

**ŒEHİRİÇİ ULAŒIM AĞLARINDA TEHLİKE İNDEKSİ VE RİSK
ANALİZİ**

Erhan DERİCİ

**Ocak, 2010
DENİZLİ**

**ŞEHİRİÇİ ULAŞIM AĞLARINDA TEHLİKE İNDEKSİ VE RİSK
ANALİZİ**

**Pamukkale Üniversitesi
Fen Bilimler Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

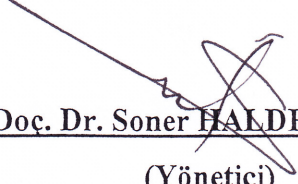
Erhan DERİCİ


Danışman: Doç. Dr. Soner HALDENBİLEN

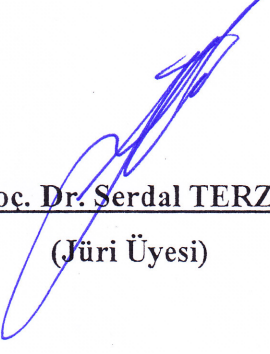
**Ocak, 2010
DENİZLİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU

Erhan DERİCİ tarafından Doç. Dr. Soner HALDENBİLEN yönetiminde hazırlanan
“Şehir içi Ulaşım Ağlarında Tehlike İndeksi Ve Risk Analizi” başlıklı tez
tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak
kabul edilmiştir.


Doç. Dr. Soner HALDENBİLEN
(Yönetici)


Doç. Dr. Halim CEYLAN
(Jüri Üyesi)


Doç. Dr. Serdal TERZİ
(Jüri Üyesi)

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

Prof. Dr. Halil KARAHAN
Müdür

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırılmalarının 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 atfedildiğini beyan ederim.

İmza

:



Öğrenci Adı Soyadı

: Erhan DERİCİ

TEŞEKKÜR

Bu yüksek lisans tez çalıőması sűresince, bilgi ve deneyimiyle her zaman yanımda olan ve çalıőmayı en az benim kadar sahiplenerek yűneten danıőmanım, deęerli hocam Doç. Dr. Soner HALDENBİLEN'e, ayrıca tez sűresi boyunca bilgi ve gűrűőleriyle katkıda bulunan saygıdeęer hocalarım Doç. Dr. Halim CEYLAN ve Doç. Dr. Yetiő Őazi MURAT'a Őukranlarımı sunarım.

Tezin oluőum aőamasındaki katkılarından dolayı Dr. Őzgűr BAŐKAN'a, İnő. Yűk. Műh. Cenk OZAN'a ve İnő. Műh. Atılınan Utku SERHAT' a teőekkűrlerimi sunarım.

Bu tez çalıőmasının baőından sonuna kadar gűsterdikleri destek, hoőgűrű ve sabır için, bu gűnlerimi borçlu olduęum annem Nesrin DERİCİ, babam Halil DERİCİ, aęabeyim Hakan Onur DERİCİ'ye ve deęerli dostum Yusuf TŪMAY'a en içten duygularla teőekkűr ederim.

Ve son olarak; varlıęını her Őeyiyle ve her zaman yanımda hissettięim, yakında dűnya evine girmeyi planladıęım, niőanlım M. Nazlı SAęLAM'a teőekkűr ederim.

ÖZET**ŞEHİRİÇİ ULAŞIM AĞLARINDA TEHLİKE İNDEKSİ VE RİSK ANALİZİ**

DERİCİ, Erhan

Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği ABD
Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Soner HALDENBİLEN

Ocak 2010, 81 sayfa

Trafik kazaları pek çok etkenin bileşkesi sonucu meydana gelen, karmaşık ve analizi zor bir konudur. Trafik kazalarında suçlu, sorumlu ve neden aynı değildir. Kazalarda genelde ilk olarak suçlu aranır. Bunun yerine, oluşma nedenlerini ve sorumluları derinlemesine incelememiz gerekmektedir. Bu da ancak; kaza sonrası daha detaylı bilgi toplanması ve istatistiklerin bu ayrıntılı bilgilere dayandırılması sayesinde gerçekleşebilir. Bu amaçla, özellikle ölümlü kazalarda ve kazaların yoğunlaştığı kesimlerde, farklı ve bağımsız uzmanlardan oluşan ekiplerle incelemeler yapılması, kazaların oluş nedenleri ile kısa ve uzun dönemli çözüm önerilerinin ortaya konması önemlidir. Kaza etütleri; kaza meydana geldikten sonra yapıldığından ve kazanın olduğu sırada trafik hacmi yoğunlukla bilinmediğinden trafik hacmi ile kaza oranı arasındaki ilişki ne yazık ki bugüne kadar ortaya konamamıştır.

Tez kapsamında, Denizli’de bir çalışma alanı seçilmiş, bu alan için Tehlike İndeksi uygulamasında kullanılacak veriler toplanmış, bölgedeki linkler için Tehlike İndeksleri hesaplanmış ve Risk derecelendirilmesi yapılmıştır. Önceki çalışmalarda var olan veri eksikliği giderilmek amacıyla, analizde kullanmak üzere, linkler 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.

Anahtar Kelimeler: Risk Analizi, Ulaşım, Tehlike İndeksi**Doç. Dr. Soner HALDENBİLEN****Doç. Dr. Halim CEYLAN****Doç. Dr. Serdal TERZİ**

ABSTRACT**RISK ANALYSIS AND HAZARD INDEX ON THE URBAN
TRANSPORTATION NETWORKS**

DERİCİ, Erhan

Ms. Sc. Thesis in Civil Engineering

Supervisor: Assoc. Dr. Soner HALDENBİLEN

January 2010, 81 pages

Traffic accident is a subject occurs as result of combination of many factors, analysis is also a difficult issue. Guilty, responsible and reason in traffic accidents are not the same. It is common to seek the guilty as first thing when an accident happens. We should better examine in depth the causes and responsibility instead. This can only be achieved by collecting detailed information just after accident and build statistics based on this detailed information. For this purpose, it is essential that independent teams of experts to make investigations especially in mortal accidents and in sectors accidents happen frequently and these experts to put forward their short and long-term solution suggestions about the reasons of these accidents. Unfortunately the correlation between accident rates and volume of traffic could not be revealed so far because volume of traffic is mostly unknown as accident studies can only be made after the accidents have already happened.

A region in Denizli is chosen as the workspace for this thesis, data to be used calculating the hazard index is collected in the region, hazard index is calculated for the links in the region and risk grading is done. In order to resolve the lack of existing data problem in previous studies, speed and volume measurements are carried out to use in analysis for the links in the morning and evening peak hours. As the conclusion of our hazard index and risk grading analysis it is revealed that method of risk analysis and risk grading is suitable for using in traffic accident analysis and even though we can't completely prevent accidents, these analysis can still lead us the way on what can be done to minimize accidents.

Keywords: Risk Analysis, Transportation, Hazard Index**Assoc. Dr. Soner HALDENBİLEN****Assoc. Dr. Halim CEYLAN****Asst. Prof. Dr. Serdal TERZİ**

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
Yüksek Lisans Tezi Onay Formu.....	I
Bilimsel Etik.....	II
Teşekkür	III
Özet.....	IV
Abstract.....	V
İçindekiler.....	VI
Şekiller Dizini.....	VIII
Tablolar Dizini.....	X
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Giriş.....	1
1.2 Problemin Tanımı.....	2
1.3 Tezin Amacı.....	2
1.4 Tezin Kapsamı ve Düzenlenmesi.....	2
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.1 Giriş.....	4
2.2 Trafik Güvenliği İle İlgili Daha Önce Yapılmış Çalışmalar.....	7
2.3 Risk Analizi İle İlgili Daha Önce Yapılmış Çalışmalar.....	13
2.4 Sonuç.....	16
3. RİSK ANALİZİ VE TEHLİKE İNDEKSİ	18
3.1 Giriş.....	18
3.2 Risk Analizi Ve Yöntemleri	18
3.2.1 Ön Tehlike Analizi (Preliminary Hazard Analysis – Pha).....	21
3.2.2 İş Güvenlik Analizi (Job Safety Analysis – Jsa).....	23
3.2.3 Olursa Ne Olur?	26
3.2.4 Çeklist Kullanılarak Birincil Risk Analizi.....	26
3.2.5 Birincil Risk Analizi (Preliminary Risk Analysis).....	27
3.2.6 Risk Değerlendirme Karar Matrisi (RAD Matrix).....	29
3.3 Tehlikeli Bölgelerin Belirlenmesi.....	36
3.3.1 Kaza Sayısı Metodu.....	37
3.3.2 Kaza Tekrar Oranı.....	38
3.3.3 Frekans Oranı Metodu.....	38
3.3.4 Oran-Kalite Kontrol Metodu.....	39

3.3.5 Kaza Şiddeti Metodu.....	40
3.3.6 Tehlike İndeksi Metodu.....	40
3.3.7 Tehlikeli Yol Envanter Metodu.....	43
3.4 Sonuç.....	44
4. ÇALIŞMA ALANI VE VERİ TOPLAMA.....	45
4.1 Giriş.....	45
4.2 Çalışma Bölgesinin Tanımı.....	45
4.3 Kaza Verilerinin Tanımı.....	48
4.4 Sonuç.....	55
5. TEHLİKE İNDEKSİ YÖNTEMİYLE RİSK DERECELENDİRİLMESİ.....	56
5.1 Giriş.....	56
5.2 Gösterge Eğrilerinin Hazırlanması.....	57
5.2.1 Kaza Sayısı Gösterge Eğrilerinin Hazırlanması.....	58
5.2.2 Kaza Oranı Gösterge Eğrilerinin Hazırlanması.....	60
5.2.3 Q/C Oranı Gösterge Eğrilerinin Hazırlanması.....	62
5.2.4 Çakışma Oranı Gösterge Eğrilerinin Hazırlanması.....	64
5.2.5 Kaza Şiddeti Gösterge Eğrilerinin Hazırlanması.....	66
5.3 Tehlike İndekslerinin Hesaplanması.....	68
5.4 Sonuç.....	72
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	75
6.1 Sonuçlar.....	75
6.2 Öneriler.....	77
KAYNAKLAR.....	79
ÖZGEÇMİŞ.....	81
EK 1.....	EK

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1	Trafik güvenliği unsurları ve taşıtlar için güvenlik..... 4
Şekil 3.1	Ön tehlike analizi metodolojisi aşamaları..... 22
Şekil 3.2	İş güvenlik analizinin aşamaları..... 23
Şekil 3.3	Kaza sayısı için gösterge değerleri..... 42
Şekil 4.1	Çalışılan pilot bölge..... 45
Şekil 4.2	Çalışma ağı ve ağda meydana gelen kazaların MapInfo programı'ndaki gösterimi..... 48
Şekil 4.3	MapInfo programında seçilen kazalar ve bu kazalara ait bilgiler 49
Şekil 4.4	Trafik kazalarının sabah zirve saatlerinde senelik tabanda, aylara göre dağılım grafikleri 49
Şekil 4.5	Trafik kazalarının sabah zirve saatlerinde senelik tabanda, günlere göre dağılım grafikleri..... 50
Şekil 4.6	Trafik kazalarının akşam zirve saatlerinde senelik tabanda, aylara göre dağılım grafikleri..... 51
Şekil 4.7	Trafik kazalarının akşam zirve saatlerinde senelik tabanda, günlere göre dağılım grafikleri..... 52
Şekil 5.1	Sabah zirve saatleri için kaza sayısı gösterge eğrisi 58
Şekil 5.2	Akşam zirve saatleri için kaza sayısı gösterge eğrisi..... 59
Şekil 5.3	Sabah zirve saatleri için ortalama kaza/milyon taşıt-km gösterge eğrisi 60
Şekil 5.4	Akşam zirve saatleri için ortalama kaza/milyontaşıtkm gösterge değerleri 61
Şekil 5.5	Sabah zirve saatleri için q/c gösterge eğrisi 62
Şekil 5.6	Akşam zirve saatleri için q/c gösterge eğrisi 63
Şekil 5.7	Sabah zirve saatleri için ortalama kaza sayısı/çakışma sayısı gösterge eğrisi 64
Şekil 5.8	Akşam zirve saatleri için ortalama kaza sayısı/çakışma sayısı gösterge eğrisi..... 65
Şekil 5.9	Sabah zirve saatleri için kaza şiddeti gösterge değerleri 66
Şekil 5.10	Akşam zirve saatleri için zirve saatleri için kaza şiddeti gösterge değerleri..... 67
Şekil 5.11	Tehlike indeksi en fazla olan linkler (Sarı: Sabah, Kırmızı: Akşam, Turuncu: Ortalama Sonuç)..... 71

Şekil 5.12	Sabah verilerine göre seyahat hızıyla tehlike indeksi arasındaki ilişki grafiği	73
Şekil 5.13	Akşam verilerine göre seyahat hızıyla tehlike indeksi arasındaki ilişki grafiği.....	73
Şekil 5.14	Sabah-akşam ortalama verilerine göre seyahat hızıyla tehlike indeksi arasındaki ilişki grafiği.....	74

TABLOLAR DİZİNİ

		Sayfa
Tablo 1.1	1955-2008 yılları arasında meydana gelen trafik kazası, kaza sonucu ölen ve yaralanan sayıları.....	1
Tablo 3.1	Risk değerlendirme metodolojileri karşılaştırma tablosu.....	20
Tablo 3.2	Bir iş (görev) yapılırken tehlikenin gerçekleşme ihtimali.....	25
Tablo 3.3	Bir iş(görev) yapılırken karşılanacak tehlikenin şiddeti	25
Tablo 3.4	Risk değerlendirme seçim diyagramı.....	25
Tablo 3.5	Ya olursa? metodolojisi temelli teknolojik risk değerlendirmesi	26
Tablo 3.6	Risk şiddeti ile etkisi arasındaki ilişki.....	30
Tablo 3.7	Bir olayın gerçekleşme ihtimali.....	30
Tablo 3.8	Risk skor (derecelendirme) matrisi (L tipi matris).....	31
Tablo 3.9	Sonucun kabul edilebilirlik değerleri.....	31
Tablo 3.10	Bir olayın gerçekleşme ihtimali.....	33
Tablo 3.11	Önceki kazaların sonucu.....	33
Tablo 3.12	Bir olayın gerçekleştiği takdirde şiddeti.....	34
Tablo 3.13	Seçilen bölümde ya da yapılan görev üzerindeki kontroller.....	35
Tablo 3.14	X tipi risk derecelendirme matrisi.....	35
Tablo 3.15	Tehlikeli bölgelerin belirlenmesinde toplanması zorunlu veriler....	37
Tablo 3.16	Emniyet seviyesi – K değeri tablosu.....	39
Tablo 4.1	Linkler uzunlukları	46
Tablo 4.2	Linklerin sabah ve akşam, sağ ve sol şerit için noktasal hız ve hacim/kapasite oranları.....	47
Tablo 4.3	Linklerle ilgili taşıt-km/saat değerleri.....	47
Tablo 4.4	Trafik kazalarının “sabah” zirve saatlerinde senelik tabanda günlere göre dağılım grafikleri.....	50
Tablo 4.5	Trafik kazalarının sabah zirve saatlerinde senelik tabanda aylara göre dağılım grafikleri.....	51
Tablo 4.6	Trafik kazalarının akşam zirve saatlerinde senelik tabanda, günlere göre dağılım grafikleri.....	52
Tablo 4.7	Trafik kazalarının akşam zirve saatlerinde senelik tabanda, aylara göre dağılım grafikleri maliyetler.....	53
Tablo 4.8	Linklerin ortalama kaza şiddeti tablosu (2004, 2005, 2006).....	53
Tablo 5.1	Sabah ve akşam zirve saatlerinde meydana gelen kaza sayıları ortalamaları değerleri.....	58
Tablo 5.2	Sabah ve akşam zirve saatlerinde meydana gelen kaza sayıları gösterge değerleri	59

Tablo 5.3	Sabah ve akşam zirve saatlerindeki kaza oranı değerleri.....	60
Tablo 5.4	Sabah ve akşam zirve saatlerinde meydana gelen kaza oranı gösterge değerleri.....	61
Tablo 5.5	Sabah ve akşam zirve saatlerindeki q/c oranları.....	62
Tablo 5.6	Sabah ve akşam zirve saatlerinde meydana gelen q/c gösterge değerleri	63
Tablo 5.7	Sabah ve akşam zirve saatlerindeki kaza sayısı/çakışma miktarı değerleri	64
Tablo 5.8	Sabah ve akşam zirve saatlerinde meydana gelen ortalama kaza sayısı/çakışma sayısı gösterge değerleri	65
Tablo 5.9	Sabah ve akşam zirve saatlerindeki kaza şiddeti değerleri	66
Tablo 5.10	Sabah ve akşam zirve saatlerinde meydana gelen ortalama maddi hasar/kaza sayısı gösterge değerleri	67
Tablo 5.11	Tehlike indeksi ataması.....	69
Tablo 5.12	Sabah zirve saatleri için elde edilen tehlike indekslerine göre linklerin sıralaması	69
Tablo 5.13	Akşam zirve saatleri için elde edilen tehlike indekslerine göre linklerin sıralaması	70
Tablo 5.14	Sabah ve akşam zirve saatleri için elde edilen tehlike indekslerinin ortalamasına göre linklerin sıralaması	71
Tablo 5.15	Sabah ve akşam ölçümlerine göre tehlike indeksi ve hız verileri....	72
Tablo 5.16	Sabah-akşam ölçümlerinin ortalamalarına göre tehlike indeksi ve diğer trafik verileri.....	72

1.GİRİŞ

1.1. Giriş

Trafikte güvenlik; günümüzde, yaşanan maddi ve manevi kayıplar nedeni ile ulusal ve yerel yönetimlerin öncelikli konularının başında yer almaya başlamıştır. Trafik kazalarının sonucunda her gün ortalama 25 kişi hayatını kaybetmekte, 500'ü aşkın kişi de yaralanmakta veya sakatlanmaktadır. Yani ülkemizde her yıl 10.000'i aşkın kişinin trafik kazalarında hayatını kaybettiği ve 200.000 kişinin ise yaralandığı ya da sakatlandığı öngörülmektedir. Kazadan etkilenen kişilerin çoğu gençtir. Bu acı tablo göstermektedir ki; trafik kazaları, her yıl çok miktarda insanın yaşamlarının büyük bir bölümünün kısmen veya tamamen yok olması neticesindeki acı, sıkıntı ve üzüntüye ek olarak Türkiye Cumhuriyeti vatandaşları için büyük ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Tablo 1.1' de ülkemizde, son 55 yıllık sürede meydana gelen trafik kazaları sonuçları göstermiştir. Her ne kadar bu maddi hasar trafik kazası sonucu meydana gelen tüm maddi kayıpları (iş gücü, adli süreç, hastane ve bakım gibi) içermiyor olsa bile yine de trafik kazalarının sonuçlarının büyüklüğünü sergilemek üzere önemli bir değere sahiptir.

Tablo 1.1 1955-2008 yılları arasında meydana gelen trafik kazası, kaza sonucu ölen ve yaralanan sayıları (EGM)

YIL	KAZA	ÖLÜ	YARALI
1955	7.493	1.247	8.673
1960	8.136	1.590	7.729
1965	14.805	2.564	13.654
1970	19.207	3.978	16.838
1975	46.735	5.125	27.847
1980	36.914	4.199	24.608
1985	65.831	5.680	51.586
1990	115.295	6.286	87.693
1995	279.663	6.004	114.319
2000	500.663	5.666	138.406
2005	620.789	4.505	154.086
2006	728.755	4.633	169.080
2007	825.561	5.007	189.057
2008	929.304	4.228	183.841

1.2. Problemin Tanımı

Trafik kazalarında suçlu, sorumlu ve neden aynı değildir. Kazalarda alışageldiğimiz üzere, suçlu arama yerine oluşma nedenlerini ve sorumluları derinlemesine incelememiz gerekmektedir. Bunun başlangıcı da; kaza sonrası daha detaylı bilgi toplanması ve istatistiklerin bu ayrıntılı bilgilere dayandırılmasıdır. Özellikle ölümlü kazalarda ve kazaların yoğunlaştığı kesimlerde, farklı ve bağımsız uzmanlardan oluşan ihtisas gruplarıyla incelemeler yapılması, kazaların oluş nedenleri ile kısa ve uzun dönemli çözüm önerilerinin ortaya konması önemlidir. Tüm bu nedenlerle gerek maddi gerekse de manevi kayıpların oldukça fazla olduğu kent içi trafikte bu kayıpların en aza indirgenmesi ve bu çalışmaların bilimsel bir tabana oturtulması, kazada etkili parametrelerin yerinde ölçümlerle modelleme çalışmalarına katılması nedeni ile bu çalışma büyük önem arz etmekte bilimsel ve toplumsal katkısının yadsınamaz düzeyde olacağı beklenmektedir. Hızla artan motorlu taşıt sayısı, kullanıcı ve bu artışa paralel uyum gösteremeyen teknik ve eğitim altyapılarının etkileşimi sonucu trafik güvenliği; insan-taşıtlı-altyapı üçgeniyle çözümü ve analizi oldukça karmaşık bir yapı olarak şekillenmektedir. Bu karmaşık yapının analizi ve trafik güvenliğinin artırılması için “risk” ve ulaşım ağlarının hızlı değerlendirmesi için “tehlike indeksi” kavramı problemimizin temelidir.

1.3. Tezin Amacı

Bu tezin amacı; belirlediğimiz pilot bölge içindeki verileri ve teknik özellikleri kapsayan “Tehlike İndeksi Metoduyla Risk Derecelendirmesi” yaparak, linklerin risklerini tespit edip, tehlikelerin ortadan kaldırılması için yapılması gerekenleri sunmaktır. Linklerdeki tehlike indekslerini hesaplayabilmek için yapılması gereken ölçümler yapılacak ve ulaşılmaması gereken kaza tutanakları gibi belgeler temin edilecek, linklerin her birine ait tehlike indeksleri hesaplanacaktır. Ve elde edilen tehlike indekslerine göre Risk Derecelendirilmesi yapılacaktır.

1.4. Tezin Kapsamı ve Düzenlenmesi

Bu çalışmada; Denizli ilinde, merkez belediye sınırları içinde bir pilot bölge belirlenecek, bu bölge için kronolojik kaza verileri coğrafi bilgi sistemi programları yardımı ile sayısallaştırılacak, pilot bölgeye ait trafik hacim, hız, geometrik özellikler,

kesişmeler vb. gerekli veriler incelenen ağdaki linklere ait tehlike indeksi oluşturulacak ve riskin azaltılabilmesi için yapılabilecekler ortaya konacaktır.

Tezin birinci bölümü giriş kısmıdır. Bu kısımda; problem tanımlanmış, tezin amacı ve düzenlenmesi hakkında bilgi verilmiştir. İkinci bölümde; trafik güvenliğine etki eden faktörler, yolun geometrik özelliklerinin kazalara etkileri ve risk analizi ile ilgili daha önce yapılan çalışmalar incelenmiştir. nc bölümde; tehlikeli bölgelerin belirlenmesi ve Tehlike İndeksi Metoduyla Risk Analizi hakkında bilgi verilmekte ve yöntemleri anlatılmaktadır. Dördüncü bölüm; belirlediğimiz pilot bölge, bu alanda bulunun kavşaklar ve linkler ile ilgili tanıtımı, kaza verilerinin tanımlanması ve Tehlike İndeksi Metoduyla Risk Derecelenmesi ile ilgili tanımı içermektedir. Beřinci bölümümüzde uygulamamız anlatılmıştır. Son olarak altıncı bölümdeyse, elde ettiğimiz sonuçlardan ve nerilerimizden bahsedilmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Giriş

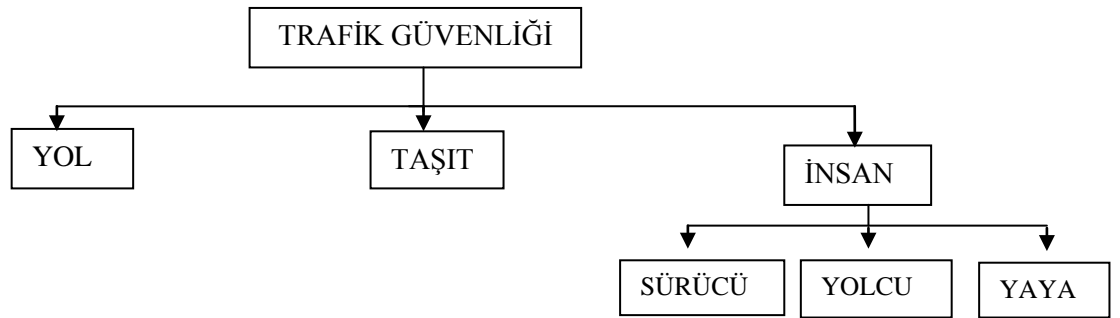
Tezin bu bölümünde trafik güvenliği ve risk analizi ile ilgili yapılmış önceki çalışmalar hakkında bilgi verilecek, trafik güvenliğini etkileyen faktörler kısaca anlatılacaktır.

Trafik, tüm dünyada; (Engineering-Mühendislik & Enforcement-Uygulama & Education-Eğitim) olmak üzere 3E olarak tanımlanmaktadır. Trafik Mühendisliği, işin; ağırlıklı olarak "mühendislik" yönü ile ilgilenir.

Trafik Güvenlik Mühendisliği'nin prensipleri ile uygulamaları için;

- Yol kullanıcısı (Sürücü-Yaya-Yolcu),
- Araç,
- Kaplama yüzeyi,
- Yolun geometrik özellikleri,
- Yol güvenlik tedbirleri unsurları dikkate alınmalıdır. Ancak bu hususların tümünü bir bütün olarak ele alan bir model veya yaklaşım henüz yoktur.

Trafik kazalarında üç temel unsur vardır. Şekil 2.1' de trafik güvenliğinin temel unsurları şematik olarak belirtilmiştir.



Şekil 2.1 Trafik güvenliği unsurları ve taşıtlar için güvenlik

Trafik kazası; karayolunda hareket halinde olan bir veya birden fazla taşıtın karıştığı, ölüm veya yaralanma ve maddi hasarla sonuçlanan olay olduğuna göre, her ne sebeple ve hangi kusurlarla olursa olsun, trafik kazaları taşıtlarla yapılmaktadır. Bu yüzden, taşıt

tasarımcıları öncelikle kazaların önlenmesi ve bu mümkün olmadığı takdirde kaza sonrası kayıpların azaltılması için, taşıt üzerinde alınabilecek koruyucu önlemler konusunda yoğun çaba harcamaktadırlar.

2006 yılı Emniyet Genel Müdürlüğü trafik kaza istatistikleri incelendiğinde, trafik kazalarında en fazla kusur oranı %95'i aşkın bir oranla sürücüler' dedir. Bunu, sırasıyla yaya, araç, yol ve yolcu kusur oranları takip etmektedir. Bu sebeple sürücü hatalarını en aza indirebilmek ve sürücülerini bilinçlendirmek için sürücülere mecburi periyodik eğitimler verilebilir.

Trafik güvenliğini etkileyen faktörler, kısaca özellikler ve etkileri ile açıklanacak olursa;

Yol; yinelenen yükleri altında dirençli olması gerektiği kadar, yüzey yapısı ile Sürüş Konforu ve Sürüş Emniyeti unsurlarını da aynı anda sağlamak zorundadır. Yol kaplamasının yüzey düzgünlüğü sürüş konforundan, sürtünme katsayısı yol güvenliğinden sorumludur. Yol güvenliği açısından, kaplama yüzeyi incelenirken;

- Sürüş Dinamik Etkisi,
- Yüzeysel Drenaj Kalitesi
- Kayma Direnci
- Yansıma Özellikleri gibi konular ele alınır

50 km/saat'e kadar olan, düşük hızlarda mikro pürüzlülük etkili iken daha yüksek hızlarda makro pürüzlülük etkilidir. Makro pürüzlülük derinliği 0,4mm'den az ise, kaplama yüzeyi kayma direnci açısından tehlikelidir. 120km/saat hıza kadar, 0,4 mm ile 1,5 mm arasındaki makro pürüzlülük derinliği kayma direnci açısından uygundur. Makro pürüzlülük derinliği 1,5mm'den fazlaysa emniyet artar ancak sürüş konforu yönünden kusur başlar.

Kaplamanın rengi de yol güvenliği açısından önemlidir. Çünkü kaplamanın rengi, gece görünmesi, yansıma ve ısı absorpsiyonu gibi üç önemli faktöre etki eder. Asfalt kaplamaların gece görünmesi zorken, beton kaplamalar özellikle çok güneşli havalarda yol güvenliğini olumsuz etkiler.

İnsanlar, trafiğe sürücü, yolcu ve yaya olarak katılarak kazalara sebebiyet verebilirler. Aşağıda, insan faktörü, trafik içinde bulunduğu konuma göre açıklanmıştır.

2006 yılı, EGM verilerine dayanan Sürücü' ye ait Asli Kusur Oranları incelendiğinde kazalarda en büyük payı “Arkadan Çarpma” ve sonra sırasıyla “Doğrultu Değiştirme İhlali” ve “Kavşakta Geçiş Önceliği İhlali”nin aldığı görülüyor. İnsan, sürücü olarak kazalarda en büyük paya sahiptir. Fiziksel ve ruhsal durum sürücü konumunda son derece etkili olmaktadır. Bu nedenle sürücülerin eğitimi ve davranışlarının iyi incelenmesi gerekmektedir. Son yıllarda sürücü psikolojisi alanında oldukça yoğun çalışmalar sürdürülmektedir. Bu çalışmalarda amaç algılama düzeyini ve davranış biçimlerini ortaya koyarak güvenlik düzeyini yükseltecek çalışmalara taban oluşturmaktadır.

2006 yılı, EGM verilerine dayanan yayayla ilgili kusurlar incelendiğinde dikkat çekici nokta; yayaların kazalara karışım sayısının, kentiçi ve kent dışında ne derece farklı olduğudur. Bunun sebebi; kentiçi yollarda motorlu taşıt trafiği ve yaya trafiğinin oldukça fazla noktada kesişmesi ve etkileşim içinde olmasıdır. Yaya Kusurlarındaki en büyük payı "Yola aniden çıkmak" ve "Geçiş Önceliğini İhlal Etmek" almaktadır. Yayaların kendilerini trafik kurallarının dışında sanması ve en kısa mesafede yürümek istemesi gibi nedenlerle de yaya kazaları artmaktadır. ABD'deki bir araştırmanın sonuçları, ehliyetli ve eğitimli yayaların; eğitimsiz ve ehliyetsiz yayalara kıyasla, trafik kurallarına daha çok uyduklarını gösteriyor. Genç (15 yaş altı) ve yaşlı (65 yaş üstü) yayalar kaza açısından daha risklidir.

EGM verilerine dayanan “2006 yılı Yolcu Kusurlarından Kaynaklanan Kaza Sayıları” incelendiğinde en büyük yolcu kusurunun "Kamyon kasası, römork ve benzeri taşıt dışı bölgelerde seyahat etmek" olduğu görülmektedir. Yolcu olarak insan, trafik güvenliğinde yaya ve sürücü rollerine göre daha az etkili bir konumdadır.

Trafik kazalarının çok düşük bir yüzdesi taşıt kusurlarından kaynaklansa da, insan hayatı çok önemlidir. Otomotiv firmaları, daha güvenli taşıt üretme çabasının oluşturduğu olumlu rekabetle, sürücü ve yolcuların güvenliğine giderek daha fazla önem vermekte, daha güvenli taşıtı elde etmek üzere çaba harcamaktadırlar. Hemen her taşıt için neredeyse standart sistem haline gelen frenlemede tekerlek kilitlenmesini önleyici sistemler (ABS - Anti Blocking System), devrilmeyi önleyici sistemler (ROPS

- Roll Over Protection System), hava yastıkları, emniyet kemerleri, enerji yutucu kasalar, uzay kafes sistemine göre yapılmış yolcu kabinleri, tamponlar, güçlendirilmiş tavanlar, pedallar, boyunluklar, rahat koltuklar, çelik barlar, gizlenmiş yağmur olukları ve cam silecekleri, çarpma ile katlanabilen dış aynalar, keskin olmayan köşeler, ticari taşıtlardaki yan al koruyucular, güvenlik ile ilgili çalışmaların günümüzde uygulamaya konulmuş önemli sonuçlarından bazılarıdır.

2.2 Trafik Güvenliği İle İlgili Daha Önce Yapılmış Çalışmalar

Trafik Güvenliğinin çeşitli faktörlerinin analizleri ile ilgili pek çok araştırmacı, birçok farklı yöntem kullanarak çalışmalar yapmışlardır. Bu bölümde bu araştırmaların bir kısmına yer verildi.

Ozgan E. (2007), 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. Elde edilen veriler tablo haline getirilmiş ve SPSS programı kullanılarak 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, 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. 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.

Köse Y. (1997)'nin yaptığı bir araştırmasının konusu; Türkiye'de meydana gelen trafik kazalarında insan faktörünün istatistiklere yansıdığı oranda yüksek olup, olmadığı, değilse nedenlerinin araştırılması ve çözüm önerileri geliştirilmesidir. Çalışmada sonuç olarak; kazaların değerlendirilmesi ile tutanakların hazırlanması aşamasında hata ve eksikler olduğu, özellikle tutanakları dolduran görevlilerde bilgi eksikliği olduğu çalışmada belirtilmiş ve bu yönde yeni bir form tasarısı sunulmuştur.

Hisar K. (2004), bir çalışmasında ülkemizde meydana gelen trafik kazalarını ve oluş nedenlerini incelemiş, meydana gelen bu kazaların gelecekte azaltılması için gereken önlemleri belirlemeye yönelik bir araştırma yapmıştır. Bu çalışmada çeşitli kaynaklardan alınan istatistiksel veriler ve raporları kullanmış, bu veriler ve raporları istatistiksel metotlarla değerlendirmiş ve sonuç olarak; kazaların azaltılması için öneriler geliştirmiştir. Trafik kazalarını azaltmayı hedefleyen “Trafik Güvenliği Projesi”nin uygulanmasının kazaları azaltmada büyük önem taşıdığı tezine varmıştır. Bu projenin; Dünya Bankası tarafından finanse edilen “Yol İyileştirme ve Trafik Güvenliği Projesi”nin önemli bir bileşeni olduğunu belirten HİSAR, uzun vadede Türkiye’nin ulaşım politikasının değiştirilmesini, yani demiryolları gibi daha ucuz ve güvenli taşımacılık sistemlerine ağırlık verilmeye başlanmasının önemini vurgulamıştır.

Erhan R. (2004), bir çalışmasında Ankara ili yerleşim sınırları içinde meydana gelmiş 100 trafik kazasını ele alarak, ölümlü sonuçlanan kazaları analiz etmiştir. Araçların kaza mahallindeki hız limitlerine uymaları durumunda kazadan kaçınılma ihtimali ve ölümün teorik olarak gerçekleşmemesi için araç hızlarının ne olması gerektiği tespit etmiştir. Sonuç olarak; Trafik Kaza Tutanaklarının, kazaların yeniden canlandırılmasında yeterli olmadığını görerek yeni bir kaza tespit tutanağı raporu önermiştir.

Trafik Güvenliği’ nin bir diğer önemli faktörü olan “Yol ve Yol Güvenliği” üzerine de çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan birkaç örnek aşağıda özet halinde verildi.

Atlı İ. (1996), yaptığı bir çalışmasında Kentiçi Trafik Kazalarında Yol ve Çevre Kusurlarının etkisini ele alarak incelemiştir. Sırası ile kara ulaşımı ve kentsel ulaşımın tarihçesini incelemiş; trafik kazalarını genel hatlarıyla açıklamış, neden olan unsurları ayrıntılı bir şekilde belirtmiştir. Sonuç olarak da çalışmasına esas teşkil eden yol ve çevreden kaynaklanan kayıpların en aza indirilmesi için alınması gereken önlemleri belirtmiştir.

Gamgam Z. (2000), trafik kazalarının yoğunlaştığı tehlikeli kesimleri belirlemek ve görsel olarak harita üzerinde göstermek amacıyla yaptığı bir çalışmada; kaza haritası olarak adlandırılan bir sistem geliştirmiştir. Veri olarak; Ankara’ da seçilen üç kavşaktaki 1997-1998 yıllarına ait kaza verilerini ele almıştır. Verileri tablolar halinde düzenlemiş ve sonuçları değerlendirmiştir. Sonuç olarak ise; üç kavşağı içine alan bir “bölgesel trafik düzenleme önerisi” sunmuştur.

Camkesen N. ve Bayrakdar Z. (1999), alan analizi yöntemiyle D100 karayolu Tuzla-Göztepe arasındaki kesimde çalışma yapmışlar ve aşağıdaki sonuçlara ulaşmışlardır.

- 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,
- Güzergâh boyunca yolcu taşımacılığı yapan araçların, trafik akışını engelleyecek şekilde indirme, bindirme ve bekleme yapmaları,
- Eşdüzey ve katlı kavşaklardaki projelendirme hataları ve işaretlendirme eksiklikleri,
- Karayolunda yaya hareketlerinin kontrol altına alınmaması,
- 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 en önemli kaza etkenleridir. Görüldüğü gibi; yolun geometrik özellikleri de kazalar açısından çok önemlidir. Yol kullanıcısı olarak insan ve araç ne kadar kusursuz olursa olsun, yol geometrik özellikleri yetersiz ya da eksik olursa, yol yapım ve bakım çalışmaları gelişigüzel, güvenlik tedbirleri olma kazalar kaçınılmaz hale gelmektedir.

Tuncuk M. (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.

Federal Highway Administration (2004, FHWA) tarafından yapılan araştırmaların sonucuna göre şerit genişliğinin;

- 0,3 m artması halinde % 12
- 0,6 m artması halinde % 23
- 0,9 m artması halinde % 32

- 1,2 m artması halinde % 40 oranında trafik kazalarında azalma elde edilmiştir. Şerit genişliğinin artışı ile kaza oranında belirli bir azalmanın olmasına karşılık banket genişliğinin azalması ve kaplamalı olması halinde kaza artış oranı daha büyük olmaktadır. Ayrıca şerit genişliğinin 3,60 m ve kaplamalı banket genişliğinin 3,00 m olması halinde kaza oranı en düşük olmaktadır.

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 arttırmaktadır.

Krebs ile Kloeckner (2004)' in Almanya'da ve Lamm ile 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
- $R=350\sim 400$ m iken yollardaki minimum kaza oranı sağlanabilmekte olarak genel sonuçlar çıkartılabilmektedir.

Kurb uzunluğunun kazalar üzerindeki etkisi oldukça büyük iken araştırmalar daha çok eğrilik derecesi üzerinde yoğunlaşmıştır. Hâlbuki Zegeer tarafından ABD'de 10900 kurb üzerinde yapılan ve 5 yıl süren bir araştırmaya göre aynı eğrilik derecesi için kurb uzunluğu arttıkça kaza sayısı da artmaktadır.

Zegeer (2006)' in yaptığı geniş kapsamlı bir araştırmada kurb uzunluğu 4 kat artarsa, kaza sayısı da 3 kat artmaktadır. Zira kurb uzunluğu arttıkça öndeki aracı sollama ihtiyacı ve sürücünün görev yükü artmaktadır.

Yola ait diğer geometrik özelliklerin kurb kadar olmasa da kazalar üzerinde etkili olduğu değişik araştırmalar tarafından ortaya konmuştur. Yol profilinin (yani düşey aliymanın) karakteristikleri (yani eğim ve eğim uzunluğu), taşıtların işletme hızları

üzerinde etkin olduğundan kazalar üzerinde dolaylı veya dolaysız bir etkisi mevcuttur. Özellikle ağır taşıtlar yokuş yukarı tırmanırken hız kaybı önemli ölçüde artmakta ve yokuş aşağı uzun/dik eğimli kesimlerde hızlı hareket ettiklerinde frenlerin etkisi yeterli olamamaktadır. Otomobillerin eğimli kesimlerdeki hızlarında önemli bir değişim olmadığı gibi ağır taşıtlar gibi ciddi bir problem yaratmamaktadırlar. Ancak uzun ve dik eğimli kesimlerde ağır taşıtların aşırı hız kaybından ötürü otomobillerin geçme ihtiyacı artarak kaza riskinin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, gereken yerlerde tırmanma şeridi yapılmalıdır.

ABD'de, Brinkman – Smith (2005) tarafından yapılan geniş kapsamlı bir araştırmanın sonucunda; eğim aşağı kesimlerde kaza frekansı daha fazla iken kaza şiddetinin pek farklı olmadığı görüldü. Fakat düşey kurlardaki kaza şiddeti çok fazla iken kaza frekansının oldukça az olduğu saptandı. Dolayısıyla kaza şiddetinin, eğimli kesimlerin sonunda ciddi bir şekilde artmakta olduğu saptandı.

Krebs ve Kloeckner' in (2004), Almanya'da yaptığı araştırmalarda görüş mesafesinin 200m' nin üstünde olması halinde kaza oranında pek azalma olmadığı görülmüştür. Birçok araştırmacıya göre 150m' den daha fazla görüş mesafesinin kaza oranı üzerinde pek etkisinin olmadığı yönündedir.

Trafik hacmi, trafik akımını önemli ölçüde etkileyerek trafik kaza sayısının ve şiddetinin artmasına neden olmaktadır. Kaza etütleri; kaza meydana geldikten sonra yapıldığından ve kazanın olduğu sırada trafik hacmi çoğunlukla bilinmediğinden dolayı trafik hacmi ile kaza oranı arasındaki ilişki ne yazık ki bugüne kadar ortaya konamamıştır. Bu tez çalışmasında hız ve hacim ölçümleri yapılmış ve var olan veri eksikliği giderilmeye çalışılmıştır.

Yüksek trafik hacmine sahip yolların tasarımı da yüksek standartta (yani geniş şerit ve banketler, düşük eğim, büyük kurb yarıçapı, vb.) yapılarak kaza riski azaltılmalıdır. Zaten yolun sınıfı, tasarım hızı ve geometrik standartları yolun trafik hacmini esas almaktadır. Knoflacher' (2000), in 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.

Tasarım hızının yol güvenliği üzerindeki etkisini saptamak amacıyla Hiersche ve Lamm (1984) Alman tasarım rehberi kriterlerine göre yeni yapılmış yolların aliyman kesimlerinde yaptıkları araştırmanın sonuçlarına göre; tasarım hızı 80 km/sa hıza kadar arttıkça kaza sayısı azalırken, tasarım hızı arttıkça kaza şiddetinin sürekli arttığı görülmüştür. Yani tasarım hızı arttıkça yol geometrik elemanları daha güvenli olarak tasarlansa da hız artışı ile kaza şiddeti pozitif bir ilişki sergilemektedir. Ancak tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de işletme hızının (yani V_{85}) tasarım hızının üzerinde olduğu ve bununla kaza şiddetini arttıracığı göz önünde tutulmalıdır.

Bilindiği gibi yollar;

- ✓ Yeni yapım
- ✓ İyileştirme (RRR - Resurfacing - Restoration - Rehabilitation, Takviye Tabakası - Restorasyon - İyileştirme)
- ✓ Yeniden yapım şeklinde gerçekleştirilmektedir.

Mevcut yolların geometrik özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla;

- Şerit genişliği
- Banket genişliği ve tipi
- Yol kenarı
- Köprü genişliği
- Görüş mesafesi
- Kavşaklar
- Kaplama yüzey şartları
- Düşük banket gibi hususlar dikkate alınmalıdır.

Platform genişliği, sürücülerin araçlarını kontrol altına alabilmesi veya aracının kayması durumunda tekrar yola dönebilmesini sağlayabilme şansının artırılması ve araçlar arasındaki yanal mesafenin artırılması için önemli yol geometrik özelliğidir.

Yol kenarında bulunan sabit cisimlere çarpma şeklindeki kazalar sayı, oran ve şiddet olarak küçümsenmeyecek mertebededir. Yol kenarı direkleri (işaret levhası, elektrik direği, telefon direği, vb.) yol güvenliği için önemli bir tehlike arz etmektedir. Zegeer ve Parker tarafından ABD' de 4000 km uzunluktaki iki ve çok şeritli kent dışı yollarda

yaptığı araştırmada; direğin, kaplama kenarından mesafesinin 1,5 m veya daha az olması halinde kaza sıklığı önemli ölçüde artarken 4,5m'den daha fazla olması halinde önemli ölçüde azalmakta olduğu saptanmıştır.

2.3. Risk Analizi İle İlgili Daha Önce Yapılmış Çalışmalar

Risk analizi kapsamı ve uygulama alanı çok geniş olan bir konudur. Bu bölümde; çeşitli araştırmacıların, Trafik Mühendisliği' nde Risk Analizi üzerine yaptığı ve İnşaat Mühendisliği' nin diğer bilim dallarından olan Geoteknik ve Hidrolik bilim dallarında yapılmış bir kısım Risk Analizi çalışması özetlendi.

ÖZKUL B. ile KARAMAN E. (2007); ülkemizde meydana gelen doğal afetlerden en önemlisi olan depremler için “Risk Yönetimi”nin uygulaması ile elde edilecek kazanımların ortaya konulması amacıyla “Doğal Afetler İçin Risk Yönetimi” konusunda çalışma yapmışlardır. Eğer “risk yönetimi” konusunda tam bir başarı elde edilebilirse ve en azından depremden sonra binaların depremi minimum hasar ile atlatması sağlanır ve tamamen göçmesi engellenebilirse “afet yönetimi” çalışmalarının büyük bir kısmına ihtiyaç kalmayacağı sonucu elde edilmiştir. Depremleri olabildiğince az hasarlı atlatmak ve deprem sonrası yapılması gereken çalışmaların başarılı olması da yine deprem öncesi yapılacak çalışmaların başarısına bağlıdır. Çalışmanın sonucuna göre; risk yönetimi devletin depremler konusunda uygulaması gereken politikanın en önemli noktasını oluşturmaktadır.

ÖZKAN M. (2006); ülkemizin en büyük sorunlarından olan trafik kazalarını azaltmak üzere gerçekleştirilmesi gereken trafik kazası analizlerinin temel dinamiklerini ve niteliklerini belirlemek amacıyla “Trafik Kazalarının Analizinde Çoklu Doğrusal Olay Analiz Metotunun Kullanımı” başlıklı Yüksek Lisans tez çalışması yapmıştır. Bu çalışmada kaza analiz yöntemlerinden Çoklu Doğrusal Olay Analiz Yönteminin trafik kazalarının araştırılmasında kullanımı ele alınmıştır. Öncelikli olarak trafik kazalarını açıklayan teoriler hakkında literatür taraması yapılarak, kaza teorilerinin analizler üzerindeki etkisi ortaya konmuştur. Her bir kaza teorisinin ve analizinin gerçekleştirilmesi aşamasında ihtiyaç duyulabilecek veriler ayı ayrı ele alınmış ve kaza teorilerinin bu verileri nasıl yorumladıkları kıyaslanarak değerlendirilmiştir. Çoklu Doğrusal Olay Analizlerinde ihtiyaç duyulan veri kaynağı olarak sadece Kaza Tespit Tutanaklarının kullanılması halinde analizler oldukça sığ ve basit kalmakta, sadece

sebepler sonuç ilişkilerinin sorgulanması gerçekleştirilebilmektedir. Bu eksikliğin muhtemel sebebi kaza ekibinde form dolduran görevlilerin her kazayı ayrı bir olay olarak değil, daha önceki kaza incelemelerinin etkisi ile incelemeleridir. Türkiye’de meydana gelen kazaların çoğunda sürücünün asli kusura sahip olmasının muhtemel sebebi, trafik kaza ekiplerindeki önceki tecrübenin etkisidir. Bu etki görevlilerin; sürücünün kaza öncesi davranışlarını ele almamaları ile kendini göstermektedir. Mevcut Karayolu Trafik Kanunu doğrultusunda kaza ekibinin kanunda yer alan asli kusurlar haricinde bir kusuru da kaza tespit tutanağına yansıtması da mümkün değildir. Çalışmanın sonucuna göre; Ülkemizde trafik kazalarının analizi için komisyonlar kurulmasına ve bu komisyonların Trafik Güvenliği bağlı olarak çalışmasına imkân sağlayacak kanuni düzenlemelere ihtiyaç vardır. Trafik kazaları hakkında kaza tespit tutanağı düzenleyen trafik zabıtasının seçiminde ve eğitiminde izlenen metotlar gözden geçirilmelidir. Bu personelin eğitimi için disiplinler arası çok yıllık bir müfredat oluşturulmalıdır. Bu sayede kaza tespit tutanaklarındaki sınırlı ve sığ sebep sonuç ilişkisini yansıtan veri ağının genişletilmesi sağlanabilecektir.

İDİ S. (2005); Taş dolgu dalgakıranlarda oluşabilecek hasar olasılıklarını 1.Seviye yöntemi, 2.Seviye yöntemler ve 2.Seviye olasılık yöntemlerini kullanan BREAKWAT 3.0 programı ile incelenmek ve farklı yöntemlerden elde edilen sonuçları yorumlayarak birbirleriyle karşılaştırılmak amacıyla “Taş Dolgu Dalgakıranlar’ da Risk Analizi Ve Breakwat Uygulaması” konusunda bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, risk analizinin kıyı yapıları ile ilgili genel kavramları ve analiz için kullanılan farklı hesaplama yöntemleri teorik ve uygulamalı olarak açıklanmıştır. En önemli kıyı yapılarından olan dalgakıranların hasar modları ve yapısal özellikleri açıklanarak risk analizine temel oluşturan 1. ve 2.Seviye olasılık yöntemleri açıklanarak farklı tip - özellikle tüm dünyada sıklıkla kullanılan taş dolgu dalgakıranlar - yapılar için tasarım ifadeleri verilmiştir. Uygulama olarak İstanbul Boğazı’nın Karadeniz’e açılan kesiminde bulunan Karaburun balıkçı barınağı incelenerek, farklı koşul ve tasarım ömürleri için yapının hasar olasılıkları 1. ve 2.Seviye olasılık yöntemleri ve BREAKWAT 3.0 programı kullanılarak bulunmuştur. Sonuçlar her yöntem için farklı tasarım koşulları altında hasar olasılığını gösterecek şekilde ayrı ayrı grafikler halinde verilmiş ve daha sonra aynı grafikler üzerinde birbirleriyle karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Çalışmanın sonucuna göre; Karaburun balıkçı barınağı için belirlenen taş ağırlıklarının hasar olasılıkları, yöreye ait dalga verilerinin etkin olması durumunda oldukça yüksektir. Dalgakıran şev

eğiminin artırılması olasılıkların düşmesini sağlamaktadır. Yapılan bu çalışma veri eksikliği olması durumunda bile, farklı tasarım koşullarına sahip dalgakıranlar üzerinde yapılan çalışmalar referans alınarak ve belirli bazı yaklaşımlar getirerek, önemli deniz yapılarında farklı koşullar için hasar olasılıklarının ve dolayısıyla tasarım yöntem ve esaslarının belirlenmesi amacıyla özellikle 2.Seviye risk analizinin yapılmasının gerekliliğini göstermiştir.

Aarts L. ve Schagen I. (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 kanıt buldular. Her iki çalışmada da; küçük yollardaki hız artışının büyük yollardaki hız artışından, kaza oranını daha hızlı artırdığı kanıtlandı. Bir başka ayrıntılı seviyede de; şerit genişliği, kavşak yoğunluğu ve trafik akımının hız-kaza oranı ilişkisini etkilediği görüldü. Diğer çalışmalar hız dağılımıyla ilgilenmiş ve hız dağılımının da kaza oranının belirlenmesinde önemli bir faktör olduğunu kanıtlamıştır.

KWOK-SUEN NG, v.d. (2001); bir pilot bölgede; trafik kaza risk'i belirlenmesi ve trafik kaza rakamları üzerinde fikir edinilmesi üzerine bir algoritma geliştirmeyi amaçlamışlar. Bu algoritma; “haritalandırma tekniği” (Coğrafi Bilgi Sistemi) ve “istatistiksel metot”ların (grup analizi ve regresyon analizi) bir birleşimini içermektedir. Kazaları dijital harita üzerinde konumlandırmak ve dağılımları konusunda fikir sahibi olmak için Coğrafi Bilgi Sistemi kullanılmış. Türdeş verileri gruplandırmak için Grup Analizi kullanılmış. Kaza sonuçlarının rakamlarıyla potansiyel tesadüfi etkenler arasında ilişkiyi belirlemek için Regresyon Analizi kullanılmış. Pilot bölgedeki kaza riski, geçmişteki kaza ve tesadüfi etki kayıtlarından çıkarılmış ve algoritmada tanımlanmış. Sonuç olarak; Algoritmanın, yalnızca geçmişteki kaza kayıtları tabanlı risk tahminine kıyasla, risk tahminini geliştirdiği saptanmış ve özellikle ölümlü ve yayalarla ilişkili kazaların analizlerinde daha etkili bulunmuş.

LASSARRE S., PAPANİTRİOU E., YANNİS G., GOLİAS J. (2007); “Farklı Küçük Ortamlarda Yayaların Kazaya Maruz Kalma Riskinin Ölçümü” konusunda çalışmışlar. Bu araştırmanın amacı; örneğin, zehirli atık maddelere maruz kalma gibi çevresel salgın hastalık risklerini hesaplamada kullanılan bir kavramı geliştirerek yeni bir kavram elde etmektir. Araştırmacılar, bu tip bir göstergenin, yaya güvenliğinde kentiçi trafik politika senaryolarının etkilerini karşılaştırmada kullanışlı olabileceğini

düşünmüşler. Araştırmayı yaparken, öncelikle yayaların davranışları modellendirmişler. Her geçiş noktası için tehlikeye maruz kalma tahminlerini, bir şehiriçi ağındaki trafik hakkında elde edilebilen trafik hacmi, yoğunluğu, şeritlerdeki hızlar ve dönüş hareketleri bilgilerini kullanarak yapmışlar. Karşıdan karşıya geçişlerde maruz kalınan tehlike; mikro-çevresel araç konsantrasyonu olarak tanımlanmış ve karşıdan karşıya geçiş süresiyle trafik hacminin çarpımı olarak hesaplanmış. Bir seyahat veya seyahat gurubu için yukarıda elde edilen değerler yayalar tarafından tercih edilebilecek muhtemel karşıdan karşıya geçiş noktalarıyla bağlantılandırılarak, o seyahat için ortalama tehlikeye maruz kalma değeri dağılımını ortaya çıkarmışlar. Bundan sonra yolun dizaynına bağlı olarak yaya hiç karşıdan karşıya geçmek zorunda kalmadan hedefine ulaşabilme yada bir kesişme noktasından geçmek zorunda kalabilme olasılığını incelemişler. Bu ihtimaller çerçevesinde yaya üzerine bir grup karşıdan karşıya geçiş seçenekleri atanmış. Daha sonra bu verilere dayanarak seyahatin toplamı için üniform olmayan karşıdan karşıya geçiş olasılık dağılımını istatistiksel olarak hesaplanmış. Buradan yola çıkarak nihai karşıdan karşıya geçiş dağılımını elde etmişler. Sonuç olarak; bu yöntemle; trafik ve salgın hastalık bilimi elementlerini birleştirerek, farklı mikro çevreler arasında geçiş yapılan gerçek yaya seyahatleri boyunca maruz kalınan riske ulaşmanın olanaklı olduğunu saptamışlar.

2.4. Sonuç

Sonuç olarak; sürücü faktörü, kaza miktarlarında en etkili faktördür. Yol; geometrik ve fiziksel olarak ne kadar iyi olursa olsun, sürücü; davranış ve sorumluluk açısından yeterli değilse veya çevre koşulları trafiğe elverişsiz ise, kaza ihtimali yüksektir. Bu nedenle yol güvenliği analizleri bir bütün olarak;

* Güvenli Yol Tasarımı

* Güvenli Araç Tasarımı

* Trafik Yönetimi ve İşletmesi

* Yol Kullanıcı Eğitimi ve Yaptırımı gibi faktörlerin bir arada göz önüne alınmasını zorunlu kılmaktadır.

Yol geometrik elemanlarının yol güvenliği üzerindeki etkilerini kısaca özetlersek;

- Yol Enkesiti' nin etkileri;
 - Şerit genişliği' nin 3,75m' ye kadar artması halinde kaza oranı önemli ölçüde azalmaktadır.
 - Bölünmüş yollarda şerit sayısı arttıkça yol güvenliği de artmaktadır
 - Emniyet şeridinin varlığı güvenliği artırmaktadır.
- Kurb yarıçapı ve parametrelerinin etkileri;
 - Kurb yarıçapı azaldıkça kaza oranı da artmaktadır. Yarıçapı 200m'den küçük olan kurbdaki kaza oranı, 400m'den büyük olan kurbadaki kaza oranından 4 kat fazladır.
 - Eğrilik değişim oranı arttıkça kaza oranı azalmaktadır.
- Yol boy kesiti' nin etkileri;
 - %0 ile %2 arasındaki eğimler en güvenli eğimlerdir.
 - %6' dan daha az eğimlerin kaza oluşumundaki etkisi çok azken %6' dan fazla boyuna eğimler için kaza oranları çok fazla artış göstermektedir.
- Görüş Mesafesinin Etkileri;
 - Görüş mesafesi arttıkça kaza riski azalmaktadır.
- Tasarım Hızı'nın Etkileri;
 - Tasarım hızı 80km/saat' e kadar arttıkça kaza oranı azalmaktadır. Fakat bu artış, kaza şiddeti ve maliyetinde artma meydana getirmektedir.

Daha önce yapılmış Risk Analizi ile ilgili çalışmalar incelendiğinde; Risk Analizi'nin tehlikelerin belirlenmesi, yorumlanması ve önlenmesi konusunda işe yarar ve çok önemi olan bir uygulama olduğu görüldü. Tehlikelerin doğru bir şekilde tanımlanması ve derecelendirilmesi, alınacak önlemlerin temelini oluşturduğu için; en uygun risk analiz metodunun tercih edilmesi, uygulanmasının ise doğru biçimde yapılması, alınacak olumlu sonuç için çok önemli iki etkidir. Bu çalışmada hız ve hacim ölçümleri yapılarak literatüre bir katkı sağlanması amaçlandı. Bu amaçla yapılan çalışmalar 4. Bölüm' de veri toplama kısmında açıklandı.

3. RİSK ANALİZİ VE TEHLİKE İNDEKSİ

3.1. Giriş

Bir işletme veya sistemde oluşabilecek tehlikeyi önceden belirlemek ve önlemek, bu tehlike gerçekleştiği takdirde, sonuçtan en az zararla etkilenmek amacıyla yapılan çalışmalarda, Risk Analizi yöntemleri sıkça kullanılmaktadır. Tehlikeleri önceden belirmemize, derecelendirmemize ve bunlara karşı önlemler almamıza yarayan Risk Analizi metotlarının uygulama alanı; sektörel açıdan çok geniştir. Bu bölümde; özellikle Kimyasal Malzeme Üretimi, Tıp ve Finans sektörlerinde sıkça kullanılan bu metotların bir kısmı ayrıntılı olarak incelendi.

3.2. Risk Analizi Ve Yöntemleri

İki temel risk analizi yöntemi mevcuttur. Bunlar, kantitatif (**niceleyici-quantitative**) ve kalitatif (**niteleyici-qualitative**) yöntemlerdir. Kantitatif risk analizi, riski hesaplarken sayısal yöntemlere başvurur. Kalitatif risk analizinde tehdidin olma ihtimali, tehdidin etkisi gibi değerlere sayısal değerler verilir ve bu değerler matematiksel ve mantıksal metotlar ile işleme sokularak risk değeri bulunur.

Risk = Tehdidin Olma İhtimali (likelihood) x Tehdidin Etkisi (impact) formülü kantitatif risk analizinin temel formülüdür.

Diğer temel risk analizi yöntemi ise kalitatif risk analizidir. Kalitatif risk analizi riski hesaplarken ve ifade ederken nümerik değerler yerine yüksek, çok yüksek gibi tanımlayıcı değerler kullanır. Risk analizi metodolojileri, risk analizi sürecinin matematiksel işlemler ve yorumlarının yapıldığı çekirdek kısmıdır. Aşağıdaki belli başlı risk metodolojileri incelenecektir.

- Başlangıç Tehlike Analizi – (Preliminary Hazard Analysis – PHA)
- İş Güvenlik Analizi – JSA (Job Safety Analysis)
- Olursa ne olur?
- Kontrol Listesi Kullanılarak Birincil Risk Analizi -(Preliminary Risk Analysis (PRA) Using Checklists)
- Birincil Risk Analizi -(Preliminary Risk Analysis (PRA))

- Risk Değerlendirme Karar Matris Metodolojisi (Risk Assessment Decision Matrix)
 - a) L Tipi Matris
 - b) Çok Değişkenli X Tipi Matris Diyagramı
- Tehlike Derecelendirme İndeksi (DOW index, MOND index, NFPA index)

Bu metotları birbirinden ayıran en önemli farklar, risk değerini bulmak için kullandıkları kendilerine has metotlardır. Metodolojilerin karşılaştırılması Tablo3.1.'de verilmiştir.

Risk değerlendirme yöntemlerinin seçim aşaması en önemli aşamadır ve bu seçimin yanlış yapılması işletmede maddi ve manevi kayıplara neden olur. Risk haritasının oluşturulması ve başlangıç tehlike analizi yapılırken hangi kalitatif ve kantitatif yöntemlerin seçileceğine, işletmenin kendi ihtiyaçlarına, yapısına, tehlikelerinin büyüklüğüne göre bu konuda uzman kişi tarafından karar verilmelidir. Tehlikeleri çok küçük olan küçük kuruluşları karmaşık ve zor tehlike tanımlaması, risk değerlendirmesi ve risk kontrol uygulamalarına zorlamak başarı oranını düşürecektir.

Risk değerlendirmesi yapılacak bir işletmede “Risk Yönetim Prosesi”nin oturtulabilmesi için, öncelikle prosesin aşamalarının iyi anlaşılması gerekir. “Risk Yönetim Prosesi”nin ilk aşaması olan “Tehlike Tanımlama” aşaması en önemli aşamadır. Bu aşamada işletmede makro ve mikro ayrıştırma algoritması uygulanması, malzeme güvenlik formlarının oluşturulması, bu formların parçalanarak taşıma, depolama, kullanma ve acil eylem ve ilk yardım talimatlarının oluşturulması ve tehlike derecelendirme ve sınıflandırma yapılması gerekmektedir.

Risk değerlendirmesi yalnızca işletmedeki bir analistin tek başına yapabileceği bir işlem değildir. İşletmede bu işle ilgilenen bir tek İş Güvenliği Uzmanı olsa dahi, işletmedeki üst yönetim kadrosundan, tüm işçilere kadar herkesin bir fiil çalışmasını gerektiren bir çalışmadır. Unutulmamalıdır ki; işletmedeki bu konuya bakış açısı sadece yasal bir zorunluluğu yerine getirmek ise o işletmedeki iş kazası ve meslek hastalıkları ağırlık hızında ya da mal hasar şiddet frekansında bir azalma sağlanamayacak, iş günü ve maddi kayıplar önlenemeyecektir.

Tablo 3.1 Risk değerlendirme metodolojileri karşılaştırma tablosu

Kriterler	PHA	JSA	Ya olursa...?	Kontrol Listesi	L Tipi Matris	X Tipi Matris
Gerekli Döküman İhtiyacı	Orta	Çok fazla	Çok Az	Orta	Çok Az	Çok fazla
Tim Çalışması	Bir Analist ile Yapılabilir	Tim çalışması	Bir Analist ile Yapılabilir	Tim çalışması	Bir Analist ile Yapılabilir	Tim çalışması
Tim Liderinin Tecrübesi	Orta düzey deneyim	Çok fazla deneyim	Orta düzey deneyim	Orta Düzey Deneyim	Orta düzey deneyim	Çok fazla deneyim
Kalitatif/Kantitatif	Kalitatif	Kalitatif	Kalitatif	Kalitatif	Kalitatif	Kalitatif
Özel Bir Branşa Yönelik	Her sektöre uyar	Her sektöre uyar	Basit prosedürlü işler	Her sektöre uyar	Basit prosedürlü işler	Her sektöre uyar
Uygulama Başarı Oranı	Birincil risk değerlendirme yöntemidir. Risklerin belirlenmesi aşamasında tek başına yeterli değildir. Tim liderinin tecrübesine göre başarı oranı değişir.	Özellikle kişilerin görev tanımları iyi yapılmışsa başarı sağlanabilir.	Risklerin belirlenmesi aşamasında tek başına yeterli değildir. Tim liderinin tecrübesine göre başarı oranı değişir.	Kontrol listelerinin uzman kişilere hazırlanması halinde başarı oranı değişir.	Basit prosedürlü işlerde uygulanabilir, tim liderinin tecrübesine göre başarı oranı değişir	Tüm sektörlerde rahatlıkla uygulanır, tim liderinin tecrübesine göre başarı oranı değişir.

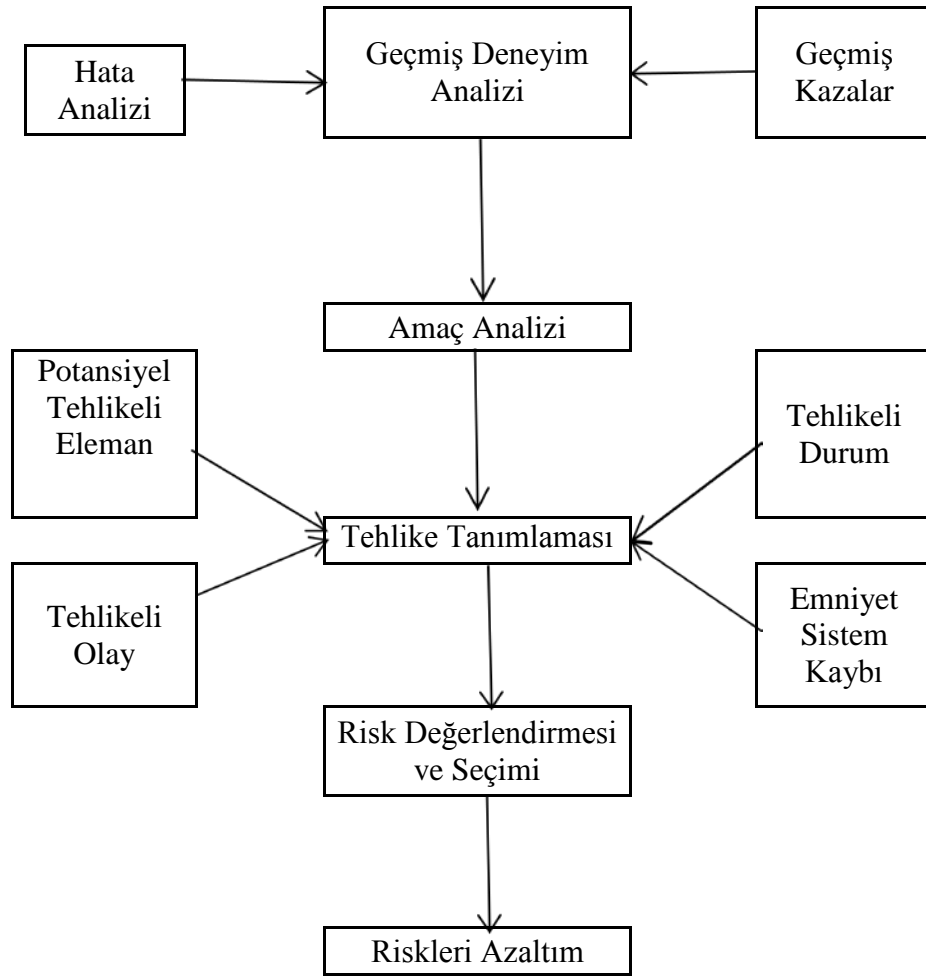
Risk değerlendirmesine başlamadan önce işletmede bilgilendirme toplantıları yapılmalı ve konu ile ilgili eğitimler verilmeli ve işletmedeki tüm çalışanlar ile birlikte yönetim kadrosu bu çalışmaya dâhil edilmelidir. Tehlikelerin doğru tanımlanabilmesi, risklerin değerlendirilebilmesi için mutlaka veri gereklidir, bu verilerin çoğu da çalışanlardan (Kazaya ramak kalma, tehlikeli durum, çalışmaktan kaçınma formları,

kaza/olay araştırma raporları) elde edilebilir. Özellikle doldurulan formlarda bulunan durumlarla ilgili olarak, formu dolduran çalışana olumlu yaklaşılmalı ve olayın tekrarını engellemek için beraber çalışılmalıdır, sorgulayıcı bir yaklaşım bu verilerin gelmesini engelleyecek ve analist en önemli veri kaynağını kaybedecektir.

“Risk Yönetim Prosesi” yeni oluşturacak bir işletmede öncelikle “Risk Haritası“ oluşturulur. İşletmede/işyerinde yaralanma, kayma, düşme, ölüm, malzeme düşmesi, meslek hastalığı, makine-ekipman zararları, kimyasal maddelerle temaslar, yangın, patlama v.b. tehlikeler tanımlanarak ve bu tanımlamalara göre işyerinin “Risk Haritaları” ve “Bilgi Bankaları” oluşturulur. Oluşturulan bilgi bankaları kullanılarak Ekipman Gözetleme Analiz, Ekipman Davranış Analiz ve Kaza Senaryosu Sonuç Algoritması oluşturulur, böylece Kaza Senaryoları Bilgi Bankası oluşturulabilir. Risk haritası oluşturulmuş bir işletmede Risk Yönetim Prosesini oturtmak çok daha kolaydır.

3.2.1. Ön Tehlike Analizi (Preliminary Hazard Analysis – Pha)

Ön tehlike analizi, tesisin son tasarım aşamasında yada daha detaylı çalışmalara model olarak kullanılacak olan hızla hazırlanabilen kalitatif bir risk değerlendirme metodolojisidir. Proses aşamaları Şekil 3.1’ de gösterilmiştir. Bu metotta olası sakıncalı olaylar önce tanımlanır daha sonra ayrı ayrı olarak çözümlenir. Her bir sakıncalı olay veya tehlike, mümkün olan düzelmeler ve önleyici ölçümler formüle edilir. Bu metodolojiden çıkan sonuç, hangi tür tehlikelerin sıklıkla ortaya çıktığını ve hangi analiz metotlarının uygulanmasının gerektiğini belirler. Tanımlanan tehlikeler, sıklık/sonuç diyagramının yardımı ile sıraya konur ve önlemler öncelik sırasına göre alınır. Ön tehlike analizi analistler tarafından erken tasarım aşamasında uygulanır, ancak tek başına yeterli bir analiz metodu değildir, diğer metodolojilere başlangıç verisi olması aşamasında yararlıdır. Özellikle işyerinde/işletmede tehlikeli maddeler bulunması yada yüksek tehlike derecesi taşıyan proses veya sistem bulunduğu durumda birincil tehlike analizi aşamasında “Proses Endüstrileri İçin Güvenlik Ölçümleme Sisteminin Uygulanması” gerektiğine karar verilebilir.



Şekil 3.1 Ön tehlike analizi metodolojisi aşamaları

Ön tehlike analizi yapılırken, geçmiş kazalar ve eğer tutuluyorsa tehlikeli durum ve kazaya ramak kalmalarda dikkate alınarak geçmiş deneyim analizi yapılır. Bu aşama çok önemlidir, çünkü hangi metodolojilerin kullanılacağına karar verilmesi aşamasında büyük rol oynar. Geçmiş deneyim analizi işletmede daha çok hangi hataların meydana geldiği konusunda analiste veri sağlar. Bir sonraki adım ise amaç analizidir, bu aşamada istenilen hedefler belirlenir. Tehlike belirlenmesi aşamasında; potansiyel tehlikeli elemanlar, tehlikeli durumlar, tehlikeli olaylar, emniyet sistem kayıpları veri olarak kullanılır. İşletmenin tehlikeli durum ve geçmiş kaza kayıtları tutulmamış veya yeni faaliyete geçmiş bir işletme olması durumunda aynı iş kolundaki işletmelerdeki kaza örnekleri veri olarak kullanılabilir, analistin tecrübesi bu aşamada büyük önem taşır. Tehlikelerin belirmesinden sonraki adım ise hangi risk değerlendirme metodlarının seçileceğine karar verilmesidir. Belirlenen potansiyel tehlikelerin “Ön Tehlike Analizi Risk Derecelendirme ve Seçim Diyagramı” kullanılarak frekansı ve şiddetine göre risk skoru belirlenir. Burada dikkat edilmesi gereken bir husus şiddetin “felakete yol açan”,

“tehlikeli”, “marjinal” ve “önemsiz” olarak değerlendirilmesidir. Yapılan risk değerlendirmesi sonucunda kabul edilemez bölgelerde çıkan bir risk skoru elde edilmesi durumunda prosesin/işletmenin mekanik bütünlüğünün korunması için alınan kontrol önemlerinin tehlike potansiyelini azaltmak için yeterli olmadığı anlamı çıkmaktadır, bu durumda “Güvenlik Ölçümleme Sistemine” “Güvenlik Bütünlük Derecesi” atanması gerektiği düzeltici önlem olarak belirtilir.

3.2.2. İş Güvenlik Analizi (Job Safety Analysis – Jsa)

Bu metot, İş Güvenlik Analizi (JSA), kişi veya gruplar tarafından gerçekleştirilen iş görevleri üzerinde yoğunlaşır. Bir işletme veya fabrikada işler ve görevler iyi tanımlanmışsa bu metodoloji uygundur. Analiz, bir iş görevinden kaynaklanan tehlikelerin doğasını direkt olarak irdeler. İş Güvenlik Analizi (JSA) olarak adlandırılan analiz dört aşamadan oluşur. Bu metot, İş Güvenlik Analizi (JSA), kişi veya gruplar tarafından gerçekleştirilen iş görevleri üzerinde yoğunlaşır.

Bir işletme veya fabrikada işler ve görevler iyi tanımlanmışsa bu metodoloji uygundur. Analiz, bir iş görevinden kaynaklanan tehlikelerin doğasını direkt olarak irdeler. İş Güvenlik Analizi (JSA) olarak adlandırılan analiz dört aşamadan oluşur. İş Güvenlik Analizinin aşamaları Şekil 3.2' de verilmiştir.



Şekil 3.2 İş güvenlik analizinin aşamaları

Yapı:

JSA' nın ilk aşaması görev adımlarının veya alt görevlerin numaralandırılarak ayrıntılı olarak analiz edilmesi ve bu adımları bozacak durumların, yapının belirlenmesi temel anlayışını içerir. Bu adım normal olarak işte çalışan ve denenen kişileri de içermelidir. Bundan başka normal standart iş prosedürlerinin yanında seyrek olarak üstlenilen sıra dışı görevlerde hesaba katılır.

Tehlikelerin Tanımlanması:

Sonraki aşamada ise alt görevler birer birer gözden geçirilir. Böylece alt görevleri bozabilecek tehlikelerin özellikleri daha kolay anlaşılabilir. Çeşitli sayıda sorular tehlikelerin tanımlanmasına yardımcı olmak amacıyla sorulabilir.

- Hangi tip zarar gerçekleşebilir?
- Zarar/Tehlike için bir kontrol listesi kullanım için hazırlanabilir mi?
- Çalışma esnasında özel bir problem veya sapma meydana çıkabilir mi?
- Görevi yapmak için diğer bir yol var mı?
- Tehlikeli materyal, teçhizat, makine vb. içeriyor mu?
- İş görevi zor mu?

Risklere Değer Biçilmesi:

Tehlikelerin veya problemlerin her birinin tanımlanmasından sonra şiddetin sonucuna göre, maruz kalabilecek kişi sayına ve meydana gelme olasılığına göre değer biçilir.

Güvenlik Ölçüsü Önerisi:

İş Güvenlik analizi için önerilen güvenlik ölçümünün büyük bir avantajı uygun kontrol ölçümünün oldukça kolay üretilebilmesidir. Bu aşamada yapılabilecek bir çaba da riskin azaltılması için o görevde tehlike/riske giden yol boyunca kâğıt üzerinde öneride bulunmaktır. Alışlagelmiş çalışma ve metotlara kullanışlı ise alternatif metotlar önerilir. Ölçümler şunlara başvurabilir;

- Ekipman ve yardımcı görevler,
- İş görev programı ve metotları (eğer uygulanabilir ise alternatif metot kullan),
- İş emirleri, eğitimler vb. geliştirilip düzenlenmesi,
- Zor durumları nasıl ele almak gerektiğinin planlanması,
- Güvenlik aygıtları, detektör vb. güvenlik cihazlarını kurulması,
- Kişisel koruyucu teçhizatın mutlaka kullanılmasını sağlayacak tedbir alınması.

Tablo 3.2., 3.3. ve 3.4.'te verilen olasılık ve risk potansiyeline göre, Risk Sınıflandırması elde edilir ve elde edilen en büyük değerden başlanarak, gerekli etkinlik ve önlemler tanımlanarak yerine getirilir.

Tablo 3.2 Bir iş (görev) yapılırken tehlikenin gerçekleşme ihtimali

OLASILIK	DERECELENDİRME
SIK SIK	10 saat veya fazla
ARA SIRA	6-9 saat
SEYREK	3-5 saat
ÇOK SEYREK	Olası olmayan

Tablo 3.3 Bir iş(görev) yapılırken karışılacak tehlikenin şiddeti

RİSK POTANSİYELİ	DERECELENDİRME
HAFİF	Geçici sakatlığa, hastalığa veya yaralanmaya yol açacak durum veya koşul
ORTA	Ciddi yaralanma veya hastalığa, bunların sonucunda İş günü kaybına ve ekipman ve malzeme kaybına neden olan koşul veya iş
CİDDİ	İnsan yaşamını tehlikeye düşürecek, kalıcı sakatlığa yol açacak yada iş gücü, ekipman veya malzeme kaybına neden olacak durum

Tablo 3.4 Risk değerlendirme seçim diyagramı

POTANSİYEL	OLASILIK			
	SIK SIK	ARA SIRA	SEYREK	ÇOK SEYREK
HAFİF	4	3	2	1
ORTA	8	6	4	2
CİDDİ	12	9	6	3

3.2.3. Olursa Ne Olur?

Bu metot, fabrika ziyaretleri ve prosedürlerin gözden geçirmesi esnasında yararlıdır, hali hazırda var olan kaçınılmaz potansiyel tehlikelerin tespit edilme oranını yükseltir. Bu metot işlemlerin herhangi bir aşamasında uygulanabilir ve daha az tecrübeli risk analistleri tarafından yürütülebilir. Genel soru olan “Olursa Ne Olur?” ile başlar ve sorulara verilen cevaplara dayanır. Aksaklıkların muhtemel sonuçları belirlenir ve sorumlu kişiler tarafından her bir durum için tavsiyeler tanımlanır. Bilgiler Tablo 3.5.’teki gibi yazılı format ile sağlanır ve çevresel değerlendirme raporu ile birlikte derlenir. Risk değerlendirme raporunda, tehlikelerin tipini tarif etmek ve tavsiyeleri değerlendirmek maksadıyla kullanılır. Bu metot ile yapılan risk değerlendirmesinde, risk analistinin dikkati yalnızca bir noktaya odaklanabilir ya da analistin tecrübesi o noktadaki tehlikeyi görmesine olanak vermez. Bu metot çeşitli disiplinlerdeki takım üyelerinin tecrübelerine dayanması ve bu takımdaki üyelerin tecrübelerine göre sonuçların çok fazla etkilenmesi nedeniyle informal bir metottur.

Tablo 3.5 Ya olursa? metodolojisi temelli teknolojik risk değerlendirmesi

"Olursa Ne Olur?"	Sonuç	Tavsiye	Sorumlu Personel	Alınan Eylemin Zamanı
1.....Olursa ne olur?				
2.....Olursa ne olur?				
3.....Olursa ne olur?				

3.2.4. Kontrol Listesi Kullanılarak Birincil Risk Analizi (Preliminary Risk Analysis – Pre Using Checklists)

PRA' nin amacı, sistemin veya prosesin potansiyel tehlikeli parçalarını tespit ederek değer biçmek ve tespit edilen her bir potansiyel tehlike için az ya da çok kaza ihtimallerini belirlemektir. PRA yapan bir analist, tehlikeli parçaları ve durumları gösteren kontrol listelerine güvenerek bu analizi yapar. Bu listeler kullanılan teknolojiye ve ihtiyaca göre düzenlenir. Bu listelerde belirlenen tehlikeler daha sonra risk

değerlendirme formunda değerlendirilir, bu formlarda mutlak surette "Ciddiyet" ve "Sonuç" değerlendirilmelidir. "Önleyici Ölçümler" ve "Önlemlerin Yerine Getirilme Ölçümleri" başlıklarında ise tehlikelerin giderilmesi ya da kontrol altına alınması için gereken aşamalar belirtilir. Bu metot kapsamlı detaylar sağlamak amacıyla tasarlanmamıştır. Bu metodun amacı daha çok muhtemel- gerçekleşebilecek önemli problemlerin acele tespit edilmesidir. Bu nedenle PRA metodu bir projeyi yerine getirme aşamasından önceki "çevresel değerlendirmeden" öteye gidemez. PRA metodu sistemin kurulması ve kullanıma geçmesi aşamasında risklerin gözlemlenmesi için kullanılabilir.

Kontrol listesi kullanımından verimli sonuçlar alınabilmesi için deneyimli uzmanlar tarafından hazırlanmış olması gereklidir. Kontrol listesi kullanmanın yararlarını sıralayacak olursak;

- Bir işletmedeki veya sistemdeki tesisatının veya ekipmanının tam olup olmadığını veya kusursuz işleyip işlemediğini saptar,
- Kontrol edilecek hususların atlanılmasını engeller,
- Listelerindeki sorular işletmeye özel olarak hazırlandığı için, risk değerlendirmesi yapılan tesisin eksiklikleri saptanır,
- Listelerde belirlenen noksanlıklar için Birincil Risk Analizi uygulanarak gerekli önlemler tespit edilir.

İş Güvenliği Uzmanı öncelikle kontrol listeleri ile işyerinde bir gözden geçirme yapar, daha sonra tespit edilen noksanlıklar için birincil risk analizi formu doldurularak gerekli önlem belirlenir, önleyici ölçümler ve önlemlerin yerine getirilme ölçümü yapılır.

3.2.5. Birincil Risk Analizi (Preliminary Risk Analysis)

Birincil Risk Analizi, bir faaliyeti yerine getirirken gerçekleşebilecek kazaları analiz edebilmek için kullanılan sistematik bir yöntemdir. Her bir kaza için analiz; kazaları önlemek veya kaza nedenlerini önlemek için çok belirgin korunma yolları tanımlar. Analiz, riski indirmek için tavsiyelerde bulunduğu gibi kazalar ile ilgili riski aynı zamanda tanımlar. Analiz kaza ile ilgili riski, tehlikeyi azaltıcı tavsiyelerde bulunarak tanımlar. Kazanın teşhis edilebilmesi için şu sorunun cevabı aranır?

“ Bu aktiviteyi yerine getirirken ne gibi potansiyel kazalar meydana gelebilir?”

Birincil risk analizi, bu etkinliği yapan ekibe analizden düşük risk içeren kazaların elenmesini sağlayarak analizin düzene koyulmasını sağlar. Katkıda bulunan olayları tanımlamak için bu soruya cevap ver;

"Bu faaliyeti yaparken, bu kazanın oluşmasına katkıda bulunan en önemli olay nedir?"

- İnsan hatası
- Teçhizatın devre dışı kalması ya da hatası
- Donanım sistem hatası
- Yönetim ile ilgili zaafılar, vb.

Önleyici ve hafifletici korunmayı tanımlamak için şu soruya cevap ver;

"Bu faaliyeti yaparken, hangi mühendislik veya yönetim kontrolünün bu alanda kullanılması kazanın frekansını ve şiddetini azaltmada yardımcı olur?"

- Yönetimle ilgili prosedürler,
- Planlar, eğitim ve bilgilendirme
- Ekipmanlar, vb.

Ortalama risk indeks numarasını hesaplamak için Formül 3.1. kullanılır;

$$RIN = \frac{\{(F \times C)Kaza Kategorisi ;1+(F \times C)Kaza Kategorisi ;2+ (F \times C)Kaza Kategorisi ;3+\dots\}}{10.000} \quad (3.1)$$

RIN= Ortalama risk indeks numarası

C= Kazanın ortalama frekansı; (yılbaşına olay sayısı)

F= Kazanın ortalama sonucu; (yılbaşına maliyeti)

Bu değerler; geçmişte meydana gelmiş kazaların bilgileri kullanılarak tanımlanabilir veya her bir kaza şiddeti aralığının orta noktası alınarak daha basit tanımlanabilir.

3.2.6. Risk Değerlendirme Karar Matrisi (Risk Assessment Decision Matrix)

En sık kullanılan yaklaşımlardan biri olan risk değerlendirme matrisi ABD. Askeri standardı MIL_STD_882-D olarak da bilinen sistem güvenlik program gereksinimi karşılamak maksadıyla geliştirilmiştir. Matris diyagramları iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi analiz etmekte kullanılan bir değerlendirme aracıdır.

o L Tipi Matris

5 x 5 Matris diyagramı (L Tipi Matris) özellikle sebep-sonuç ilişkilerinin değerlendirilmesinde kullanılır. Bu metot basit olması dolayısıyla tek başına risk analizi yapmak zorunda olan analistler için idealdir, ancak değişik süreçler içeren veya birbirinden çok farklı akım şemasına sahip işlerin hepsi için tek başına yeterli değildir ve analistin birikimine göre metodun başarı oranı değişir. Bu tür işletmelerde özellikle aciliyet gerektiren ve biran evvel önlem alınması gerekli olan tehlikelerin tespitinin yapılabilmesi için kullanılmalıdır. Bu metot ile öncelikle bir olayın gerçekleşme ihtimali ile gerçekleşmesi takdirinde sonucunun derecelendirilmesi ve ölçümü yapılır. Risk skoru; Formül 3.2' de de görüldüğü üzere, ihtimal ve zarar derecesinin çarpımından elde edilerek tablodaki yerine yazılır. İhtimal Dereceleri Tablo 3.6.' da, Şiddet Dereceleri ise Tablo 3.7.' de belirtilmiştir. Şekil 3.3.' te verilen matristen elde edilen rakamsal sonuç değerine ulaşılır. Tablo 3.8.' de belirtilen eylemlere göre en büyük değerden başlayarak riskler için gerekli önlemler alınır. Önlemlerin yerine getirilmesinden sonra belirlenen risk için yeni bir risk skoru belirlenmeli ve risk formu yeniden doldurulmalıdır.

$$\text{Risk Skoru} = \text{İhtimal} \times \text{Şiddet Derecesi} \quad (3.2)$$

Tablo 3.6 Bir olayın gerçekleşme ihtimali

İHTİMAL	ORTAYA ÇIKMA OLASILIĞI İÇİN DERECELENDİRME BASAMAKLARI
ÇOK KÜÇÜK	Hemen hemen hiç
KÜÇÜK	Çok az (yılda bir kez), sadece anormal durumlarda
ORTA	Az (yılda bir kaç kez)
YÜKSEK	Sıklıkla (ayda bir)
ÇOK YÜKSEK	Çok sıklıkla (haftada bir, her gün), normal çalışma şartlarında

Tablo 3.7 Bir olayın gerçekleştiği takdirde şiddeti

ŞİDDET	DERECELENDİRME
ÇOK HAFİF	İş saati kaybı yok, ilkyardım gerektiren
HAFİF	İş günü kaybı yok, kalıcı etkisi olmayan ayakta tedavi ilk yardım gerektiren
ORTA	Hafif yaralanma, yatarak tedavi gerekir
CİDDİ	Ciddi yaralanma, uzun süreli tedavi, meslek hastalığı
ÇOK CİDDİ	Ölüm, sürekli iş göremezlik

Tablo 3.8 Risk skor (derecelendirme) matrisi (L tipi matris)

İHTİMAL	ŞİDDET				
	1 (Çok Hafif)	2 (Hafif)	3 (Orta Derece)	4 (Ciddi)	5 (Çok Ciddi)
1 (Çok Küçük)	Anlamsız 1	Düşük 2	Düşük 3	Düşük 4	Düşük 5
2 (Küçük)	Düşük 2	Düşük 4	Düşük 6	Orta 8	Orta 10
3 (Orta Derece)	Düşük 3	Düşük 6	Orta 9	Orta 12	Yüksek 15
4 (Yüksek)	Düşük 4	Orta 8	Orta 12	Yüksek 16	Yüksek 20
5 (Çok Yüksek)	Düşük 5	Orta 10	Yüksek 15	Yüksek 20	Tolere Edilemez 25

Tablo 3.9 Sonucun kabul edilebilirlik değerleri

SONUÇ	EYLEM
Katlanılamaz Riskler (25)	Belirlenen risk kabul edilebilir bir seviyeye düşürülünceye kadar iş başlatılmamalı eğer devam eden bir faaliyet varsa derhal durdurulmalıdır. Gerçekleştirilen faaliyetlere rağmen riski düşürmek mümkün olmuyorsa, faaliyet engellenmelidir.
Önemli Riskler (15,16,20)	Belirlenen risk azaltılınca kadar iş başlatılmamalı eğer devam eden bir faaliyet varsa derhal durdurulmalıdır. Risk işin devam etmesi ile ilgiliyse acil önlem alınmalı ve bu önlemler sonucunda faaliyetin devamına karar verilmelidir.
Orta Düzeydeki Riskler (8,9,10,12)	Belirlenen riskleri düşürmek için faaliyetler başlatılmalıdır. Risk azaltma önlemleri zaman alabilir.
Katlanılabilir Riskler (2,3,4,5,6)	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için ilave kontrol proseslerine ihtiyaç olmayabilir. Ancak mevcut kontroller sürdürülmeli ve bu kontrollerin sürdürüldüğü denetlenmelidir.
Önemsiz Riskler (1)	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için kontrol prosesleri planlamaya ve gerçekleştirecek faaliyetlerin kayıtlarını saklamaya gerek olmayabilir.

o Çok Değişkenli X Tipi Matris Diyagramı

Matris diyagramları çok boyutlu düşünce yoluyla problemleri konuların açığa kavuşturulmasına katkı sağlar. Matris diyagramları bir probleme veya olaya katılan veya problem veya olay üzerinde etkisi olan faktörlerin, parametrelerin tanımlanmasını ve aralarındaki ilişkinin belirlenmesini sağlar. Matris diyagramının temel avantajı; her çift değişken arasındaki ilişkinin derecesini grafiksel olarak göstermesidir.

Bu tip risk değerlendirmesi karmaşık prosesler veya akım şemaları içeren işlerin mevcut olduğu yerlere veya olaylara uygulanabilir. Tek başına bir analistin yapmasına uygun değildir, 5 yıllık geçmiş kaza araştırmasına ihtiyaç vardır. Tecrübeli bir takım lideri önderliğinde disiplinli bir takım çalışması gerektirir. Daha önce meydana gelmiş bir kazanın veya buna bağlı bir olayın tekrarlanma olasılığı da değerlendirilir. Değerlendirme sonucunda riskin giderilmesi için alınacak önlemlerin maliyet analizi de yapılarak, riskin maliyeti ile riski transfer etme olanağı var ise iki maliyet karşılaştırılarak kıyaslanır.

Öncelikle bir işletme içerisinde bir bölüm/parça veya bir olay seçilir, seçilen konu ile ilgili olarak 5 yıllık geçmiş kaza araştırması yapılır veya arşivler incelenir, geçmiş kazaları ortaya getiren nedenler belirlenmeye çalışılır ve tekrarlama şansları araştırılır. Aşağıda X tipi matris ile risk değerlendirmesi yapılması için gerekli olasılık verileri Tablo 3.9.' da, olayın gerçekleşmesi durumunda doğuracağı etkisi, yani; önceki kazaların sonuçlarına göre değerlendirme sonuçları Tablo 3.10.'da, şiddet değeri Tablo 3.11.' de, tehlike üzerinde sahip olduğumuz kontrol derecesi değeri Tablo 3.12.' de verilmiştir.

Şekil 3.4.'te belirtilen risk matrisi üzerinden belirlenen değerler Formül 3.3' te yazılarak risk derecelendirme skoru elde edilir.

$$\text{Risk Derecelendirme Skoru} = A + B + C + D \quad (3.3)$$

Elde edilen değerler, Şekil 3.4.'teki matris metodolojisi temelli risk değerlendirme tablosuna kaydedilir ve çıkan sonucun büyüklüğüne göre en büyük değerden başlayarak riskler için gerekli önlemler alınır.

Tablo 3.10 Bir olayın gerçekleşme ihtimali

OLASILIK	DERECELENDİRME
ÇOK YÜKSEK	Basit ekipman hatası veya valf hatası, hortumdan sızıntı veya her günkü normal şartlar altında gerçekleşebilecek insan hatası.
YÜKSEK	İkili ekipman hatası, ekipmandan sızıntı veya hortum yırtılması, borulamada kırılma, insan hatası
ORTA	İnsan hatası ile ekipman hatasının kombinasyonu veya proses hattında veya borulamalarındaki hata
KÜÇÜK	Çoklu ekipman, valf, insan, boru hattı hatası veya tanklardaki, proses kaplarındaki spontane gelişen hatalar
ÇOK KÜÇÜK	Sadece olağanüstü durumlarda gerçekleşir

Tablo 3.11 Önceki kazaların sonucu

SONUÇ	ÖNCEKİ KAZALAR
Ö	Ölümlü kaza
UK	Uzuv kayıplı hayati tehlike yaratabilecek kaza, hayati tehlike yaratacak meslek hastalığı
İGK	İş günü kaybı, uzun süreli tedavi gerektiren iş kazası veya meslek hastalığı
HY	Hafif Yaralanma
KRK	Kazaya ramak kalma, tehlikeli durum

Tablo 3.12 Bir olayın gerçekleştiği takdirde şiddeti

ŞİDDET	DERECELENDİRME
ÇOK HAFİF	<p>Personel : Hafif sıyrıklar, 3 günden az iş günü kayıplı kazalar.</p> <p>Toplum : Direkt etki yok.</p> <p>Çevre : Tamamen kontrol altında tutulabilecek çevresel etki</p> <p>Ekipman : Fabrika hasarı/kayıp değeri yaklaşık 1 – 1,000 \$ arası</p>
HAFİF	<p>Personel : İlk yardım gerektiren yaralanmalar.</p> <p>Toplum : Koku veya gürültü yayılması sonucu rahatsızlık verilmesi, direkt etki yok.</p> <p>Çevre : Kontrol altına alınabilecek lokal çevresel etki</p> <p>Ekipman : Fabrika hasarı/kayıp değeri yaklaşık 1,000 – 10,000 \$ arası</p>
ORTA	<p>Personel : Doktor müdahalesi gerektiren şiddetli yaralanmalar ve meslek hastalıkları</p> <p>Toplum : Doktor müdahalesi gerektiren şiddetli yaralanmalar</p> <p>Çevre : Kontrol altına alınamayan küçük düzeyli çevresel etki</p> <p>Ekipman : Fabrika hasarı/kayıp değeri yaklaşık 10,000 – 100,000 \$ arası</p>
CİDDİ	<p>Personel : Hayatı tehdit edici yaralanma, akut zehirlenmeli meslek hastalığı veya kaza yada meslek hastalığı sonucu bir kişinin ölümü</p> <p>Toplum : Hayatı tehdit edici yaralanma veya kaza sonucu bir kişinin ölümü</p> <p>Çevre : Kontrol altına alınamayan orta düzeyli çevresel etki</p> <p>Ekipman : Fabrika hasarı/kayıp değeri yaklaşık 100,000 – 1,000,000 \$ arası</p>
ÇOK CİDDİ	<p>Personel : Birçok çalışanın hayatını tehdit edici şekilde yaralanması, meslek hastalığına yakalanması veya kaza yada meslek hastalığı sonucunda ölmesi</p> <p>Toplum : Hayatı tehdit edici şekilde yaralanma, meslek hastalığına yakalanma veya kaza yada meslek hastalığı sonucu birden çok ölüm</p> <p>Çevre : Kontrol altına alınamayan büyük çaplı çevresel etki</p> <p>Ekipman : Fabrika hasarı/kayıp değeri yaklaşık 1,000,000 \$ ve üzeri</p>

Tablo 3.13 Seçilen bölümde ya da yapılan görev üzerindeki kontroller

SONUÇ	KONTROL DERECEŚİ
VAR	Kontrol var, sistemin çalışması ekipmanla da takip ediliyor
ORTA	Kontrol var, ancak birim amiri gözetimi ile yapılıyor
ZAYIF	Belli aralıklarla çalışanların uyarılması sağlanıyor
YOK	Tamamen çalışanın sorumluluğunda

Tablo 3.14 X tipi risk derecelendirme matrisi

Ö	5	10	15	20	25	ÖNCEKİ BENZER KAZALAR	5	10	15	20	25
UK	4	8	12	16	20		4	8	12	16	20
IGK	3	6	9	12	15		3	6	9	12	15
HY	2	4	6	8	10		2	4	6	8	10
KRK	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
	OLASILIK							PERSONEL SAYISI			
ÇOK CİDDİ	5	10	15	20	25	ŞİDDET	5	10	15	20	25
CİDDİ	4	8	12	16	20		4	8	12	16	20
ORTA	3	6	9	12	15		3	6	9	12	15
HAFİF	2	4	6	8	10		2	4	6	8	10
ÇOK HAFİF	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
	ÇOK KÜÇÜK	KÜÇÜK	ORTA	YÜKSEK	ÇOK YÜKSEK			1 kişi	1-3 kişi	5	5-10 kişi	10'DAN FAZLA

A = OLASILIK

B = OLASILIK x ÖNCEKİ KAZALAR

C = ÖNCEKİ KAZA x PERSONEL SAYISI

D = PERSONEL SAYISI x ŞİDDET

	Etki yok
	Orta derece etki
	Etki yok
	Yüksek derece etki
	Kabul edilemez bölge

3.3. Tehlikeli Bölgelerin Belirlenmesi

Tehlikeli yol noktaları veya kesimleri aşırı kaza yapılan yerler olabilir veya olmayabilir. Örneğin; dar köprüler, yüzeyi bozuk yollar, v.b. kesimler kaza potansiyeli yüksek olsa da geçmişte aşırı kazalar meydana gelmemiş olabilir. Bu nedenle kaza sayısı ve şiddeti göz önüne alınarak kaza sayısı fazla olan yerler belirlenmelidir. Bu belirlemenin yapılabilmesi için;

- Frekans (Kaza Sayısı) Metodu
- Kaza Oranı Metodu
- Frekans Oranı Metodu
- Oran-Kalite Kontrol Metodu
- Kaza Şiddeti Metodu
- Tehlike İndeks Metodu
- Tehlikeli Yol Özellikleri Envanter Metodu

gibi metotlardan biri kullanılmaktadır. Bunlardan ilk dört tanesi aşırı kaza bölgelerinin belirlenmesi için kaza etütlerinin kullanımını gerektirirken, “kaza şiddeti metodu” deneye dayalı yaklaşımları, “tehlikeli yol özellikler envanter metodu” kazaya dayalı olmayan fiziksel yol özelliklerinin kullanımını ve “tehlike indeks metodu” ise hem kazasal hem de fiziksel yol özelliklerinin kullanımını gerektirmektedir. Bu metotlardan birincisi ve ikincisi oldukça basit olup daha ziyade küçük sistemlerde ama üçüncü ve dördüncüsü ise büyük trafik hacmine ve yoğunluğuna sahip olan büyük sistemler için tavsiye edilmektedir.

Tehlikeli bölgelerin tespiti amacıyla kullanılan metotlar için;

- Zaman Aralığı
- Bölge Uzunluğu dikkate alınmalıdır.

Zaman aralığının seçiminde; kaza paterninin ani değiştiği yerlerde zaman aralığı oldukça kısa, tehlikeli bölgelerin belirlenebilmesinde güvenilirliğin sağlanabilmesi için zaman aralığının yeterince uzun (3–4 yıl), mevsimsel etkilerin yanıltıcı olmasını önlemek amacıyla bir yıl ve katları olmasına dikkat edilmelidir.

Bölge uzunluğunun seçiminde; nokta (Çok kısa yol uzunluğu ve kavşaklar), kesim (Uzun yol kesimi) olarak saptanmalıdır. İster noktasal ister kesim olarak göz önüne alınan kaza bölgeleri için;

- Yol Geometrik Özellikleri ve Boyutları
- Trafik Hacmi
- Mevcut Çevresel Şartlar

gibi karakteristik özellikler dikkate alınmalıdır. Tehlikeli bölgelerin belirlenmesi amacıyla kullanılacak her bir metot için Tablo 3.13' te belirtilen verilen toplanması zorunludur.

Tablo 3.15 Tehlikeli bölgelerin belirlenmesinde toplanması zorunlu veriler

VERİLER	FREKANS (KAZA SAYISI)	KAZA ORANI	FREKANS ORANI	ORAN- KALİTE KONTROL	KAZA ŞİDDETİ	TEHLİKE İNDEKSİ	TEHLİKELİ YOL ÖZELLİKLERİ
Kaza Özetleri	+	+	+	+	+	+	
Trafik Hacmi		+	+	+		+	
Kaza Şiddeti						+	
Ortalama Kaza Sayısı	+	+	+	+	+	+	
İstatiksel Sabitler				+	+		
Diğer Bölgesel Veriler						+	
Yol Özellikleri							+

3.3.1. Kaza Sayısı Metodu

Bu metot genellikle düşük trafik hacmine sahip yollardaki kaza sayısı esas alınarak tehlikeli bölgelerin belirlenmesi ve sıralandırılması amacıyla kullanılmaktadır. Dolayısıyla kaza sayısının en fazla olduğu bölgenin birinci sırada ama kaza sayısının en az olduğu bölgenin son sırada yer aldığı bir sıralama yapılmaktadır. Bu metot, basit bir metot olmasından dolayı sadece düşük trafik hacimli yollarda uygulanmalıdır.

3.3.2. Kaza Tekrar Oranı

Kent içi veya kent dışı yol sistemindeki trafik hacmi çok değişken ise kaza sayısı metodu ile yapılan analizler yanılgıya neden olmaktadır. Bu nedenle kaza sayısı metodu yerine kaza oranı metodu kullanılmaktadır. Trafik hacmi fazla olan bir yoldaki kaza sayısı ile trafik hacmi az olan bir yoldaki kaza sayısı aynı ise kaza potansiyeli aynı demek doğru olmaz. Bu nedenle göz önüne alınan bir kesim için veya göz önüne alınan bir nokta için, etüdü yapılan süre içindeki gerçek kaza oranı Formül 3.4 ve 3.5' teki gibi belirlenmelidir.

$$Kaza/MilyonAraçKm = \frac{(Kesimdeki Kaza Sayısı) \times 10^6}{(Kesim OGT) \times (Gün Sayısı) \times (Kesim Uzunluğu)} \quad (3.4)$$

$$Kaza/MilyonAraç = \frac{Noktadaki Kaza Sayısı \times 10^6}{(OGT) \times Gün Sayısı} \quad (3.5)$$

3.3.3. Sayı-Oran (Frekans Oranı) Metodu

Kaza tekrar oranı metodunda bir kesim veya nokta için kazanın tekrarlanma oranı ama sayı-oran metodunda ortalama kaza sayısı esas alınmaktadır. Eğer bir yolda kaza sayısı ile trafik hacmi nispeten fazla ise anormal bir durum görülmemektedir. Aynı şekilde bir yoldaki kaza sayısı ile trafik hacmi de nispeten az ise yine anormal bir durum görülmemektedir. Fakat kaza sayısı ortalamadan çok fazla ise anormal bir durum mevcuttur. Zaten bu metot kaza sayısından ziyade ortalama kaza miktarını esas almaktadır. Bir yol kesimi için Formül 3.6 ve 3.7' deki gibi ortalama kaza sayısı hesaplanmaktadır:

$$Ortalama Kaza/Km = \frac{\sum Kaza Sayısı}{\sum Her Farklı Yol Uzunluğu} \quad (3.6)$$

$$Ortalama Kaza/MilyonAraçKm = \frac{\sum (Kaza Sayısı) \times 10^6}{\sum (Kesim OGT) \times (Gün Sayısı) \times (Her Bir Kesim Uzunluğu)} \quad (3.7)$$

Her bir nokta veya kavşakta ortalama kaza sayısı Formül 3.8 ve 3.9' daki gibi hesaplanır;

$$Ortalama Kaza/Nokta = \frac{Toplam Kaza Sayısı}{Toplam Nokta Sayısı} \quad (3.8)$$

$$Ortalama Kaza/MilyonAraç = \frac{\sum Kaza Sayısı \times 10^6}{\sum (Nokta OGT) \times (Gün Sayısı)} \quad (3.9)$$

Bu metotta bir kesim veya noktanın tehlikeli bölge olarak tanımlanabilmesi için belirli bir sınır değerin atanmış olması gerekir. Ancak bir yol ağı içinde farklı kesimlerin veya noktaların birbirleriyle mukayese edilmesine olanak tanınması açısından yarar sağlamaktadır.

3.3.4. Oran-Kalite Kontrol Metodu

Bu metot; aynı karakteristiklere sahip bir bölge için önceden tespit edilmiş veya atanmış ortalama oran değerinden daha fazla kaza oranına sahip olup olmadığını kıyaslamak amacıyla istatistiksel test kullanılması esasına dayanır. Bu amaçla kritik oran değeri Formül 3.7’ deki gibi hesaplanmaktadır.

$$R_c = R_a + K\sqrt{(R_a / m)} - 0,5m \quad (3.10)$$

Burada;

R_c : Kritik Kaza Oranı

R_a : Aynı karakteristiklere sahip nokta veya yol kesimi için ortalama kaza oranı

K : Sabit

m : Etüt süresi içindeki milyon-araç veya milyon araç-km

K sabiti; kaza oranının kritik oran üzerinde önemli bir artış olduğunu ve tesadüfen artmadığını tespit eden emniyet seviyesini belirtmektedir. K değeri Tablo 3.14. ‘ten alınabilir.

Tablo 3.16. Emniyet seviyesi – K değeri tablosu

Emniyet Seviyesi	K-Değeri
0,995	2,576
0,95	1,645
0,9	1,282

3.3.5. Kaza Şiddeti Metodu

Bu metot aşırı kazaya sahip bölgelerin derecelendirilmesi veya sıralandırılması amacıyla kullanılmaktadır. Şiddet indeksinin tayini için ya sadece ölümcül ve yaralanma tipi kazalar ya da ölümcül ve farklı derecedeki yaralanma tipi kazalar dikkate alınmaktadır. Burada kaza şiddeti genel olarak beş ayrı kategoriye ayrılmaktadır.

- Ölümcül Kaza – Bir veya daha fazla ölüm
- Tip A yaralanma kazası – Sedyeye ile taşınan yaralı
- Tip B yaralanma kazası – Sedyeye ile taşınmayan yaralı
- Tip C yaralanma kazası – Kanama, kırılma v.b. tipte yaralanma olmayan kazalar
- Araç hasarı olan kazalar

ABD'nin Kentucky Eyaleti'nde eşdeğer hasarlı kazalar cinsinden kaza şiddeti Formül 3.11' deki gibi hesaplanmaktadır;

$$EHK = 9,5x(\ddot{O}+A)+ 3,5x(B+C) +HK \quad (3.11)$$

Burada;

EHK ; Eşdeğer Hasarlı Kaza

Ö ; Ölümcül Kaza

A ; Tip A yaralanma kazası

B ; Tip B yaralanma kazası

C ; Tip C yaralanma kazası

HK ; Hasarlı Kaza

3.3.6. Tehlike İndeksi Metodu

Tehlike derecelendirme formülü Taylor ve Thompson tarafından hem kazasal hem kazasal olmayan ölçümlere dayalı olarak geliştirilmiştir. Bu metotta göz önüne alınan bölgenin kaza potansiyelini belirlemekten ziyade problemlili bölgelerin sıralandırılması veya derecelendirilmesi esas alınmaktadır.

Tehlike İndeksinin tayini için yapılacak ölçümler ikiye ayrılır;

1. Kazaya ait ölçümler
2. Kazaya ait olmayan ölçümler

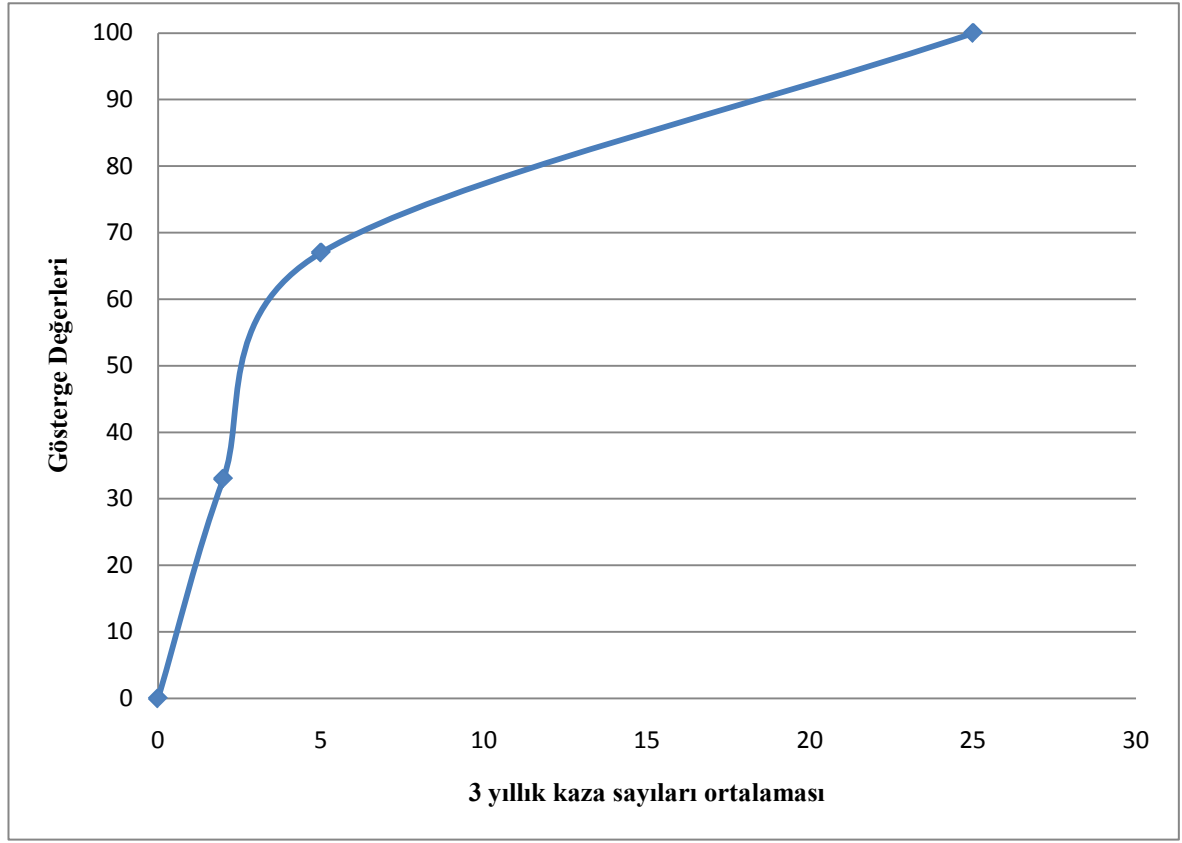
Kazaya ait ölçümler;

- Kaza Oranı
- Kaza Sayısı
- Kaza Şiddeti

Kazaya ait olmayan ölçümler;

- Trafik Çalışmaları
- İntizamsız Manevralar
- Görüş Mesafesi Oranı
- Hacim/Kapasite Oranı
- Sürücü Beklentileri
- Bilgi Sistem Eksiklikleri

Bu göstergelerim mümkünse tamamı, değilse “kazaya ait ölçümler’ in tamamı saptanmış olmalıdır. Bu dokuz ölçümün sonuçlarının net veriler ile ölçeklendirmesi ve ağırlıklandırılması yapılarak kaza indeksi tayin edilebilmektedir. Bu sebeple, her bir gösterge için Şekil 3.5.’te görüldüğü gibi, daha önceden belirlenmiş dönüşüm eğrisi yardımıyla, ham verilerin gösterge değerleri saptanmalıdır. Gösterge değeri için 0 ila 100 arasında bir ölçek ile dönüşüm eğrisi saptanmalı ve 33 değeri “normal” ile “tehlikeli” ve 67 değeri “tehlikeli” ve “çok tehlikeli” ayrımını yapmalıdır. Ayrıca bu gösterge dönüşüm eğrisi, her bir ölçüm için ayrı olmak üzere 0 ve 100 gösterge değerlerinde düşey ve yatay eksenlere teğet olacak şekilde hazırlanmalıdır.



Şekil 3.3. Kaza sayısı için gösterge değerleri

Her bir ölçüm için gösterge değerleri yukarıda bahsedildiği gibi saptandıktan sonra, her bir gösterge değeri yukarıdaki şekilde görülen ağırlık faktörü ile çarpılarak kısmi tehlike indeksi elde edilir. Belirli bir bölge için tehlike indeksi Formül 3.12.' deki gibi hesaplanır.

$$TI = \frac{\sum [W_i \times (GD)_i]}{\sum SW_i} \quad (3.12)$$

Burada;

TI : Etüdü yapılan bölgenin tehlike indeksi

W_i : i . gösterge için ağırlık faktörü (Şekil)

GD_i : i . ölçüm için gösterge değeri

SW_i : Ölçümü yapılan parametrelere ait ağırlık faktörlerinin toplamı

Burada W_i , SW_i ve GD_i için 9 farklı ölçümlerden sadece yapılabilenleri, yani verileri olan ölçümler için geçerli olacaktır.

3.3.7. Tehlikeli Yol Özellikleri Envanter Metodu

Kaza şiddeti ve sayısı fazla olan bölgeler seçilerek, tehlikeli yol özelliklerinin saptanmasında bir metot olarak kullanılabilir. Tehlikeli yol özellikleri;

- Dar Köprü
- Eğimi fazla şevler
- Rijit Yol Kenarı Elemanları ve Nesnelere
- Dar Şerit ve Banketler
- Kaygan Kaplama
- Tehlikeli demiryolu/karayolu geçişi
- Yetersiz Görüş Mesafesi

gibi tanımlanabilir veya yolun sahip olduğu özelliklere göre daha arttırılabilir.

Tehlikeli bölgelerin belirlenmesinde yukarıdaki yöntemlerin büyük yol sistemi için uygulanması için bölge, kesim ve nokta olarak iki ana gruba ayrılrsa da aşağıdaki gibi kategorilere ayrılması daha uygun olacaktır.

- Kesim
 - Otoyol – Kentdışı
 - Otoyol – Kentiçi
 - Kentdışı bölünmüş yol
 - Kentiçi bölünmüş yol
 - Kentdışı yol – Yüksek Standartlı
 - Kentiçi yol – Yüksek Standartlı
 - Kentdışı yol – Düşük Standartlı
 - Kentiçi yol – Düşük Standartlı
- Nokta veya Kavşak

- Kentdışı-Kentdışı yollar - sinyalize
- Kentdışı-Kentdışı yollar – sinyalize olmamış
- Kentdışı-Kentiçi yollar - sinyalize
- Kentdışı-Kentiçi yollar – sinyalize olmamış
- Kentiçi-Kentiçi yollar - sinyalize
- Kentiçi-Kentiçi yollar – sinyalize olmamış
- Kentiçi-Kentiçi ikinci derece yollar

Kentiçi-Kentiçi üçüncü derece yollar

3.4. Sonuç

Görüldüğü üzere Risk Analizi ve Tehlikeli Bölgelerin Belirlenmesi üzerine pek çok metot mevcuttur. Bizim veri tabanımız Emniyet Genel Müdürlüğü ve İl Jandarma Komutanlığı'ndan elde edilen trafik kaza tutanaklarından oluşmaktadır. Dolayısıyla elimizdeki verileri oluşturan kaza tutanaklarının gerek çok düzgün tutulmaması (tutanaklar üzerinde yanlış veya eksik işaretlemeler, koordinatların gerçeği fazla yansıtmaması, v.b.) gerekse kaza tutanaklarının tahmine dayalı birçok girdisinin olması (maddi hasar miktarı, v.b.) sebebiyle çok detaylı veri gereksinimi duyulan Risk Analizi metotları tercih edilmedi. Bir analiste tek başına uygulama yapabilme rahatlığı da bulunan Tehlike İndeksi Metoduyla Risk Derecelendirilmesi yöntemini seçerek analizi gerçekleştirmek uygun bulundu. Tezin uygulama bölümü olan 5. Bölüm' de bu metotla yaptığımız çalışma bulunmaktadır.

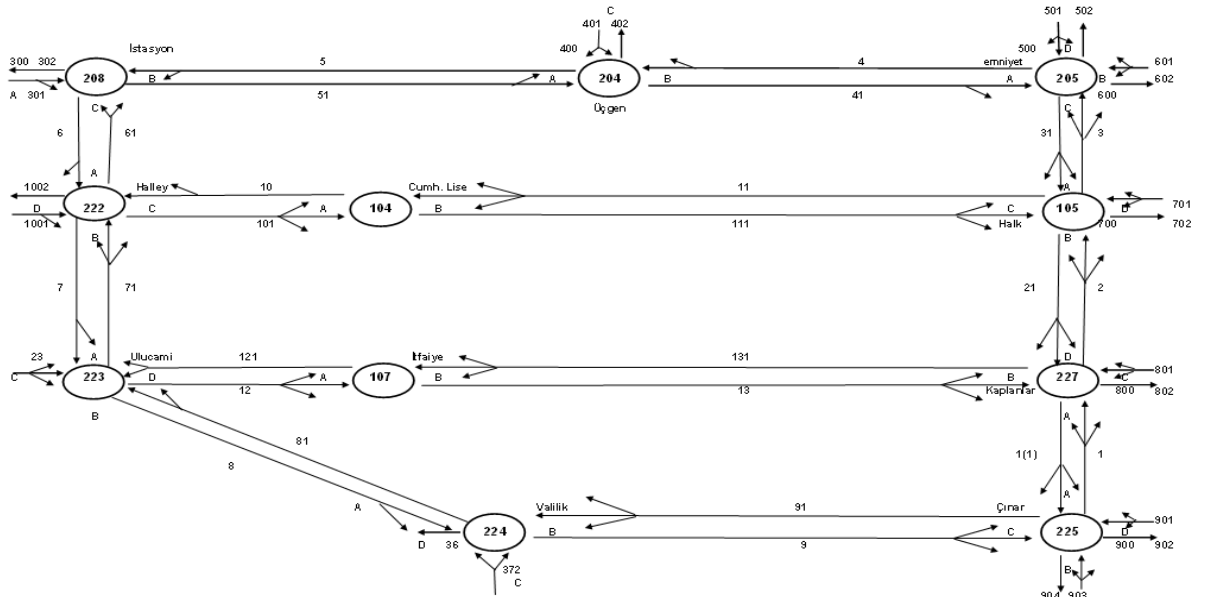
4. ÇALIŞMA ALANI VE VERİ TOPLAMA

4.1. Giriş

Tezin bu bölümünde çalışma bölgesi, kaza verilerimiz ve Tehlike İndeksi metodu ile risk derecelendirmesi hakkında tanımlamalar yapılacak, detaylar anlatılacaktır. Bu bölümün sonunda elde edilen sonuçlar; 5.bölüm'de anlatılan uygulama aşamamızın temelini oluşturacaktır.

4.2. Çalışma Bölgesinin Tanımı

Çalışma kapsamında Denizli'de trafiğin yoğun olduğu, doğal olarak kazaların da sıkça yaşandığı kavşak ve linklerden oluşan bir pilot bölge belirleyip, bu bölge için oluşturduğumuz veri tabanını kullanarak Tehlike İndekslerini belirlemek amaçlandı. 13 adet link ve 11 adet kavşaktan oluşan çalışmamız Şekil 4.1'de gösterildi.



Şekil 4.1 Çalışılan pilot bölge

Sahip olduğu yoğunluk açısından Denizli için büyük önem arz eden Çınar Kavşağı, Vilayet Kavşağı, Ulucami Kavşağı, Halley Kavşağı, İstasyon Kavşağı, İtfaiye Kavşağı, Emniyet Kavşağı, Üçgen Kavşağı, Kaplanlar Kavşağı, Halk Caddesi Kavşağı, Cumhuriyet Lisesi Kavşağı çalışmamızda bulunan kavşaklardır.

Çalışmamız ve veri tabanımız; bu kavşaklarda ve bu kavşakları birleştiren linklerde meydana gelen trafik kazalarından elde edildi. İlgili linklerin sağ ve sol şeritlerinde, sabah ve akşam zirve saatleri için ayrı ayrı hacim, noktasal hız, uzunluk, v.b. geometrik veriler elde edildi. Bu ölçümler Pamukkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı Ulaştırma Bilim Dalı tarafından bilgisayar destekli ölçüm cihazlarıyla elde edilmiş olup, ayrıntıları Ek 1’de sunuldu. Elde edilen ölçümler ve hesaplanan verilerin bir kısmı Tablo 4.1., 4.2 ve 4.3.’te gösterildi.

Tablo 4.1 Link uzunlukları

LİNK ADI	LİNK 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
3-131	0,91

Tablo 4.2 Linklerin sabah ve akşam, sağ ve sol şerit için noktasal hız ve hacim/kapasite oranları (2004-2006)

LİNK ADI	SABAH			AKŞAM		
	Hız Sol Şerit	Hız Sağ Şerit	Q/C Oranı	Hız Sol Şerit	Hız Sağ Şerit	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
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

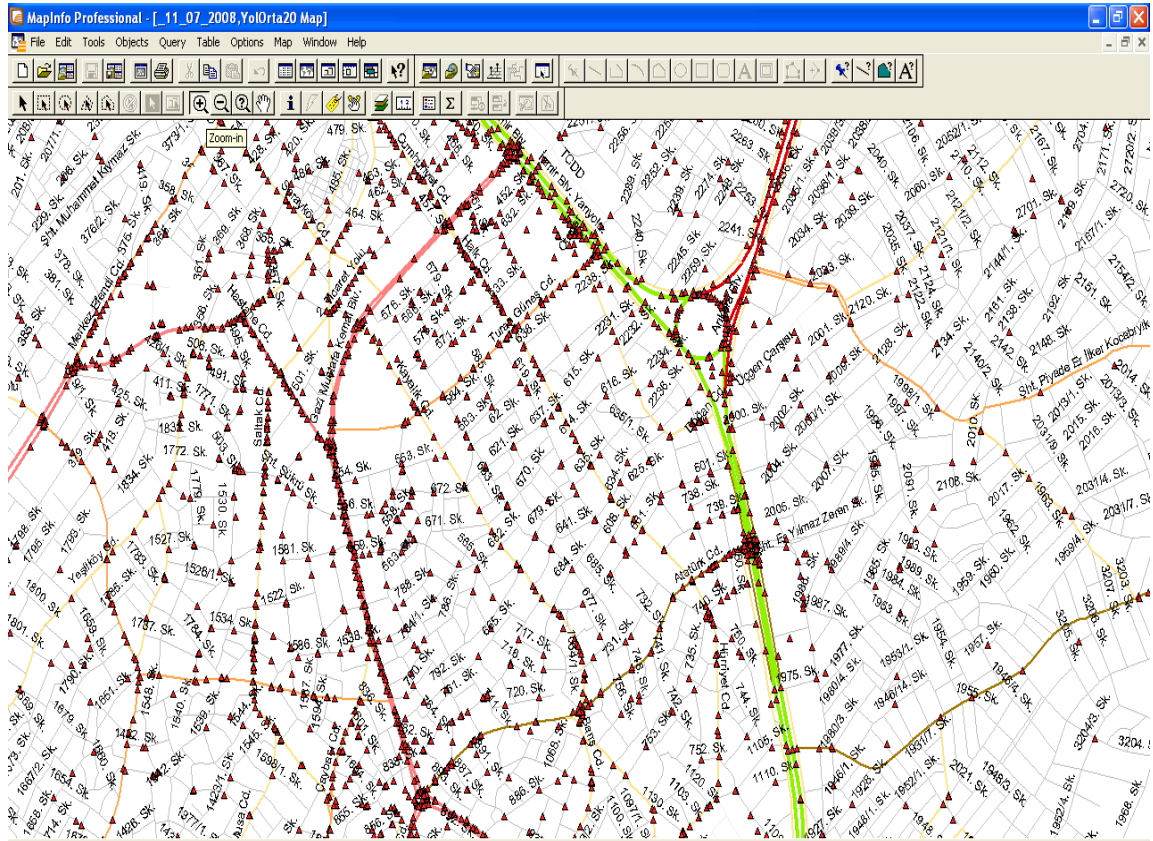
Tablo 4.3 Linklerle ilgili taşıt-km/saat değerleri (2004-2006)

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		

Çalışma bölgemizdeki 13 adet linkin toplam uzunluğu 6,29 kilometredir. Bu linkler Gidiş ve Dönüş hatları olarak iki adet hat içermektedir. 4-41 ve 5-51 linkleri 6 şerit, diğer tüm linkler 4 şerit içermektedir. 4-41, 5-51, 6-61, 7-71, 8-81, 9-91 numaralı 6 adet linkimiz bölünmüş yolları içermekte, 1-1(1), 2-21, 3-31, 10-101, 11-111, 12-121 ve 13-131 numaralı 7 adet linkimiz ise bölünmemiş yollardan oluşmaktadır. Çalışma alanımızdaki linkler, daha önce de belirttiğimiz gibi sahip oldukları yoğunluklar açısından ilimiz için önem arz etmektedirler. Tablo 4.3.'te ilgili linklerin hacim verileriyle elde ettiğimiz taşıt-km/saat değerleri verildi ve ağına sahip olduğu toplam taşıt-km/saat değeri 6.257 taşıt-km/saat olarak hesaplandı.

4.3. Kaza Verilerinin Tanımı

Kaza veri tabanımızı oluşturmak için İl Emniyet Müdürlüğü'nden elde edilen, pilot bölgemiz dâhilindeki 13 link'e ait 2004, 2005 ve 2006 yıllarında meydana gelmiş trafik kaza tutanakları kullanıldı. İl Emniyet Müdürlüğü'nden temin edilen kaza tutanak verileri Şekil 4.2. ve Şekil 4.3.'te de görüldüğü gibi MapInfo adlı coğrafik bilgi sistemi programında işlendi. Bu işlemten sonra elde edilen veriler Microsoft Excel programına aktarılarak, çalışmaya bu programla devam edildi. MapInfo programından Microsoft Excel'e aktardığımız kaza verileri, yalnızca zirve saatler için değil, tüm günü kapsadığından ve yalnızca çalışma alanımızı değil, tüm ili kapsadığından; öncelikle ilgili bölge için günün trafik hacimsel zirve aralığı diyebileceğimiz 07:30 – 09:30 ve 17:30 – 19:30 saat aralıklarındaki kaza verileri, toplam 9217 adet kaza verisinin içinden süzülde ve elde edilen 479 adet kaza verisi üzerinde çalışma yapıldı. Bu veriler; 13 link'in her biri için sabah ve akşam zirve saatlerinde meydana gelen kazalar olarak gruplandırıldı.

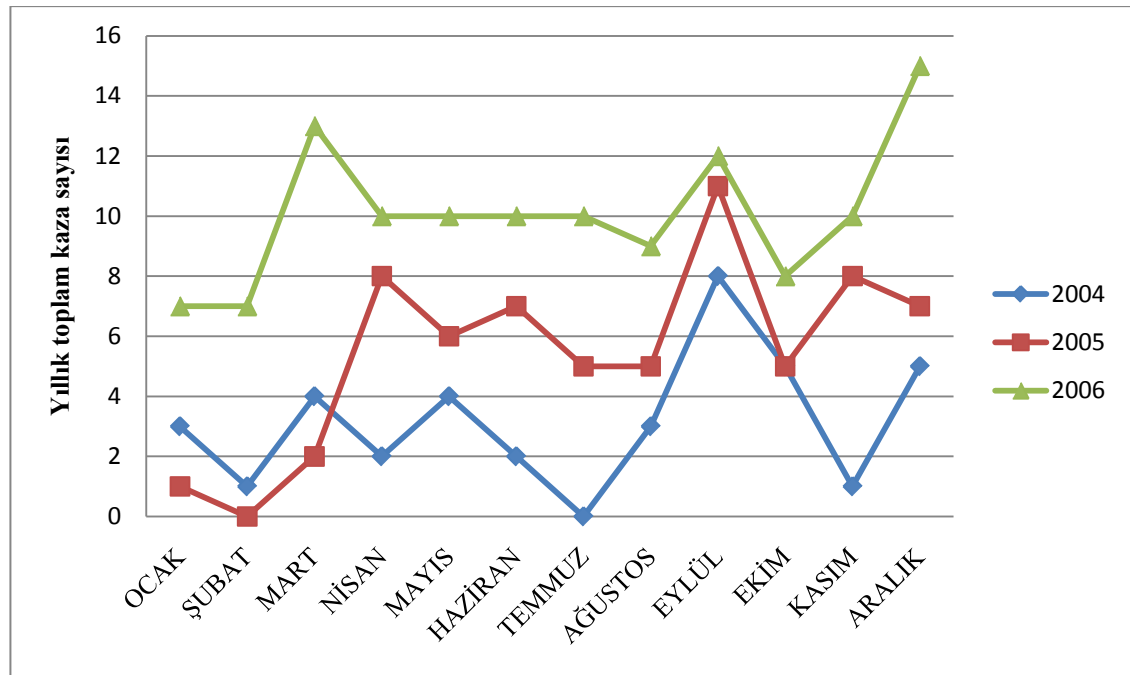


Şekil 4.2 Çalışma ağı ve ağda meydana gelen kazaların MapInfo programındaki gösterimi

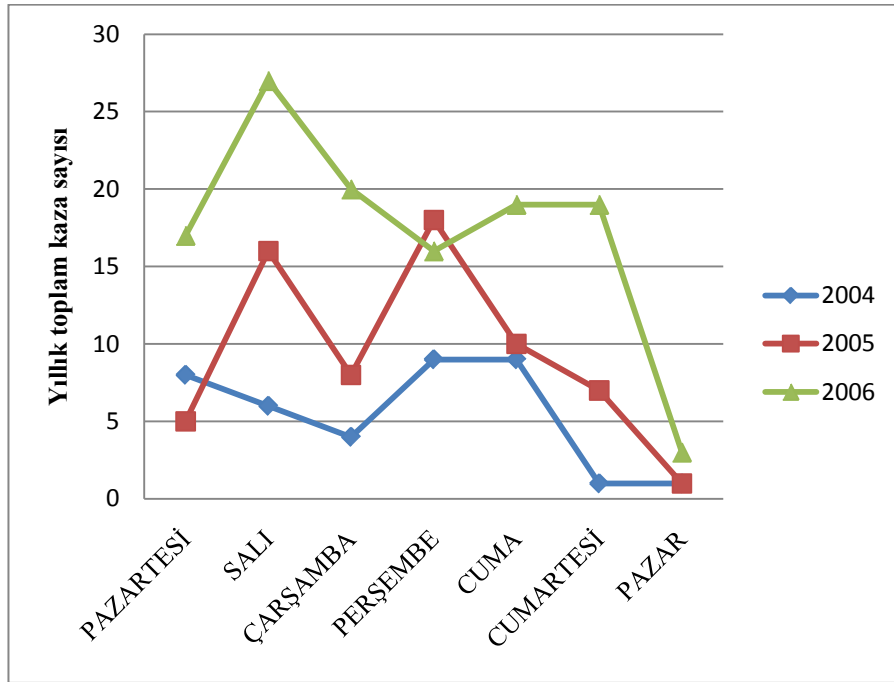
Sıra_no	KOORDINAT_WGS	KOORDINAT_WGS	KAZA_TURU	GUN	AY	YIL	GUN_TEXT	SAAT	YOL_TIPI	MAHALLE1	MAHALLE2	CADDE1
1	29,088	37,7622	0	25	12	2005	PAZAR	0.552083	2	MEHMETCIK		INONU
2	29,0972	37,783	0	21	6	2006	CARSAMBA	0.493056	5	SEVINDIK		
3	29,1063	37,8023	0	1	9	2006	CUMA	0.503472	2	SEVINDIK		
4	29,0768	37,7667	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		GULISTAN
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		DEMIRCIER
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	DURKAN ONU		
14	29,0873	37,7663	0	18	10	2006	CARSAMBA	0.758944	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	GUINDODU		HALK
19	29,0928	37,7707	0	21	8	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	0.59375	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	37,7862	0	26	12	2005	PAZARTESI	0.625	1			ATATURK
26	29,0811	37,7759	0	1	9	2006	CUMA	0.892361	1	DEGRMENONU		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 4.3 MapInfo programında seçilen kazalar ve bu kazalara ait bilgiler

Çalışma alanımızda meydana gelmiş trafik kazalarının sabah zirve saatlerinde senelik tabanda, ay ve günlere göre dağılım grafik ve değerleri Şekil 4.4 ve 4.5 ile Tablo 4.4. ve 4.5.'te gösterildi. Akşam zirve saatlerinde senelik tabanda, ay ve günlere göre dağılım grafikleri Şekil 4.6. ve 4.7. ile ve Tablo 4.6. ve 4.7.'de gösterildi.



Şekil 4.4 Trafik kazalarının sabah zirve saatlerinde senelik tabanda, aylara göre dağılım grafikleri



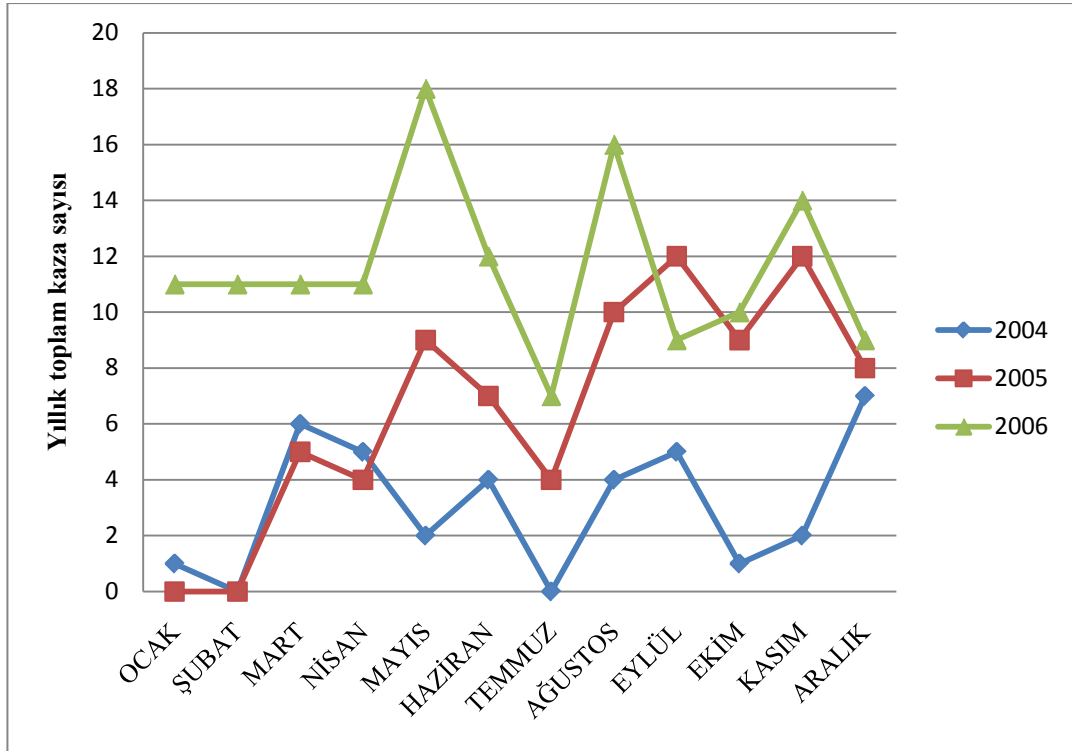
Şekil 4.5 Trafik kazalarının sabah zirve saatlerinde senelik tabanda, günlere göre dağılım grafikleri

Tablo 4.4 Trafik kazalarının sabah zirve saatlerinde senelik tabanda, günlere göre dağılım grafikleri

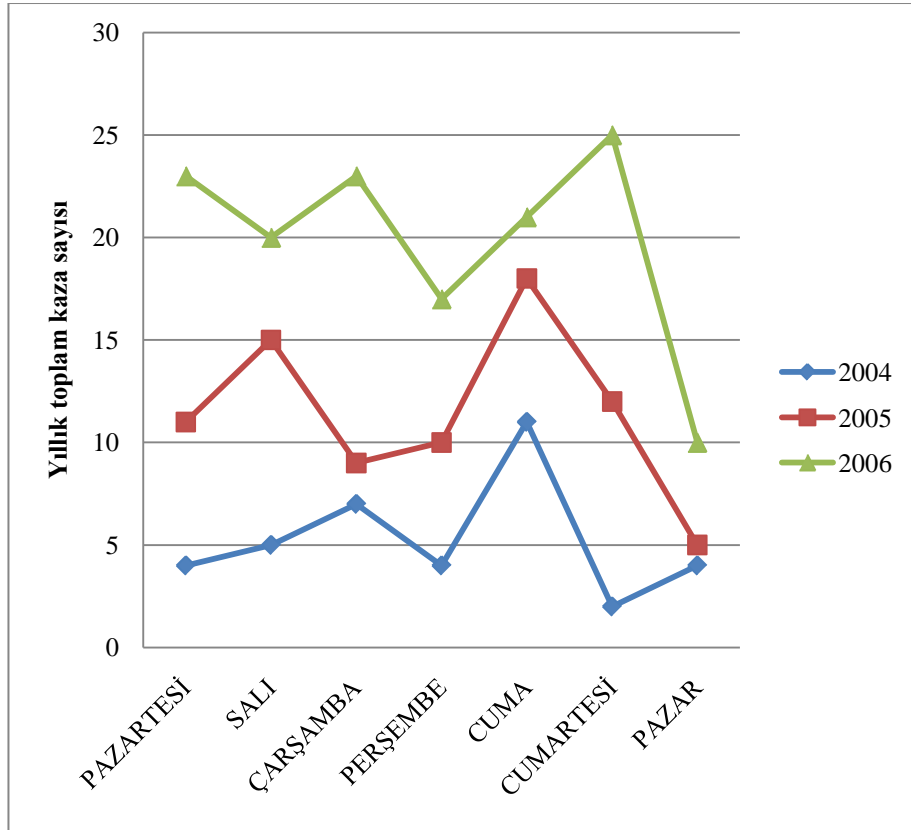
GÜN	2004	2005	2006
	KAZA SAYISI	KAZA SAYISI	KAZA SAYISI
PAZARTESİ	8	5	17
SALI	6	16	27
ÇARŞAMBA	4	8	20
PERŞEMBE	9	18	16
CUMA	9	10	19
CUMARTESİ	1	7	19
PAZAR	1	1	3
TOPLAM	38	65	121
GENEL TOPLAM		224	

Tablo 4.5 Trafik kazalarının sabah zirve saatlerinde senelik tabanda, aylara göre dağılım grafikleri

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		



Şekil 4.6 Trafik kazalarının akşam zirve saatlerinde senelik tabanda, aylara göre dağılım grafikleri



Şekil 4.7 Trafik kazalarının akşam zirve saatlerinde senelik tabanda, günlere göre dağılım grafikleri

Tablo 4.6 Trafik kazalarının akşam zirve saatlerinde senelik tabanda, günlere göre dağılım grafikleri

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 4.7 Trafik kazalarının akşam zirve saatlerinde senelik tabanda, aylara göre dağılım grafikleri

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	

Veri tabanımız sadece yaralanmalı ve maddi hasarlı kazaları içerdiği için Tablo 4,8'de belirtilen Kaza Şiddetleri; yalnızca kaza başına düşen ortalama mali zarar değerini ifade etmektedir. Bunun dışında kalan, ölümlü kazalar sonucunda oluşan mali zararlar veya kalıcı sakatlık, işgünü kaybı, hukuki gider masrafları, v.b. gibi mali zararları kapsamamaktadır.

Tablo 4.8 Linklerin ortalama kaza şiddeti tablosu (2004-2006)

LİNK ADI	ÜÇ YILLIK ORTLAMA KAZA ŞİDDETİ (1000TL) (SABAH)	ÜÇ YILLIK ORTLAMA KAZA ŞİDDETİ (1000TL) (AKŞAM)
1-(1)	1,86	1,5
2-21	1,49	2,33
3-31	1,7	1,7
4-41	1,56	1,93
5-51	1,66	1,79
6-61	2,09	1,85
7-71	1,09	1,43
8-81	1,33	2,06
9-91	1,97	2,05
10-101	1,99	1,62
11-111	2,13	1,62
12-121	1,88	1,33
13-131	1,93	1,79

Trafik kazalarının sabah ve akşam zirve saatlerinde, senelik tabanda, ay ve günlere göre dağılım grafik ve değerleri bize göstermektedir ki; ne yazık ki her yıl kaza sayıları gittikçe artmaktadır. Bunun büyük sebeplerinden biri olarak; zamanla birlikte nüfusun artış sergilemesi, buna paralel olarak trafikteki araç sayısında da bir artış olması gösterilebilir. Ancak, medeni yaşam merkezlerinin çoğunda, eğitim düzeyinin, trafik'te bilincin ve insana saygının, kurallara uymaya gösterilen özenin ve buna benzer birçok kişisel gelişim etkenlerinin, ülkemiz genelindekinden çok daha üst düzeyde olması sebebiyledir ki; kaza sayısı/nüfus oranı, ilimize göre ciddi oranda azdır. Sabah zirve saatlerinde yapılmış ölçümler incelendiğinde Sonbahar ve ilkbahar aylarında kaza oranının oldukça arttığı buna rağmen yaz ve kış aylarında kaza oranlarının oldukça düştüğü gözlemlendi. Yaz aylarında kaza sayısındaki düşüşün sebeplerinden biri olarak; insanların, ilimize çok yakın olan sahil bölgelerine tatil sebebiyle gitmesinden ötürü trafik yoğunluğunda bir azalma meydana gelmesi gösterilebilir. Başka bir sebebi ise, Denizli'de hava koşullarının yaz aylarında oldukça sıcak kış aylarında ise karlı ve yağışlı olması gösterilebilir. Kışın ise ilimizde buzlanma ve don olaylarının fazla olması sonucu, yol yüzey kaplaması sürtünme katsayısı önemini yitirmekte, araçlar kontrolden çıkmakta ve kazalar meydana gelmektedir. Günlere göre dağılımda ise Pazar günleri neredeyse sıfıra yakın bir kaza sayısı görülmekteyken hafta başında önemli bir kaza sayısı fazlalığı vardır. Buna sebep olarak, insanların tatil günlerini şehir içindeki bölgelerde değil de daha çok şehir dışı, kırsal bölgelerde geçirmek istemesi gösterilebilir.

Akşam zirve saatlerinde yapılmış ölçümler incelendiğinde aylara göre dağılım açısından Haziran ve Eylül aylarında oldukça yüksek ancak Temmuz ve Ağustos aylarında çok düşük bir kaza oranı görüldü. Bunun sebebi de aynı gündüz zirve saatlerinde olduğu gibi kaza oranlarının düşük olduğu aylar içerisinde, ilimizden yazlık bölgelere olan nüfus kayması olarak gösterilebilir. Yaz aylarında ilimizde kaza sayılarının düşük olmasına rağmen, ülkemiz genelinde seyahat artışı sebebiyle kaza oranlarında bir artış görülmektedir. Akşam zirve saatleri için günlere göre kaza dağılımında da aynı gündüz ölçümlerinde olduğu gibi hafta başından hafta sonuna doğru kaza oranlarında bir azalma görülmektedir.

Akşam zirve saatlerindeki kaza sayılarının, gündüz zirve saatlerindeki kaza sayılarından daha fazla olduğu görüldü. Bunun ana sebeplerinden biri olarak, insanların

dikkatlerinin, yorgunluk ve günün diğer etkileri sebebiyle dağınık olması, ikinci sebebi ise gecedan kaynaklanan görüş mesafesi ve netliğinin azalması sayılabilir.

4.4. Sonuç

Bu bölümde seçtiğimiz pilot bölge hakkında bilgiler verilmiş, bu bölgedeki link ve kavşaklar genel özellikleri itibariyle anlatılmaya çalışıldı. Daha sonra kaza verileri hakkında bilgi verildi. Kaza verilerinin elde edilış biçimi, içerikleri ve benzeri özelliklerine açıklık getirildi, çalışmamız içinde kullanıldığı yerler ve çalışmaya dâhil edilmeden önce üzerlerinde yapılan işlemler anlatıldı. Son olarak; tezin ana konusu olan “Tehlike İndeksi Metoduyla Risk Derecelendirme” hakkında genel bir anlatım yapıldı. Tezin bir sonraki bölümü olan 5.Bölüm’de “Kaza Veri Tabanının Oluşturulması ve Risk Derecelendirmesi’ne hazır hale getirilmesi” ile “Tehlike İndeksi Metoduyla Risk Derecelendirme” konularına ayrıntılı olarak değinilecektir.

5. TEHLİKE İNDEKSİ YÖNTEMİYLE RİSK DERECELENDİRİLMESİ

5.1. Giriş

Tezin bu bölümünde çalışma bölgemiz kapsamında meydana gelen kaza verilerini kullanarak, Tehlike İndeksi Metoduyla Risk Derecelendirmesi'ni nasıl yaptığımız ve elde ettiğimiz sonuçlar konusunda bilgi verildi. Tehlikeli bölgeler belirlendi.

Kaza veri tabanımızı oluşturmak için İl Emniyet Müdürlüğü ve İl Jandarma Komutanlığı'ndan; Pamukkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı Ulaştırma Bilim Dalı tarafından Tübitak - Kamag desteğinde yürütülen Denizli Suç Analizi Projesi kapsamında temin edilmiş 2004, 2005 ve 2006 yıllarında Denizli' de meydana gelmiş trafik kaza tutanakları kullanıldı. Bu veriler; ilgili mercilerden, ilk olarak 9217 adet kaza tutanağı halinde temin edildi. Bu tutanakların tümü MapInfo adlı coğrafik bilgi sistemi programına işlendi. Tutanakların hepsi MapInfo programına işlendikten sonra Microsoft Excel programına aktarıldı ve çalışmanın geri kalanına Excel programı üzerinde devam edildi. Bu 9217 adet kaza tutanağı, tüm ili kapsadığından; öncelikle pilot bölgemiz sınırları içinde meydana gelmiş kaza verileri süzölmüş ve toplam 2802 adet kaza verisi elde edildi. Bu 2802 adet veri, günün tümünde gerçekleşen kazaları kapsadığı ve bize yalnızca sabah ve akşam zirve saatlerindeki kaza verileri yeterli olduğu için diğer veriler arasından, bizim inceleme aralığımızdaki veriler süzöldü ve elde edilen 479 adet kaza verisi üzerinde çalışma yapıldı. Bu 479 adet veri, 13 link'in her biri için sabah ve akşam zirve saatlerinde meydana gelen kazalar olarak gruplandırıldı. Daha sonra, senelik bazda, aylara ve günlere göre kazaların dağılımı incelendi ve grafik haline getirildi.

Trafik Kaza Tutanakları'ndakine ek olarak Pamukkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı Ulaştırma Bilim Dalı tarafından ilgili linklerin sağ ve sol şeritlerinde ölçümleri yapılan Trafik Hacmi, Anlık Hız ve Ortalama Seyahat Hızları, Link Uzunlukları verileri bu tablolara eklendi. Tehlike İndeksi Metoduyla Risk Derecelendirmesi için bize gerekli olacak linklerin her birine ait milyon taşıt-km, hacim/kapasite (Q/C), 3 senelik kaza sayıları ortalamaları ve ortalama kaza maliyetleri hesaplandı. Ayrıca link'lerdeki trafik çakışmaları sayıları da MapInfo programından

tespit edildi. Böylece, veri tabanımız Tehlike İndeksi Metoduyla Risk Derecelendirmesi yapabilmek için hazır hale geldi.

5.2. Gösterge Eğrilerinin Hazırlanması

Bölüm 3’te de belirtildiği gibi, bu metot Taylor ve Thompson tarafından hem kazasal hem kazasal olmayan ölçümlere dayalı olarak geliştirildi. Bu metot incelenen bölgenin kaza potansiyelini belirlemekten çok, riskli bölgelerin sıralandırılması veya derecelendirilmesini esas almaktadır. Bu metodu uygularken elimizdeki verileri

- Kazaya ait ölçümler
- Kazaya ait olmayan ölçümler

olmak üzere ayrılmıştır. Trafik kaza tutanaklarıyla oluşturduğumuz tablodaki veriler kullanılarak kazaya ait ölçümler (Kaza Oranı, Kaza Sayısı, Kaza Şiddeti) Formül 5.1. , 5.2. ve 5.3. yoluyla hesaplandı.

$$Kaza\ Tekrar\ Oranı = \frac{Kesimdeki\ Kaza\ Sayısı\ x\ 10^6}{Saatlik\ Trafik\ Hacmi\ x\ Kesim\ Uzunlu\ ğu} \quad (5.1)$$

$$Kaza\ Sayısı = \frac{\sum Kaza\ Sayısı}{\sum Süre\ (yıl)} \quad (5.2)$$

$$Kaza\ Şiddeti = \frac{\sum Kaza\ Hasar\ Maliyeti}{\sum Kaza\ Sayısı} \quad (5.3)$$

Kazaya ait olmayan ölçümlerden elde edebildiğimiz veriler ise; Hacim/Kapasite Oranı ve Trafik Çakışmaları’dır. Hacim / Kapasite Oranı; Pamukkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı Ulaştırma Bilim Dalı veri tabanından elde ettiğimiz hacim değerleri kullanılarak hesaplandı. Trafik Çakışmaları miktarları; MapInfo adlı CBS programı kullanılarak belirlendi. Daha sonra her bir göstergemiz için bir “Gösterge Dönüşüm Eğrisi” çizildi. Çizdiğimiz bu dönüşüm eğrileri, Şekil 5.2.’yle Şekil 5.11 arasındaki şekillerde belirtildi. Bu dönüşüm eğrileri gösterge değerleri için 0 ile 100 arasında bir ölçek ile dönüşüm eğrisi saptandı. Bu eğriler, 33 değeri “normal” ile “tehlikeli” ve 67 değeri “tehlikeli” ile “çok tehlikeli” ayırım sınırı olacak şekilde düzenlendi. Bu eğrileri kullanarak her bir linkimiz için ham verilerimize bir gösterge değeri atandı. Hesap verileri, elde edilen gösterge eğrileri ve tespit edilen gösterge değerleri teker teker alt başlıklar halinde sunuldu.

5.2.1. Kaza Sayısı Gösterge Eğrilerinin Hazırlanması

Gösterge eğrilerinin hazırlanması için gerekli hesap değerleri Tablo 5.1.'de gösterildi.

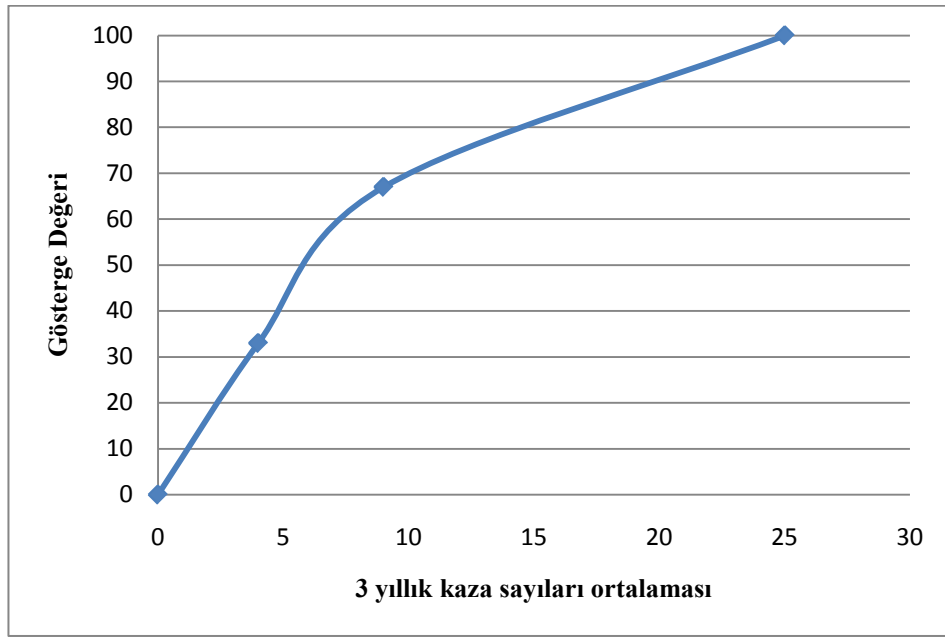
Tablo 5.1 Sabah ve akşam zirve saatlerinde meydana gelen kaza sayıları ortalamaları değerleri

LİNKLER	3 YILLIK KAZA SAYILARI ORTALAMASI (SABAH)	3 YILLIK KAZA SAYILARI ORTALAMASI (AKŞAM)
1-(1)	5	6
2-21	5	5
3-31	5	9
4-41	11	10
5-51	17	21
6-61	4	2
7-71	1	1
8-81	4	4
9-91	8	13
10-101	5	4
11-111	4	5
12-121	2	1
13-131	3	3

Bu hesap değerleri kullanılarak elde edilen gösterge eğrileri Şekil 5.1. ve 5.2.'de gösterildi.



Şekil 5.1 Sabah zirve saatleri için kaza sayısı gösterge eğrisi



Şekil 5.2 Akşam zirve saatleri için kaza sayısı gösterge eğrisi

Bu gösterge eğrileri kullanılarak elde edilen gösterge değerleri tehlike indeksi hesabında kullanılmak üzere tespit edildi. Bu veriler Tablo 5.2.'de belirtildi.

Tablo 5.2 Sabah ve akşam zirve saatlerinde meydana gelen kaza sayıları gösterge değerleri

LİNKLER	3 SENELİK KAZA SAYISI ORTALAMASI İÇİN GÖSTERGE DEĞERLERİ (SABAH)	3 SENELİK KAZA SAYISI ORTALAMASI İÇİN GÖSTERGE DEĞERLERİ(AKŞAM)
1-(1)	57	51
2-21	57	43
3-31	57	67
4-41	76	72
5-51	84	93
6-61	43	21
7-71	16	17
8-81	43	33
9-91	67	77
10-101	57	33
11-111	43	43
12-121	24	17
13-131	33	23

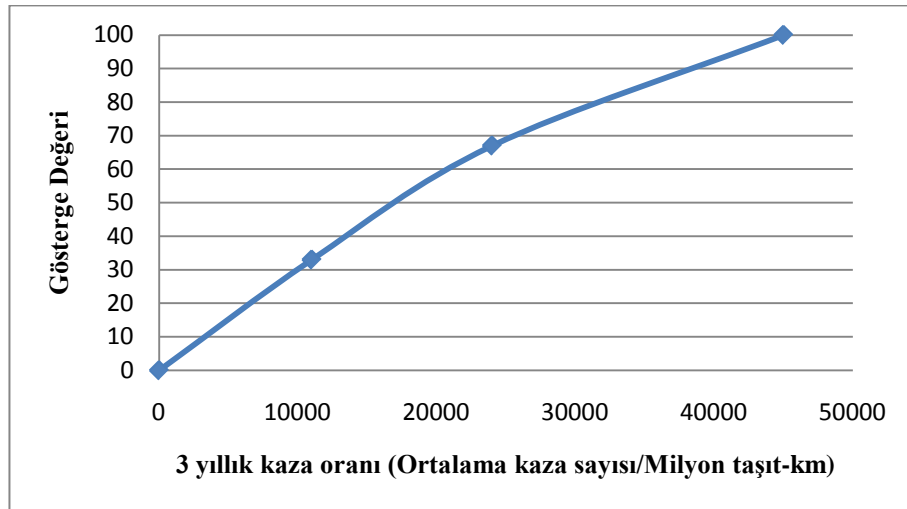
5.2.2. Kaza Oranı Gösterge Eğrilerinin Hazırlanması

Gösterge eğrilerinin hazırlanması için gerekli hesap değerleri Tablo 5.3.'te gösterildi.

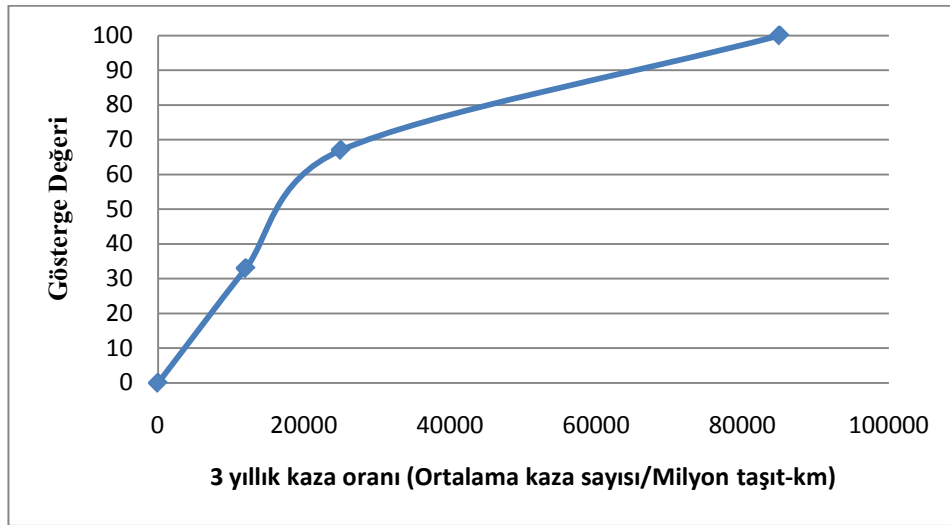
Tablo 5.3 Sabah ve akşam zirve saatlerindeki kaza oranı değerleri

LİNKLER	(ORTALAMA KAZA SAYISI/MİLYONTAŞITKM) DEĞERLERİ	(ORTALAMA KAZA SAYISI/MİLYONTAŞITKM) DEĞERLERİ
1-(1)	17.188	28.464
2-21	20.412	19.651
3-31	36.545	79.104
4-41	8.847	7.612
5-51	7.979	9.489
6-61	23.392	14.045
7-71	4.730	3.351
8-81	7.335	18.253
9-91	15.184	23.787
10-101	29.482	22.601
11-111	11.223	17.398
12-121	17.286	8.155
13-131	8.768	10.036

Bu hesap değerleri kullanılarak elde edilen gösterge eğrileri Şekil 5.3. ve 5.4.'te gösterildi.



Şekil 5.3 Sabah zirve saatleri için ortalama kaza/milyon taşıt-km gösterge eğrisi



Şekil 5.4 Akşam zirve saatleri için ortalama kaza/milyon taşıt-km gösterge eğrisi

Bu gösterge eğrileri kullanılarak elde edilen gösterge değerleri tehlike indeksi hesabında kullanılmak üzere tespit edildi. Bu veriler Tablo 5.4.'te belirtildi.

Tablo 5.4 Sabah ve akşam zirve saatlerinde meydana gelen kaza oranı gösterge değerleri

LİNKLER	KAZA ORANI GÖSTERGE DEĞERLERİ (SABAH)	KAZA ORANI GÖSTERGE DEĞERLERİ (AKŞAM)
1-(1)	52	69
2-21	59	78
3-31	87	96
4-41	26	19
5-51	23	25
6-61	66	43
7-71	17	10
8-81	22	52
9-91	46	65
10-101	78	64
11-111	34	51
12-121	53	21
13-131	25	27

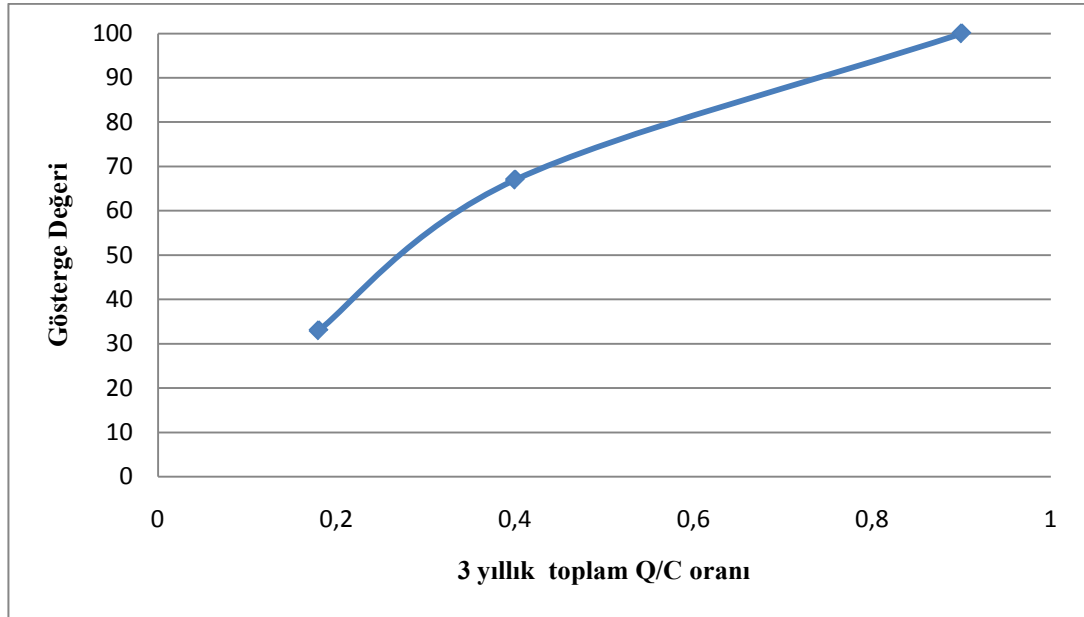
5.2.3. Q/C Oranı Gösterge Eğrilerinin Hazırlanması

Gösterge eğrilerinin hazırlanması için gerekli hesap değerleri Tablo 5.5.'te gösterildi.

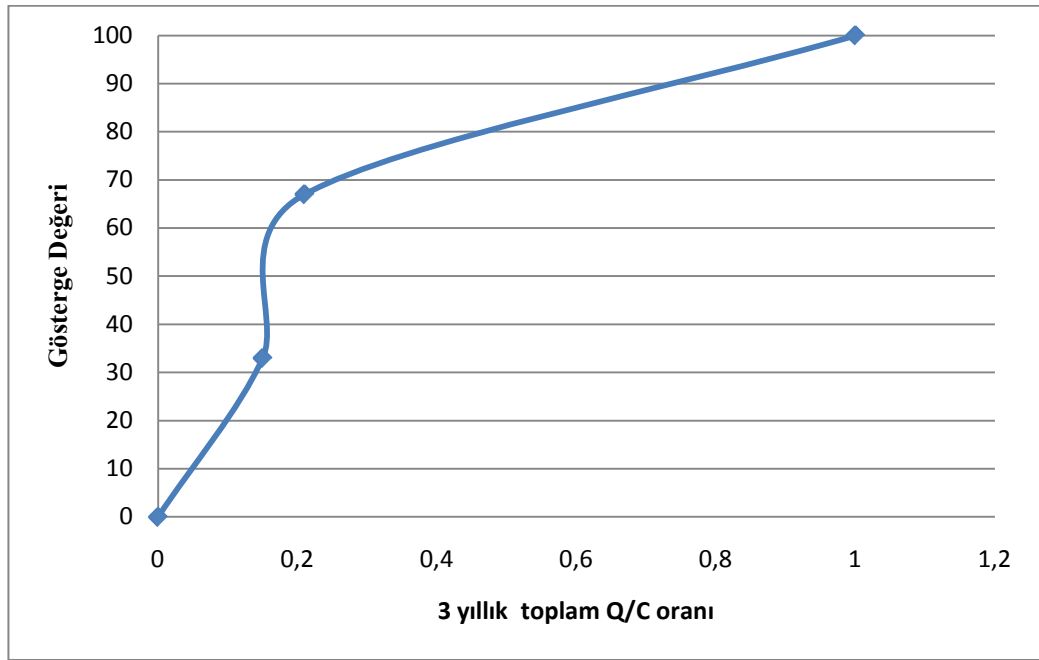
Tablo 5.5 Sabah ve akşam zirve saatlerindeki Q/C oranları

LİNKLER	Q/C ORANLARI(SABAH)	Q/C ORANLARI (AKŞAM)
1-(1)	0,17	0,14
2-21	0,18	0,18
3-31	0,21	0,21
4-41	0,51	0,54
5-51	0,73	0,77
6-61	0,20	0,21
7-71	0,26	0,27
8-81	0,34	0,14
9-91	0,24	0,23
10-101	0,19	0,20
11-111	0,15	0,12
12-121	0,14	0,15
13-131	0,12	0,11

Bu hesap değerleri kullanılarak elde edilen gösterge eğrileri Şekil 5.5. ve 5.6.'da gösterildi.



Şekil 5.5 Sabah zirve saatleri için Q/C gösterge eğrisi



Şekil 5.6 Akşam zirve saatleri için Q/C gösterge eğrisi

Bu gösterge eğrileri kullanılarak elde edilen gösterge değerleri tehlike indeksi hesabında kullanılmak üzere tespit edildi. Bu veriler Tablo 5.6.'da belirtildi.

Tablo 5.6 Sabah ve akşam zirve saatlerinde meydana gelen Q/C gösterge değerleri

LİNKLER	Q/C ORANI GÖSTERGE DEĞERLERİ (SABAH)	Q/C ORANI GÖSTERGE DEĞERLERİ (AKŞAM)
1-(1)	30	31
2-21	33	63
3-31	39	67
4-41	74	84
5-51	86	92
6-61	37	67
7-71	49	73
8-81	59	30
9-91	46	70
10-101	35	66
11-111	26	25
12-121	24	33
13-131	21	23

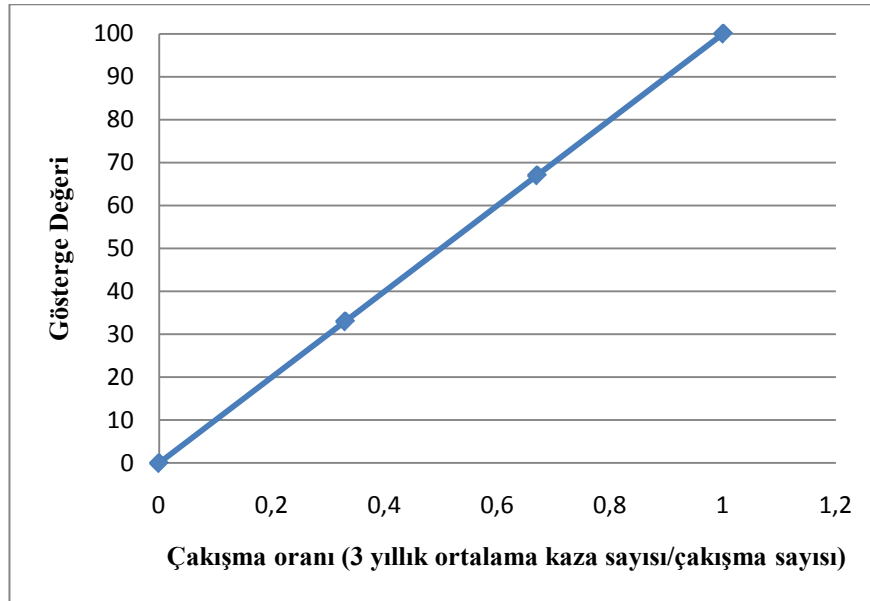
5.2.4. Çakışma Oranı Gösterge Eğrilerinin Hazırlanması

Gösterge eğrilerinin hazırlanması için gerekli hesap değerleri Tablo 5.7.'de gösterildi.

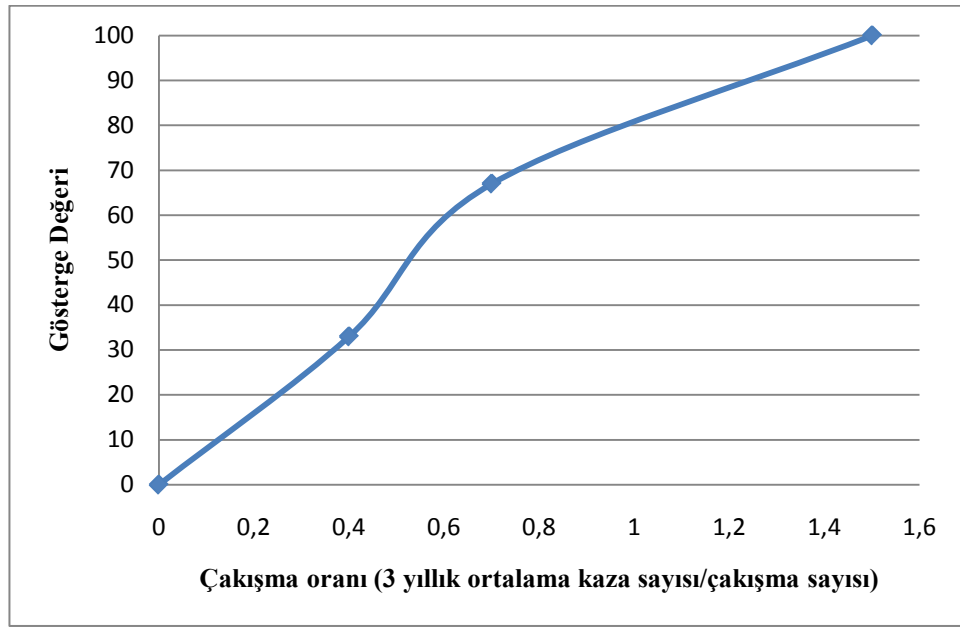
Tablo 5.7 Sabah ve akşam zirve saatlerindeki kaza sayısı/çakışma miktarı değerleri

LİNKLER	(ORTALAMA KAZA SAYISI/ÇAKIŞMA SAYISI) DEĞERLERİ (SABAH)	(ORTALAMA KAZA SAYISI/ÇAKIŞMA SAYISI) DEĞERLERİ (AKŞAM)
1-(1)	0,33	0,45
2-21	0,36	0,36
3-31	0,67	1,24
4-41	0,81	0,74
5-51	0,93	1,17
6-61	0,92	0,58
7-71	0,22	0,17
8-81	0,73	0,73
9-91	0,4	0,6
10-101	0,59	0,48
11-111	0,23	0,28
12-121	0,4	0,2
13-131	0,1	0,11

Bu hesap değerleri kullanılarak elde edilen gösterge eğrileri Şekil 5.7. ve 5.8.'de gösterildi.



Şekil 5.7 Sabah zirve saatleri için ortalama kaza sayısı/çakışma sayısı gösterge eğrisi



Şekil 5.8 Akşam zirve saatleri için ortalama kaza sayısı/çakışma sayısı gösterge eğrisi

Bu gösterge eğrileri kullanılarak elde edilen gösterge değerleri tehlike indeksi hesabında kullanılmak üzere tespit edildi. Bu veriler Tablo 5.8.'de belirtildi.

Tablo 5.8 Sabah ve akşam zirve saatlerinde meydana gelen ortalama kaza sayısı/çakışma sayısı gösterge değerleri

LİNKLER	ÇAKIŞMA SAYISI GÖSTERGE DEĞERLERİ (SABAH)	ÇAKIŞMA SAYISI GÖSTERGE DEĞERLERİ (AKŞAM)
1-(1)	33	39
2-21	35	29
3-31	67	91
4-41	81	70
5-51	93	84
6-61	92	58
7-71	22	12
8-81	73	67
9-91	40	60
10-101	59	42
11-111	23	23
12-121	40	18
13-131	10	9

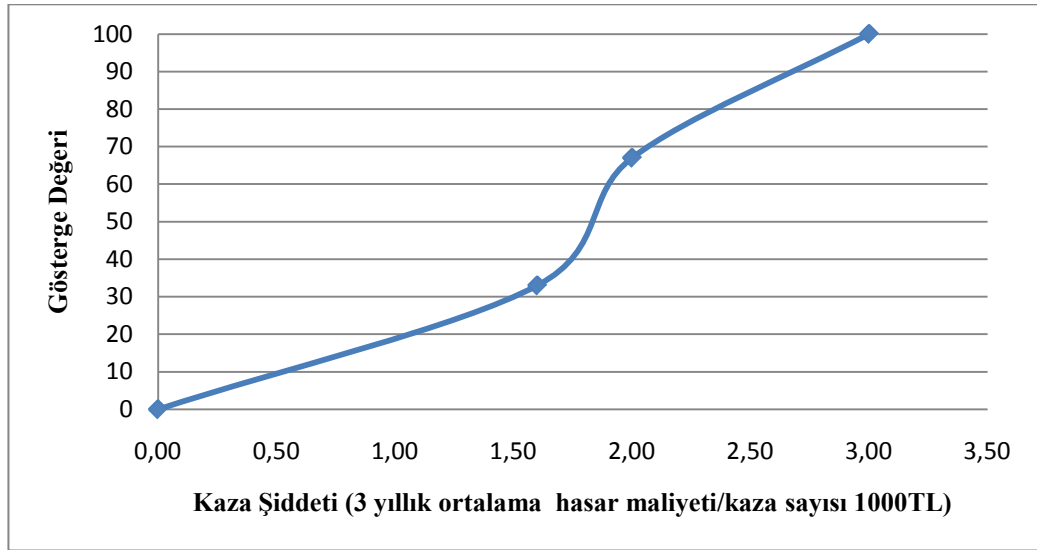
5.2.5. Kaza Şiddeti Gösterge Eğrilerinin Hazırlanması

Gösterge eğrilerinin hazırlanması için gerekli hesap değerleri Tablo 5.9.'da gösterildi.

Tablo 5.9 Sabah ve akşam zirve saatlerindeki kaza şiddeti değerleri

LİNKLER	KAZA ŞİDDETİ [ORTALAMA HASAR MALİYETİ/KAZA SAYISI (1000TL)]	KAZA ŞİDDETİ [ORTALAMA HASAR MALİYETİ/KAZA SAYISI (1000TL)]
1-(1)	1,86	1,5
2-21	1,49	2,33
3-31	1,7	1,7
4-41	1,56	1,93
5-51	1,66	1,79
6-61	2,09	1,85
7-71	1,09	1,43
8-81	1,33	2,06
9-91	1,97	2,05
10-101	1,99	1,62
11-111	2,13	1,62
12-121	1,88	1,33
13-131	1,93	1,79

Bu hesap değerleri kullanılarak elde edilen gösterge eğrileri Şekil 5.9. ve 5.10.'da gösterildi.



Şekil 5.9 Sabah zirve saatleri için kaza şiddeti gösterge değerleri



Şekil 5.10 Akşam zirve saatleri için zirve saatleri için kaza şiddeti gösterge değerleri

Bu gösterge eğrileri kullanılarak elde edilen gösterge değerleri tehlike indeksi hesabında kullanılmak üzere tespit edildi. Bu veriler Tablo 5.10.'da belirtildi.

Tablo 5.10 Sabah ve akşam zirve saatlerinde meydana gelen ortalama maddi hasar/kaza sayısı gösterge değerleri

LİNKLER	KAZA ŞİDDETİ GÖSTERGE DEĞERLERİ (SABAH)	KAZA ŞİDDETİ GÖSTERGE DEĞERLERİ (AKŞAM)
1-(1)	58	30
2-21	29	89
3-31	42	39
4-41	31	72
5-51	33	42
6-61	68	56
7-71	20	27
8-81	26	76
9-91	66	75
10-101	66	37
11-111	72	37
12-121	63	23
13-131	65	42

5.3. Tehlike İndekslerinin Hesaplanması

Bölüm 3' te anlatıldığı gibi Tehlike İndeksi Yöntemi, Taylor ve Thompson tarafından geliştirilmiştir. Bu metot için kazaya dayalı ve kazaya dayalı olmayan gruplarına ayrılan 9 ayrı değişken kullanılmıştır. Bu çalışmada 5 değişkene ait gösterge eğrileri oluşturuldu. Her bir gösterge değeri; Tablo 5.11.' de görülen ağırlık faktörü ile çarpılarak kısmi tehlike indeksi elde edildi. Formül 5.4.' te belirtildiği gibi kısmi tehlike indeksleri toplamı, çalışmada kullanılan verilere ait gösterge ağırlıkları toplamına bölünerek, her bir linkin Tehlike İndeksi elde edildi. Daha sonra bu değerler büyükten küçüğe sıralanarak, linklerimizin Risk Derecelendirilmesi işlemi tamamlandı. Hesap şekli aşağıda açıklandı. Belirli bir bölge için tehlike indeksi Formül 5.4.' teki gibi hesaplanır.

$$TI = \frac{\sum [W_i \times (GD)_i]}{\sum SW_i} \quad (5.4)$$

Burada;

TI : Etüdü yapılan bölgenin tehlike indeksi

W_i : i . gösterge için ağırlık faktörü (Şekil)

GD_i : i . ölçüm için gösterge değeri

SW_i : Ölçümü yapılan parametrelere ait ağırlık faktörlerinin toplamı

Kaza Oranı, Kaza Sayısı, Kaza Şiddeti, Hacim/Kapasite Oranı ve Trafik Çakışmaları'na ait ağırlık faktörlerinin toplamı, bize bu değerlendirmenin relatif gücünün % 64 olduğunu gösterdi. Derecelendirmenin sonuçları Tablo 5.12. , 5.13. ve 5.14.'te gösterildi.

Tablo 5.12.'de görüldüğü üzere sabah zirve saatleri için en riskli üç link, sırasıyla 10-101 numaralı link (Cumhuriyet Lisesi-Halley Otel), 3-31 numaralı link (Emniyet-Halk Caddesi), 6-61 numaralı link (İstasyon-Halley Otel)'tir.

Tablo 5.13.'ten elde edilen sonuca göreyse akşam zirve saatleri için en riskli üç linkin, sırasıyla; 3-31 numaralı link (Emniyet-Halk Caddesi), 9-91 numaralı link (Çınar-Vilayet), 2-21 numaralı link (Halk Caddesi-Kaplanlar Camii) olduğu görüldü.

Tablo 5.11 Tehlike indeksi ataması

TEHLİKE İNDEKSİ ATAMASI				
GÖSTERGE	VERİ DEĞERLERİ	GÖSTERGE DEĞERİ	AĞIRLIK	KİSMİ TEHLİKE İNDEKSİ
KAZA SAYISI X	0,145	.....
KAZA ORANI X	0,199	.....
KAZA ŞİDDETİ X	0,169	.....
Q/C ORANI X	0,073	.....
GÖRÜŞ MESAFESİ ORANI X	0,066	.....
TRAFİK ÇAKIŞMASI X	0,053	.....
İNTİZAMSIZ MANEVRA X	0,061	.....
SÜRÜCÜ BEKLENTİSİ X	0,132	.....
BİLGİ SİSTEM EKSİKLİĞİ X	0,102	.....
TOPLAMLAR X		.....

Tablo 5.12 Sabah zirve saatleri için elde edilen tehlike indekslerine göre linklerin sıralaması

LİNKLER	TEHLİKE İNDEKSİLERİ (SABAHA)	Link Adı
10-101	64	Cumhuriyet Lisesi-Halley Otel
3-31	61	Emniyet-Halk Caddesi
6-61	60	İstasyon-Halley Otel
9-91	56	Çınar-Vilayet
5-51	52	İstasyon-Üçgen
1-(1)	51	Kaplanlar Camii-Çınar
4-41	49	Emniyet-Üçgen
2-21	46	Halk Caddesi-Kaplanlar Camii
12-121	45	Ulu Camii-İtfaiye
11-111	44	Cumhuriyet Lisesi-Halk Caddesi
8-81	36	Ulu Camii-Vilayet
13-131	36	Kaplanlar Camii-İtfaiye
7-71	22	Ulu Camii-Halley Otel

Sabah ve akşam zirve saatleri için elde edilen tehlike indekslerinin ortalamalarına göre linklerin sıralaması Tablo 5.14.'te gösterilmiştir. Buna göre ise; en riskli ilk üç link; 3-31 numaralı link (Emniyet-Halk Caddesi), 9-91 numaralı link (Çınar-Vilayet) ve 2-21 numaralı link (Halk Caddesi – Kaplanlar Camii) olarak belirlendi.

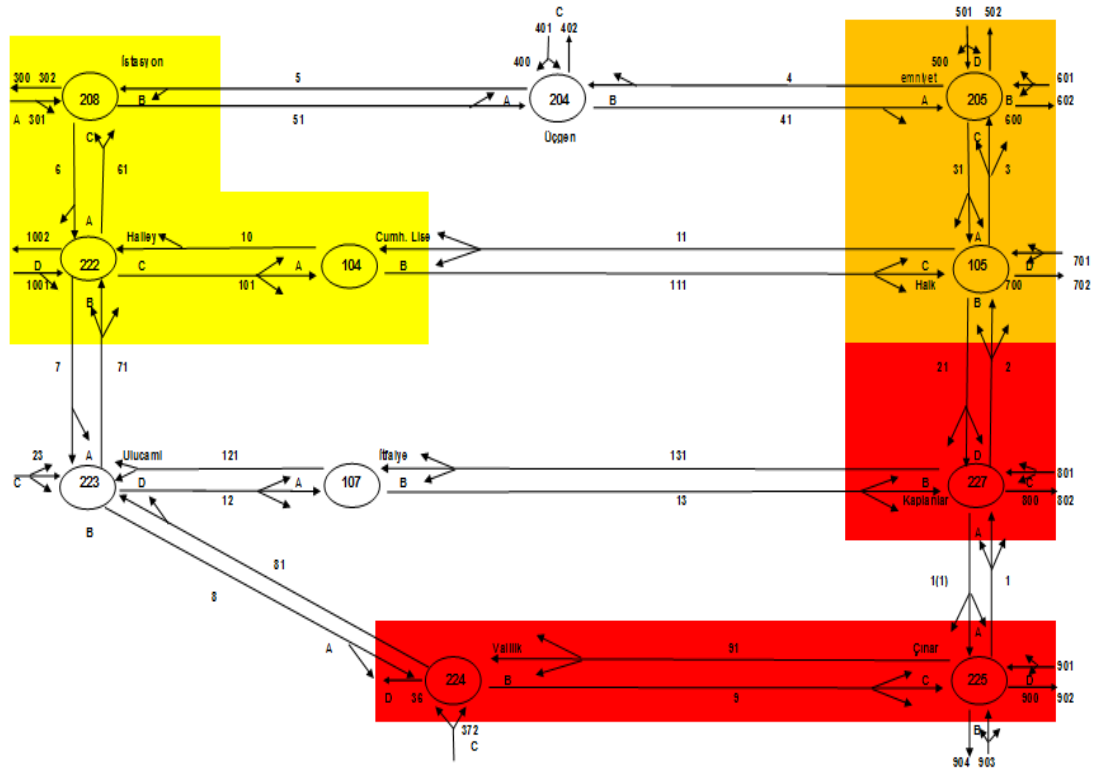
Elde edilen sonuçları incelediğimizde; şaşırtıcı olan 10-101 ve 3-31 gibi uzunlukları az olan iki link'te Tehlike İndekslerinin en fazla çıkmış olmasıdır. Bunun başlıca sebepleri, bu iki bölgede de ağırlık faktörleri en yüksek iki faktör olan kaza şiddetleri ve kaza oranlarının, genel ortalamanın çok üzerinde olmasıdır. Tehlike indekslerine göre tespit edilmiş en tehlikeli linkler, Şekil 5.11' de işaretlendi.

Tablo 5.13 Akşam zirve saatleri için elde edilen tehlike indekslerine göre linklerin sıralaması

LİNKLER	TEHLİKE İNDEKSLERİ (AKŞAM)	Link Adı
3-31	71	Emniyet-Halk Caddesi
9-91	71	Çınar-Vilayet
2-21	67	Halk Caddesi-Kaplanlar Camii
5-51	57	İstasyon-Üçgen
4-41	57	Emniyet-Üçgen
8-81	53	Ulu Camii-Vilayet
10-101	48	Cumhuriyet Lisesi-Halley Otel
1-(1)	48	Kaplanlar Camii-Çınar
6-61	45	İstasyon-Halley Otel
11-111	40	Cumhuriyet Lisesi-Halk Caddesi
13-131	28	Kaplanlar Camii-İtfaiye
7-71	23	Ulu Camii-Halley Otel
12-121	22	Ulu Camii-İtfaiye

Tablo 5.14 Sabah ve akşam zirve saatleri için elde edilen tehlike indekslerinin ortalamasına göre linklerin sıralaması

LİNKLER	TEHLİKE İNDEKSLERİ (SABAH)	TEHLİKE İNDEKSLERİ (AKŞAM)	TEHLİKE İNDEKSLERİ (ORTALAMA)	Link Adı
3-31	61	71	66	Emniyet-Halk Caddesi
9-91	56	71	63	Çınar-Vilayet
2-21	46	67	56	Halk Caddesi-Kaplanlar Camii
10-101	64	48	56	Cumhuriyet Lisesi-Halley Otel
5-51	52	57	55	İstasyon-Üçgen
6-61	60	45	53	İstasyon-Halley Otel
4-41	49	57	53	Emniyet-Üçgen
1-(1)	51	48	49	Kaplanlar Camii-Çınar
8-81	36	53	45	Ulu Camii-Vilayet
11-111	44	40	42	Cumhuriyet Lisesi-Halk Caddesi
12-121	45	22	33	Ulu Camii-İtfaiye
13-131	36	28	32	Kaplanlar Camii-İtfaiye
7-71	22	23	23	Ulu Camii-Halley Otel



Şekil 5.11 Tehlike indeksi en fazla olan linkler (Sarı: sabah, Kırmızı: akşam, Turuncu: ortalama sonuç)

5.4. Sonuç

Son olarak; tezimizin literatüre katkısı olarak bahsettiğimiz; hız ve hacim gibi trafik özelliklerinin kazalar üzerindeki etkisini ortaya koymak amacıyla bir çalışma yapıldı. Bu çalışma için tehlike indeksi ve hız verileri birer tabloda birleştirilerek Tablo 5.15. ve Tablo 5.16. elde edildi.

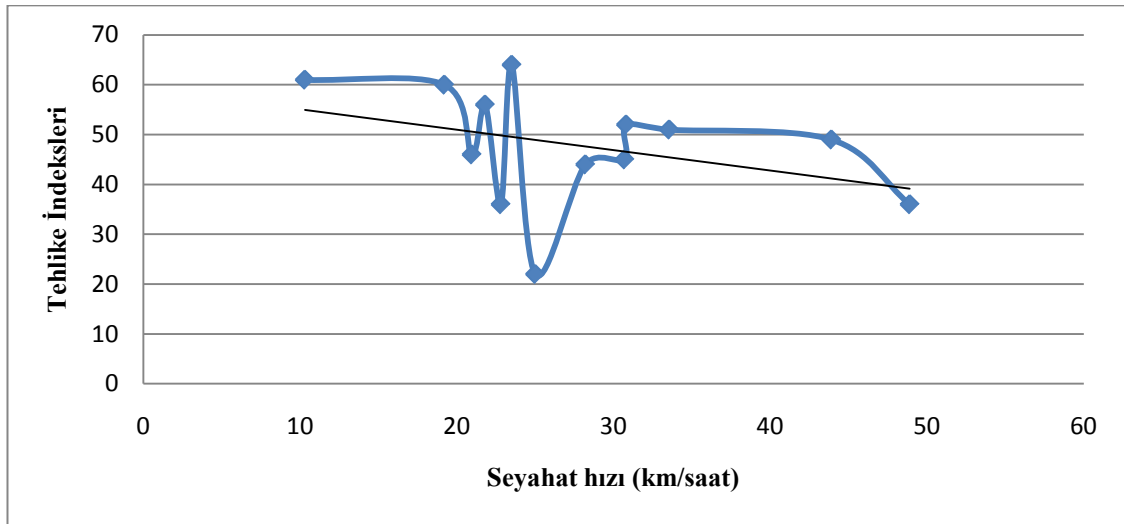
Tablo 5.15 Sabah ve akşam ölçümlerine göre tehlike indeksi ve hız verileri

LİNK	SABAHA					AKŞAM				
	TEHLİKE İNDEKSİ	SEYAHAT HIZI	NOKTASAL HIZ			TEHLİKE İNDEKSİ	SEYAHAT HIZI	NOKTASAL HIZ		
			SAĞ ŞERİT	SOL ŞERİT	ORTALAMA			SAĞ ŞERİT	SOL ŞERİT	ORTALAMA
1-(1)	51	33,55	32,87	19,9	26,39	48	15,26	34,21	11,07	22,64
2-21	46	20,95	36,76	5,04	20,9	67	16,8	35,82	9,12	22,47
3-31	61	10,3	35,13	23,74	29,44	71	16,9	29,84	28,73	29,29
4-41	49	43,9	73,73	39,02	56,38	57	17,9	49,65	36,99	43,32
5-51	52	30,8	44,63	39,53	42,08	57	18,86	29,9	25,43	27,67
6-61	60	19,2	37,92	14,58	26,25	45	20,8	30,4	25,58	27,99
7-71	22	25	30,92	22,06	26,49	23	21,7	31,83	13,41	22,62
8-81	36	48,9	37,69	19,27	28,48	53	22,1	40,66	23,16	31,91
9-91	56	21,8	36,38	31,4	33,89	71	23,6	30,7	22,03	26,37
10-101	64	23,5	30,71	28,92	29,82	48	24,4	29,28	18,73	24,01
11-111	44	28,2	35,82	37,7	36,76	40	24,6	33,82	25,8	29,81
12-121	45	30,7	31,18	28,83	30,01	22	32,27	32,42	24,11	28,27
13-131	36	22,8	37,3	30,21	33,76	28	32,7	35,62	23,77	29,7

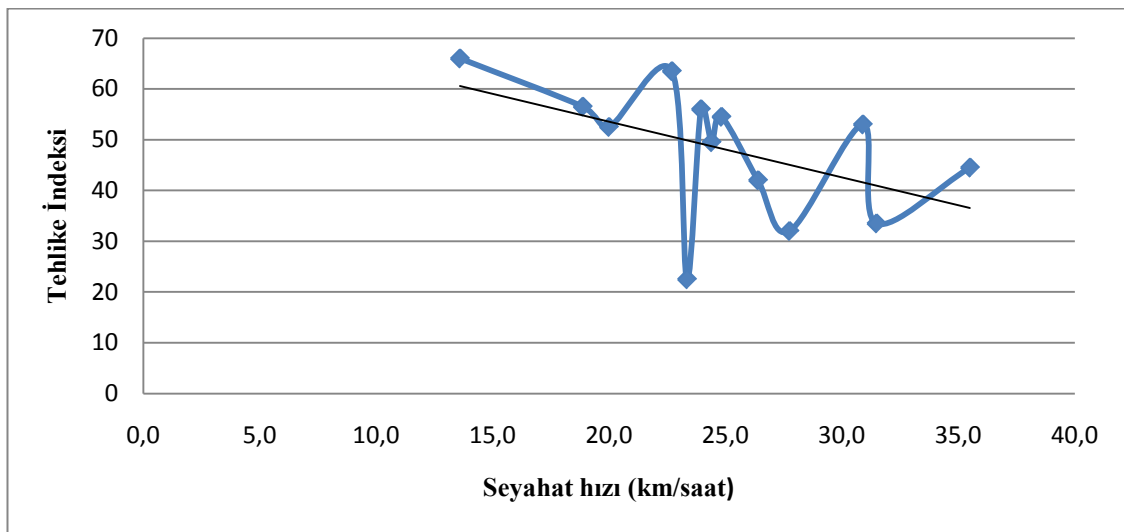
Tablo 5.16 Sabah-akşam ölçümlerinin ortalamalarına göre tehlike indeksi ve diğer trafik verileri

LİNK	ORTALAMA TEHLİKE İNDEKSİ	ORTALAMA SEYAHAT HIZI	ORTALAMA NOKTASAL HIZ
1-(1)	49	24,4	24,5
2-21	56	18,9	21,7
3-31	66	13,6	29,4
4-41	53	30,9	49,8
5-51	55	24,8	34,9
6-61	53	20	27,1
7-71	23	23,4	24,6
8-81	45	35,5	30,2
9-91	63	22,7	30,1
10-101	56	24	26,9
11-111	42	26,4	33,3
12-121	33	31,5	29,1
13-131	32	27,8	31,7

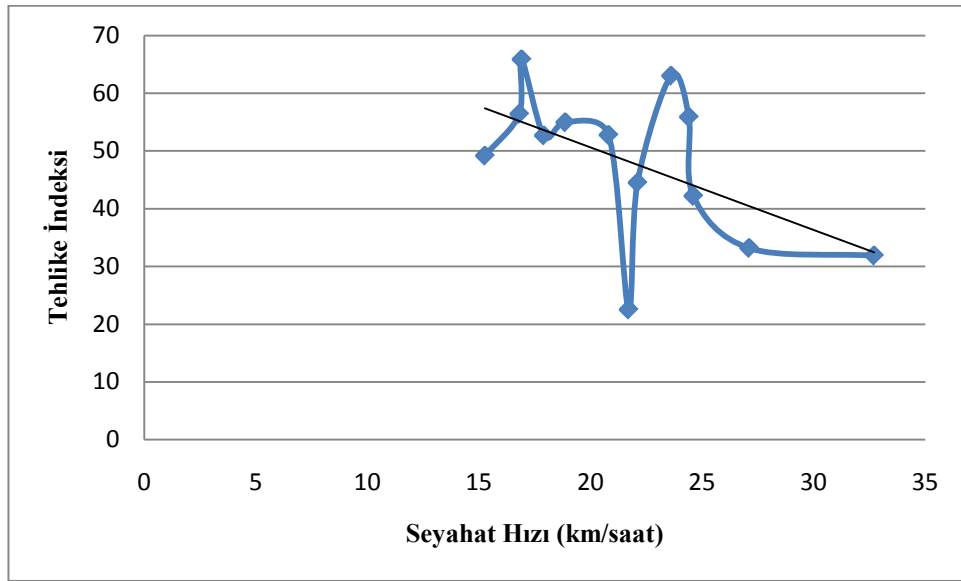
Bu iki tablodaki verilere göre elde edilen seyahat hızıyla risk arasındaki ilişkiyi gösteren grafikler Şekil 5.12., Şekil 5.13. ve Şekil 5.14.'te, sabah, akşam ve ortalama verilere göre ayrı ayrı düzenlenerek gösterildi. Bu iç grafikten de anlaşıldığı üzere, seyahat hızıyla risk arasında ters orantılı bir ilişki olduğu saptandı. Hem sabah hem akşam hem de ortalama tehlike indeks değerlerine göre tehlike indeksleri en yüksek üç linke bakıldığında, bu linklerin, ortalama seyahat hızları, neredeyse en düşük linkler olduğu görüldü. Bu elbette ki “seyahat hızı arttıkça, kaza riski azalmaktadır” anlamına gelmez. Trafikte yoğunluk arttıkça seyahat hızı düşmekte, kaza riskiyse artmaktadır. Bu nedenle bu üç linkin tehlike indeksleri yüksek fakat seyahat hızları düşüktür.



Şekil 5.12 Sabah verilerine göre seyahat hızıyla tehlike indeksi arasındaki ilişki grafiği



Şekil 5.13 Akşam verilerine göre seyahat hızıyla tehlike indeksi arasındaki ilişki grafiği



Şekil 5.14 Sabah-akşam ortalama verilerine göre seyahat hızıyla tehlike indeksi arasındaki ilişki grafiği

Bu inceleme sonucunda sabah verilerine göre seyahat hızı ve tehlike indeksi arasında $y = -0,4092x + 59,166$ bağıntısı bulundu. Akşam verilerine göre seyahat hızı ve tehlike indeksi arasında $y = -1,0972x + 75,478$ bağıntısı bulundu. Sabah ve akşam ortalama verilerine göre seyahat hızı ve tehlike indeksi arasında $y = -1,4288x + 79,174$ bağıntısı bulundu. Bu bağıntılarda y; tehlike indeksi değerini, x ise; seyahat hızı (km/saat) değerini ifade etmektedir.

Tehlike İndekslerinin hesabında kullanılan Kaza Sayısı, Kaza Oranı, Çakışma Oranı, Kaza Şiddeti, Hacim-Kapasite oranı verilerinin ve bunlara ek olarak Noktasal Hız verilerinin riskle aralarında tek başlarına sahip oldukları ilişki incelendiğinde tüm bu etkenlerin, tek başlarına, riskle aralarında doğrusal bir ilişkilerinin olmadığı saptandı. Bu da kazaların birçok faktörün bir bileşimi olarak meydana geldiğinin ve bunun da Tehlike İndeks Değerlerine doğrudan yansıdığına kanıtı oldu.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Bu tezde; belirlediğimiz bir çalışma alanını içindeki linkler için Tehlike İndeksi Metoduyla Risk Derecelendirmesi yaparak, linklerin risklerini tespit edip, tehlike derecelerine göre bir sıralama yapmak ve bu tehlikelerin ortadan kaldırılması için yapılması gerekenleri sunmak amaçlandı. Linklerdeki tehlike indekslerini hesaplayabilmek için yapılması gereken ölçümler yapıldı ve tez çalışmasına katılması gereken kaza tutanakları gibi veriler temin edildi. Linklerin her birine ait tehlike indeksleri hesaplandı. Bu hesaplamalarda; linklerin geometrik özellikleri yanında, hacimleri, kapasiteleri, taşıt-km değeri başına düşen kaza sayısı oranları, kaza başına düşen ortalama maddi maliyet değeri (kaza şiddeti) gibi trafik özellikleri de kullanıldı. Bu trafik özellikleri, linkler üzerinde bilgisayar destekli ölçüm cihazları kullanılarak yapılan ölçümler sonucunda elde edildi. Hesaba katılan bu değerle birlikte her bir link'in tehlike indeksi hesaplandı ve risk derecelendirilmesi yapıldı.

Kaza etütleri; kaza meydana geldikten sonra yapıldığından ve kazanın olduğu sırada trafik hacmi çoğunlukla bilinmediğinden trafik hacmi ile kaza oranı arasındaki ilişki bugüne kadar ortaya konamamıştır. Bu çalışmanın, literatüre önemli bir katkısı, analiz edilen linklerin, hız ve hacim ölçümlerinin de Tehlike İndeksi hesabına dâhil edilmesidir.

Daha önce yapılmış Risk Analizi çalışmaları incelendiğinde risk analizinin tehlikelerin belirlenmesi, yorumlanması ve önlenmesi konusunda işe yarar ve çok önemli bir uygulama olduğu görüldü. Tehlikelerin doğru bir şekilde tanımlanması ve derecelendirilmesi, alınacak önlemlerin temelini oluşturduğu için; en uygun risk analiz metodunun tercih edilmesi, uygulanmasının ise doğru biçimde yapılması, alınacak olumlu sonuç için çok önemli iki etkidir.

Risk analizi ve tehlikeli bölgelerin belirlenmesi üzerine pek çok metot mevcuttur. Elimizdeki iki ana veri kaynağından biri olan kaza tutanaklarının, gerek çok düzgün tutulmaması (tutanaklar üzerinde yanlış veya eksik işaretlemeler, koordinatların gerçeği fazla yansıtılması, v.b.) gerekse kaza tutanaklarında tahmine dayalı birçok girdinin

olması (maddi hasar miktarı, v.b.) sebebiyle; bu tezde, çok detaylı veri gereksinimi duyulan risk analizi metotları tercih edildi. Bir analiste tek başına uygulama yapabilmeye rahatlığı da bulunan Tehlike İndeksi Metoduyla Risk Derecelendirilmesi yöntemini seçerek analizi gerçekleştirmek uygun bulundu. Elimizde kazalara dayalı olmayan veri gruplarından intizamsız manevralar, görüş mesafesi oranı, sürücü beklentileri ve bilgi sistem eksiklikleri verileri olmadığı için bu veriler tehlike indeksi hesaplarında kullanılmadı. Kaza Oranı, Kaza Sayısı, Kaza Şiddeti, Hacim/Kapasite Oranı ve Trafik Çakışmaları'na ait ağırlık faktörlerinin toplamı, bize bu değerlendirmenin relatif gücünün %64 olduğunu gösterdi. Derecelendirmenin sonuçları Bölüm 5 içeriğinde bulunan, Tablo 5.12. , 5.13. ve 5.14.' te belirtildi.

Bölüm 5 içerisindeki Tablo 5.12.'de görüldüğü üzere sabah zirve saatleri için en riskli üç linkin, sırasıyla 10-101 numaralı link (Cumhuriyet Lisesi-Halley Otel), 3-31 numaralı link (Emniyet-Halk Caddesi), 6-61 numaralı link (İstasyon-Halley Otel) olduğu tespit edildi. Tablo 5.13.'ten elde edilen sonuca göreyse akşam zirve saatleri için en riskli üç linkin, sırasıyla; 3-31 numaralı link (Emniyet-Halk Caddesi), 9-91 numaralı link (Çınar-Vilayet), 2-21 numaralı link (Halk Caddesi-Kaplanlar Camii) olduğu görüldü.

Sabah ve akşam zirve saatleri için elde edilen ortalama tehlike indeksi değerlerine göre linklerin sıralaması Tablo 5.14.'te gösterilmiştir. Bunun sonucunda; risk büyüklüklerine göre ilk iki linkin; 3-31 numaralı link (Emniyet-Halk Caddesi), 9-91 numaralı link (Çınar-Vilayet) olduğu görüldü. En riskli üçüncü link derecesini; aynı tehlike indeksi değerine sahip 10-101 numaralı (Cumhuriyet Lisesi-Halley Otel) ve 2-21 numaralı linkler (Halk Caddesi – Kaplanlar Camii) paylaştı.

Elde edilen sonuçları incelediğimizde; şaşırtıcı olan, en büyük Tehlike İndeksi değerlerinin; 10-101 ve 3-31 gibi uzunlukları az olan iki link'te çıkmış olmasıdır. Bunun başlıca sebeplerinden biri, bu iki linkte de ağırlık faktörleri en yüksek iki faktör olan kaza şiddetleri ve kaza oranlarının, genel ortalamanın çok üzerinde olmasıdır. Tehlike indekslerine göre tespit edilmiş en tehlikeli linkler, Bölüm 5'in sonunda, Şekil 5.11' de işaretlendi.

Trafikteki noktasal hız, hacim, kapasite gibi verilerin tehlike indeksleriyle teker teker ilişkisi incelendiğinde; bu faktörlerin Tehlike İndekslerinin büyüklükleriyle kendi başlarına bir ilişkisinin olmadığı görüldü. Bu sonuç bize; kazaların tek bir faktör değil,

birçok faktörün bileşkesi sonucu meydana gelişinin Tehlike İndeksi değerine de yansıtıldığını kanıtladı.

Seyahat hızının ise, risk ile ters orantılı bir ilişkisinin olduğu saptandı. Bunun “seyahat hızı arttıkça risk’in azaldığı” anlamına gelmediği belirtildi. Yoğunluk artışından dolayı seyahat hızının azaldığı ama kaza riskinin arttığı açıklandı. Seyahat hızı ve tehlike indeksi arasında;

Sabah verileri için; $y = -0,4092x + 59,166$

Akşam verileri için; $y = -1,0972x + 75,478$

Sabah ve akşam ortalama verileri için; $y = -1,4288x + 79,174$ bağıntıları elde edilmiştir.

6.2. Öneriler

Çalışmamız, Tehlike İndeksi ile Risk Derecelendirme yönteminin Trafik Analizleri’nde kullanılabilecek bir yöntem olduğunu bize kanıtladı. Ancak sahip olduğumuz veri tabanı ne kadar güçlüyse, bu analizden elde edilecek sonuç da o kadar verimli ve gerçekçi olur. Bu yüzden, daha gerçekçi bir sonuç beklemek için günün sadece zirve saatleri değil, tüm saatleri için bir çalışma yapılması ve bizim veri tabanımıza katamadığımız, trafiğe dayalı olmayan veri gruplarından diğer verilerin de (intizamsız manevralar, görüş mesafesi oranı, sürücü beklentileri ve bilgi sistem eksiklikleri verileri) analize dâhil edilmesi gerekmektedir. Seyahat hızı ve noktasal hız değerlerinin tehlike oluşumundaki ağırlıkları belirlenmeli ve bu iki önemli etken tehlike indeksi hesaplamalarına eklenmelidir.

Gün geçtikçe; artan nüfusla orantılı olarak kişi başına düşen araç oranında, sürücü ve diğer yol kullanıcıları sayılarında da bir artış olması olağandır. Ancak; yol kullanıcıları sayılarındaki büyük bir artışın, trafik kazalarında da büyük bir artış doğurması olağandıdır. Yalnızca bilinçli ve eğitilmiş yol kullanıcıları sayesinde kaza sayılarında bir düşüş görülebilir. Bu yüzden, yol kullanıcılarının (özellikle sürücülerin) gerek okul çağlarında okullarda gerekse sürücü kursları vasıtasıyla düzgün bir eğitim sonucunda yolları kullanmaları için çalışılmalıdır. Trafik’ te eğitim ve öğretimin, sadece ehliyet sınavları öncesinde, sürücü belgesini alabilmek için gerekli bir konu olmadığını sürücülerin kafalarına yerleştirmek gerekir. “Ben zaten çocukluğumdan beri araç

kullanıyorum, bu yolların en ustası benim, bana bir şey olmaz” gibi bilinçsiz ve bencil bir düşünce yapısıyla trafik kurallarını ihlal edip hem kendine, hem sevdiklerine, hem de başkalarına zarar veren zihniyet, trafiğin ciddiyetsizliği affetmeyen, çok önemli bir konu olduğunu ancak zorunlu ve periyodik bir eğitim ve öğretim vasıtasıyla kavrayabilir.

Bu teze benzer çalışmaların sayısı arttıkça trafik kazalarının nedenleri ve önüne geçilmesi için gerekli önlemler hakkında daha fazla bilgiye sahip olacağımız kesindir. Böylece trafik kazaları ve doğurduğu kayıplar günden güne azalacak, seyahatlerimiz daha güvenli olacaktır. Bu sebeple, gelecekte buna benzer çalışmaların daha ileri seviyelere götürüleceği ümit edilmektedir.

KAYNAKLAR

- Tunç A. (2004) Yol güvenlik mühendisliği ve uygulamaları, s. 153-166.
- Tunç A. (2004) Trafik mühendisliği ve uygulamaları, s. 499-513.
- Clement L. (2004) Risk analysis and modelling traffic. **Associatiton For European Transport**
- Lassarre S., Papadimitriou E., Yannis G., Golias J. (2007) Measuring accident risk exposure for pedestrians in different micro-environments
- Çetinkaya S. (2000) Taşıt güvenlik sistemleri. Politeknik Dergisi, s.7-16
- Ökmen Ö. (2002) Risk Analysis and management of construction projects tendered under design-build (turnkey) contract system
- Erdoğan A. (2006) Trafik kazası veri tabanı
- Hisar K. (2004), Türkiye’de meydana gelen trafik kazalarının oluş nedenleri ve bu kazaların azaltılması için gereken önlemler üzerine bir araştırma
- Erhan R. (2004) Şehir içi ölümlü trafik kazalarının analizi.
- Atlı İ. (1996) Kent içi trafik kazalarında yol ve çevre kusurlarının etkisi.
- Köse Y. (1997) Trafik kazalarında insane faktörü ve trafik kazası tespit tutanaklarının incelenmesi.
- Gamgam Z. (2000) Trafik kazalarında tehlikeli kesimlerin belirlenmesi için geliştirilen bir sistem önerisi.
- Özkan M. (2006) Trafik kazalarının analizinde çoklu doğrusal olay analiz metodunun kullanımı.
- İdi S. (2005) Taş dolgu dalgakıranlar’da risk analizi ve breakwat uygulaması.
- Özkul B., Karaman E. (2007) Doğal afetler için risk yönetimi, **TMMOB Afet Sempozyumu, 5-7 Aralık, Ankara**
- Ozgan, E. (2007) Karayolu araç tipi ve kaza şekli ile kaza sonuçları arasındaki ilişkilerin analizi, **Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi Dergisi, Cilt 23, s. 97-104.**
- Camkesen N., Bayrakdar Z. (1999) Alan analizi yöntemiyle kazaların gerçek nedenlerinin saptanması

Tuncuk, M., Karşahin, M. (2004) Coğrafi Bilgi Sistemleriyle Şehirçi Trafik Kaza Analizi: Isparta Örneği, ***TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası 17. Teknik Kongre Ve Sergisi, 15-16-17 Nisan, İstanbul***

Aarts L., Schagen I. (2006) Driving speed and the risk of road crashes: a review.

Kwok-suen Ng., Wing-tat H. ve Wing-gun W. (2001) An algorithm for assessing the risk of traffic accident

ÖZGEÇMİŞ

Adı, soyadı : Erhan DERİCİ
Ana adı : Nesrin
Baba adı : Halil
Doğum yeri ve tarihi : Denizli, 18.06.1982
Lisans eğitimi ve mezuniyet tarihi : Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Bölümü, Eylül 2005
Çalıştığı yer : Deka Tekstil Kuruyemiş San. Tic.A.Ş. /DENİZLİ
Bildiği yabancı dil : İngilizce