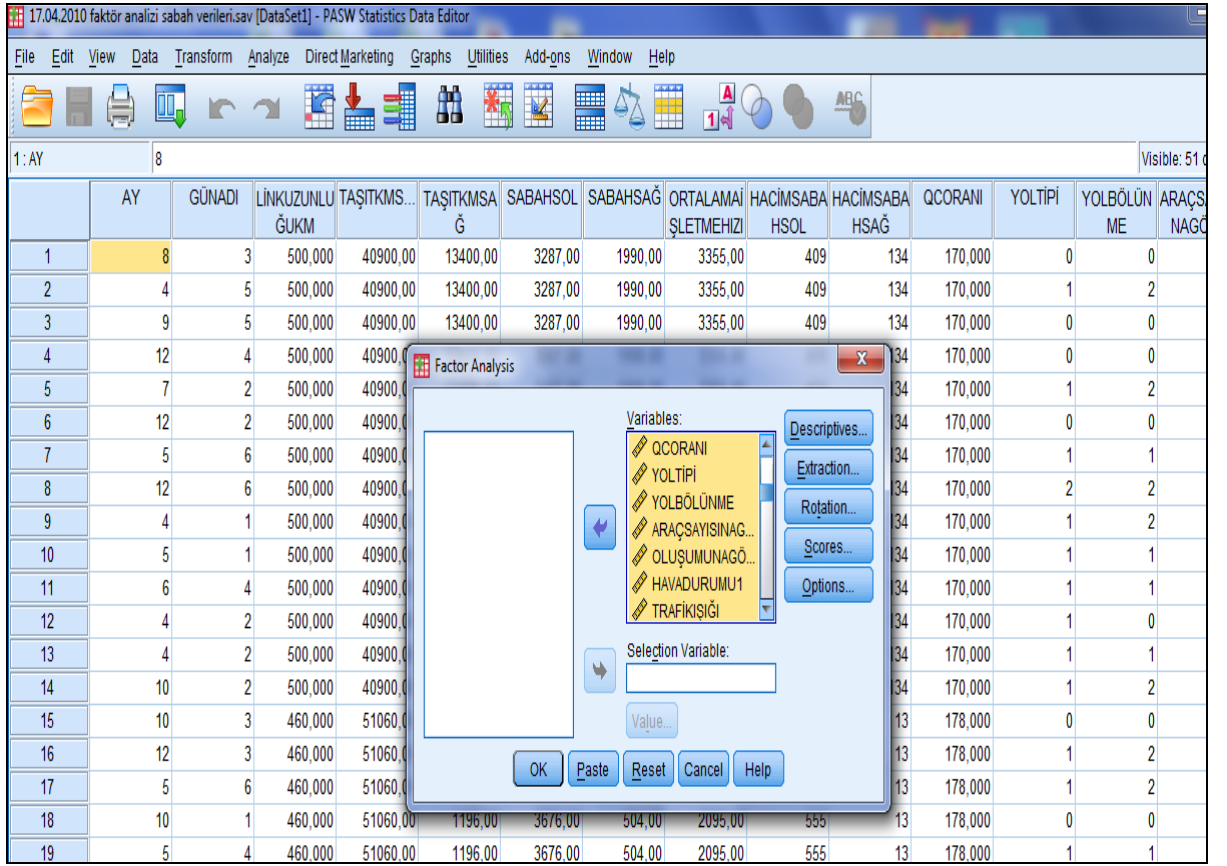
Şekil 5.1’de görüldüğü gibi analizde kullanılacak değişkenler ve bu değişkenlere ait her kazaya ilişkin değerler SPSS programına alınmıştır.

Şekil 5.2’ de ise faktör analizi ayar penceresi görülmektedir. Bu pencereden analizde kullanılacak değişkenler eklenir-çıkarılır, hangi yöntemin, döndürme biçiminin,

kullanılacağı belirlenir ve analiz sonucunda hangi grafiklerin, tabloların çıkarılacağı seçilir.

	AY	GÜNADİ	LİNKUZUNLU ĞUKM	TAŞITKMS... MSAĞ	TAŞITKMSA Ğ	AKŞAMSOL	AKŞAMSAĞ	ORTALAMAİ ŞLETMEHİZİ	HACİMAKŞA MSOL	HACİMAKŞA MSAĞ	QCORANI	YOLTIPI	YOLBÖLÜN ME	ARAÇSAYISI NAGÖRE	OLLU AC
1	1	2	5,000	41300,00	3200,00	3421,00	1107,00	1526,00	413	32	139,000	1	2	2	
2	2	7	5,000	41300,00	3200,00	3421,00	1107,00	1526,00	413	32	139,000	1	2	2	
3	2	3	5,000	41300,00	3200,00	3421,00	1107,00	1526,00	413	32	139,000	1	2	4	
4	3	1	5,000	41300,00	3200,00	3421,00	1107,00	1526,00	413	32	139,000	1	2	2	
5	4	5	5,000	41300,00	3200,00	3421,00	1107,00	1526,00	413	32	139,000	1	2	1	
6	5	5	5,000	41300,00	3200,00	3421,00	1107,00	1526,00	413	32	139,000	2	2	3	
7	6	6	5,000	41300,00	3200,00	3421,00	1107,00	1526,00	413	32	139,000	1	2	4	
8	8	2	5,000	41300,00	3200,00	3421,00	1107,00	1526,00	413	32	139,000	1	2	2	
9	8	2	5,000	41300,00	3200,00	3421,00	1107,00	1526,00	413	32	139,000	0	0	0	
10	8	7	5,000	41300,00	3200,00	3421,00	1107,00	1526,00	413	32	139,000	0	0	0	
11	8	3	5,000	41300,00	3200,00	3421,00	1107,00	1526,00	413	32	139,000	0	0	0	
12	9	4	5,000	41300,00	3200,00	3421,00	1107,00	1526,00	413	32	139,000	1	2	2	
13	9	4	5,000	41300,00	3200,00	3421,00	1107,00	1526,00	413	32	139,000	1	2	2	
14	9	5	5,000	41300,00	3200,00	3421,00	1107,00	1526,00	413	32	139,000	1	1	2	
15	9	5	5,000	41300,00	3200,00	3421,00	1107,00	1526,00	413	32	139,000	0	0	0	
16	9	4	5,000	41300,00	3200,00	3421,00	1107,00	1526,00	413	32	139,000	1	0	0	
17	10	2	5,000	41300,00	3200,00	3421,00	1107,00	1526,00	413	32	139,000	1	2	2	
18	10	5	5,000	41300,00	3200,00	3421,00	1107,00	1526,00	413	32	139,000	1	1	2	
19	12	5	5,000	41300,00	3200,00	3421,00	1107,00	1526,00	413	32	139,000	1	2	3	
20	2	3	46,000	51980,00	2300,00	3582,00	912,00	1886,00	565	25	184,000	1	2	2	
21	3	2	46,000	51980,00	2300,00	3582,00	912,00	1886,00	565	25	184,000	1	2	2	
22	3	6	46,000	51980,00	2300,00	3582,00	912,00	1886,00	565	25	184,000	1	2	2	
23	4	5	46,000	51980,00	2300,00	3582,00	912,00	1886,00	565	25	184,000	1	2	4	
24	5	4	46,000	51980,00	2300,00	3582,00	912,00	1886,00	565	25	184,000	1	1	2	

Şekil 5.1 : Veri tablosu.



Şekil 5.2 : Faktör analizi ayar penceresi

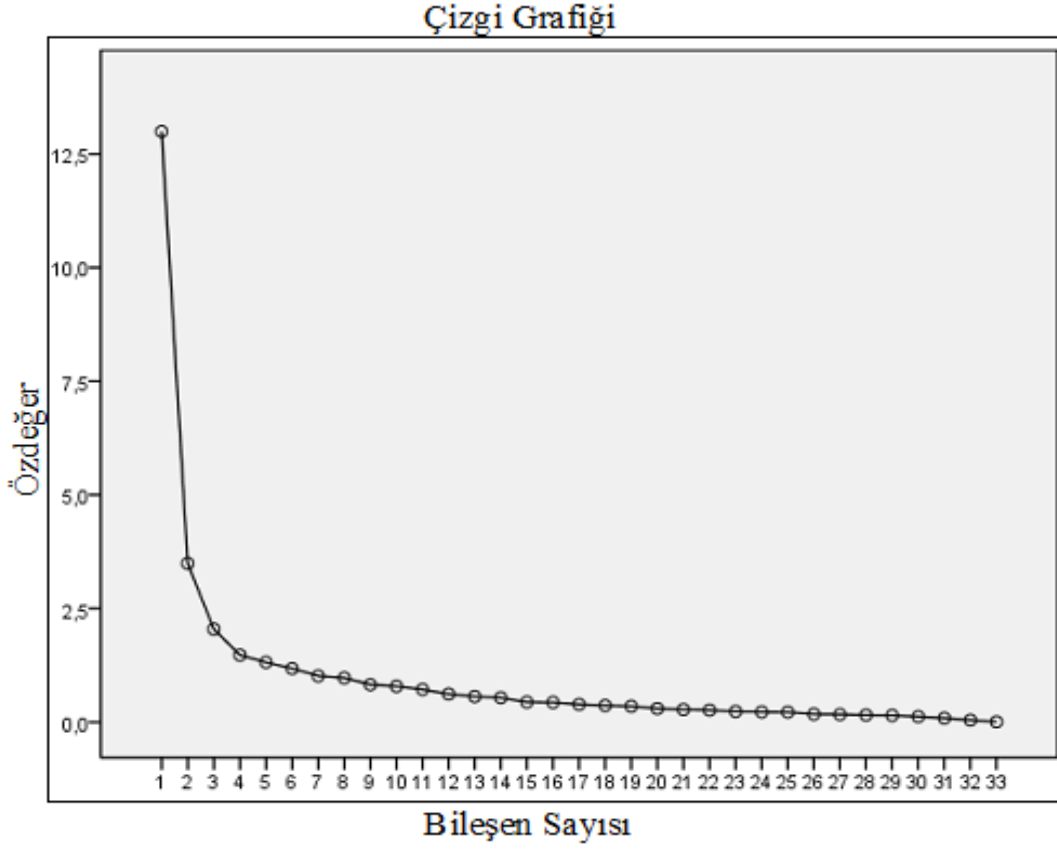
5.2 Faktör Analizi Sonuçları

Birinci veri seti: Bu analizde trafik kaza tutanaklarından alınan değişkenler kullanılmıştır.

Tablo 5.1 : Birinci veri setiyle yapılan analiz için KMO ve Bartlett testi.

KMO ve Bartlett Testi	
Kaiser-Meyer-Olkin Örneklem yeterlilik ölçütü.	.912

Tablo 5.1'den görüldüğü gibi bu veri setinde yapılan uyumluluk testinin yüksek değerde olduğu gözlemlendi. ($1,00 \leq KMO \leq 0,90$ (mükemmel))



Şekil 5.3 : Birinci veri seti için çizgi grafiği öz değer – bileşen grafiği

Şekil 5.3'teki çizgi grafiği faktör sayısını vermektedir. Bu sayıyı elde ettiğimiz nokta da grafiğin eğiminin önemli ölçüde azaldığı nokta olmaktadır. Bu grafikte faktör sayısı 7 olarak göze çarpmaktadır.

Tablo 5.2'deki dönüştürülmüş bileşenler matrisinde oluşturulan faktör grupları görülmektedir. Bu tabloda değişkenlerin kazalarla arasındaki korelasyon değerleri belirtilmiştir. Negatif değere sahip değişkenler, kazalarla ters orantılı anlamına gelmektedir.

Tablo 5.2 : Birinci veri seti - dönüştürülmüş bileşenler matrisi

Dönüştürülmüş Bileşenler Matrisi							
	Bileşen						
	1	2	3	4	5	6	7
YOLÇALIŞMASI	.828						
GÖRÜŞEENGEL CİSİM	.827						
TRAFİKİŞİĞİ	.826						
AYDINLATMA	.804						
ŞERİTÇİZİGİSİ	.803						
TRAFİKİŞARETLEMESİ	.796						
KAPLAMATÜRÜ	.768						
CİNSİYET1	.723						
YAYAKALDIRIMI	.704						
YOL YÜZEYİ1	.676						
SÜRÜCÜYAŞI1	.617						
ÖĞRENİM1	.561						
YATAYGÜZERGAH		.808					
GEÇİTLER		.796					
DÜŞEYGÜZERGAH		.782					
KAVŞAK		.725					
YOLDAYÖN		.687					
KAPLAMAGENİŞLİĞİ		.540					
KEMER1			.859				
KEMER2			.832				
ALKOL2			.801				
ALKOL1			.792				
CİNSİYET2				.737			
ÖĞRENİM2				.725			
SÜRÜCÜYAŞI2				.679			
YOLBÖLÜNME					.756		
OLUŞUMUNAGÖRE1					.750		
ARAÇSAYISINAGÖRE					.666		
AY					-572		
GÜNADI						-755	
YOL TİPİ						.606	
GÜNDURUMU							.871
HAVADURUMU1							.518

Tablo 5.3 : Birinci veri seti için dönüştürülmüş varyans tablosu

	başlangıç						dönüştürülmüş		
	Total	varyans %	eklenik %	Total	varyans %	eklenik %	Total	varyans %	eklenik %
1	12.993	39.372	39.372	12.993	39.372	39.372	8.201	24.851	24.851
2	3.493	10.584	49.957	3.493	10.584	49.957	4.371	13.245	38.095
3	2.047	6.203	56.159	2.047	6.203	56.159	3.639	11.029	49.124
4	1.477	4.476	60.636	1.477	4.476	60.636	2.500	7.577	56.701
5	1.317	3.990	64.626	1.317	3.990	64.626	2.438	7.389	64.090
6	1.181	3.578	68.203	1.181	3.578	68.203	1.215	3.682	67.772
7	1.018	3.086	71.289	1.018	3.086	71.289	1.161	3.517	71.289
8	.975	2.955	74.244						
9	.826	2.502	76.746						
10	.790	2.394	79.140						
11	.721	2.184	81.324						

Etkili faktörleri belirleyen ölçüt özdeğeri olduğu için özdeğeri 1'den büyük olan faktörler problemi tanımlayan faktörler olmaktadır. *Tablo 5.3*'te total olarak görünen sütunlarda özdeğerler görülmektedir ve bu değerlerle *Şekil 5.3*'teki çizgi grafiği elde edilmektedir.

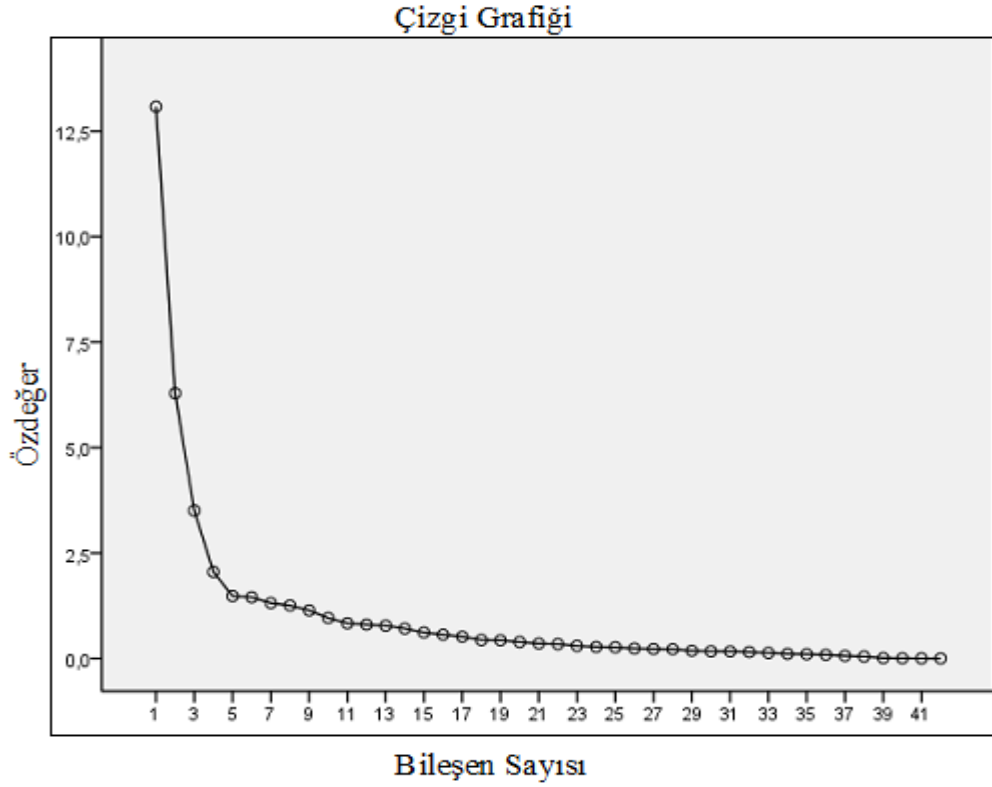
Birinci veri seti değerlendirildiğinde elde edilen faktörler problemin %71'inin açıklanmasını sağlıyor. Bu sonuç *Tablo 5.3*'teki eklenik varyans yüzdelerinden belirlenmiştir.

İkinci veri seti: Kaza tutanaklarından elde edilen değişkenlere trafik hacim değişkenleri eklenerek oluşturulan veri setidir.

Tablo 5.4 : KMO ve Bartlett testi

KMO ve Bartlett Testi	
Kaiser-Meyer-Olkin örneklem yeterlilik ölçütü.	.827

Tablo 5.4'ten görüldüğü gibi veri seti faktör analizine uygundur. (KMO değeri $(0,90 \leq KMO \leq 0,80$ iyi)



Şekil 5.4 : İkinci veri seti için çizgi grafiği (scree plot), öz değer – bileşen grafiği

Şekil 5.4'teki grafikten alınan sonuç ise analizden elde edilecek 9 faktör grubunun bulunduğudır (sabah veriyle yapılan analiz sonucu 8 faktör meydana gelmiştir).bu faktörler Tablo 5.6'daki dönüştürülmüş bileşenler matrisinde verilmiştir.

Tablo 5.5 : İkinci veri seti için dönüştürülmüş varyans tablosu

	başlangıç			dönüştürülmüş			dönüştürülmüş		
	Total	varyans %	eklenik %	Total	varyans %	eklenik %	Total	varyans %	eklenik %
1	13.082	31.149	31.149	13.082	31.149	31.149	9.066	21.585	21.585
2	6.288	14.971	46.120	6.288	14.971	46.120	6.041	14.384	35.969
3	3.505	8.346	54.466	3.505	8.346	54.466	3.970	9.452	45.421
4	2.052	4.887	59.353	2.052	4.887	59.353	3.537	8.421	53.842
5	1.479	3.522	62.875	1.479	3.522	62.875	2.383	5.675	59.517
6	1.449	3.451	66.325	1.449	3.451	66.325	2.274	5.415	64.932
7	1.313	3.126	69.451	1.313	3.126	69.451	1.540	3.667	68.599
8	1.255	2.988	72.440	1.255	2.988	72.440	1.469	3.498	72.097
9	1.139	2.712	75.152	1.139	2.712	75.152	1.283	3.055	75.152
10	.958	2.282	77.433						
11	.833	1.983	79.417						
12	.802	1.909	81.325						
13	.776	1.847	83.172						
14	.708	1.685	84.857						
15	.614	1.463	86.320						

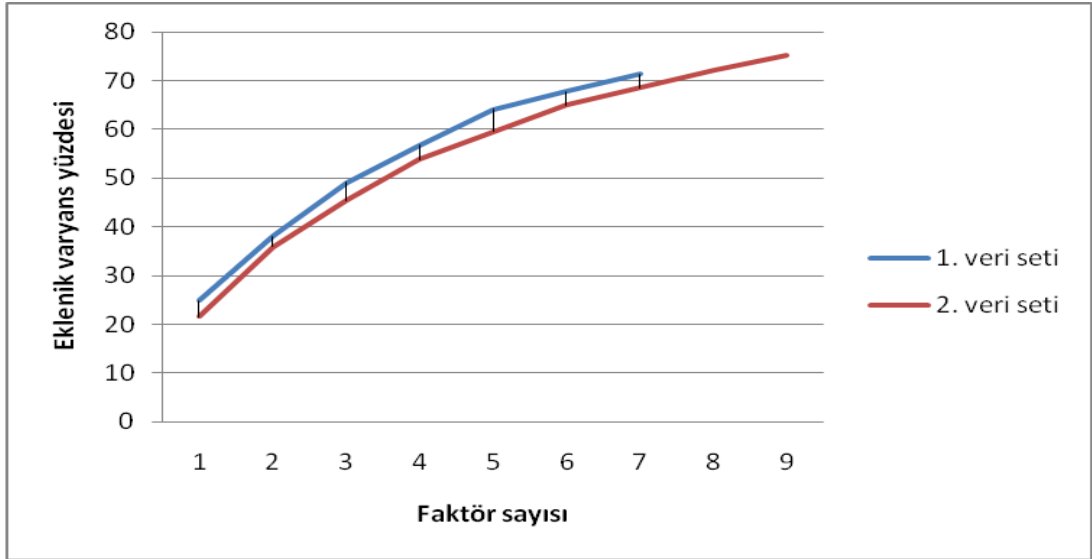
Tablo 5.6 : İkinci veri seti için Dönüştürülmüş Bileşenler Matrisi

Dönüştürülmüş Bileşenler Matrisi									
	Bileşen								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
GÖRÜŞEENGELCİSİM	.856								
YOLÇALIŞMASI	.856								
TRAFİKİŞİĞİ	.840								
AYDINLATMA	.819								
ŞERİTÇİZİGİSİ	.817								
TRAFİKİŞARETLEMESİ	.811								
KAPLAMATÜRÜ	.794								
CİNSİYET1	.750								
YAYAKALDIRIMI	.742								
YOLYÜZEYİ	.705								
SÜRÜCÜYAŞI1	.660								
ÖĞRENİM1	.567								
QCORANI		.991							
HACİMAKŞAMSOL		.984							
TAŞITKMSOL		.977							
TAŞITKMSAĞ		.976							
LİNKUZUNLUĞUKM		.911							
HACİMAKŞAMSAĞ		.899							
YATAYGÜZERGAH			.785						
GEÇİTLER			.770						
DÜŞEYGÜZERGAH			.766						
YOLDAYÖN			.689						
KAVŞAK			.687						
KAPLAMAGENİŞLİĞİ			.508						
KEMER1				.849					
KEMER2				.824					
ALKOL2				.797					
ALKOL1				.775					
OLUŞUMUNAGÖRE1					.765				
YOLBÖLÜNME					.691				
ARAÇSAYISINAGÖRE					.643				
AY					-544				
YOLTİPİ					.532				
ÖĞRENİM2						.711			
CİNSİYET2						.708			
SÜRÜCÜYAŞI2						.647			
ORTALAMAİŞLETMEHIZI							-837		
AKŞAMSAĞ								.490	
AKŞAMSOL								.932	
HAVADURUMU1									.674
GÜNADI									.574
GÜNDURUMU									.456

Tablo 5.5'ten görüldüğü üzere ikinci veri setinde kullanılan değişkenlerle elde edilen faktörler problemi %75'lik kısmını açıklayabiliyor durumdadır.

Elde edilen sonuçlarda en anlamlı faktör grubunun trafik hacim değerlerinden oluşan (q/c değeri, şerit hacmi, link uzunluğu ve taşıt km değerleri) ikinci faktör grubu olduğu görülmüştür.

Ayrıca *Tablo 5.2* ile *Tablo 5.6* dikkate alındığında ilk veri setindeki değişkenlerle yapılan analiz sonucu elde edilen faktör gruplarının hiçbiri 0.9 korelasyon değerine sahip değildir. İkinci veri setiyle yapılan analizde ise trafik hacim değişkenlerinin 0.9'un üstündeki korelasyon değerleriyle en yüksek korelasyona sahip değişkenler olduğu ortaya çıkmıştır.



Şekil 5.5 : İki veri seti arasındaki eklenik varyans yüzdeleri karşılaştırması

Şekil 5.5'te görüleceği gibi ikinci veri seti problemi daha iyi tanımladığı için ikinci veri seti sonucu elde edilen faktörler önem gerektiren faktörler olarak tanımlanır. Ayrıca bu faktörlerden en önemlileri korelasyon değerleri çok yüksek olan faktörler yani trafik hacim değişkenleridir.

Yapılan analizler sonucu faktör grupları oluşturulmuş ve bu grupların içinden etkin faktörler hem akşam hem de sabah için belirlenmiştir.

Tablo 5.7'deki sabah ve akşam faktörlerinden de görüldüğü gibi analizler doğru sonuçlar vermektedir. Akşam kazalarında en önemli faktörler arasında bulunan aydınlatma, alkol gibi değişkenlerin sabah faktörlerinde yer almaması izlenen yöntemin doğru olduğunu desteklemektedir. Gündüz vakitlerinde alkollü sürücülerin

sebepe olduğu kazaların olması da beklenemezdi. Yine aynı şekilde gündüz vakti alydınlatma sıkıntısından doğan kazaların da meydana gelmesi beklenemezdi.

Tablo 5.7 : Birinci veri setiyle belirlenen faktörler, sabah - akşam

Sabah Faktörleri	Akşam Faktörleri
1. Faktör	1. Faktör
GörüŖe engel cisim	Yol alıŖması
Yol alıŖması	GörüŖe engel cisim
2. Faktör	2. Faktör
Geçitler	Yatay güzergah
DüŖey güzergah	Geçitler
3. Faktör	3. Faktör
Alkol 1	Alkol 1
Alkol 2	Alkol 2
4. Faktör	4. Faktör
Cinsiyet 2	Cinsiyet 2
Sürücü yaşı 2	Öğrenim 2
Öğrenim 2	5. Faktör
5. Faktör	Yol bölünme
Yol tipi	6. Faktör
6. Faktör	Yol tipi
Hava durumu	7. Faktör
7. Faktör	Gün durumu
Yol bölünme	

Tablo 5.7' de trafik hacim verileri olmadan oluşturulan veri setinden elde edilen faktörler gösterilmiştir. *Tablo 5.7* ve *Tablo 5.8* birlikte değerlendirildiğinde ise trafik hacim değerlerinin etkili faktörleri büyük ölçüde deęiŖtirdiđi görölmektedir.

Tablo 5.8 : İkinci veri setiyle belirlenen faktörler, sabah - akşam

Sabah Faktörleri	Akşam Faktörleri
1. Faktör	1. Faktör
Kaplama türü	Trafik ışığı
Trafik işaretlemesi	Aydınlatma
Trafik ışığı	2. Faktör
2. Faktör	q/c oranı
q/c oranı	hacim akşam sol
hacim sabah sol	3. Faktör
3. Faktör	Geçitler
Geçitler	4. Faktör
4. Faktör	Alkol 2
Cinsiyet 2	Alkol 1
Sürücü yaşı 2	5. Faktör
5. Faktör	Yol bölünme
Yol bölünme	6. Faktör
6. Faktör	Öğrenim 2
Hava durumu	Cinsiyet 2
7. Faktör	7. Faktör
Link uzunluğu	Ortalama işletme hızı
8. Faktör	8. Faktör
Ortalama işletme hızı	Akşam sol ortalama hız
	9. Faktör
	Hava durumu

Analiz sonuçlarına bakıldığında görülen sol şeritlerin daha sorunlu olduğudur. Bunun nedeni ise sağ şeritlerin tam kapasiteyle kullanılmaması olabilir. Çünkü yapılan ölçümler sırasında sürücülerin sağ şeritlerde hatalı park ya da duraklama sonucu sağ

şeritleri kullanıma kapattıkları görölmüş, buna bağlı olarak da trafik sol şeritlerden akmak durumunda kalmıştır. *Tablo 5.8*'de görölen bazı faktörlerdeki "2" rakamı kazaya karışan ikinci taşıtın değişkenlerinden bahsedildiğini anlatmaktadır.

Bu bölümde bir önceki bölümde elde edilen veriler ve oluşturulan veri seti kullanılarak çalışma konusu olan faktör analizinde kullanılacak yöntem belirlenmiş ve bu yöntemle analizler gerçekleştirilerek sonuçlar elde edilmiştir. Birinci analizde, veri setinde emniyet genel müdürlüğünde alınan trafik kaza tutanaklarından elde edilen trafik ve yol karakterisitkleri varken ikinci veri setine bunlara ilave olarak çalışma ağındaki bağlarda gerçekleştirilmiş ölçümlerden elde edilen trafik hacim değişkenleri koyulmuştur.

Bir sonraki bölümde analizlerden elde edilen sonuçlar ve iyileştirmelere yönelik öneriler sunulacaktır.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmada Denizli ilinde seçilmiş bir trafik ağında meydana gelen trafik kazaları incelenmiştir. Yol ve çevre karakteristiklerine trafik hacim değişkenleri eklenerek analiz yapılmış ve bunun sonucunda trafik hacim değişkenlerinin trafik kazalarını oluşturan en önemli faktörler olduğu ortaya çıkmıştır. Bu faktörler hacim/kapasite (q/c) oranı, sağ ve sol şeritlerdeki hacimler, sağ ve sol şeritlerdeki taşıt-km değerleri ve link uzunluklarıdır.

Yapılan iki ayrı analizde trafik hacim verileri olmadan alınan sonuçlarda seçilen faktörler problemin % 71'ini açıklarken trafik hacim verileriyle elde edilen sonuçlar % 75 oranında tanımlayıcı olmuştur.

Ağda meydana gelen kazalar değerlendirildiğinde elde edilen sonuçlar ise; günlük bazda sabah zirve saatlerde en fazla kaza Salı günleri olmuş en az kaza ise Pazar günleri görülmüştür. Akşam zirve saatlerde ise en fazla Cuma günleri kaza meydana gelmiş en az kaza yine Pazar günleri oluşmuştur.

Hacim/kapasite oranlarına bakıldığında da çok düşük değerler görülmektedir. Buna bağlı olarak bağlardaki taşıt-km/saat değerleri çok düşük olarak gözlenmektedir.

Bu çalışma sonucunda anlaşılmaktadır ki Denizli ilindeki yolların mevcut durumu giderek artan ulaşım talebini karşılamamaktadır. Bu sorunun ortadan kaldırılması için yolların kapasite artırımı konusunda daha ayrıntılı çalışmalar yapılmalıdır. Aynı zamanda sağ şerit kullanımını engelleyen unsurlar yetkili merciler tarafından engellenmelidir.

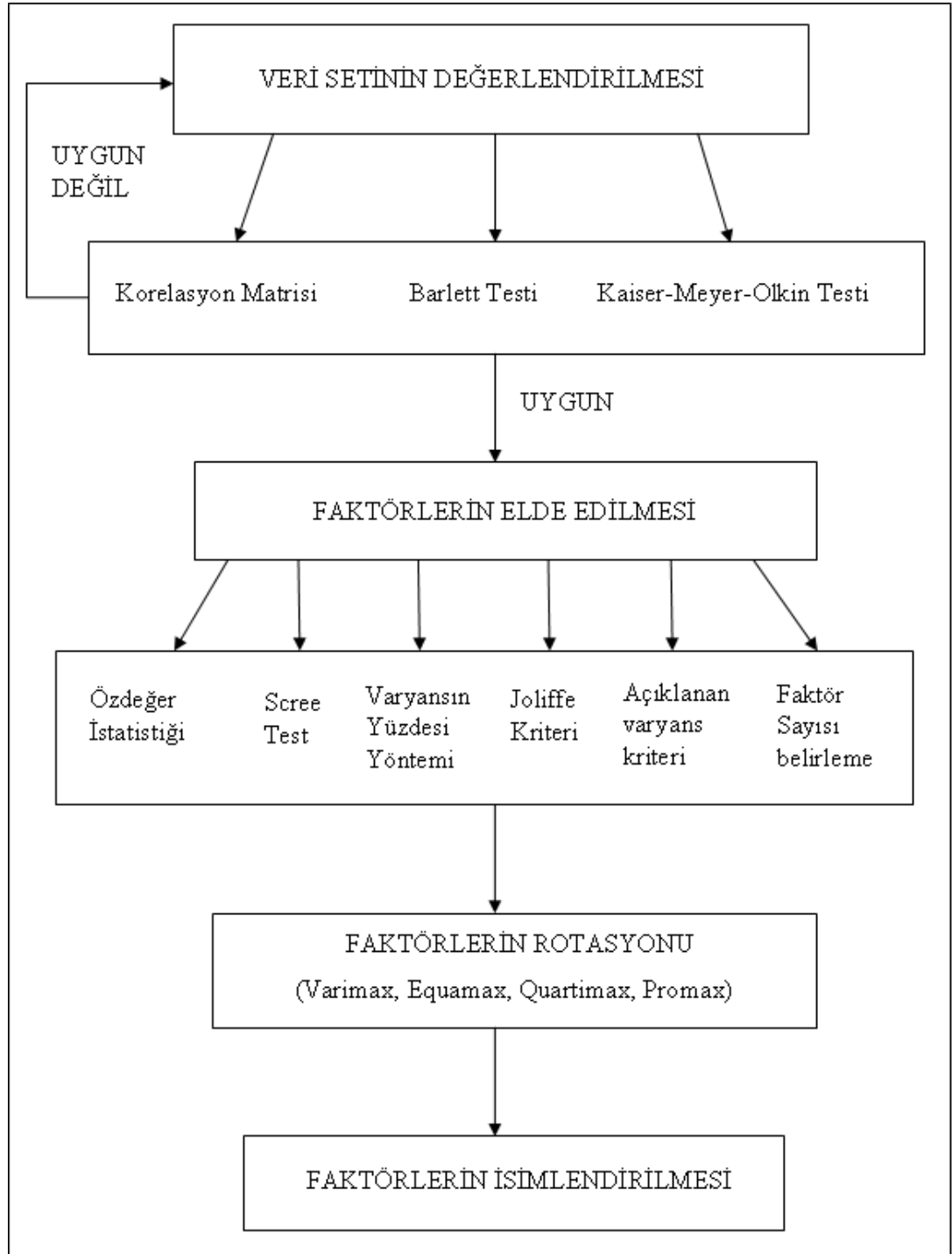
Yapılan analizlerde kullanılan veri sayısını ve zirve saatlerin dışındaki verileri de analize eklemek faydalı olabilir. Ayrıca çalışma sürücü ve yaya psikolojisi verileriyle desteklenirse kazalardaki insan faktörü detaylı olarak ortaya konmuş olur.

KAYNAKLAR

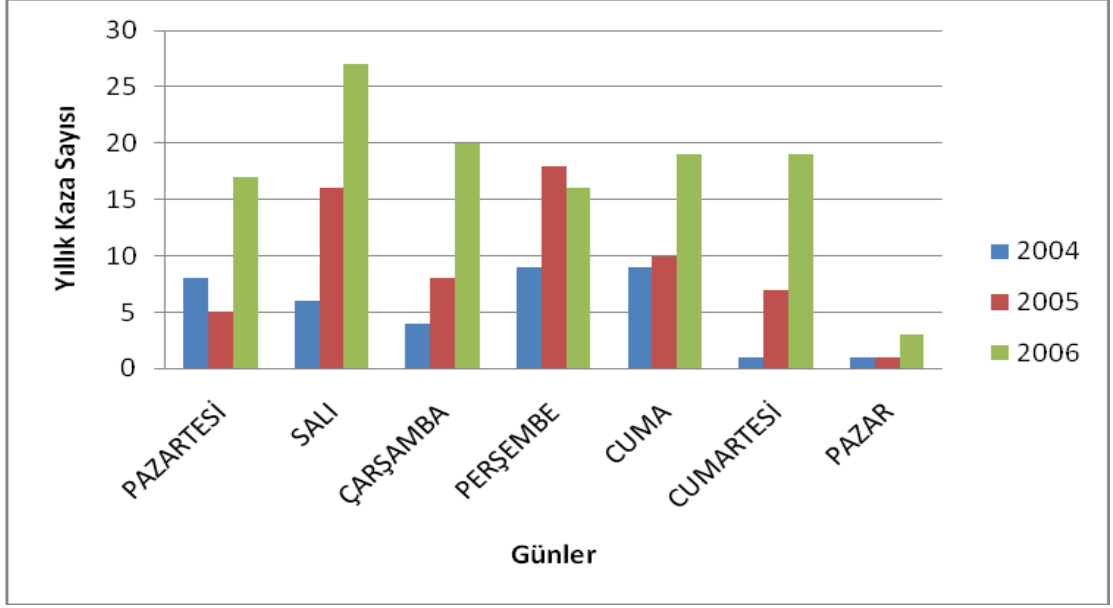
- Akkaya, Ş. ve Altıntaş, H.,** 2001 : Türkiye’de Trafik Kazalarının İstatistiki Analizi: 1989 – 1999, Çukurova Üniversitesi 5. Ulusal Ekonometri İstatistik Sempozyumu 19-22 Eylül 2001.
- Arı, K. ve Haktanır, N.,** 2003 : Kayseri İlindeki Kaza Kara Noktalarının Analizleri ve Bu Noktalardaki Trafik Güvenliğine Yönelik Uygulamalar, Trafik ve Yol Güvenliği II. Ulusal Kongresi, (Trodsa 2003 Bildiriler Kitabı), 7-9 Mayıs 2003, sayfa: 371 – 378.
- Ateş, A., Çelik, H. M. ve Berk, F.,** 2003 : Ankara Çevre Yolu Üzerinde Yer Alan Kavşaklarda Yol Güvenliği Çalışması, Trafik ve Yol Güvenliği II. Ulusal Kongresi, (Trodsa 2003 Bildiriler Kitabı), 7-9 Mayıs 2003, sayfa: 346 – 357.
- Camkesen, N. ve Bayrakdar Z.,** 1999 : Alan Analiz Yöntemi İle Kazaların Gerçek Nedenlerinin Saptanması, II. Ulaşım ve Trafik Kongresi- Sergisi, 29 Eylül – 2 Ekim 1999.
- Ceylan, H. ve Haldenbilen, S.,** 2008 : Genetik Algoritma ve Oyun Teorisi Yaklaşımları ile Şehir İçi Trafik Yönetimi, 104I119, Tübitak Araştırma Projesi Gelişim Raporu, Rapor No: VII, Aralık 2008, sayfa: 44-48.
- Christensen, P., Ragnoy, A.,** 2006. The Condition of The Road Surface and Safety, Institute of Transport Economics, Summary of TOI Report 840, 56p.
- Derici, E.,** 2010: Şehiriçi Ulaşım Ağlarında Tehlike İndeksi ve Risk Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Ocak 2010, Denizli.
- Dölekoğlu, C. Ö. ve Yurdakul, O.,** 2004: Adana İlindeki Hanehalkının Beslenme Düzeyleri ve Etkili Faktörlerin Logit Analizle Belirlenmesi, Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, sayı: 8, sayfa: 62–86.
- Karagöz, Y. , Kösterelioğlu, İ.,** 2008: İletişim Becerileri Değerlendirme Ölçeğinin Faktör Analizi Metodu İle Geliştirilmesi, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, sayı: 21, ağustos 2008, Kütahya.
- Karakaş, E., Karadoğan, S. ve Arslan, H.,** 2003 : Elazığ Kentindeki Trafik Kazalarının CBS Ortamında Haritalanması ve Analizi, Trafik ve Yol Güvenliği II. Ulusal Kongresi, (Trodsa 2003 Bildiriler Kitabı), 7-9 Mayıs 2003, sayfa: 261 – 269.
- Murat, Y. Ş., Başkan, Ö. ve Ozan, C.,** 2003 : Trafik İşaretleri ve Yönetim Tekniklerinin Trafik Güvenliğine Etkilerinin Araştırılması, Trafik ve Yol Güvenliği II. Ulusal Kongresi, (Trodsa 2003 Bildiriler Kitabı), 7-9 Mayıs 2003, sayfa: 83 – 91.

- Özgan, E.**, 2007 : Kara Yolu Araç Tipi ve Kaza Şekli ile Kaza Sonuçları Arasındaki İlişkilerin Analizi, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt: 23, no: 1, sayfa: 97–104.
- Saphoğlu, M. ve Kardeşahin, M.**, 2010 : Şehir içi Kontrolsüz Eşdüzey Kavşak Kazalarını Etkileyen Unsurların Değerlendirilmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi, cilt:2, sayı:2, Haziran 2010 sayfa: 26-49.
- Sarçbaşı, T. ve Aktaş, S.**, 2003 : Trafik Kazaları Nedenlerinin İstatistiksel Modellerle İncelenmesi, Trafik ve Yol Güvenliği II. Ulusal Kongresi, (Trodsa 2003 Bildiriler Kitabı), 7-9 Mayıs 2003, sayfa: 93 – 101.
- Şekerler, A.**, 2008 : Trafik Kaza Verilerinin Kümeleme Analizi Yöntemi İle İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Temmuz 2008, Denizli.
- Tuncuk, M.**, 2004 : Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla Trafik Kaza Analizi: Isparta Örneği, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Url-1** <<http://yunus.hacettepe.edu.tr/~tonta/courses/spring2009/bby208/bby208-12-faktor-analizi.ppt>>
- Url-2** <<http://yunus.hacettepe.edu.tr/~yurdugul/3/indir/Kuresellik.pdf>>
- Url-3** < <http://www.kgm.gov.tr/kaza2k.doc> >
- Url-4** < http://www.trafik.gov.tr/trafik_guvenligi/trafik_guvenligi_dunya.aspx>
- Yılmaz, D. ve Gördelek, E. M.**, 2003 : Trafik Kazaları ve Kişilik Özellikleri, Trafik ve Yol Güvenliği II. Ulusal Kongresi, (Trodsa 2003 Bildiriler Kitabı), 7-9 Mayıs 2003, sayfa: 469 – 474,

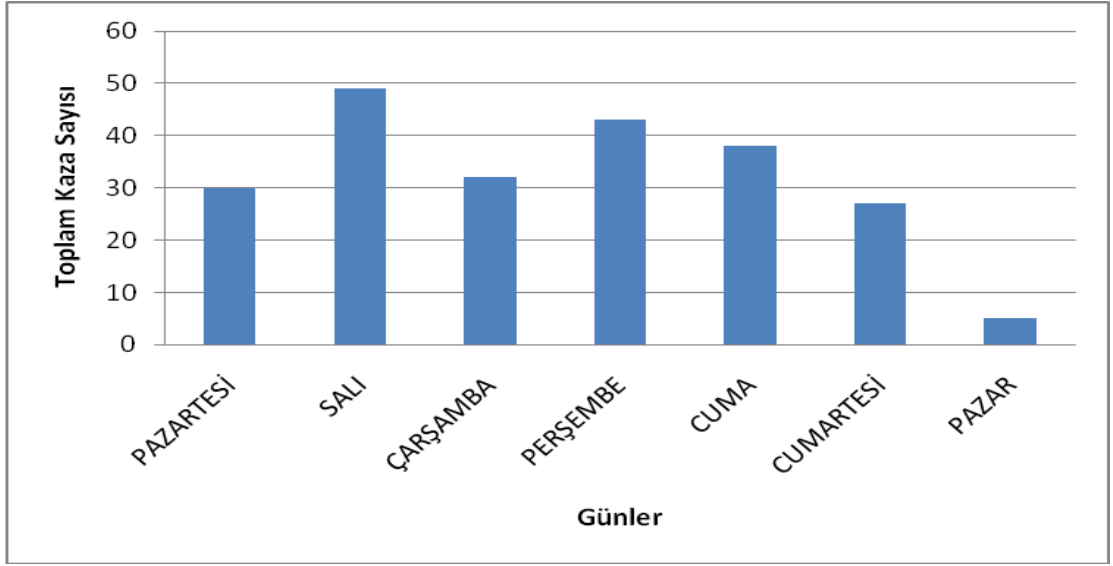
EKLER



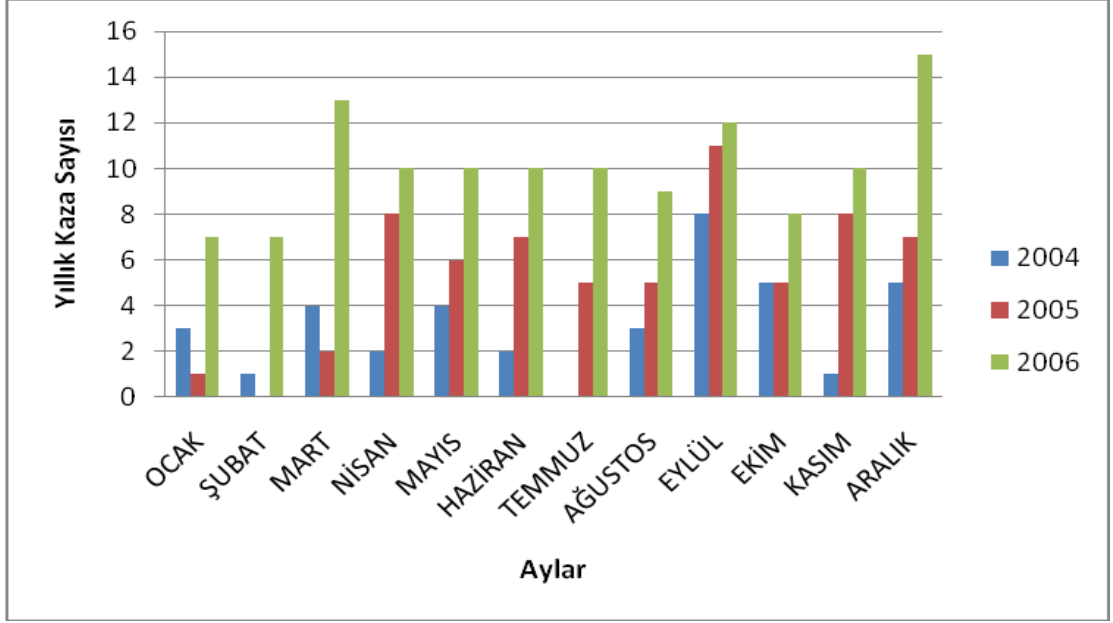
Şekil A.1 : Faktör Analizi Akış Şeması



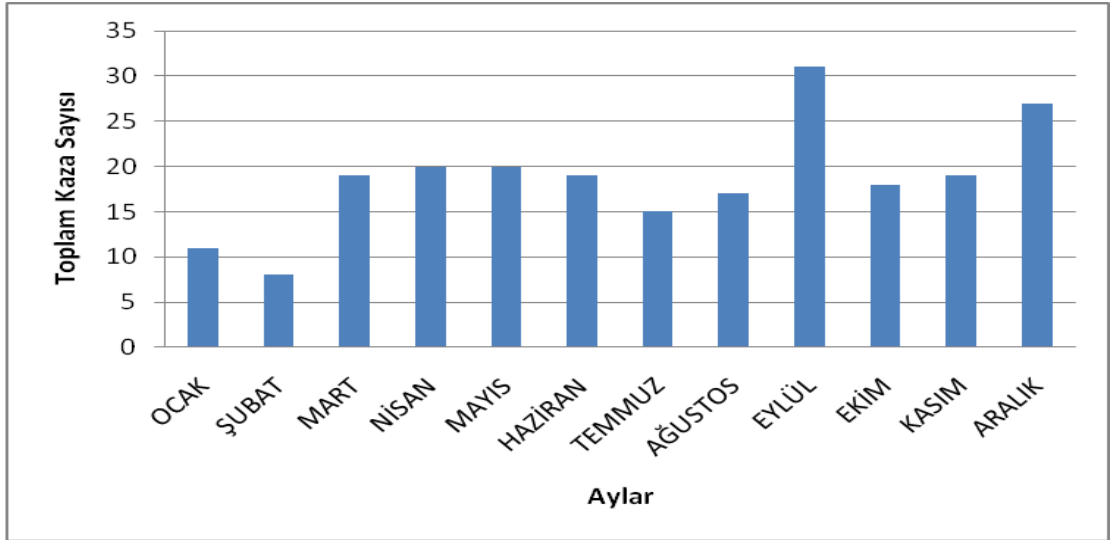
Şekil A.3 : Trafik kazalarının sabah saatlerinde (senelik) günlere göre dağılım grafikleri (Tablo 4.4)



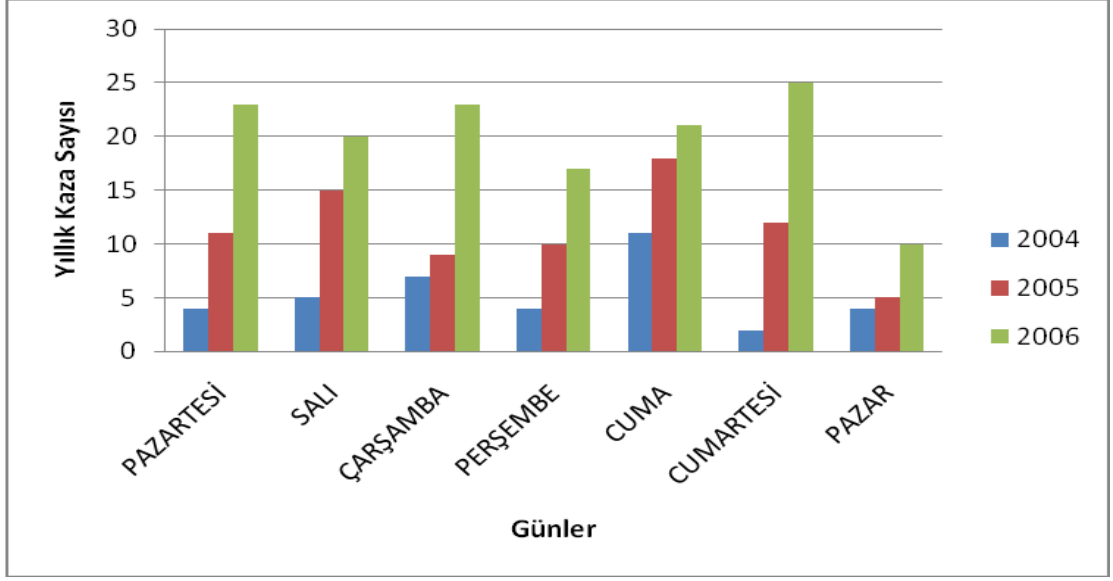
Şekil A.4 : Trafik kazalarının sabah saatlerinde (üç senelik) günlere göre dağılım grafikleri (Tablo 4.4)



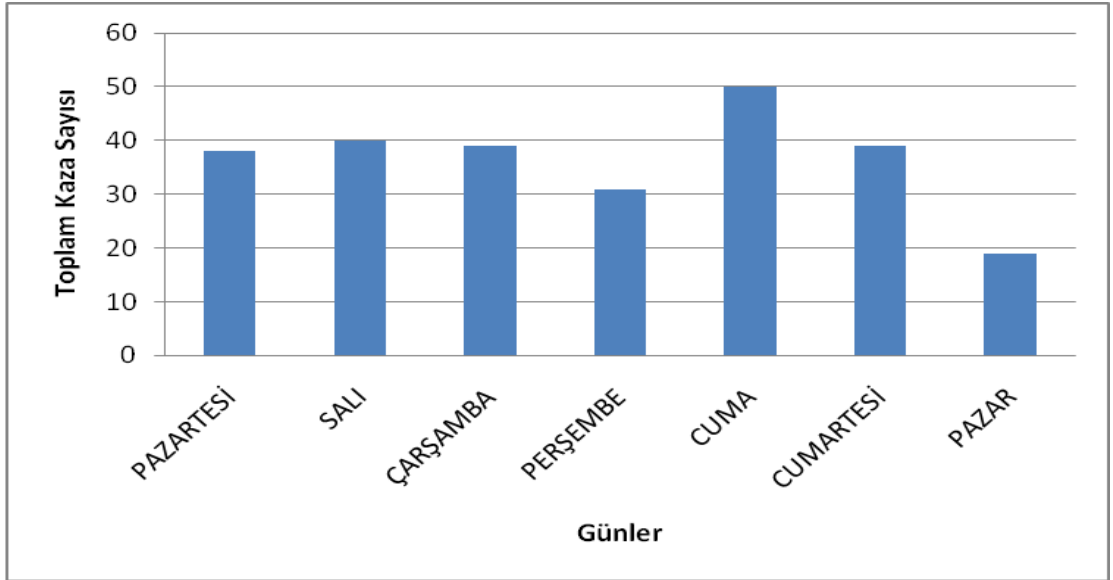
Şekil A.5 : Trafik kazalarının sabah saatlerinde (senelik) aylara göre dağılım grafikleri (Tablo 4.5)



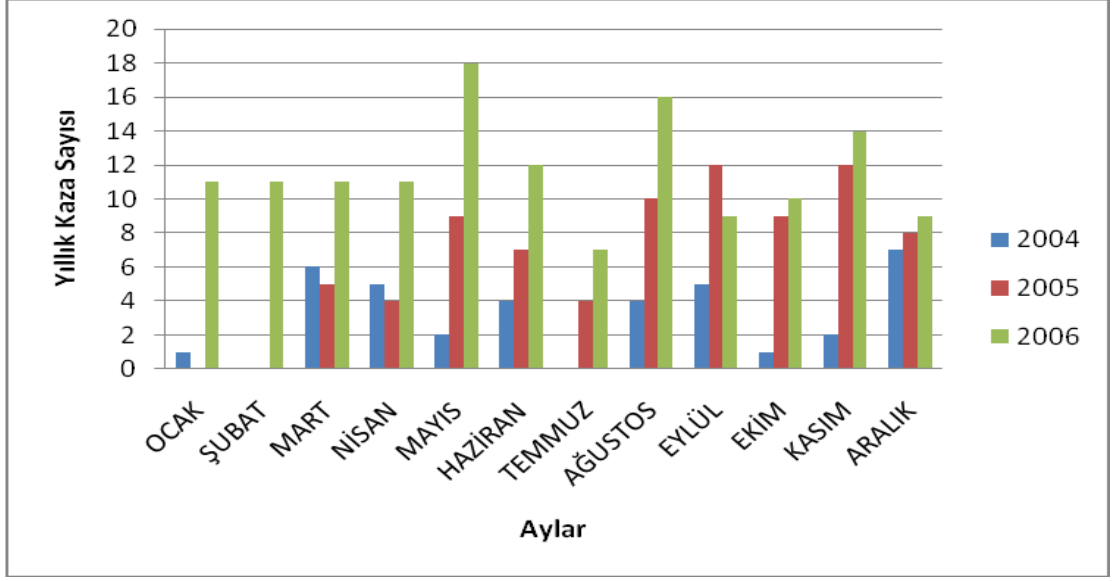
Şekil A.6 : Trafik kazalarının sabah saatlerinde (üç senelik) aylara göre dağılım grafikleri (Tablo 4.5)



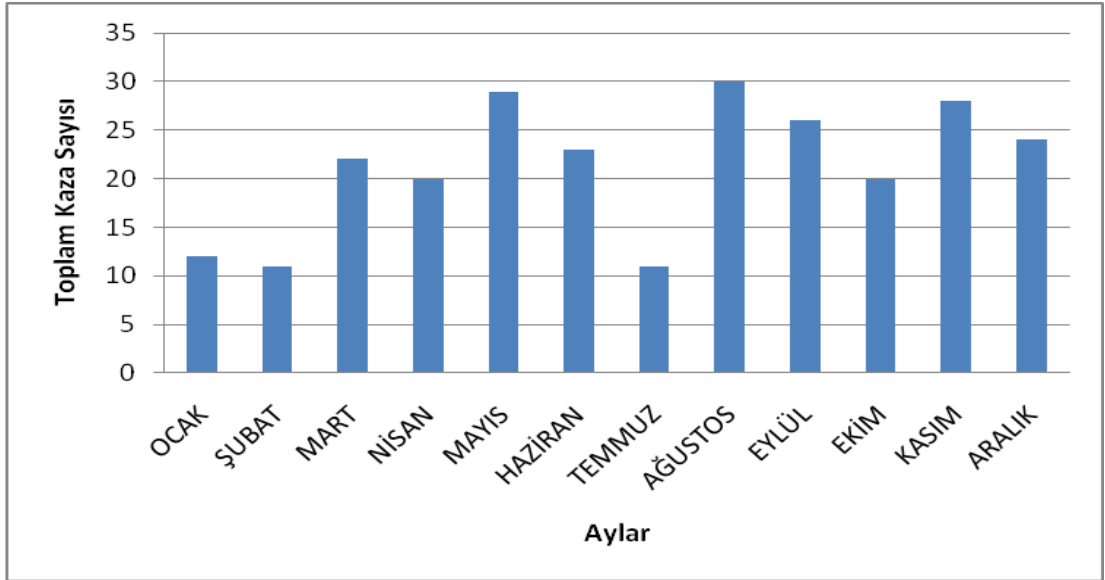
Şekil A.7 : Trafik kazalarının akşam saatlerinde (senelik) günlere göre dağılım grafikleri (Tablo 4.6)



Şekil A.8 : Trafik kazalarının akşam saatlerinde (üç senelik) günlere göre dağılım grafikleri (Tablo 4.6)

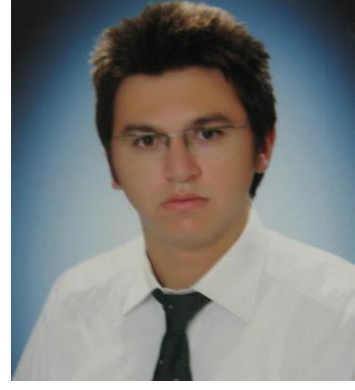


Şekil A.9 : Trafik kazalarının akşam zirve saatlerinde (senelik) aylara göre dağılım grafikleri (Tablo 4.7)



Şekil A.10 : Trafik kazalarının akşam zirve saatlerinde (üç senelik) aylara göre dağılım grafikleri (Tablo 4.7)

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Atılgan Utku SERHAT

Doğum Yeri ve Tarihi: Üsküdar, İstanbul - 19.04.1986

Adres: Cumhuriyet Mahallesi 1259/1 sokak no:6 DENİZLİ

Lisans : Pamukkale Üniversitesi