

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAKROSKOBİK ULAŞIM MODELLEME TEKNİKLERİ
KULLANARAK KARAYOLLARINDA TRAFİK
GÜVENLİĞİ ANALİZLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Onur IRGAT

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
Enstitü Bilim Dalı : ULAŞTIRMA
Tez Danışmanı : Doç. Dr. Hakan GÜLER

Mayıs 2019

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MAKROSKOBİK ULAŞIM MODELLEME TEKNİKLERİ
KULLANARAK KARAYOLLARINDA TRAFİK GÜVENLİĞİ
ANALİZLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Onur IRGAT

Enstitü Anabilim Dalı

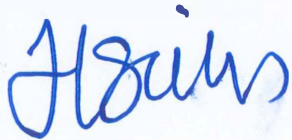
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı

ULAŞTIRMA

Bu tez 29/05/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

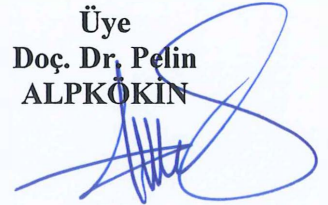
**Jüri Başkanı
Doç.Dr. Hakan GÜLER**



**Üye
Dr. Öğr. Üyesi İrfan
PAMUK**



**Üye
Doç. Dr. Pelin
ALPKÖKİN**



BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Onur IRGAT

29.05.2019

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım süresince kendisinden her türlü desteği gördüğüm ve öğrencisi olmakla her zaman gurur duyduğum sayın danışman hocam Doç. Dr. Hakan GÜLER'e teşekkürü borç biliyorum.

Hayatım boyunca beni her konuda destekleyen, hayatta attığım her adımda bana güvenen ve ihtiyacım olduğu anda her türlü desteği veren sevgili eşime ve aileme sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, Visum Safety programını tez süresince kullanmama imkan sağlayan PTV Group kuruluşuna da teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
TABLolar LİSTESİ	viii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
KARAYOLLARINDA TRAFİK KAZA ANALİZİ İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR	2
2.1. Yurtdışında Yapılan Kaza Analizleri	5
2.2. Türkiye’de Yapılan Kaza Analizleri	6
2.3. Karayolları ve Emniyet Genel Müdürlüğü Tarafından Yapılan Kaza Analizleri	8
2.4. Trafik Kazalarında Kara Nokta Tespiti	18
BÖLÜM 3.	
ULAŞIM PLANLAMA TEKNİKLERİ KULLANARAK ANALİZLERİNİN YAPILMASI	21
3.1. PTV Visum Safety Kaza Analiz Programı	21
3.2. PTV Visum Safety Analiz Çıktıları	25

BÖLÜM 4.

SAKARYA İLİNDE TRAFİK KAZA ANALİZLERİ	30
4.1. Sakarya İlinin Genel Özellikleri	30
4.2. Ulaşım ve Trafik Verileri	30
4.3. Visum Safety Programı Kullanarak Sakarya'da Kaza Analizlerinin Yapılması	32
4.3.1. Kaza analizinde kullanılan yöntem	34
4.3.2. Kaza verilerinin PTV Visum Safety programına aktarılması .	34
4.3.3. Sakarya ili kaza analizlerinin değerlendirilmesi	45
4.4. Genel Değerlendirme	64

BÖLÜM 5.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	67
KAYNAKLAR	69
ÖZGEÇMİŞ	75

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AB	: Avrupa Birliği
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
EGM	: Emniyet Genel Müdürlüğü
KGM	: Karayolları Genel Müdürlüğü
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Kazaların standart gösterim – kaza tipleri ve kaza sebepleri	22
Şekil 3.2. Trafik kazası sebeplerinin haritalanması	25
Şekil 3.3. Tematik analizi (trafik kaza yoğunluklarının renklendirilmesi)	26
Şekil 3.4. Ayrıntılı kaza analizi	26
Şekil 3.5. Kara nokta analizi	27
Şekil 3.6. Kara nokta analizi ve tematik harita	27
Şekil 3.7. Herhangi bir yol kesiminde ve kavşakta kaza analizi	28
Şekil 3.8. Kaza analizlerinin raporlanması	28
Şekil 3.9. İstatistik raporlama	29
Şekil 4.1. Toplu taşıma araçlarının taşınan yolcu sayısındaki payı	31
Şekil 4.2. Toplu taşıma araçlarının yıllara göre şehir içi kaza dağılımı	32
Şekil 4.3. Sakarya ilinin Türkiye’deki konumu, ilçeleri ve yol ağı	32
Şekil 4.4. Sakarya emniyeti müdürlüğünden alınan kaza tutanaklarının saat, tarih ve nerede yapıldığını gösteren görüntü	35
Şekil 4.5. Kaza tutanaklarının oluşumuna göre kaza türlerini, koordinatlarını, hava ve gün durumunu gösteren görüntü	35
Şekil 4.6. Visum Safety programına tutanakların aktarılması	36
Şekil 4.7. Kaza verileri csv formatına dönüştürülür	36
Şekil 4.8. Sakarya haritasında kaza verilerinin görünüşü	37
Şekil 4.9. Kaza verilerinin listelenmesi	37
Şekil 4.10. Kavşakta yarıçap ölçümü	38
Şekil 4.11. Yazılımda gösterilen kaza yoğunluk haritası	39
Şekil 4.12. Kara noktaların gösterimi	39
Şekil 4.13. Kazaların sınıflandırılması	40
Şekil 4.14. Atatürk Bulvarı	40
Şekil 4.15. Atatürk Bulvarında gerçekleşen bir kaza	41
Şekil 4.16. Kazanın türünü, maliyeti ve alkol durumu	41

Şekil 4.17. Kazanın koordinatlarını ve tarihi	42
Şekil 4.18. Kazanın sürücüsü ve araç hakkındaki bilgiler	42
Şekil 4.19. Kaza ile ilgili alkol, cinsiyet ve yaralı durumunu gösterir	43
Şekil 4.20. Kazaların filtrelenmesi	43
Şekil 4.21. Meydana gelen motosiklet kazaları	44
Şekil 4.22. Kazaların listelenmesi	44
Şekil 4.23. Atatürk Bulvarı	46
Şekil 4.24. Atatürk Bulvarı oluşumuna göre kaza türleri	46
Şekil 4.25. Atatürk Bulvarı gün durumu	47
Şekil 4.26. Atatürk Bulvarı hava durumu	47
Şekil 4.27. Atatürk Bulvarı eğitim durumu	48
Şekil 4.28. Milli Egemenlik Caddesi	48
Şekil 4.29. Milli Egemenlik Caddesi oluşumuna göre kaza türleri	49
Şekil 4.30. Milli Egemenlik Caddesi gün durumu	49
Şekil 4.31. Milli Egemenlik Caddesi hava durumu	50
Şekil 4.32. Milli Egemenlik Caddesi eğitim durumu	50
Şekil 4.33. Saraybosna Caddesi	51
Şekil 4.34. Saraybosna Caddesi oluşumuna göre kaza türleri	51
Şekil 4.35. Saraybosna Caddesi gün durumu	52
Şekil 4.36. Saraybosna Caddesi hava durumu	52
Şekil 4.37. Saraybosna Caddesi eğitim durumu	53
Şekil 4.38. Adnan Menderes Caddesi	53
Şekil 4.39. Adnan Menderes Caddesi oluşumuna göre kaza türleri	54
Şekil 4.40. Adnan Menderes Caddesi gün durumu	54
Şekil 4.41. Adnan Menderes Caddesi hava durumu	55
Şekil 4.42. Adnan Menderes Caddesi eğitim seviyesi	55
Şekil 4.43. Orhan Gazi Caddesi	56
Şekil 4.44. Orhan Gazi Caddesi oluşumuna göre kaza türleri	56
Şekil 4.45. Orhan Gazi Caddesi gün durumu	57
Şekil 4.46. Orhan Gazi Caddesi hava durumu	57
Şekil 4.47. Orhan Gazi Caddesi öğrenim durumu	58
Şekil 4.48. Çark Caddesi	58

Şekil 4.49. Çark Caddesi oluşumuna göre kaza türleri	59
Şekil 4.50. Çark Caddesi gün durumu	59
Şekil 4.51. Çark Caddesi hava durumu	60
Şekil 4.52. Çark Caddesi öğrenim durumu	60
Şekil 4.53. Sakarya Caddesi	61
Şekil 4.54. Sakarya Caddesi oluşumuna göre kaza türleri	62
Şekil 4.55. Sakarya Caddesi gün durumu	62
Şekil 4.56. Sakarya Caddesi hava durumu	63
Şekil 4.57. Sakarya Caddesi öğrenim durumu	63
Şekil 4.58. Sakarya ili oluşumuna göre kaza türleri	64
Şekil 4.59. Sakarya ili gün durumu	65
Şekil 4.60. Sakarya ili hava durumu	65
Şekil 4.61. Sakarya ili öğrenim durumu	66

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Avrupa ülkelerine ait trafik kaza bilgileri ve bin kişiye düşen otomobil sayısı	2
Tablo 2.2. 2017 yılı Türkiye'deki trafik kazaları	4
Tablo 2.3. Oluş türlerine göre ölümlü ve yaralanmalı trafik kaza bilgileri	4
Tablo 2.4. Yurtdışında yapılmış olan kaza analiz çalışmaları	5
Tablo 2.5. Türkiye'de yapılmış olan kaza analiz çalışmaları	7
Tablo 2.6. Trafik kaza istatistikleri	8
Tablo 2.7. Meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarındaki kusur oranları	9
Tablo 2.8. Yayaya ait kusurlar	9
Tablo 2.9. Sürücüye ait kusurlar	10
Tablo 2.10. Yolcuya ait kusurlar	11
Tablo 2.11. Yola ait kusurlar	11
Tablo 2.12. Araca ait kusurlar	12
Tablo 2.13. Ölümlü ve yaralanmalı kazalara karışan araçların cinsleri	12
Tablo 2.14. Yolun geometrik özelliğine göre yaralanmalı trafik kaza bilgileri	13
Tablo 2.15. Gün ışığı durumuna göre ölümlü ve yaralanmalı trafik kazaları	15
Tablo 2.16. Aylara göre ölümlü ve yaralanmalı trafik kazaları	15
Tablo 2.17. Trafik kaza ve sonuçlarının illere göre dağılımı	16
Tablo 3.1. Trafik kazaların şiddet derecesi	22
Tablo 3.2. Kaza tipleri ve tanımları	23
Tablo 3.3. Kaza sebepleri	24
Tablo 3.4. Kaza analiz seçenekleri	24
Tablo 4.1. Sakarya ili şehir merkezi kaza durumu	33
Tablo 4.2. Oluşumuna göre kaza türleri	33

ÖZET

Anahtar kelimeler: Trafik kazası, kara nokta analizi, ulaşım planlaması.

Bu çalışmada makroskobik ulaşım modelleme teknikleri kullanarak karayollarında trafik güvenliği analizleri yapılmıştır. Bu amaçla, Sakarya Emniyet Müdürlüğünden alınan kaza tutanakları bir ulaşım planlama yazılımı olan Visum Safety yazılımı kullanılarak incelenmiştir. Kaza tutanaklarından elde edilen kaza koordinatları Visum Safety programına aktarılmış, analizler yapılmış ve kazaların yoğun yaşandığı bölgeler kara nokta olarak tanımlanmıştır. Bu kara noktalarda meydana gelen kazalar; kazanın oluşumuna, yol durumuna, hava durumuna ve eğitim durumuna göre kategorilendirilip analizi yapılmıştır. Yapılan analizlere göre en çok yaşanan kazalar yayaya çarpma olarak tespit edilmiştir. Kazalar üzerinde eğitim durumunun etkisi ve yeterli trafik deneyiminin olmaması gibi hususlarda tespit edilmiştir. Ayrıca, kötü hava koşullarında sürücülerin daha dikkatli davrandığı ve kazaların daha çok iyi hava koşullarında meydana geldiği de gözlemlenmiştir.

TRAFFIC SAFETY ANALYSIS ON HIGHWAYS BY USING MACROSCOPIC TRANSPORTATION MODELING TECHNIQUES

SUMMARY

Keywords: Traffic accident, black spot analysis, transportation planning.

In this study, traffic safety analyzes were carried out by using macroscopic transportation modeling techniques. For this purpose, the accident reports obtained from Sakarya Police Department were analyzed by using Visum Safety program which is a transportation planning program. The coordinates of the traffic accidents were transferred into Visum Safety program and the high accident potential spots were defined as the accident black spots. The accidents at these black spots are categorized according to the accident formation, road condition, and weather condition and the driver educational status. According to the analyses, the most common accidents occurred in the form of a pedestrian collision. The effect of the educational situation and the lack of sufficient traffic experience were observed and determined on the accidents. Also, it was found that the drivers are more careful during the bad weather conditions than the good weather conditions.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Karayollarında, yaya ve araç eylemleri gerçekleşirken tehlike yaratabilecek çeşitli trafik kazaları olabilmektedir. Bu kazaların sebebi; yol, insan ve araç etkenleri olmak üzere birçok olumsuz etkenin bir araya gelmesinden kaynaklanmaktadır. Gerçekleşen bu kazalar, kazanın şiddetine göre maddi hasarlı, yaralanmalı ya da ölümlü olarak sonuçlanmaktadır. Yol güvenliğini arttırmak amacıyla çeşitli araştırmacılar tarafından kazaların nedenlerinin ve kara nokta olarak adlandırılan kritik kesimlerin sağlanması konusunda çalışmalar yapılmaktadır.

Karayolu trafik kazaları çok ciddi bir sorun olup, önlenmesi için birçok alanda etkili faaliyet yapılması ve ilgili çalışmaların verimli koordine edilmesi gereklidir. Türkiye’de meydana gelen trafik kazalarının birden çok faktörü olduğu gibi trafik mühendisliği, eğitimi, düzenlemesi ve denetlemesi konusundaki yetersizlikler, kaza sonrası ölümlerin sayısındaki fazlalık sebebiyle, ilk ve acil sağlık hizmetlerindeki eksiklikler de bunlara ek olarak göz önünde bulundurulmalıdır.

Birleşmiş Milletler’in dünya çapında yapmış olduğu istatistiklere göre trafik kazaları toplumların en önemli sağlık problemi olup ciddi yaralanmalara ve ölümlere neden olmaktadır. İstatistikler, dünya üzerinde her altı saniyede bir meydana gelen trafik kazası sonucu bir kişinin yaşamını yitirdiği veya yaralandığını göstermektedir. 2020 yılında 1,9 milyon kişinin trafik kazalarında hayatını kaybedeceği düşünülmektedir. Bu rakamın bir milyonun altına indirilmesi hedeflenmektedir. Avrupa Birliği, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Dünya Bankası trafik kazalarının önüne geçilmesine yönelik çeşitli çalışmalar yapmaktadırlar. Bu problemle mücadele edebilmek için ilk olarak yapılacak çalışmaların başında karayolu güvenliğinin sağlanması gerekmektedir.

BÖLÜM 2. KARAYOLLARINDA TRAFİK KAZA ANALİZİ İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR

Karayolları Genel Müdürlüğü'nün Türkiye verileri için ve 2015 yılı AB Ülkeleri Ulaştırma Verileri İstatistik Kitapçığı (EU Transport in Figures Statistical Pocketbook) verilerine göre ülkemizde ve Avrupa'da yaşanan trafik kaza bilgilerine ait veriler tabloda (Tablo 2.1.'de) gösterilmiştir. Tablodaki verilere göre Türkiye'deki ölümlü ve yaralanmalı kaza sayısı 182.669 ve ölü sayısı 7.427 olarak tespit edilmişken gelişmiş ülkelere; Almanya'da ölümlü ve yaralanmalı kaza sayısı 305.659, ölü sayısı 3.459, İngiltere'de ölümlü ve yaralanmalı kaza sayısı 146.203, ölü sayısı 1.770, Fransa'da ise ölümlü ve yaralanmalı kaza sayısı 56.812 ve ölü sayısı 1.804 olarak tespit edilmiştir [1].

Trafik kazaları ve araç sahipliği arasındaki ilişki incelendiğinde; Türkiye'de bin kişiye düşen otomobil sayısı 149 iken, bu değer Almanya'da 548, İngiltere'de 477 ve Fransa'da 479'dur. Türkiye'de bir milyon otomobile düşen ölü sayısı 617 iken; Almanya'da 77, İngiltere'de 58 ve Fransa'da 108 kişi olmakta olup ölü sayısı en fazla Türkiye'de gözlemlenmiştir [2].

Tablo 2.1. Avrupa ülkelerine ait trafik kaza bilgileri ve bin kişiye düşen otomobil sayısı

ÜLKE	Ölümlü ve Yaralanmalı Kaza Sayısı	Ölü Sayısı	Bin Kişiye Düşen Otomobil Sayısı	Bir Milyon Otomobile Düşen Ölü Sayısı	Bir Milyon Kişiye Düşen Ölü Sayısı
Türkiye	182.669	7.427	149	617	92
Almanya	305.659	3.459	548	77	42
Avusturya	37.960	479	546	101	55
Belçika	40.303	732	501	130	65
Bulgaristan	7.226	708	442	229	99

Tablo 2.1. (Devamı)

ÜLKE	Ölümlü ve Yaralanmalı Kaza Sayısı	Ölen Kişi Sayısı	Bin Kişiye Düşen Otomobil Sayısı	Bir Milyon Otomobile Düşen Ölü Sayısı	Bir Milyon Kişiye Düşen Ölen Kişi Sayısı
Çek Cumhuriyeti	21.561	734	485	148	70
Danimarka	2.853	178	419	75	31
Estonya	1.391	67	514	101	51
Finlandiya	5.164	266	594	82	49
Fransa	56.600	3.461	479	108	52
Güney Kıbrıs Rum Yönetimi	660	57	575	118	67
Hırvatistan	11.038	348	358	234	83
Hollanda	18.523	531	477	66	31
İngiltere	146.203	1.804	477	58	28
İrlanda	5.459	166	425	84	35
İspanya	97.756	1.689	481	76	36
İsveç	14.672	259	474	56	26
İtalya	174.539	3.428	616	92	56
Letonya	3.692	188	345	281	95
Litvanya	3.031	242	431	198	83
Lüksemburg	983	36	661	95	63
Macaristan	16.333	644	325	204	65
Malta	1.380	11	634	41	25
Polonya	32.967	2.938	546	144	77
Portekiz	31.955	593	439	131	57
Romanya	28.944	1.893	261	376	96
Slovakya	5.172	310	375	156	57
Slovenya	6.578	120	523	112	58
Yunanistan	11.440	793	479	154	73
AB Birliğine Üye Olan Ülkeler (Ab-28)	1.090.042	26.134	498	104	51

Emniyet Genel Müdürlüğü'nün (EGM) 2017 yılı Trafik Kazaları tablosunda yıl içerisindeki toplam kaza sayısı, ölümlü, yaralanmalı, maddi hasarlı kaza sayısı, ölü sayısı ve yaralı sayıları verilmiştir. Tablo 2.2.'ye göre ülkemizde 2017 yılında toplam kaza sayısı 1.202.716 iken bu değer günlük olarak hesaplandığında 3.295 olarak hesaplanmış olup, yıl içerisinde gerçekleşen ölümlü kaza sayısı 7.427, günde 20 kişiye, yıl içindeki 182.669 yaralanmalı kaza sayısı günde 500 kazaya, yıl içindeki

1.020.047 maddi hasarlı kaza sayısı günde 2.795 kazaya ve yıl içindeki 300.383 yaralı sayısı gün içinde 823 yaralıya karşılık gelmektedir [2].

Tablo 2.2. 2017 yılı Türkiye'deki trafik kazaları

Trafik Kazaları	Kaza sayısı (2017)
Toplam Kaza Sayısı	1.202.716
Ölümlü Kaza Sayısı	182.669
Yaralanmalı Kaza Sayısı	300.383
Maddi Hasarlı Kaza Sayısı	1.020.047
Ölü Sayısı	7.427
Yaralı Sayısı	300.383

Emniyet Genel Müdürlüğü (EGM) ve Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM)'nin otoyol, devlet yolu, il yolu ve bağlantı yollarında meydana gelen; yoldan çıkma, karşılıklı çarpışma, devrilme/savrulma/takla, yandan çarpma, yayaya çarpma, arkadan çarpma, engel/cisim ile çarpışma, duran araca çarpma, yan yana çarpışma, hayvana çarpma, çoklu çarpışma, araçtan insan düşmesi, zincirleme çarpışma, araçtan cisim düşmesi sebeplerine hazırladıkları oluş türlerine göre ölümlü ve yaralanmalı trafik kaza bilgileri Tablo 2.3.'te verilmektedir. Tablodan elde edilen verilere göre en fazla kaza oranı % 30,02 ile yandan çarpma veya yandan çarpışma şeklindeki kaza sebeplerinden oluşmaktadır [2].

Tablo 2.3. Oluş türlerine göre ölümlü ve yaralanmalı trafik kaza bilgileri (2017)

KAZA OLUŞ TÜRÜ	Yerleşim Yeri		Yerleşim Yeri Dışı		TOPLAM	
	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%
Yandan Çarpma veya Yandan Çarpışma	48.238	35,51	6.593	14,08	54.831	30,02
Yayaya Çarpma	29.826	21,95	1.388	2,96	31.214	17,09
Yoldan Çıkma	9.125	6,72	17.687	37,78	26.812	14,68
Devrilme, Savrulma, Takla	10.526	7,75	6.884	14,70	17.410	9,53
Arkadan Çarpma	14.354	10,57	5.944	12,70	20.298	11,11
Karşılıklı Çarpışma	8.590	6,32	2.808	6,00	11.398	6,24
Engel/Cisim ile Çarpışma	8.241	6,07	3.476	7,42	11.717	6,41
Duran Araca Çarpma	3.139	2,31	547	1,17	3.686	2,02

Tablo 2.3. (Devamı)

KAZA OLUŞ TÜRÜ	Yerleşim Yeri		Yerleşim Yeri Dışı		TOPLAM	
	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%
Yan Yana Çarpışma	1.866	1,37	485	1,04	2.351	1,29
Araçtan Düşen İnsan	1.054	0,78	193	0,41	1.247	0,68
Hayvana Çarpma	408	0,30	506	1,08	914	0,50
Zincirleme Çarpışma	247	0,18	138	0,29	385	0,21
Çoklu Çarpışma	186	0,14	121	0,26	307	0,17
Araçtan Düşen Cisim	53	0,04	46	0,10	99	0,05
TOPLAM	135.853	100	46.816	100	182.669	100

2.1. Yurtdışında Yapılan Kaza Analizleri

Yurtdışında kaza analizleriyle ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalarla ilgili ayrıntılı bilgilere Guler (2017) tarafından yapılmış çalışmada bulunmaktadır. Yurtdışında yapılmış olan kaza analizleri çalışmaları Tablo 2.4.'te özetlenmiştir [3].

Tablo 2.4. Yurtdışında yapılmış olan kaza analiz çalışmaları

Araştırmacı	Açıklama
R. J. Smeed (1949)	Yirmi farklı ülkeye ait kaza analizleri kullanılarak bir model geliştirilmiştir [4].
Oppe (1989)	Ölümlü kazalarla ilgili matematiksel bir model geliştirmiştir [5].
Koomstra (1992)	Ölümlü kazalarla nüfus arasındaki bağlantıyla ilgili bir model geliştirmiştir.[6].
Navin ve ark (1994)	Trafik, kişi riski ve motorlu araç parametrelerini alarak üç boyutlu bir model geliştirmiştir [7].
Hauer (2002)	Benzer kesimlere ait kaza verilerini kullanarak bir model geliştirmiştir.[23].
Higle ve Witkowski (1988)	Kazaya eğilimli bölgelerin belirlenmesinde Ampirik Bayesian yöntemini kullanmıştır [24].
Boroujerdian ve ark (2010)	Eşit uzunluktaki yol kesimlerine uygulanan, kaza etmenleriyle ilgili bir model geliştirmiştir [9].
Sherretz (1978)	Yağmur yoğunluğu ile karayolu trafik kaza sayılarının doğru orantılı bir ilişkisi olduğunu savunmuştur [25].
Edwin (1980)	Trafik yoğunluğunun trafik kazalarına etkisi araştırılmıştır [26].
Satterthwaite (1981)	Kaza oluşumu ile trafik hacminin arasında bir ilişki olduğu sonucuna varmıştır [27].
Miaou (1993)	İki şeritli kırsal yollarda, tek araç ve çok aracın karıştığı kazalar için Poisson regresyon modelini kullanmıştır [28].
Kamalasudhan (2000)	Singapur'daki bir otoyolun beş yıllık kaza verileri kullanılarak kara nokta ve kaza meyilli bölge tespiti yapılmıştır [29].

Tablo 2.4. (Devamı)

Araştırmacı	Açıklama
Martin (2002)	Yıllık, günlük ve saatlik trafik kaza verilerini kullanarak bir model geliştirmiştir [30].
Ng ve arkadaşları (2002)	Kaza tutanakları incelenerek kaza risk alanları belirlenmiş ve algoritma geliştirilmiştir [31].
Cheng ve ark (2005)	Kaza yoğunluğunun fazla olduğu karayolu kesimlerinin belirlenmesiyle alakalı çalışmalar yapmışlardır [8,9].
Carey (2001)	Kaza sıklık modelinde, yol kesimlerine ait kaza sayıları konularında araştırmalar yapmıştır [10].
Qin ve ark (2003)	Kaza sıklık modelinde, güvenli olmayan kesimlerin mühendislik açısından değerlendirmesini yapmışlardır [11].
Hallmark ve ark (2002)	Kaza yoğunluk modeli üzerine araştırmalar yapılmıştır [12, 13].
Mcguigan ve ark (1982)	Kaza oranı modeli üzerinde araştırmalar yapılmıştır [14, 15].
Ma ve diğ. (2006)	Kaza şiddet modeli üzerinde araştırmalar yapılmıştır [16].
Monserre ve diğ. (2008)	Oran kalite yöntemi üzerinde çeşitli araştırmalar yapmıştır [17].
Stokes ve ark. (1996)	Oran kalite yöntemi kullanılarak kritik kaza oranı üzerine bir model geliştirilmiştir [18].
Sayed ve ark. (1995)	Sıklık oran modeli üzerine araştırmalar yapmışlardır [19].
Hauer (1986)	Ampirik Bayesian yöntemi ile ilgili çalışmalar yapmıştır [21]
Bureau of Transport Economics (BTE)	Benzer bölgelerin geçmiş kaza istatistikleri kullanılarak, trafik kaza analizleri yapılmıştır [22].

Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nın “Yaşamları Kurtar” çalışmasının “Yol Güvenliği Teknik Paketi” adlı makalesinde verilen bilgilere göre: Günümüzde yaşanan trafik kazaları 1,2 milyondan fazla can kaybına sebep olmakta ve her yıl 50 milyondan fazla ölümcül olmayan yaralanmalara sebep olmaktadır. Buna yönelik olarak hazırladıkları “Emniyet Sistem Yaklaşımı”nda kaza oranlarının en aza indirilmesi ve kaza esnasında can kayıplarını azaltmak amacıyla yapılması gerekenler hakkında bir rapor hazırlamışlardır [32].

2.2. Türkiye’de Yapılan Kaza Analizleri

Türkiye’de kaza analizleriyle ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalarla ilgili ayrıntılı bilgilere Güler (2017) tarafından yapılmış çalışmada bulunmaktadır. Türkiye’de yapılmış olan kaza analizleri çalışmaları Tablo 2.5.’te özetlenmiştir [3].

Tablo 2.5. Türkiye’de yapılmış olan kaza analiz çalışmaları

Araştırmacı	Açıklama
Murat ve Şekerler (2009)	Trafik kaza verileri klasik ve bulanık kümelenme yöntemleriyle analiz edilmiştir [33].
Karaşahin ve Terzi (2003)	Isparta-Antalya karayolunda meydana gelen trafik kazalarını Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında değerlendirerek kara nokta analizi yapmışlardır [34].
Saplıoğlu ve Karaşahin (2006)	Isparta ilindeki trafik kazalarının yoğun olduğu bölgeleri ve kara noktalarını CBS kullanarak belirlemişlerdir [35].
Eminağa (2008)	Şehir içi trafiği yoğun olan ana yollarda CBS tabanlı bir kaza analiz yöntemi geliştirmiştir [36].
Ünal (2004)	Bir grup kara noktadaki iyileştirme seçenekleri arasında bir optimizasyon çalışması yapmıştır [37].
Ozan ve diğ. (2010)	Kaza riski taşıyan linklerin belirlenmesi maksadıyla tehlike indeksi metodunu kullanmışlardır [38].
Atalay ve diğ. (2012)	Türkiye’de 1977-2006 yılları arasında meydana gelen aylık trafik kaza verilerini kullanarak bir modelleme yapmışlardır [39].
Atalay ve diğ. (2014)	Faktör skorlarına göre illerin tematik haritaları oluşturularak, kazaların analizleri yapılmıştır [40].
Çodur ve diğ. (2013)	Kazalara neden olan faktörleri inceleyerek genelleştirilmiş lineer regresyon tekniği ile kaza tahmin modeli geliştirmişlerdir [41].
Çodur (2015)	Erzurum ili karayolu trafik kazalarının analizini yapay sinir ağları yönteminin kullanarak yapmıştır [42].
Akgüngör ve Doğan (2010)	Regresyon analizi, yapay sinir ağları ve genetik algoritma yöntemlerini kullanarak İzmir ili için trafik kaza tahmin modelleri geliştirmişlerdir [43].
Akgüngör ve Doğan (2008, 1985)	Smeed ve Andreassen modellerinden yararlanılarak Türkiye için trafik kaza modelleri geliştirmişlerdir [44, 45].
Büberci (1995)	Trafik kazalarının gerçekleşmesiyle ilgili esas kavramlar verilmiştir [46].
Bektaş (1996)	Trabzon-Rize Devlet Karayolunun hava alanı kesimi için çeşitli veriler birbirleriyle istatistiki açıdan karşılaştırılmıştır [47].
Ceran (1996)	Kara noktalarda kazalara sebebiyet veren etkenlerin ve uygun kara nokta analizi metodunun belirlenmesi çalışması yapmıştır [48].
Ünal (1997)	Bolu-Karabük arasında bulunan D100 ve D755 yollarındaki kazalar çeşitli etkenler açısından incelenmiştir [49].
Akyıldız (1998)	1996 yılının verileri kullanarak kaza analizleri yapmıştır [50].
Camkesen (1998)	Alan Analizi Yöntemi ile ilgili bir uygulama yapılmıştır [51].
Gamgam (2000)	Kaza haritaları oluşturmuştur [52].
Baykam (2001)	Isparta, Antalya ve Burdur illerini birbirine bağlayan şehirlerarası yolda çalışmalar yapmıştır [53].
Özkan ve Işıldar (2001)	Kazaları gerçekleşme şekline göre gruplandırarak veri toplama metodu oluşturmuşlardır [54].
Akın (2001)	Kazanın analizinde daha önceden bilinmeyen istatistiksel bilgilerin kullanılabileceğini savunmuştur [55].
Karaşahin (2002)	CBS’nin kullanılabilirliği hakkında bilgi vermişlerdir [56].
Karaşahin (2003)	Isparta-Antalya, Isparta-Antalya (Dereboğazı), Isparta-Burdur ve Burdur-Antalya şehirlerarası devlet karayollarında 1996-1999 yılları arasında gerçekleşen trafik kazalarının CBS ile analizleri yapılmıştır [57].
Özgan (2003)	Sivas ili Devlet Karayolları kaza kara noktaları analizleri yapılmıştır [58].
Tuncuk (2004)	Isparta ilindeki 1998-2002 yılları arasındaki trafik kazaları tutanaklarına göre bir veri tabanı oluşturmuştur [59].

Tablo 2.5. (Devamı)

Araştırmacı	Açıklama
Korkmaz (2005)	Basit ve çoklu regresyon analizi yapılarak kaza tahmin modelleri geliştirmiştir [60].
Söylemezoğlu (2006)	Kaza tutaklarındaki veriler ile bir veri tabanı oluşturup, bu verilerin sorgulanması sağlamıştır [61].
Mirasyedi (2006)	Mevsimlerin trafik kazalarına ve bu kazalarda meydana gelen ölü ve yaralı sayılarına olan etkilerini araştırmıştır [62].
Bek (2007)	Kaza tespit tutanağında yer alan faktörleri inceleyerek çeşitli sonuçlara varmıştır [63].
Çiçek (2007)	Ankara ilinde meydana gelen kazaların kaza konum bilgileri ve tematik haritaları incelemiştir [64].
Özgan (2008)	Kazaların oluş şekli, kazaya karışan araç tipleri ile kaza sonuçları arasındaki ilişki incelenmiştir [65].
Erdoğan (2008)	Afyonkarahisar'da 1996-2006 yıllarında meydana gelen kazaların CBS 'den yararlanarak analizini yapmıştır [66].

2.3. Karayolları ve Emniyet Genel Müdürlüğü Tarafından Yapılan Kaza Analizleri

Karayolları Genel Müdürlüğü'nün 2017 yılında hazırladığı Türkiye'deki Trafik Kaza İstatistikleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (Tablo 2.6.). Tabloya göre zaman içerisinde azalması gereken kaza sayılarının, ölü ve yaralı sayılarının aksine büyük oranlarda arttığı gözlemlenmektedir [1].

Tablo 2.6. Trafik kaza istatistikleri

Yıllar	Toplam Kaza Sayısı	Ölümlü Yaralanmalı Kaza Sayısı	Maddi Hasarlı Kaza Sayısı	Ölü Sayısı			Yaralı Sayısı
				Toplam	Kaza Yerinde	Kaza Sonrası	
2008	950.120	104.212	845.908	4.236	4.236	-	184.468
2009	1.053.345	111.121	942.224	4.324	4.324	-	201.380
2010	1.105.201	116.804	988.397	4.045	4.045	-	211.496
2011	1.228.928	131.845	1.097.083	3.835	3.835	-	238.074
2012	1.296.634	153.552	1.143.082	3.750	3.750	-	268.079
2013	1.207.354	161.306	1.046.048	3.685	3.685	-	274.829
2014	1.199.010	168.512	1.030.498	3.524	3.524	-	285.059
2015	1.313.359	183.011	1.130.348	7.530	3.831	3.699	304.421
2016	1.182.491	185.128	997.363	7.300	3.493	3.807	300.812
2017	1.202.716	182.669	1.020.047	7.427	3.534	3.893	300.383

Kaynak: Emniyet Genel Müdürlüğü ve Jandarma Genel Komutanlığı trafik kaza verilerine göre düzenlenmiştir.

Karayolları Genel Müdürlüğü ve Emniyet Genel Müdürlüğü meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarının nedenlerini ve kusur oranlarını sürücü, araç, yaya, yol, yolcu olarak gruplandırmıştır. Bu verilere bakıldığında en fazla kusur oranı sürücüde saptanmıştır (Tablo 2.6.). Trafik kazalarındaki kusurlara yönelik olarak sürücü, yaya, yolcu, araç ve yol kusurları belirtilmiştir. En çok uygulanan hatalar;

yayalarda % 42.67 oranı ile geçit ve kavşakların bulunmadığı yerlerden geçme kurallarına uymamak, sürücülerde % 40.83 oranı ile araç hızını yol, hava ve trafiğin gerektirdiği şartlara uymamak, yolcularda % 16.97 oranı ile kask kullanmamak, yollarda % 44.80 oranı ile yol sahında gevşek malzeme olması ve araçlarda % 23.81 oranı ile lastik patlaması olarak görülmektedir [1, 2].

Meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarındaki kusur oranları Tablo 2.7.'de gösterilmiştir.

Tablo 2.7. Meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarındaki kusur oranları

Yıllar	İnsan Faktörü				Taşıt Faktörü %	Yol Faktörü %
	Sürücü (%)	Yaya %	Yolcu %	Toplam %		
2008	90,5	8,4	0,4	99,3	0,3	0,4
2009	89,6	9,1	0,4	99,1	0,3	0,6
2010	89,7	9,0	0,4	99,1	0,3	0,6
2011	90,2	8,5	0,4	99,1	0,3	0,6
2012	88,9	9,8	0,4	99,1	0,3	0,6
2013	89,0	8,9	0,4	98,3	0,9	0,8
2014	89,1	9,2	0,5	98,8	0,6	0,6
2015	89,8	8,7	0,5	98,9	0,6	0,5
2016	90,0	8,6	0,4	99,0	0,5	0,5
2017	90,3	8,3	0,4	99,0	0,5	0,4

Yayaya ait kusurlar Tablo 2.8.'de gösterilmiştir.

Tablo 2.8. Yayaya ait kusurlar

YAYA KUSURLARI	Yerleşim Yeri		Yerleşim Yeri Dışı		Toplam	
	Kusur Sayısı	Kusur Sayısı (%)	Kusur Sayısı	(%)	Kusur Sayısı	(%)
Geçit ve kavşakların bulunmadığı yerlerde geçme kurallarına uymamak	7.492	43,27	285	33,81	7.777	42,83
Taşıt yolu üzerinde trafiği tehlikeye düşürecek hareketlerde bulunmak	2.864	16,54	113	13,40	2.977	16,40
Trafik ışık ve işaretlerine uymamak	2.443	14,11	35	4,15	2.478	13,65
Karşıdan karşıya geçişlerde trafik kurallarına uymamak	1.448	8,36	75	8,90	1.523	8,39
Taşıt yoluna girmek	1.069	6,17	164	19,45	1.233	6,79
Taşıt yolunda sol kenardan gitmemek	277	1,60	51	6,05	328	1,81

Tablo 2.8. (Devamı)

YAYA KUSURLARI	Yerleşim Yeri		Yerleşim Yeri Dışı		Toplam	
	Kusur Sayısı	Kusur Sayısı (%)	Kusur Sayısı	(%)	Kusur Sayısı	(%)
Gece ve gündüz görüşün az olduğu hallerde çarpmayı önleyici tedbirler almamak	260	1,50	31	3,68	291	1,60
Trafik güvenliği ile ilgili diğer kurallara uymamak	32	0,02	1	0,12	33	0,18
Kaza mahallinde gerekli tedbirleri almamak	30	0,17	0	0,00	30	0,17
Trafiği güçleştirecek şekilde yola bir şey atmak/dökmek	9	0,05	0	0,00	9	0,05
Alkollü yola çıkmak	0	0,00	3	0,36	3	0,02
Diğer	1.389	8,02	85	10,08	1.474	8,12
TOPLAM	17.313	100	843	100	18.156	100

Sürücüyü ait kusurlar Tablo 2.9.'da gösterilmiştir.

Tablo 2.9. Sürücüyü ait kusurlar

SÜRÜCÜ KUSURLARI	Yerleşim Yeri		Yerleşim Yeri Dışı		Toplam	
	Kusur Sayısı	Kusur Sayısı (%)	Kusur Sayısı	(%)	Kusur Sayısı	(%)
Araç hızını yol, hava ve trafiğin gerektirdiği şartlara uydurmak	52.536	36,86	26.677	49,54	79.213	40,34
Kavşaklarda geçiş önceliğine uymamak	22.682	15,91	2.831	5,26	25.513	12,99
Manevraları düzenleyen genel şartlara uymamak	8.308	5,83	8.355	15,52	16.663	8,48
Arkadan çarpmak	10.116	7,10	4.736	8,80	14.852	7,56
Doğrultu değiştirme (dönüş) kurallarına uymamak	10.920	7,66	1.732	3,22	12.652	6,44
Kurallara uygun olarak park etmiş araçlara çarpmak	5.706	4,00	320	0,59	6.026	3,07
Taşıt giremez trafik işareti bulunan yerlere girmek	5.043	3,54	916	1,70	5.959	3,03
Trafik güvenliği ile ilgili diğer kurallara uymamak	3.565	2,50	1.550	2,88	5.115	2,60
Kırmızı ışık veya görevlinin dur işaretine uymamak	4.141	2,91	461	0,86	4.602	2,34
Alkollü araç kullanmak	2.766	1,94	1.366	2,54	4.132	2,10
Şerit ihlali yapmak	2.173	1,52	756	1,40	2.929	1,49
Geçme yasağı olan yerlerden geçmek	877	0,62	362	0,67	1.239	0,63
Hatalı şekilde veya yasak olan yerlere park etmek	436	0,31	648	1,20	1.084	0,55
Yaya ve okul geçitlerinde yavaşlamamak, yayalara geçiş hakkı vermemek	980	0,69	13	0,02	993	0,51
Yolcu indirme ve bindirme kurallarına uymamak	553	0,39	22	0,04	575	0,29

Yolcuya ait kusurlar Tablo 2.10.'da gösterilmiştir.

Tablo 2.10. Yolcuya ait kusurlar

YOLCU KUSURLARI	Yerleşim Yeri		Yerleşim Yeri Dışı		TOPLAM	
	Kusur Sayısı	%	Kusur Sayısı	%	Kusur Sayısı	%
Kask kullanmamak	88	16,39	50	18,12	138	16,97
Emniyet kemeri takmamak	67	12,48	68	24,64	135	16,61
Trafiği güçleştirecek şekilde yola bir şey atmak-dökmek	18	3,35	29	10,51	47	5,78
Araçlara kontrolsüz şekilde inmek ve binmek	32	5,96	7	2,54	39	4,80
Trafik güvenliği ile ilgili diğer kurallara uymamak	15	2,79	24	8,70	39	4,80
Alkollü olarak seyahat etmek	8	1,49	11	3,99	19	2,34
Kaza mahallinde gerekli tedbirleri almamak	0	0,00	4	1,45	4	0,49
Diğer	309	57,54	83	30,07	392	48,22
TOPLAM	537	100	276	100	813	100

Yola ait kusurlar Tablo 2.11.'de gösterilmiştir.

Tablo 2.11. Yola ait kusurlar

YOL KUSURLARI	Yerleşim Yeri		Yerleşim Yeri Dışı		TOPLAM	
	Kusur Sayısı	%	Kusur Sayısı	%	Kusur Sayısı	%
Yol Sathında Gevşek Malzeme	171	29.95	264	66.00	435	44.80
Yolda Münferit Çukur	146	25.57	48	12.00	194	19.98
Şerit Çökmesi	101	17.69	31	7.75	132	13.59
Kısmi veya Münferit Çökme	58	10.16	29	7.25	87	8.96
Tekerlek İzinde Oturma	71	12.43	13	3.25	84	8.65
Düşük Banket	24	4.20	15	3.75	39	4.02
TOPLAM	571	100	400	100	971	100

Araca ait kusurlar Tablo 2.12.'de gösterilmiştir.

Tablo 2.12. Araca ait kusurlar

ARAÇ KUSURLARI	Yerleşim Yeri		Yerleşim Yeri Dışı		TOPLAM	
	Kusur Sayısı	%	Kusur Sayısı	%	Kusur Sayısı	%
Lastik Patlaması	55	8,93	231	39,49	286	23,81
Kusurlu Fren	196	31,82	88	15,04	284	23,65
Kusurlu Direksiyon	44	7,14	20	3,42	64	5,33
Arka Lambalar	17	2,76	45	7,69	62	5,16
Kapı Kusuru	35	5,68	20	3,42	55	4,58
Kusurlu Rot	30	4,87	23	3,93	53	4,41
Far Kusuru	36	5,84	17	2,91	53	4,41
Aks Kırılması	18	2,92	23	3,93	41	3,41
Makas Arızası	26	4,22	6	1,03	32	2,66
Dönüş Sinyali	20	3,25	10	1,71	30	2,50
Şaft Arızası	17	2,76	4	0,68	21	1,75
Şansızman Arızası	8	1,30	11	1,88	19	1,58
Cam Sileceği Arızası	10	1,62	0	0,00	10	0,83
Diğer	104	16,88	87	14,87	191	15,90
TOPLAM	616	100	585	100	1.201	100

Emniyet Genel Müdürlüğü, 2017 yılında meydana gelen yaralanmalı ve ölümlü kazalara karışan araçların cinsleri ile ilgili bir rapor hazırlamıştır. Tablo 2.13.'te görüldüğü üzere, rapora göre 2017 yılında % 51,97 oranı ile en fazla kaza otomobillerde, en az kaza % 0,025 oranı ile at arabalarında yaşanmıştır [2].

Tablo 2.13. Ölümlü ve yaralanmalı kazalara karışan araçların cinsleri

Taşıt Cinsi	Kazaya Karışan Taşıt Sayısı				Ölen Sürücü Sayısı			
	Yerleşim Yeri	Yerleşim Yeri Dışı	TOPLAM	%	Kaza Yerinde	Kaza Sonrası	TOPLAM	%
Otomobil	119.344	35.675	155.019	52,6	695	554	1.249	39,0
Kamyonet	34.715	11.441	46.156	15,7	179	148	327	10,2
Motosiklet	36.089	5.355	41.444	14,1	272	593	865	27,0
Minibüs	7.326	1.678	9.004	3,1	24	11	35	1,1
Bisiklet	7.329	189	7.518	2,6	33	93	126	3,9
Kamyon	4.524	3.770	8.294	2,8	86	36	122	3,8
Çekici	2.976	4.640	7.616	2,6	94	26	120	3,7
Otobüs	5.397	1.017	6.414	2,2	16	9	25	0,8
Diğer	3.701	430	4.131	1,4	8	25	33	1,0
Traktör	1.458	1.737	3.195	1,1	142	77	219	6,8

Tablo 2.13. (Devamı)

Taşıt Cinsi	Kazaya Karışan Taşıt Sayısı				Ölen Sürücü Sayısı			
	Yerleşim Yeri	Yerleşim Yeri Dışı	TOPLAM	%	Kaza Yerinde	Kaza Sonrası	TOPLAM	%
Motorlu Bisiklet	3.071	340	3.411	1,2	18	45	63	2,0
Özel Amaçlı Taşıt	544	208	752	0,3	2	1	3	0,1
İş Makinesi	302	139	441	0,1	8	2	10	0,3
Arazi Taşıtı	200	72	272	0,1	1	2	3	0,1
Ambulans	256	105	361	0,1	0	0	0	0,0
Tanker	129	139	268	0,1	3	3	6	0,2
Tren	46	20	66	0,0	0	0	0	0,0
At Arabası	62	21	83	0,0	0	0	0	0,0
Tramvay	70	0	70	0,0	0	0	0	0,0
TOPLAM	227.539	66.976	294.515	100	1.581	1.625	3.206	100

Karayolları Genel Müdürlüğü'nün yatay güzergâh, düşey güzergâh, kavşak ve geçitler kategorileri altında yolun geometrik özelliklerine göre ölümlü ve yaralanmalı trafik kaza bilgileri tabloda gösterilmektedir. Tablo 2.14.'e göre yatay güzergâhlardaki kazalar % 84,30 oranı ile en fazla düz yol güzergâhlarında görülmekte iken, düşey güzergâhlarda kaza sayısı % 77,13 oranı ile eğimsiz güzergâhlarda, kavşaklarda % 62,27 oranı ile kavşak olmayan kesimlerde, geçitlerde ise % 92,36 oranı ile geçit olmayan kesimlerde görülmektedir [1].

Tablo 2.14. Yolun geometrik özelliğine göre yaralanmalı trafik kaza bilgileri

YATAY GÜZERGAH	Yerleşim Yeri		Yerleşim Yeri Dışı		TOPLAM	
	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%
Düz Yol	121.849	89,69	32.150	68,67	153.999	84,30
Viraj	11.925	8,78	9.631	20,57	21.556	11,80
Tehlikeli Viraj	2.079	1,53	5.035	10,75	7.114	3,89
TOPLAM	135.853	100	46.816	100	182.669	100

DÜŞEY GÜZERGAH	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%
Eğimsiz	109.625	80,69	31.275	66,80	140.900	77,13
Eğimli	24.965	18,38	14.005	29,91	38.970	21,33
Tehlikeli Eğim	938	0,69	1.172	2,50	2.110	1,16
Tepe Üstü	325	0,24	364	0,78	689	0,38
TOPLAM	135.853	100	46.816	100	182.669	100

Tablo 2.14 (Devamı)

KAVŞAK	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%
Dört Yönlü	25.456	18,74	1.443	3,08	26.899	14,73
Üç Yönlü (T)	17.913	13,19	1.853	3,96	19.766	10,82
Dönel Kavşak	8.010	5,90	2.330	4,98	10.340	5,66
Diğer Kavşak Çeşidi	5.936	4,37	945	2,02	6.881	3,77
Üç Yönlü (Y)	3.518	2,59	750	1,60	4.268	2,34
KöprülÜ Kavşak	637	0,47	133	0,28	770	0,42
Kavşak Yok	74.383	54,75	39.362	84,08	113.745	62,27
TOPLAM	135.853	100	46.816	100	182.669	100

GEÇİTLER	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%
Yaya Geçidi	11.571	8,52	751	1,60	12.322	6,75
Okul Geçidi	937	0,69	47	0,10	984	0,54
Kontrollü Demiryolu Geçidi	431	0,32	48	0,10	479	0,26
Kontrolsüz Demiryolu Geçidi	139	0,10	34	0,07	173	0,09
Geçit Yok	122.775	90,37	45.936	98,12	168.711	92,36
TOPLAM	135.853	100	46.816	100	182.669	100

DİĞER	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%
Dar Yol	1.399	1,03	781	1,67	2.180	1,19
Köprü Üstü	836	0,62	508	1,09	1.344	0,74
Tünel İçi	587	0,43	235	0,50	822	0,45
Köprü Altı	459	0,34	99	0,21	558	0,31
Menfez Üstü	149	0,11	267	0,57	416	0,23
Kasis	156	0,11	11	0,02	167	0,09
Dar Köprü	54	0,04	39	0,08	93	0,05
Hiçbiri	132.213	97,32	44.876	95,86	177.089	96,95
TOPLAM	135.853	100	46.816	100	182.669	100

Karayolları Genel Müdürlüğü'nün hazırladığı tabloda gün ışığı durumuna ve aylara göre ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarında ölü ve yaralı sayıları aşağıdaki tabloda gösterilmektedir. Tablo 2.15.'e göre en fazla kaza % 66,3 oranı ile gündüz, en az kaza % 2,8 oranı ile alacakaranlıkta yaşanmıştır. Tablo 2.16.'ya göre aylardan ise en fazla kaza sayısı % 11,4 oranı ile Temmuz ayında gözlemlenmektedir [1].

Tablo 2.15. Gün ışığı durumuna göre ölümlü ve yaralanmalı trafik kazaları

GÜN IŞIĞI DURUMU	Kaza Sayısı	%	Ölü Sayısı				Yaralı Sayısı	%
			Kaza Yerinde	Kaza Sonrası	TOPLAM	%		
Gündüz	123.128	67,4	2.017	2.450	4.467	60,1	199.262	66,3
Gece	54.737	30,0	1.382	1.305	2.687	36,2	92.567	30,8
Alacakaranlık	4.804	2,6	135	138	273	3,7	8.554	2,8
TOPLAM	182.669	100	3.534	3.893	7.427	100	300.383	100

Tablo 2.16. Aylara göre ölümlü ve yaralanmalı trafik kazaları

Aylar	Kaza Sayısı	%	Ölü Sayısı				Yaralı Sayısı	%
			Kaza Yerinde	Kaza Sonrası	Toplam	%		
Ocak	10.553	5,78	189	188	377	5,08	17.642	5,9
Şubat	10.251	5,61	172	195	367	4,94	16.488	5,5
Mart	13.073	7,16	228	256	484	6,52	20.516	6,8
Nisan	14.729	8,06	258	323	581	7,82	23.226	7,7
Mayıs	16.148	8,84	326	339	665	8,95	25.887	8,6
Haziran	16.991	9,30	341	409	750	10,10	29.200	9,7
Temmuz	20.024	10,96	427	429	856	11,53	34.374	11,4
Ağustos	18.882	10,34	413	400	813	10,95	32.371	10,8
Eylül	17.931	9,82	371	401	772	10,39	30.590	10,2
Ekim	16.783	9,19	300	416	716	9,64	26.509	8,8
Kasım	13.991	7,66	279	282	561	7,55	22.345	7,4
Kasım	13.991	7,66	279	282	561	7,55	22.345	7,4
Aralık	13.313	7,29	230	255	485	6,53	21.235	7,1
Toplam	182.669	100	3.534	3.893	7.427	100	300.383	100

Emniyet Genel Müdürlüğü'nün 2017 yılında hazırladığı Türkiye'deki trafik kazalarının illere dağılımını gösteren tablo aşağıda verilmiştir. Tablo 2.17.'ye göre Türkiye'deki meydana gelen ölümlü yaralanmalı kazaların % 1,75 oranı ile Sakarya'da yaşanmış olup, ülke genelinde en fazla kaza % 8,7 oranı ile İstanbul'da, en az kaza % 0,06 oranı ile Hakkâri'de yaşanmıştır.

Tablo 2.17. Trafik kaza ve sonuçlarının illere göre dağılımı

İLLER	Ölümlü Yaralanmalı Kaza	Maddi Hasarlı Kaza	Ölü Sayısı	Yaralı Sayısı
Adana	5.263	5.925	211	8.069
Adıyaman	1.259	614	54	2.301
Afyonkarahisar	2.323	2.296	173	4.327
Ağrı	839	660	49	1.624
Amasya	1.085	927	51	1.945
Ankara	12.187	37.463	387	19.613
Antalya	7.615	6.553	317	11.356
Artvin	395	458	19	697
Aydın	3.660	2.623	147	5.643
Balıkesir	4.353	2.991	211	6.759
Bilecik	574	494	23	1.025
Bingöl	654	529	29	1.291
Bitlis	570	582	30	1.227
Bolu	1.042	1.155	49	2.166
Burdur	1.158	806	67	2.092
Bursa	6.633	11.972	212	10.259
Çanakkale	1.777	1.187	99	2.956
Çankırı	645	554	45	1.434
Çorum	1.877	1.616	107	3.466
Denizli	3.543	3.651	141	5.626
Diyarbakır	2.233	2.366	62	4.291
Edirne	911	867	50	1.478
Elazığ	1.463	1.491	71	2.599
Erzincan	908	1.066	27	1.773
Erzurum	1.460	2.039	84	2.916
Eskişehir	2.216	3.332	78	3.657
Gaziantep	3.788	3.518	89	6.212
Giresun	1.094	966	42	1.893
Gümüşhane	451	362	20	872
Hakkari	114	140	12	288
Hatay	4.051	2.140	166	6.190
Isparta	1.631	794	55	2.742
Mersin	6.345	4.954	256	9.452
İstanbul	16.102	31.933	551	22.679
İzmir	10.902	22.559	333	15.075
Kars	473	597	26	871
Kastamonu	1.066	880	81	2.103
Kayseri	3.818	4.756	124	6.772
Kırklareli	894	724	30	1.502
Kırşehir	728	606	36	1.538
Kocaeli	4.535	5.111	126	7.438
Konya	7.485	7.510	333	12.363
Kütahya	1.459	1.121	86	2.657
Malatya	1.631	1.368	77	2.982
Manisa	4.675	3.140	239	7.624
Kahramanmaraş	2.756	1.842	95	4.929
Mardin	899	778	33	1.580
Muğla	4.469	2.926	159	6.529
Muş	485	515	16	1.095
Nevşehir	931	751	50	1.638
Niğde	1.057	800	55	1.810
Ordu	1.544	1.671	36	2.610
Rize	887	741	32	1.434
Sakarya	3.244	2.437	77	5.270
Samsun	3.668	4.094	152	6.124
Siirt	503	327	11	876
Sinop	567	407	45	1.006
Sivas	1.711	1.982	96	3.535
Tekirdağ	2.202	2.425	119	3.713
Tokat	1.787	1.281	83	3.052
Trabzon	1.813	2.318	68	3.037
Tunceli	122	120	5	242
Şanlıurfa	2.631	1.969	91	5.158
Uşak	1.303	1.308	35	2.266
Van	1.414	1.008	62	2.723

Tablo 2.17 (Devamı)

İLLER	Ölümlü Yaralanmalı Kaza	Maddi Hasarlı Kaza	Ölü Sayısı	Yaralı Sayısı
Yozgat	1.279	963	66	2.823
Zonguldak	1.132	1.125	48	1.905
Aksaray	1.447	1.068	44	2.653
Bayburt	245	265	13	481
Karaman	905	797	29	1.489
Kırıkkale	1.054	1.181	32	2.051
Batman	658	632	10	1.338
Şırnak	449	332	18	729
Bartın	533	314	16	886
Ardahan	243	265	15	500
Iğdır	297	327	13	523
Yalova	710	915	17	1.034
Karabük	607	558	37	1.185
Kilis	550	141	11	811
Osmaniye	1.930	820	82	2.905
Düzce	1.211	1.240	54	2.029
TOPLAM	185.128	228.039	7.300	303.812

Trafik kazalarının meydana geliş sıklığı, birçok neden tarafından oluşabilmektedir. Trafik kazalarını en aza indirmek ve daha az zarar görülmesini sağlamak için alınabilecek önlemler; Trafik mühendisliği faaliyetleri, Eğitim faaliyetleri, Denetim ve yasal düzenleme faaliyetleri, İlk ve acil sağlık hizmetleri faaliyetleridir.

Karayollarında güvenliği tehlikeye atabilecek trafik kazası birçok olumsuz faktörün bir araya gelmesinden dolayı meydana gelmektedir. Bu olumsuz faktörlerin belirlenmesi, kara nokta analizlerinin yapılması ve güvenliği arttırmak için çeşitli araştırmalar yapılmaktadır.

Türkiye’de Karayolları Genel Müdürlüğü, karayollarındaki kara noktalarının giderilmesi veya iyileştirilmesi konusunda çeşitli önlemler almaktadır [67]. Bunlar; kara noktalarının belirlenmesi, teşhis, karşı önlemlerin alınması, etkilerin tahmin edilmesi, önceliklendirme ve uygulama gibi faaliyetlerdir.

Oran kalite kontrol yöntemiyle birlikte, kaza oranı, kaza frekansı ve şiddet indeksi kullanılabilir. Türkiye’de Karayolları Genel Müdürlüğü kaza analizlerinde bu yöntemi kullanmaktadır.

1 km uzunluğundaki yol kesimi için kaza oranı, kaza frekansı ve şiddet indeksi değerleri ile bir hesaplama yapıldığında, bu üç değer, üst değerleri aşarsa bu yol kesimi kara nokta olarak adlandırılır [36, 67].

Şiddet indeksi için iki farklı tanım bulunmaktadır. İlk şiddet indeks tanımında (SI_A); kazalar; sadece maddi hasarlı (PDO), yaralanmalı (I) ve ölümlü (F) olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Kazanın şiddeti, meydana gelen toplam kazaların, kategorisine bağlı olarak daha önceden belirlenen katsayılar ile çarpılması sonucu hesaplanmaktadır. İkinci şiddet indeksi tanımında (SI_B), önceden belirlenen katsayılar, kesimde meydana gelen yaralanmalı ve ölümlü kazaların hepsine doğrudan uygulanmaktadır [36, 67].

Karayolları Genel Müdürlüğü tarafında SI_A hesaplamasında ise aşağıdaki eşitlik (Denklem 2.1) kullanılmaktadır [36, 67].

$$SI_A = PDO + 3xl + 9xF \quad (2.1)$$

Burada; SI_A ; ilk şiddet indeksi, PDO ; sadece maddi hasarlı kazaların toplam sayısı, I ; yaralanmalı kazaların sayısı, F ; ülkede (bölgede) karayolu trafik kazalarında ölen insan sayısı.

Şiddet indeksinin diğer tanımında; kaza sayısı yerine ölümlü, yaralanmalı ve hasarlı araçlarının sayısı kullanılmaktadır. Bu indeks aşağıdaki (Denklem 2.2) ile hesaplanır [36, 67].

$$SI_B = PDV + 3xl_n + 9xF_a \quad (2.2)$$

Burada; SI_B ; ikinci şiddet indeksi, PDV ; hasarlı araç sayısı, I_n ; kazalarda yaralanan insan sayısı, F_a ; kazalarda ölen insan sayısı.

2.4. Trafik Kazalarında Kara Nokta Tespiti

Kara noktaların tanımlanmasında daha önce meydana gelen kazaların detaylı olarak incelenmesi büyük önem taşımaktadır. Bir karayolunda, belli bir kesimin veya noktanın kaza geçmişi karayolunun diğer bölümlerine veya noktalarına göre daha yüksek ise büyük ihtimalle bu kesimde yol şartlarının kaza deneyimini arttırdığı

kabul edilir. Trafik kazalarının yoğunlaştığı bölümleri belirlerken, kazalar ve yol güzergâhı arasındaki ilişki de incelenmelidir [67].

Tehlikeli kesimlerin ve kara noktaların belirlenmesinde birçok devletin ve yerel karayolu kuruluşunun kullandığı yöntemler aşağıdaki gibidir [67]:

- Kaza sayısı yöntemi,
- Kaza oranı yöntemi,
- Sayı-oran yöntemi,
- Sayı kalite kontrol yöntemi,
- Oran kalite kontrol yöntemi.

Kaza sayısı yöntemi: Yol güzergâhı üzerinde meydana gelen kazaların yoğunluğunun tarandığı basit ve kolay bir yöntemdir. Çoğunlukla trafik yoğunluğunun az olduğu yerlerde tercih edilir. Kaza verileri, bir kesimdeki kaza sayısının belirlenmesi için araştırılır. Önceden belirlenen kaza sayısından daha fazla kazaya sahip kesimler tehlikeli kesimler olarak adlandırılır [52]. Elde edilen kaza verilerinin belgelenmesi kaza haritalarıyla sağlanmaktadır. Belirlenen kriterlere göre kazaların yoğun olduğu kesimler kaza haritalardan tespit edilir. Kaza yoğunluklarını azaltmak ya da önlemek için gereken çözümler tespit edilir.

Kaza oranı yöntemi: Kaza sayısı yöntemiyle yapılan bazı analizler sonucunda, bir karayolunda trafik yoğunluğunda dikkat çekici farklılıklar var ise yanıltıcı sonuçlar elde edilebilir. Kaza sayısı aynı, trafik hacimleri farklı iki noktada eşit tehlike potansiyelinden bahsedilemez. Kaza oranı, kaza sayılarının araç sayılarına oranlanması ile bulunur. Örneğin; nokta kesimler için oradan geçen milyon araç sayısı ile karayolu kesimleri için milyon araç-kilometre, daha önceden belirlenen orandan daha fazla kaza oranına sahip kesimler tehlikeli olarak tanımlanır [52].

Sayı-oran yöntemi: Kaza sayısı yöntemi ve kaza oranı yönteminin kombinasyonudur. Şebeke büyüklüğüne ve trafik yoğunluğuna bağlı kalmaksızın her türlü karayolu ağına uygulanabilir. Sadece kaza sayısı baz alınarak yapılan çalışmalarda, trafik

hacmi farklı değerlere ulaştığı zaman aldatıcı sonuçlar verebilir. Bu sebeple, tehlikeli kesimlerin veya kara noktaların tespitinde kullanılan frekans oranı yönteminde kaza sayısı (frekansı) ve oran baz olarak kullanılmaktadır. Önceden tayin edilen, minimum kaza oranından büyük kesimler tehlikeli olarak tanımlanır [52].

Sayı kalite kontrol yöntemi: Gerçekleşen kaza sayılarının ortalama kaza sayısından büyük olup olmadığına göre kara nokta tespiti yapılır.

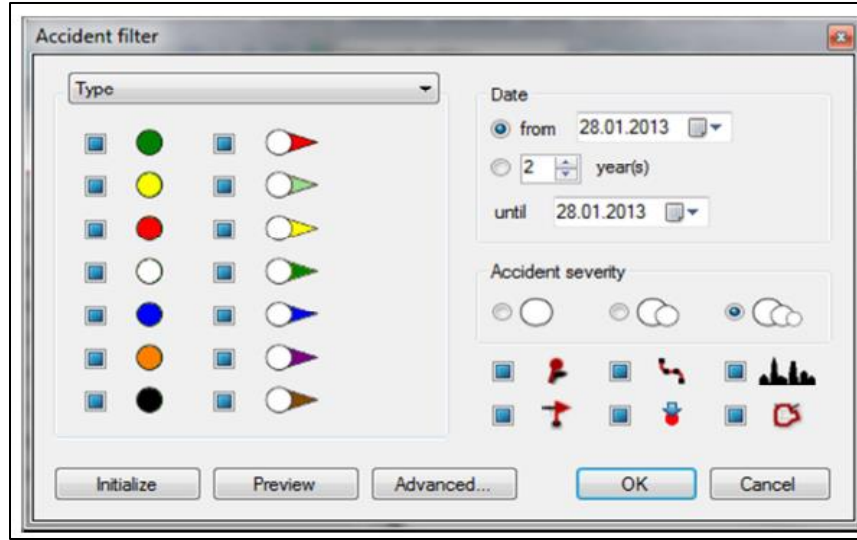
Oran kalite kontrol yöntemi: Tüm konulardaki kaza oranının hesaplanmasını içermektedir. Benzer özellikteki farklı konumların kaza oranlarının hesaplanan değerden önemli oranda büyük olup olmadığına matematiksel olarak değerlendirilmesini sağlamaktadır. Bu yöntemin kaza oranı yönteminden farkı; kaza oranlarının ortalama kaza oranından büyük olup olmadığına bakılmasıdır. Her kesim veya nokta için kritik oran hesap edilir. Elde edilen oran, o kesimin kaza oranı ile karşılaştırılır. Gerçek kaza oranının kritik orandan büyük olduğu zamanlarda, o kesim kara nokta olarak adlandırılmaktadır [52].

BÖLÜM 3. ULAŞIM PLANLAMA TEKNİKLERİ KULLANARAK ANALİZLERİNİN YAPILMASI

3.1. PTV Visum Safety Kaza Analiz Programı

PTV Group tarafından son dönemlerde geliştirilen PTV Visum Safety yazılımı, ulaşım planlaması yazılımı PTV Visum'un bir eklentisidir. PTV Visum Safety, ulaşım planlaması kavramı ile birlikte karayollarının trafik güvenliği açısından analizini yapmaktadır. PTV Visum Safety ile geçmişte gerçekleşen trafik kazaları; trafik verileri, yol geometrisi, araç özellikleri, hava koşulları vb. gibi pek çok parametre dikkate alınarak analizleri yapmaktadır.

PTV Visum Safety, haritalama ve görsel analizlerde kolaylık olması için standart olarak yedi adet kaza tipi ve yedi adet kaza sebebi bulundurmaktadır (Şekil 3.1.). Ancak program kullanıcının kaza tipi sayısını dilediği sayıda artırmasına olanak sağlamaktadır. Aşağıdaki şekilde, PTV Visum Safety programının kaza verilerinin gösterilmesi ve sorgulama analizlerinin yapılmasıyla ilgili olarak standart menüsü bulunmaktadır [68].



Şekil 3.1. Kazaların standart gösterim – kaza tipleri ve kaza sebepleri

Şekil 3.1.’de görülen trafik kazalarının şiddet derecesi analiz ve sorgulamalarda kullanılmak üzere kullanıcı tarafından belirlenmektedir. Kullanıcı; ölüm, yaralanma, maddi hasar vb. durumları dikkate alarak bu değerlendirmeyi yapabilmektedir. Kaza şiddet derecesinin seçenekleri ile ilgili açıklamalar sembolleriyle beraber Tablo 3.1.’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Trafik kazaların şiddet derecesi

Sembol	Açıklama
	Şiddetli kazalar (Ölümlü)
	Şiddetli ve orta kazalar (Ölümlü ve yaralanmalı)
	Tüm kazalar

PTV Visum Safety programında yedi adet kaza türü bulunmaktadır. Kaza türü sayısını artırmak mümkün olsa da özellikle görsel analizlerde karışıklığa sebep olacağından ve anlaşılma problemi yaşanacağından PTV Visum Safety programında bu sayı yedi ile sınırlandırılmıştır. Yapılan araştırmalarda meydana gelen trafik kazalarının yedi türde sınırlı olduğu ancak sebeplerin kullanıcının analizine bağlı olarak sonsuz sayıda olabileceği belirlenmiştir [68].

PTV Visum Safety’de standart olarak kabul edilen kaza türleri sembolleri ve açıklamaları ile birlikte Tablo 3.2.’de verilmiştir [69].

Tablo 3.2. Kaza tipleri ve tanımları

Kaza türü	Renk	Kaza tanımı
1	 Yeşil	Normal seyir sırasında sürücü hatasına bağlı oluşan trafik kazası Bu trafik kazası; sürücünün araç kontrolünü kaybetmesi sonucu meydana gelen bir trafik kazasıdır. Yol ve hava şartlarına uygun olmayan hızlarda gidilmesi, sürücünün yanlış bir manevrası veya yol koşulları bu kazaya sebep olabilir. Diğer sürücüler kazaya sebep olan unsur olarak dikkate alınmazlar. Kazaya sebep olan araç kontrol dışına çıktıktan sonra diğer araçlarla veya yolu kullanan kişilerle bir çarpma yaşayabilir.
2	 Sarı	Dönüş kazası Bu trafik kazası; araçların bir kavşağa veya bir tesise girerken (park yeri, garaj vb.) yapmış oldukları sola-sağa dönüş manevrası ile yolu trafiğe kapatmaları sonucu aynı veya zıt istikamette hareket eden bir araca veya yayaya çarpmaları sonucu meydana gelen kazadır.
3	 Kırmızı	Geçiş önceliğinin dikkate alınmadığı durumlarda oluşan trafik kazası Bu trafik kazası; sola-sağa dönüşlerde, kavşaklarda veya bir tesisin giriş-çıkışında bir aracın geçiş önceliği olan diğer araçlara öncelik vermemesi durumunda meydana gelen trafik kazasıdır.
4	 Kırmızı-Beyaz	Yaya geçidinde meydana gelen trafik kazası Bu trafik kazası; yayanın yol boyunca yürümediği ve aracın dönüş manevrası yapmadığı durumlarda, bir aracın bir yaya geçidinde bir yaya ile etkileşime girmesi sonucu meydana gelen trafik kazasıdır. Yayaya temas olmasa dahi bu kaza yaya geçidi kazası olarak dikkate alınır.
5	 Açık mavi	Durma-park halinde meydana gelen trafik kazası Bu trafik kazası; hareket halinde olan bir aracın park halindeki bir araca veya durmaya-park etmeye çalışan bir araca çarpması sonucu meydana gelen trafik kazasıdır.
6	 Turuncu	Normal trafik akışında meydana gelen trafik kazası Bu trafik kazası; normal trafik akışı sırasında aynı veya zıt yönde yolu kullananlar arasında meydana gelen ve diğer trafik kazalarına karşılık gelmeyen bir trafik kazası çeşididir.
7	 Siyah	Diğer trafik kazaları Yukarıda sıralanan kazaların dışında meydana gelen trafik kazasıdır. Örneğin; U-dönüşü, geri geri manevra, park eden araçlar arasında meydana gelen kaza, yol üzerinde bir engel veya hayvan bulunması, ani araç kazaları (fren tutmama durumu, tekerlek hasarı vb.).

PTV Visum Safety’de kullanılan kaza sebepleri açıklamaları ve sembolleri ile birlikte Tablo 3.3.’te verilmiştir. Kullanıcılar, Tablo 3.3.’te gösterilen kaza sebeplerini istedikleri sayıda artırabilir ve kendi şartlarına uygun analizler yapabilirler [68].

Tablo 3.3. Kaza sebepleri

No	Sembol	Açıklama
1		Yaya
2		Bisiklet
3		Motosiklet
4		Ağaç
5		Alkol
6		Sollama
7		Hayvan

PTV Visum Safety’de trafik kazaları, kullanıcın tanımına göre istenilen uzaklıkta kavşaklara ve yollara atanır. Tablo 3.4.’te verilen seçenekler kullanılarak, kazaların konumları, bağlı oldukları kavşak ve yolların ayrıntılı incelemesi yapılabilir [68].

Tablo 3.4. Kaza analiz seçenekleri

No	Sembol	Açıklama
1		GPS koordinatlı kazalar veya diğerleri
2		Seçili olan yol ağına kazaların atanma durumu
3		Kentiçinde meydana gelen kazalar
4		Kazaların Kavşaklara ve Yollara atanma durumu
5		Seçili olan kavşaklarda ve yollarda meydana gelen kazalar
6		Belirlenmiş kara noktalara kazaların atanma durumu

3.2. PTV Visum Safety Analiz Çıktıları

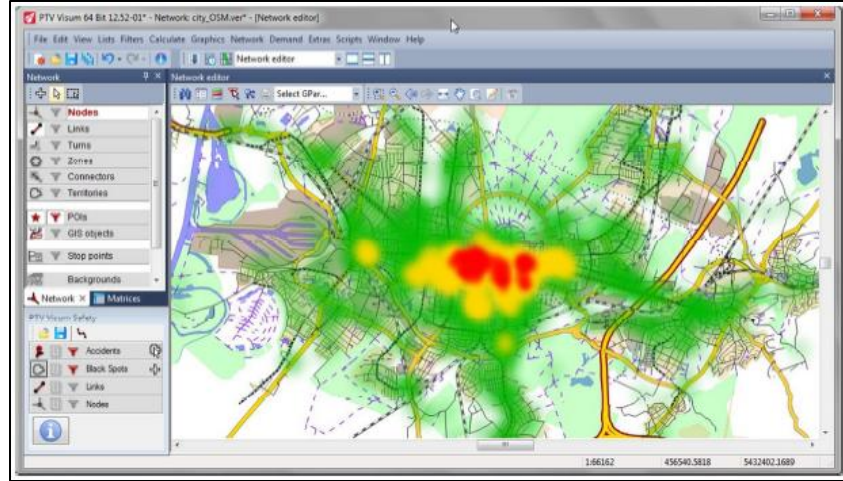
Aşağıdaki şekillerde PTV Visum Safety programı kullanılarak yapılan trafik kaza analizi ekran görüntüleri mevcuttur [68].

Trafik kazalarının sebeplerine göre haritalanması ve görsel analizlerin yapılması Şekil 3.2.'de gösterilmiştir.



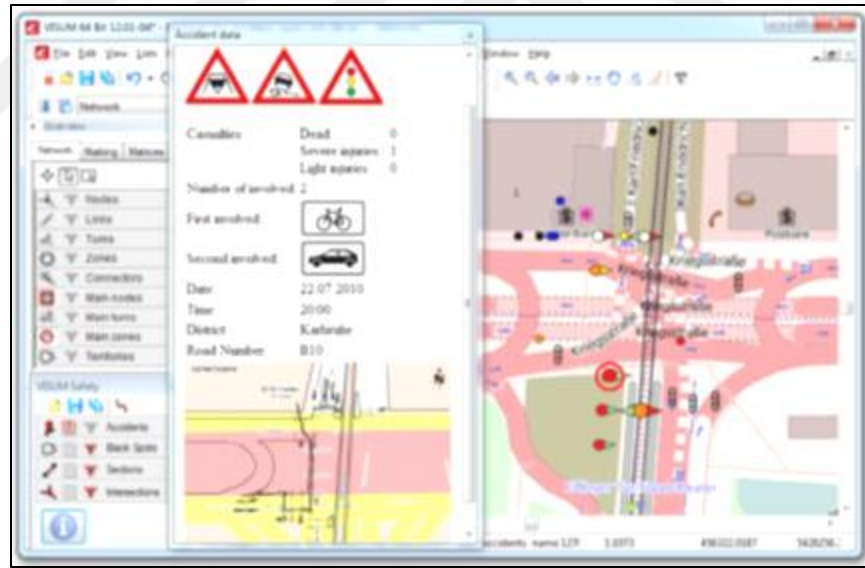
Şekil 3.2. Trafik kazası sebeplerinin haritalanması

Trafik kazalarının sayısını esas alarak renk yoğunluğu analizi yapmak ve tematik haritalar üretmek mümkündür (Şekil 3.3.).



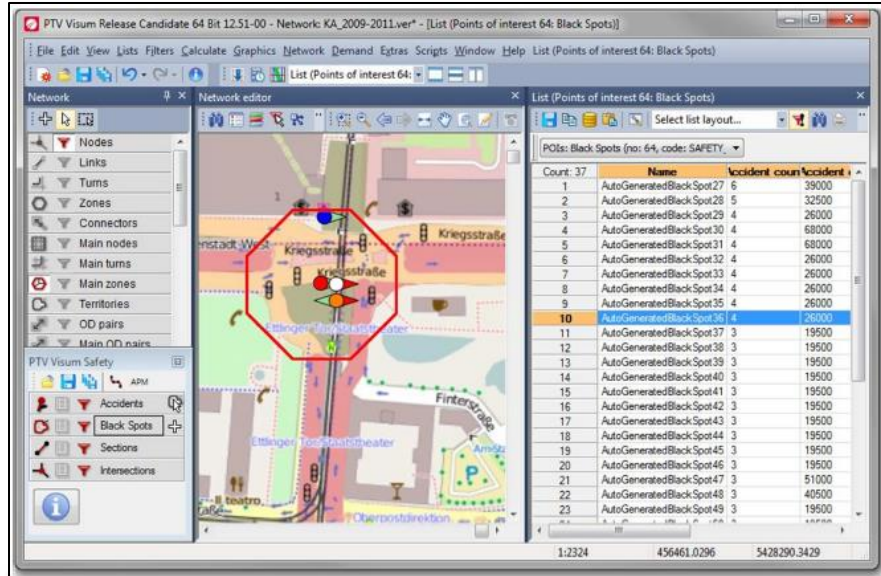
Şekil 3.3. Tematik analizi (trafik kaza yoğunluklarının renklendirilmesi)

İstatistiki veriler ışığında trafik kazalarının ayrıntılı analizini yapmak mümkündür. Bu analiz ile kazaya sebep olan faktörler arasındaki korelasyonu belirlemek mümkündür (Şekil 3.4.).

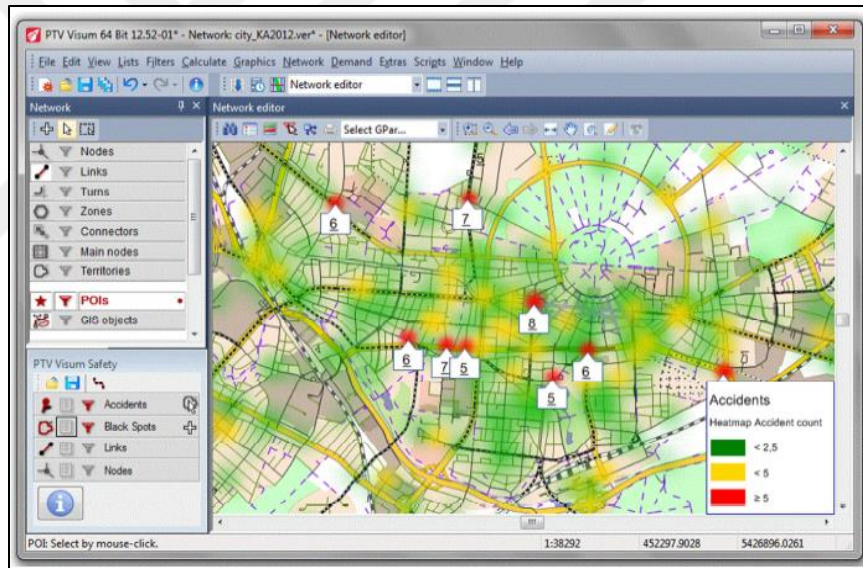


Şekil 3.4. Ayrıntılı kaza analizi

PTV Visum Safety programında yapılan en önemli analizlerinden birisi kara nokta analizidir. Kaza verileri kullanılarak yapılan istatistiki analizlere ve kullanıcının belirlemiş olduğu ağırlıklara göre trafik güvenliğinin riskli olduğu kesimleri belirlemek ve bunları önem sırasına göre sıralamak mümkündür (Şekil 3.5. ve Şekil 3.6.).

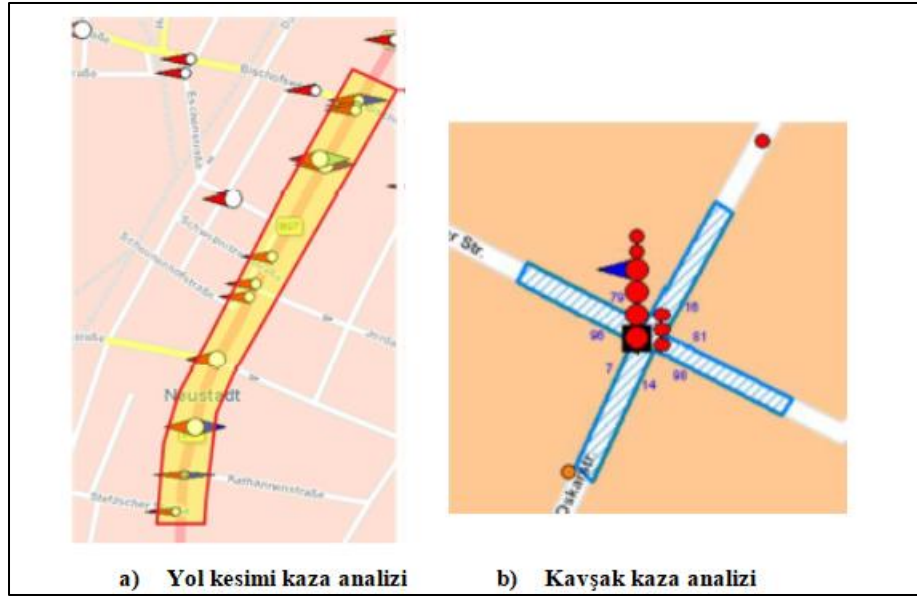


Şekil 3.5. Kara nokta analizi



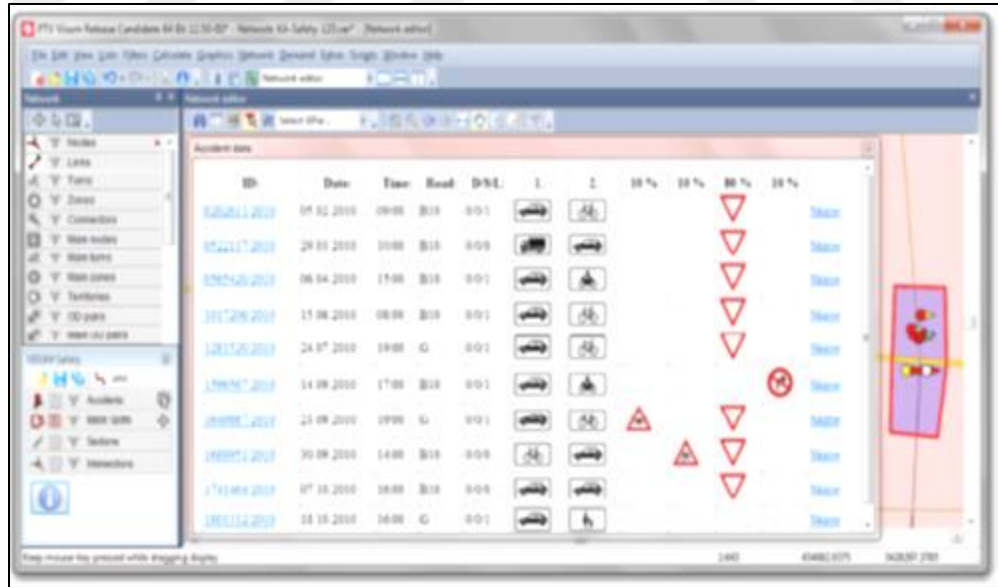
Şekil 3.6. Kara nokta analizi ve tematik harita

PTV Visum Safety programı kullanıcılara her bir yol kesiminde ve kavşakta ayrı ayrı analizler yapmaya imkân tanımaktadır. Kullanıcı sadece yol kesimlerini ya da kavşakları analiz ederek kazanın gerçek sebebini kolaylıkla bulabilir. Şekil 3.7.'de bir yol kesiminde ve bir kavşakta yapılan kaza analiziyle ilgili bir ekran çıktısı görülmektedir.

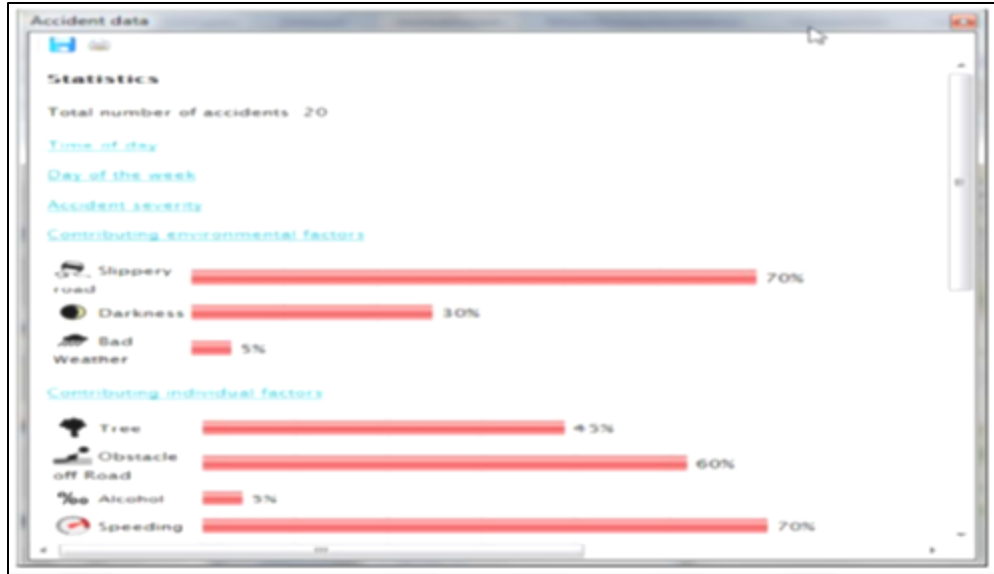


Şekil 3.7. Herhangi bir yol kesiminde ve kavşakta kaza analizi

PTV Visum Safety programı ile gerçekleştirilen analizleri raporlamak, bu raporları ilgili kişilerle paylaşmak mümkündür. Tablolar, grafikler ve istatistik analiz sonuçları ile raporların ayrıntılı sunumunu yapmak mümkündür (Şekil 3.8. ve Şekil 3.9.).



Şekil 3.8. Kaza analizlerinin raporlanması



Şekil 3.9. İstatistik raporlama

BÖLÜM 4. SAKARYA İLİNDE TRAFİK KAZA ANALİZLERİ

4.1. Sakarya İlinin Genel Özellikleri

Sakarya'nın nüfusu 2017 yılı sonu itibarıyla 990.214'dür. İl nüfusunun yaklaşık olarak % 50'si erkek, % 50'si kadındır. Yıllık nüfus artış hızı binde 21,7, ilin yüzölçümü 4.817 km² olup, km²'ye il genelinde 197 kişi düşmektedir. İlimiz nüfus olarak diğer iller arasında yirmi birinci, yüzölçümü olarak altmışaltıncı sırada yer almaktadır.

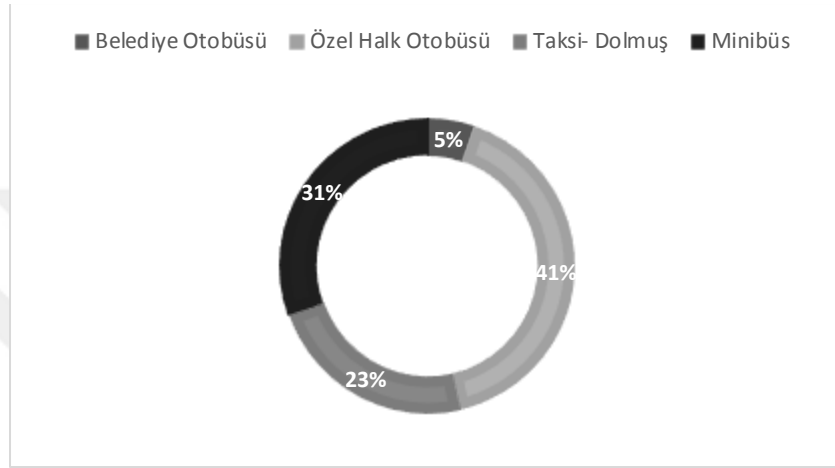
Sakarya sosyo-ekonomik gelişmişlik sıralamasına göre 18. Sırada yer almaktadır. İlimiz Kişisel Mutluluk ve Memnuniyet Düzeyi Endeksine göre 1. sıradadır. Ekonomi ve Yaşam Endeksine göre ise 9. sıradadır.

Sakarya'da son yıllarda özellikle eğitim, sağlık, ulaşım ve sanayi alt yapısında önemli gelişmeler sağlanmaktadır. İlin bu özellikleri ve coğrafi konumu bakımından çekiciliğini arttırmıştır. Bu durum insanların ilimizde yaşama isteğini arttırmakta, diğer yandan artan nüfusun hizmet taleplerinin karşılanması hususunda çeşitli sorunlarla karşı karşıya kalınmaktadır. Gelecek on yıllık dönemde sosyo-ekonomik kriterlere göre Sakarya'nın ülkemiz illeri arasında ilk on sıra içinde yer alacağı öngörülmektedir. Çalışmalar bu stratejik hedef doğrultusunda yürütülmektedir. [69].

4.2. Ulaşım ve Trafik Verileri

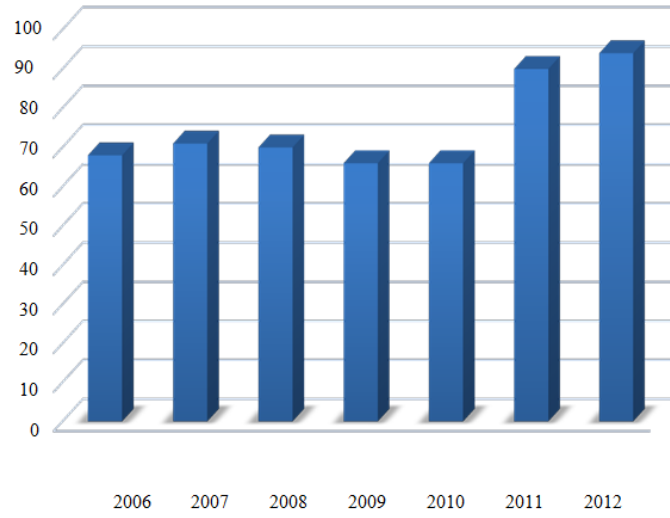
Sakarya ilinde toplu taşıma faaliyeti belediye otobüsleri, belediyeye bağlı özel halk otobüsleri, taksi-dolmuşlar ve minibüsler tarafından gerçekleştirilmektedir. 71 adet belediye otobüsü, 562 adet özel halk otobüsü (ilçe, köy ve beldelere hizmet verenler dahil) olmak üzere toplam 633 adet otobüs, 416 adet ticari plakalı minibüs ve 315

adet taksi-dolmuş olmak üzere ilde toplam 1.364 adet toplu taşıma aracı bulunmaktadır (Büyükşehir sınırları dışında kalan toplu taşıma araçları hariç). Her bir toplu taşıma aracının, taşınan günlük toplam yolcu sayısındaki payları farklıdır (Şekil 4.1.). Buna göre minibüsler yaklaşık 80.000, özel halk otobüsleri yaklaşık 75.000, taksi-dolmuşlar yaklaşık 67.000 ve belediye otobüsleri yaklaşık 23.000 yolcu taşımaktadır [70].



Şekil 4.1. Toplu taşıma araçlarının taşınan yolcu sayısındaki payı

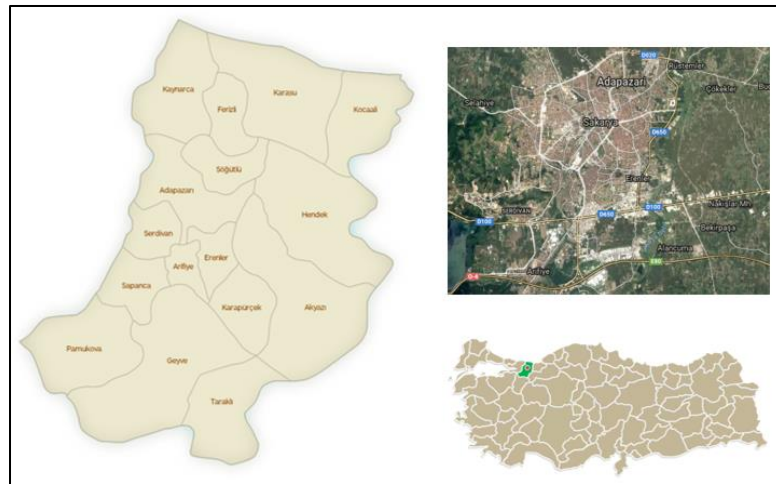
Bu araştırmaya dâhil olan Adapazarı, Serdivan, Erenler ve Arifiye ilçelerinde 2010-2015 yılları arasında şehir içinde toplam 4.577 kaza yaşanmıştır. Bu kazaların 42'si ölümle sonuçlanmıştır. Kazaların 525 tanesi yani % 11'i toplu taşıma araçlarına aittir (taksi-dolmuş, minibüs, özel halk otobüsü ve belediye otobüsü). Toplu taşıma araçlarının karıştığı kazaların 6 tanesi ölümle sonuçlanmıştır. Nüfusun ve buna bağlı olarak toplu taşıma hizmetlerinin artmasına bağlı olarak, son yıllarda toplu taşıma araçlarının karıştığı kaza sayılarının arttığı görülmektedir (Şekil 4.2.).



Şekil 4.2. Toplu taşıma araçlarının yıllara göre şehir içi kaza dağılımı

4.3. Visum Safety Programı Kullanarak Sakarya'da Kaza Analizlerinin Yapılması

Bu çalışmada, Sakarya Emniyet Müdürlüğü Trafik Denetleme Şube Müdürlüğü'nden elde edilen trafik kaza verileri ve Sakarya ili dijital vektör haritası PTV Visum Safety programına transfer edilmiştir.



Şekil 4.3. Sakarya ilinin Türkiye'deki konumu, ilçeleri ve yol ağı

Bu çalışmada 2010-2015 yılları arasında meydana gelmiş olan toplam 2.910 adet trafik kazasının değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu veriler, meydana gelen yaralanmalı

ve ölümlü kazaların; trafik kaza tutanaklarında yer alan bilgilerin bilgi kayıt sistemine girilmesi sonucu oluşmaktadır.

Trafik Denetleme Şube Müdürlüğü'nden elde edilen veriler, trafik kaza tutanağında bulunan bilgiler ile birlikte kazanın meydana geldiği kesimin coğrafi koordinatlarını da içermektedir. Trafik kazaları, PTV Visum Safety programının standart kaza verisi ve kaza sebepleri dikkate alınarak kategorize edilmiştir.

Sakarya Trafik Şube Müdürlüğü tarafından alınan kaza verilerine göre Sakarya ili şehir merkezinde meydana gelen trafik kazalarının yıllara göre dağılımı Tablo 4.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Sakarya ili şehir merkezi kaza durumu

Yıllar	Ölümlü kaza sayısı	Maddi hasarlı kaza sayısı	Ölü sayısı	Yaralı sayısı
2010-2014	2.060	1.496	19	3.432
2015	3.056	2.288	108	5.232
2016	3.244	2.437	49	5.298
2017	881	884	40	5.082
Toplam	9.241	7.105	216	16.326

Sakarya ili şehir merkezinde meydana gelen trafik kazalarının oluşumuna göre türleri Tablo 4.2.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Oluşumuna göre kaza türleri

Kod No	Kod Adı
1	Karşılıklı Çarpma
2	Arkadan Çarpma
3	Yandan Çarpma veya Yandan Çarpışma
4	Duran Araca Çarpma
5	Sabit Cisme Çarpma
6	Yayaya Çarpma
7	Hayvana Çarpma
8	Devrilme
9	Yoldan Çıkma
10	Araçtan Düşen İnsan
11	Araçtan Düşen Cisim

4.3.1. Kaza analizinde kullanılan yöntem

Çalışmanın yöntemi, ulaşım planlama yazılımı olan PTV Visum programı ve bu programın kaza analiz modülü olan Visum Safety kullanılarak, Sakarya ilinde meydana gelen trafik kazaları CBS ortamına aktarılmıştır. PTV Visum programında, Sakarya il merkezinde 2010-2015 yılları arasında meydana gelen yaralanmalı ve ölümlü trafik kazalarının analizi çevresel etmenler ile ilişkilendirilerek yapılmıştır.

Trafik kazalarının meydana gelen faktörlerinin daha iyi anlaşılabilmesi için, çalışma alanında meydana gelen trafik kazalarının; yaralanmalı veya ölümlü, oluş saati, oluş şekli, oluş tarihi; tatil, hafta içi, hafta sonu, bayram vb. ve hava durumu; sıcaklık, vb. faktörler kullanılmıştır.

Bu çalışmada kullanılan olan Visum Safety kaza analizi programı ile kazalar ile trafik verilerini ilişkilendirerek analizler yapmak mümkündür. Bu çalışmada Sakarya ili ulaşım ağı Visum Safety programına aktarılmış ancak yol ağına ait trafik verileri temin edilemediği için programa aktarılamış ve ileri düzey analizler yapılamamıştır.

4.3.2. Kaza verilerinin PTV Visum Safety programına aktarılması

Veriler, coğrafi koordinatlardan yararlanılarak, Visum Safety yazılımına CSV formatına dönüştürülerek girilmiştir. Şekil 4.4. ve Şekil 4.5.'te görüldüğü üzere, tutanaklarda yer alan bilgilere göre kazalar; yerine, yıllara, yaralanmalı (hafta içi-hafta sonu), ölümlü, gece (19.00-06.00), gündüz (06.00-19.00), mevsimlere (kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar), hissedilen sıcaklığa, (soğuk $>15^{\circ}\text{C}$, sıcak $>25^{\circ}\text{C}$, ılık $15-25^{\circ}\text{C}$), yağmur, tatil durumu (sömestr, yaz tatili, resmi tatiller) ve kaza oluşumuna göre veri tabanından sorgulanarak gruplandırılmıştır.

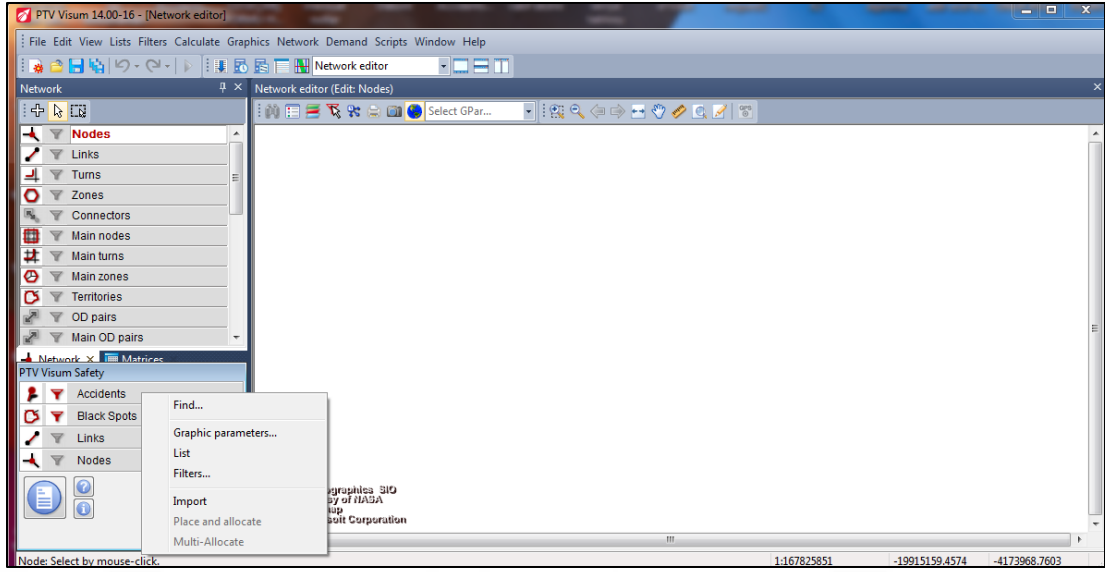
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
DERFETER SIRA NO	KAZANIN TÜRÜ	TARİH	GÜN	SAAT/DAKİKA	İLÇE	MAHALLE/KÖY	NMÜŞ YOL / BÖLÜNMEM	CADDE	KAVŞAK	
2009-024	YARALANMALI	12.04.2006	Cuma	15:00	ADAPAZARI	CUMHURİYET MAHALLESİ	BÖLÜNMEMİŞ YOL	0	DR. KAMİL SOKAK KAVŞAĞI	
2008-158	YARALANMALI	16.04.2006	Çarşamba	23:45	ADAPAZARI	TEPEKUM MAHALLESİ	BÖLÜNMEMİŞ YOL	SAKARYA CADDESİ	PATATES HALI KAVŞAĞI	
2009-455	YARALANMALI	25.10.2006	Salı	16:20	ADAPAZARI	SEMERÇİLER	BÖLÜNMEMİŞ YOL	ATATÜRK BULVARI	0	
2008-034	YARALANMALI	28.01.2006	Cumartesi	15:40	ADAPAZARI	0	BÖLÜNMEMİŞ YOL	ADNAN MENDERES CADDESİ	TERMINAL KAVŞAĞI	
2008-036	YARALANMALI	28.01.2006	Cumartesi	23:00	ADAPAZARI	DİLMEN MAHALLESİ	BÖLÜNMEMİŞ YOL	SAKARBAB CADDESİ	MİMAR SİNAN CADDESİ KAVŞAĞI	
2008-066	YARALANMALI	23.02.2006	Perşembe	13:00	ADAPAZARI	PAPUÇÇULAR	BÖLÜNMEMİŞ YOL	MİLLİ EGEMENLİK CADDESİ	0	
2008-099	YARALANMALI	15.03.2006	Çarşamba	14:30	ADAPAZARI	GÜLLÜK	BÖLÜNMEMİŞ YOL	ADNAN MENDERES CADDESİ	0	
2008-216	YARALANMALI	17.05.2006	Çarşamba	20:15	ADAPAZARI	0	BÖLÜNMEMİŞ YOL	BOSNA CADDESİ	YAVUZ SOKAK KAVŞAĞI	
2009-238	YARALANMALI	18.06.2006	Pazar	14:50	ADAPAZARI	ŞİRİNEVLER	BÖLÜNMEMİŞ YOL	İBRAHİM KANGAL CADDESİ	ŞİRİN SOKAK KAVŞAĞI	
2008-001	YARALANMALI	02.01.2008	Çarşamba	04:40	ADAPAZARI	GÜNEŞLER	BÖLÜNMEMİŞ YOL	ÇEVREYOLU	SÜLEYMANBEY KAVŞAĞI	
2008-002	YARALANMALI	02.01.2008	Çarşamba	12:20	ADAPAZARI	ERENLER	BÖLÜNMEMİŞ YOL	SAKARYA CADDESİ	ET-BALIK KAVŞAĞI	
2008-003	YARALANMALI	02.01.2008	Çarşamba	17:20	ADAPAZARI	0	BÖLÜNMEMİŞ YOL	ÇEVREYOLU	KUZEYR TERMINAL GİRİŞİ	
2008-004	YARALANMALI	03.01.2008	Perşembe	15:00	ADAPAZARI	0	BÖLÜNMEMİŞ YOL	ADNAN MENDERES CADDESİ	DEVLET HASTANESİ KAVŞAĞI	
2008-005	YARALANMALI	03.01.2008	Perşembe	15:45	SERDİVAN	ALTINOVA	BÖLÜNMEMİŞ YOL	CUMHURİYET CADDESİ	ASEM GİRİŞİ	
2008-006	YARALANMALI	04.01.2008	Cuma	12:00	ADAPAZARI	CUMHURİYET MAHALLESİ	BÖLÜNMEMİŞ YOL	KUDÜS CADDESİ	ATATÜRK BULVARI	
2008-007	YARALANMALI	04.01.2008	Cuma	18:00	ADAPAZARI	OZANLAR MAHALLESİ	#YOK	0	0	
2008-011	YARALANMALI	04.01.2008	Cuma	18:20	ADAPAZARI	YENİCAMİ	BÖLÜNMEMİŞ YOL	PALMIYE CADDESİ	YENİCAMİ	
2008-008	YARALANMALI	05.01.2008	Cumartesi	19:15	ADAPAZARI	0	BÖLÜNMEMİŞ YOL	ÇARK CADDESİ	FARUK BEMLİ SOKAK KAVŞAĞI	
2008-009	YARALANMALI	06.01.2008	Pazar	02:50	ADAPAZARI	GÜLLÜK MAHALLESİ	BÖLÜNMEMİŞ YOL	0	0	
2008-010	YARALANMALI	06.01.2008	Pazar	15:30	ADAPAZARI	MALTEPE	BÖLÜNMEMİŞ YOL	D-100 YANVOL DÖRTYOL	KARABAYIR SOKAK KAVŞAĞI	
2008-012	YARALANMALI	07.01.2008	Pazartesi	18:00	ADAPAZARI	0	BÖLÜNMEMİŞ YOL	BANKALAR CADDESİ	0	
2008-013	YARALANMALI	07.01.2008	Pazartesi	18:30	ADAPAZARI	YEŞİLTEPE	BÖLÜNMEMİŞ YOL	ORHANGAZİ CADDESİ	F. ÇAKMAK BULVARI GİRİŞİ	
2008-014	YARALANMALI	08.01.2008	Salı	11:20	ADAPAZARI	0	BÖLÜNMEMİŞ YOL	ADNAN MENDERES CADDESİ	ADA AVİM KAVŞAĞI	
2008-015	YARALANMALI	09.01.2008	Çarşamba	09:10	ADAPAZARI	YENİDOĞAN MAHALLESİ	BÖLÜNMEMİŞ YOL	MİLLİ EGEMENLİK CADDESİ	0	

Şekil 4.4. Sakarya emniyeti müdürlüğünden alınan kaza tutanaklarının saat, tarih ve nerede yapıldığını gösteren görüntü.

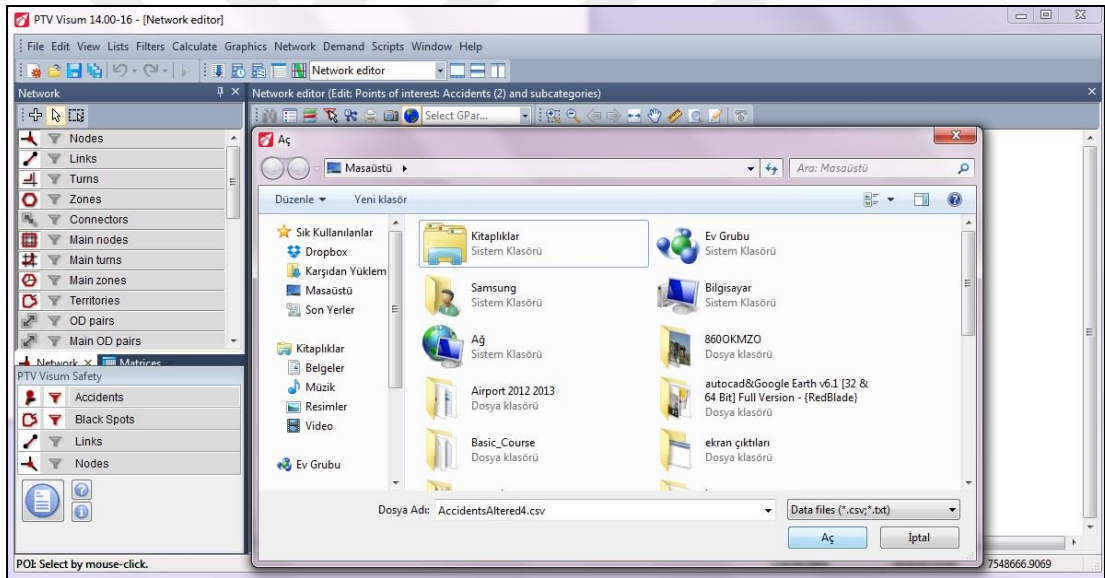
SOKAK	ARAÇ SAYISINA GÖRE KAZA TÜRÜ	OLUŞUMUNA GÖRE KAZA TÜRÜ	OLUŞUMUNA GÖRE KAZA TÜRÜ	KORDİNATLARI	KORDİNATLARI	HAVA DURUMU	GÜN DURUMU
KAYIN SOKAK	İki Araçlı (Komşu Yönlü)	İçer Çarpma veya Yandan Çarp	#YOK	40,77931	30,39801	BULUTLU	GÜNDÜZ
TÜRKELEKOM ÖNÜ	İki Araçlı (Komşu Yönlü)	İçer Çarpma veya Yandan Çarp	#YOK	40,76733	30,41192	AÇIK	GECE
DİNÇ MARKET ÖNÜ	Tek Araçlı	Yoldan Çıkma	Devrilme	40,77793	30,40094	AÇIK	GÜNDÜZ
ADİ BAĞÇE KARŞISI	İki Araçlı (Komşu Yönlü)	İçer Çarpma veya Yandan Çarp	#YOK	40,76154	30,39172	YAĞMURLU	GÜNDÜZ
0	İki Araçlı (Aynı Yönlü)	İçer Çarpma veya Yandan Çarp	#YOK	40,75818	30,40969	KARLI	GECE
0	Tek Araçlı	Yaya Çarpma	#YOK	40,77487	30,40088	AÇIK	GÜNDÜZ
0	İki Araçlı (Aynı Yönlü)	İçer Çarpma veya Yandan Çarp	#YOK	40,76356	30,39410	AÇIK	GÜNDÜZ
0	İki Araçlı (Aynı Yönlü)	İçer Çarpma veya Yandan Çarp	#YOK	40,77581	30,39311	AÇIK	GÜNDÜZ
0	İki Araçlı (Zıt Yönlü)	İçer Çarpma veya Yandan Çarp	#YOK	40,75678	30,38466	AÇIK	GÜNDÜZ
0	Tek Araçlı	Karşılıklı Çarpma	#YOK	40,79756	30,43012	AÇIK	GECE
ULUYOL KAVŞAĞI	İki Araçlı (Komşu Yönlü)	Yoldan Çıkma	#YOK	40,74570	30,41372	BULUTLU	GÜNDÜZ
988. SOKAK GİRİŞİ	İki Araçlı (Komşu Yönlü)	İçer Çarpma veya Yandan Çarp	#YOK	40,80034	30,40470	YAĞMURLU	GECE
SAĞLIK SOKAK	İki Araçlı (Zıt Yönlü)	İçer Çarpma veya Yandan Çarp	#YOK	40,75918	30,38882	YAĞMURLU	GÜNDÜZ
MUHSİN YAZICIOĞLU BULVARI	Tek Araçlı	Yoldan Çıkma	#YOK	40,76766	30,37546	KARLI	GÜNDÜZ
DONANMA SOKAK	Tek Araçlı	Yaya Çarpma	#YOK	40,77543	30,40179	YAĞMURLU	GÜNDÜZ
0	İki Araçlı (Zıt Yönlü)	İçer Çarpma veya Yandan Çarp	#YOK	40,79652	30,38021	AÇIK	GECE
0	Tek Araçlı	Yaya Çarpma	#YOK	40,77259	30,40395	KARLI	GECE
TEMİZEL SOKAK GÜLLÜK KIZ ÖĞRENCİ YURDU	İki Araçlı (Komşu Yönlü)	İçer Çarpma veya Yandan Çarp	#YOK	40,77266	30,37949	BULUTLU	GECE
TELEKOM YANI	Tek Araçlı	Yaya Çarpma	#YOK	40,76041	30,39160	AÇIK	GÜNDÜZ
SERVET FOTO ÖNÜ	İki Araçlı (Zıt Yönlü)	Karşılıklı Çarpma	#YOK	40,73636	30,38264	AÇIK	GÜNDÜZ
MİCHELEN ÖNÜ	Tek Araçlı	Yaya Çarpma	#YOK	40,70804	30,40036	YAĞMURLU	GECE
0	Tek Araçlı	Sabit Cisme Çarpma	#YOK	40,73997	30,38643	BULUTLU	LAÇA KARAN
BAŞOĞLU SÜRÜCÜ KURSU	Tek Araçlı	Sabit Cisme Çarpma	#YOK	40,76721	30,39780	AÇIK	LAÇA KARAN
BİB YAZIHANESİ ÖNÜ	Tek Araçlı	Yaya Çarpma	#YOK	40,77317	30,39547	BULUTLU	GECE
0	Tek Araçlı	Yaya Çarpma	#YOK	40,74206	30,38643	AÇIK	GÜNDÜZ
KÖY HİZMETLERİ ÖNÜ	İki Araçlı (Komşu Yönlü)	İçer Çarpma veya Yandan Çarp	#YOK	40,76672	30,39832	AÇIK	GÜNDÜZ
PİMAPEN YANI	İki Araçlı (Aynı Yönlü)	Duran Araca Çarpma	#YOK	40,75903	30,38905	AÇIK	GÜNDÜZ
ASEM ÖNÜ	Tek Araçlı	Yoldan Çıkma	Devrilme	40,75126	30,38438	AÇIK	GECE
KALE SOKAK ŞEKER İKİÖĞRETİM ÖNÜ	İki Araçlı (Zıt Yönlü)	Yaya Çarpma	Karşılıklı Çarpma	40,77276	30,37458	AÇIK	GÜNDÜZ
	Tek Araçlı	Yaya Çarpma	#YOK	40,78083	30,38598	AÇIK	GÜNDÜZ

Şekil 4.5. Kaza tutanaklarının oluşumuna göre kaza türlerini, koordinatlarını, hava ve gün durumunu gösteren görüntü.

Şekil 4.6. ve Şekil 4.7.'de tutanakların yazılıma aktarılma aşamaları gösterilmiştir. Yazılımın tutanakları tanyabilmesi için tutanaktaki veriler yazılıma uygun hale getirilerek, CSV formatına dönüştürülür ve yazılıma girişi yapılır.



Şekil 4.6. Visum Safety programına tutanakların aktarılması.

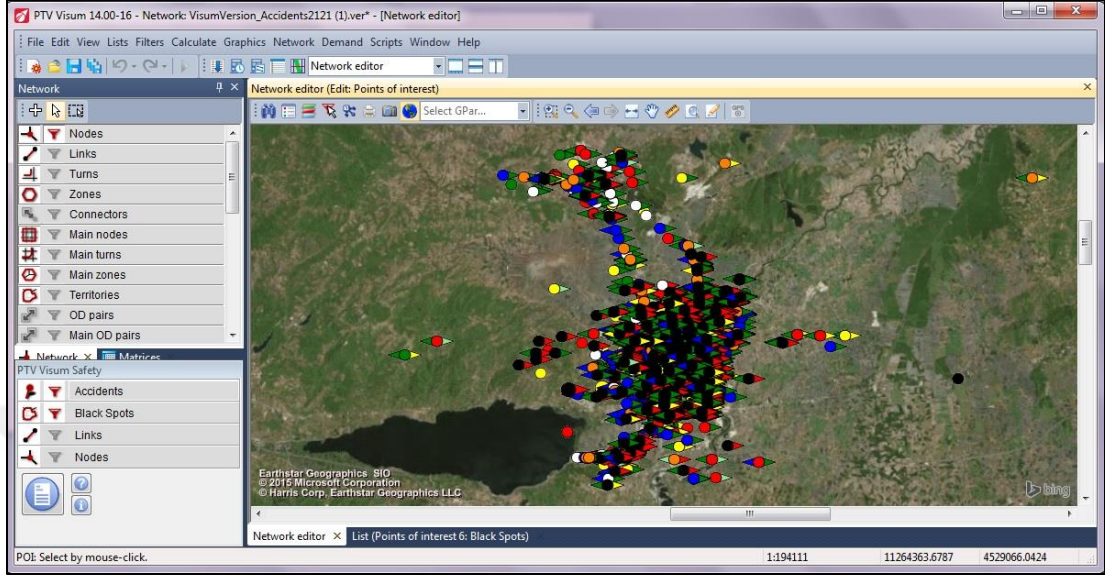


Şekil 4.7. Kaza verileri csv formatına dönüştürülür

Şekil 4.8.'de yazılıma aktarılan kaza verilerinin Sakarya haritasındaki dağılımı görülmektedir. Kazanın meydana geldiği doğru koordinatlar girildiği sürece kazanın haritada konumlanması daha sağlıklı olmaktadır.

Yazılıma aktarılan verilerin neler olduğunu kolayca listeleyebilir ve kaza hakkındaki bilgilere ulaşabiliriz. Şekil 4.9.'de görüldüğü üzere kaza verilerinin içinde kazanın

saati, tarihi, kaza hasar ücreti ve kazanın hangi araçlarla yapıldığının bilgisi yer almaktadır.



Şekil 4.8. Sakarya haritasında kaza verilerinin görünüşü.

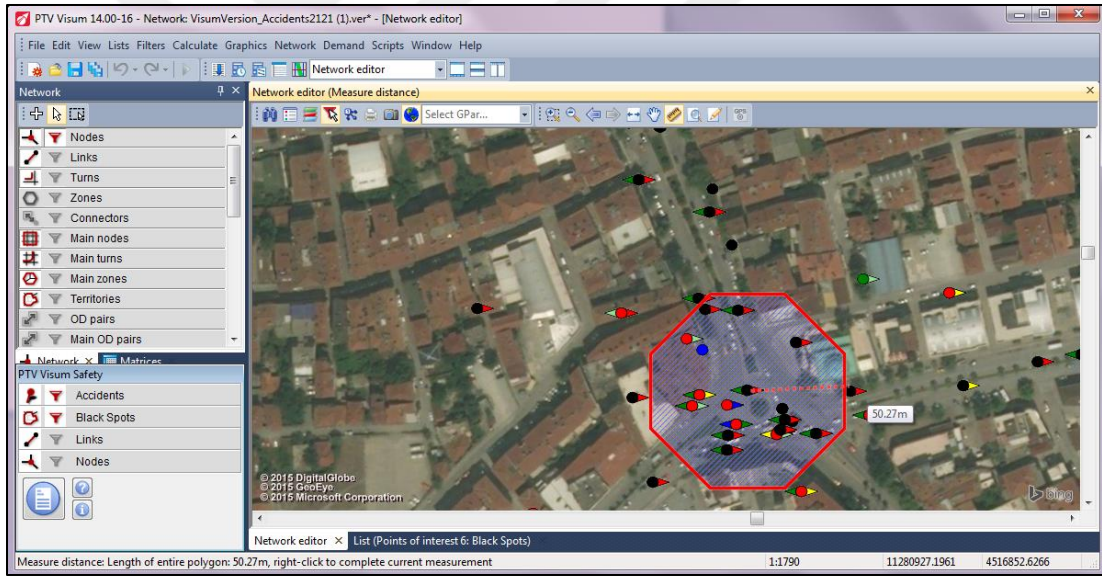
Count	Name	Accident severity	Accident type	Date	Time	Year	Month	Day of week	Accident cost	Urban	Intersection	Pedestrian	Bicycle	Motorcycle	Tire
1	2011-024	2	3	20110412	1500	4	5	3500.00							
2	2011-158	2	3	20110416	2345	4	3	0.00							
3	2011-455	2	4	20111025	1620	10	2	100.00							
4	2011-034	2	3	20110128	1540	1	6	2750.00							
5	2011-036	2	3	20110128	2300	1	6	4000.00							
6	2011-066	2	7	20110223	1300	2	4	100.00							
7	2011-099	2	3	20110315	1430	3	3	310.00							
8	2011-216	2	3	20110517	2015	5	3	300.00							
9	2011-238	2	1	20110618	1450	6	7	6000.00							
10	2011-001	2	4	20110102	440	1	3	4000.00							
11	2011-002	2	3	20110102	1220	1	3	5500.00							
12	2011-003	2	3	20110102	1720	1	3	250.00							
13	2011-004	2	3	20110103	1500	1	4	4500.00							
14	2011-005	2	4	20110103	1545	1	4	15000.00							
15	2011-006	2	7	20110104	1200	1	5	0.00							
16	2011-007	2	3	20110104	1800	1	5	1750.00							
17	2011-011	2	7	20110104	1820	1	5	100.00							
18	2011-008	2	3	20110105	1915	1	6	250.00							
19	2011-009	1	7	20110106	250	1	7	0.00							
20	2011-010	2	1	20110106	1530	1	7	3500.00							
21	2011-012	2	7	20110107	1800	1	1	150.00							
22	2011-013	2	5	20110107	1830	1	1	500.00							
23	2011-014	2	5	20110108	1120	1	2	2000.00							

Şekil 4.9. Kaza verilerinin listelenmesi.

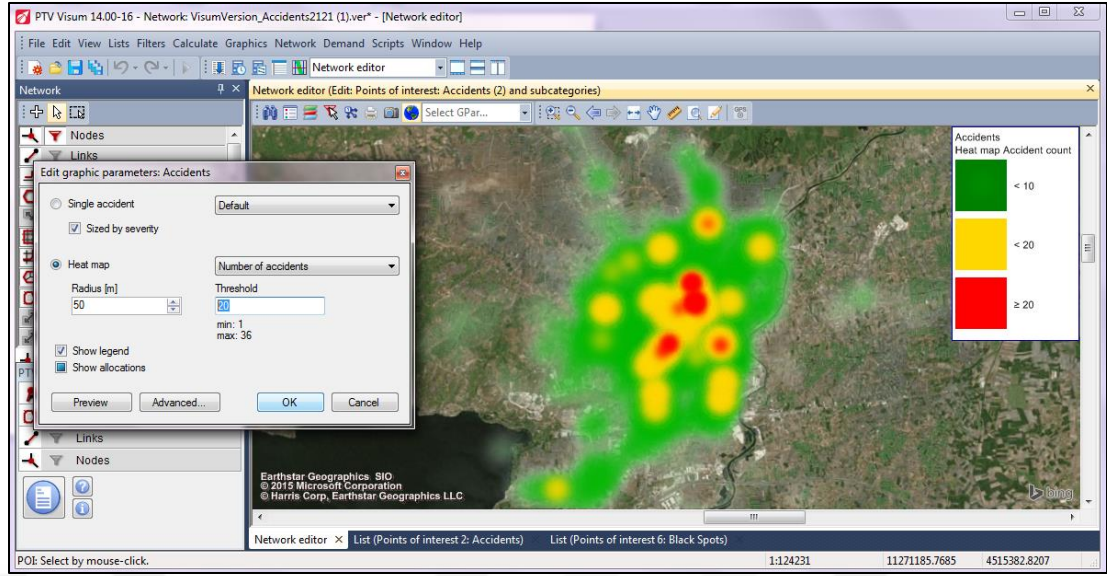
Yazılımın özellikleri arasında, kara noktaların tespitinde ve kazalarda yoğunluk yaşanan bölgelerin harita üzerinde “heatmap” yani “ısı haritası” ile gösterilmesi yer almaktadır. Yazılımda, grafik parametreleri sekmesinden kaza sayılarını ve kaç metre çaptaki kazaların yer alacağı belirlenebilmektedir. Bu çalışmada, 50 metre çap içinde

yaşanan 15 kaza ve üzeri bölgeler, kazaların yaşandığı yoğun bölge olarak tayin edilmiştir.

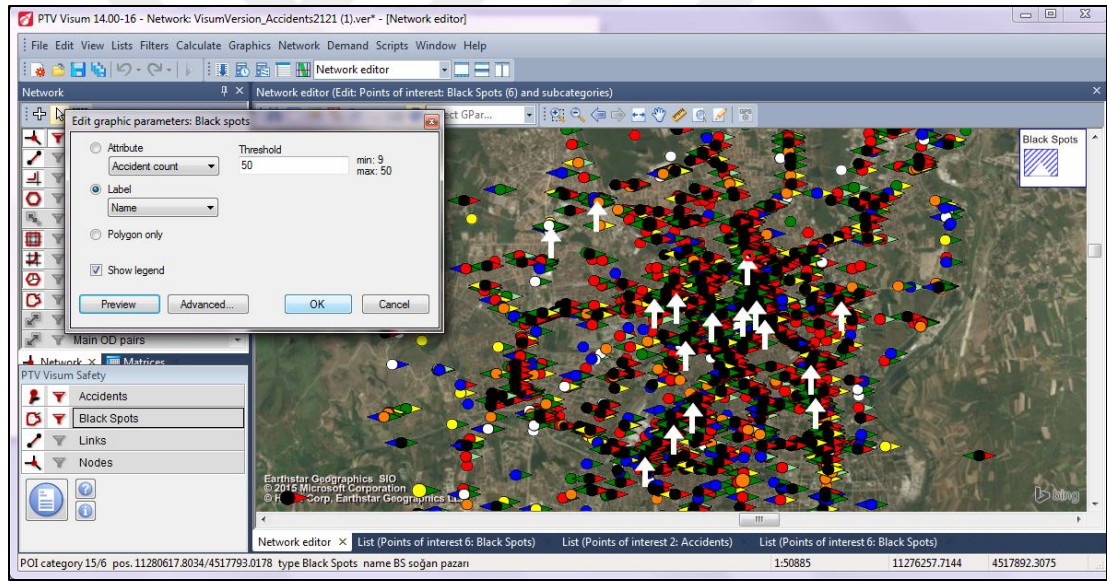
Şekil 4.10.'da gösterildiği gibi genel olarak kavşakların 50 m yarıçapında olduğu gözlenmiştir. Şekil 4.11.'de kaza yoğunlukları haritada renklerle gösterilmektedir. Kırmızı olan bölgeler kaza yoğunluğunun en yoğun olduğu bölgeler, yeşil olan bölgeler ise kaza yoğunluğunun azaldığı bölgelerdir. Yazılımın diğer özelliklerinden biri ise kara noktaların tespitinde kolaylık sağlamasıdır. Yazılım, kazanın yoğun olduğu bölgelerde belirli yarıçaptaki kaza sayılarını analiz ederek kara noktalarını belirlemektedir. Şekil 4.12.'de kara noktaların harita üzerinde gösterimi yer almaktadır. Kaza sayısı 50 ve üzerinde gerçekleşen kaza bölgelerini haritada oklar ile gösterilmektedir.



Şekil 4.10. Kavşakta yarıçap ölçümü

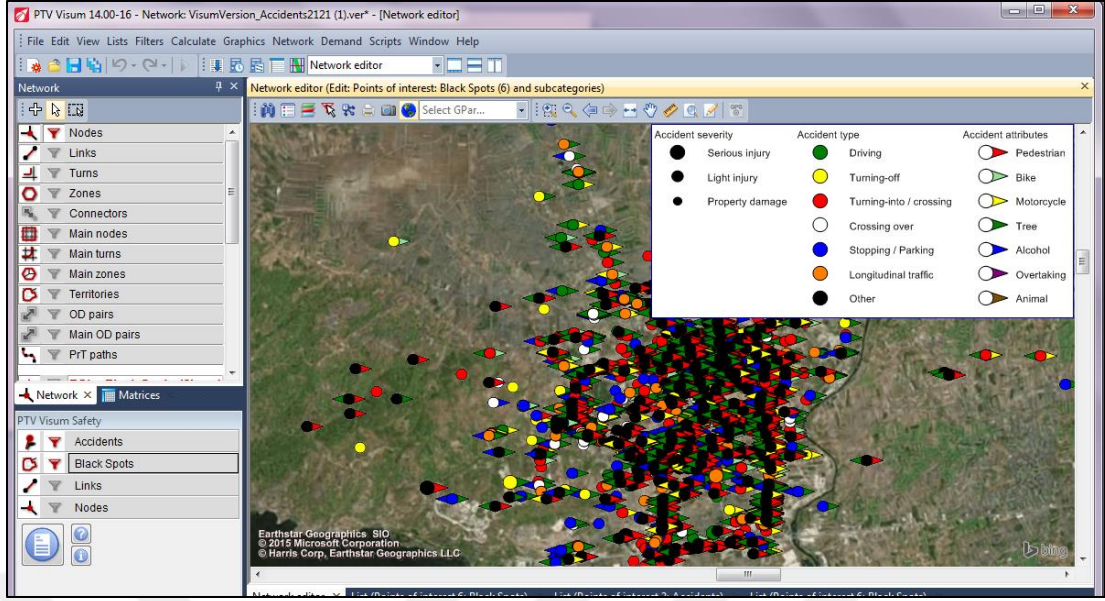


Şekil 4.11. Yazılımda gösterilen kaza yoğunluk haritası



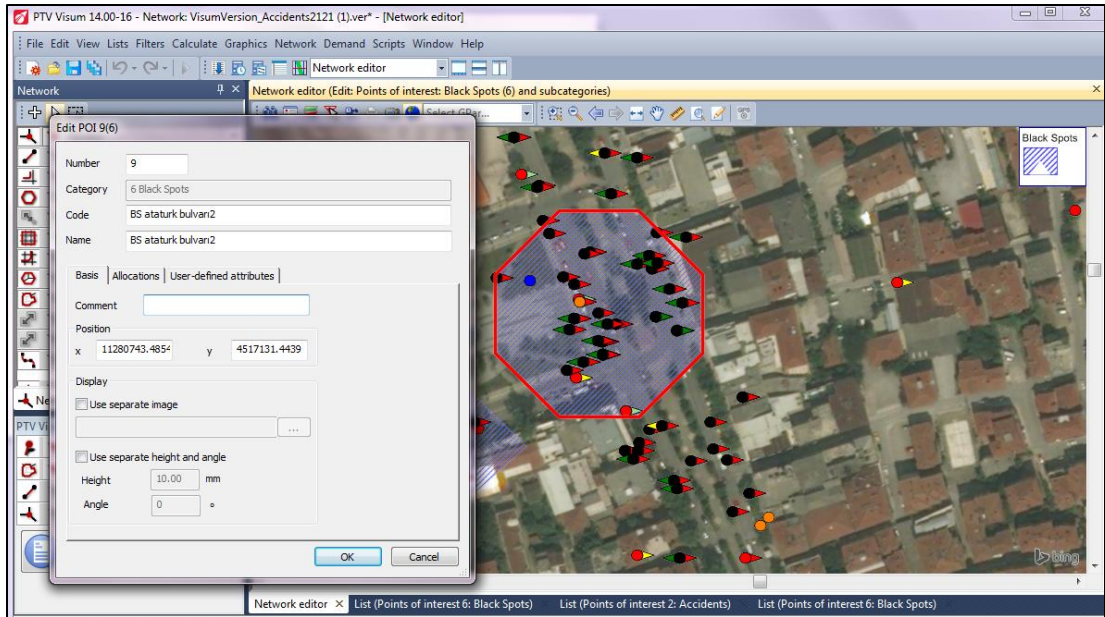
Şekil 4.12. Kara noktaların gösterimi.

Kaza verilerini incelerken diğer önemli husus ise kazaların hızlı ve kolay bir biçimde sınıflandırılmasıdır. Visum Safety yazılımı, kazaları türlerine, hangi araçlar ile gerçekleştiğine göre yazılım içinde var olan sınıflandırma ile gruplandırmıştır. Şekil 4.13.'te görüldüğü üzere yazılım kazaları çeşitlerine göre renkler ile sınıflandırmıştır. Siyah noktaların büyüklüğü ciddi yaralanmalı, küçük boyuttaki siyah noktalar ise hafif yaralanmalı kazaları göstermektedir.



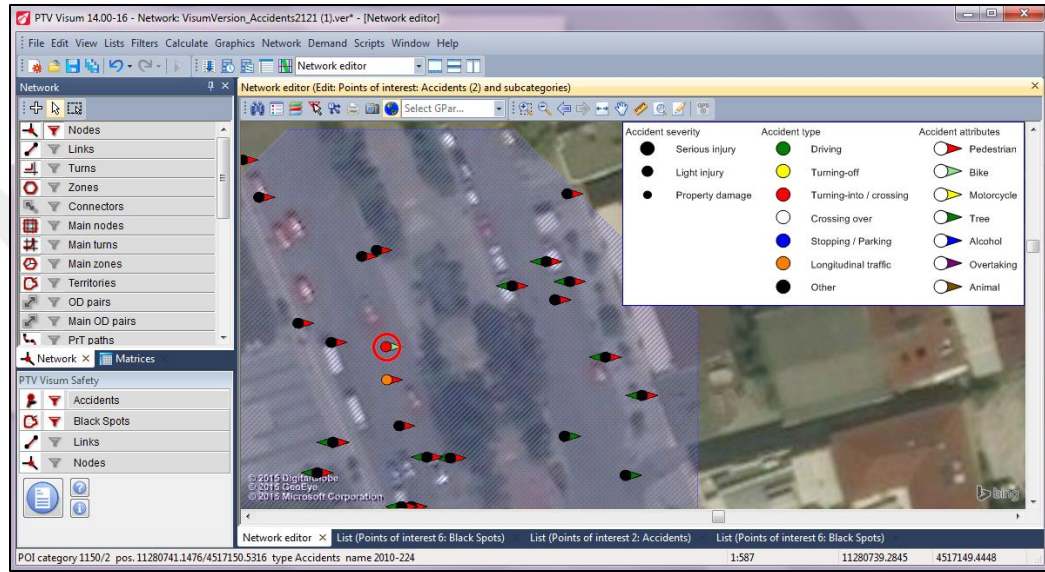
Şekil 4.13. Kazaların sınıflandırılması

Yazılımda Sakarya ili için kara nokta olarak belirtilen bölgelerden biri olan Atatürk Bulvarı incelenecektir. Şekil 4.14.'te Sakarya'nın işlek yerlerinden biri olan kazaların en çok yaşandığı Atatürk Bulvarı görülmektedir. Şekil 4.14.'te görülen çizgili alanı yazılımın kendisi tanımlamaktadır. Alanın içerisinde bulunan kazalar kaza türlerine göre renklendirilmiştir. Alan içerisinde bulunan kazalar detaylı olarak incelenebilmektedir.

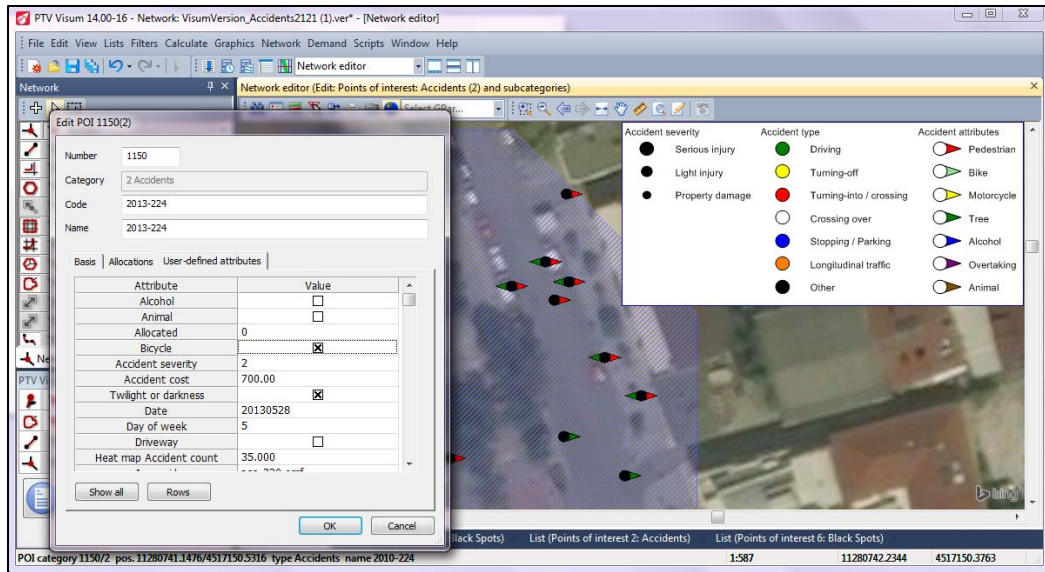


Şekil 4.14. Atatürk Bulvarı

Örnek olarak Şekil 4.15.'te gerçekleşen kaza incelendiğinde kazanın türü ekranın sağ üst tarafında bulunan şekillerden kolayca tanımlanabilmektedir. Buna göre kazanın içerisindeki kırmızı nokta ve yanındaki yeşil okun, karşıdan karşıya geçen bir bisikletli kazası olduğu anlaşılmaktadır. Şekil 4.16.'da kaza daha detaylı incelendiğinde kazanın karanlık bir havada olduğu, hafta içi meydana geldiği, alkollü sürücünün olmadığı ve kazanın maliyetinin 700 TL olduğu görülmektedir.

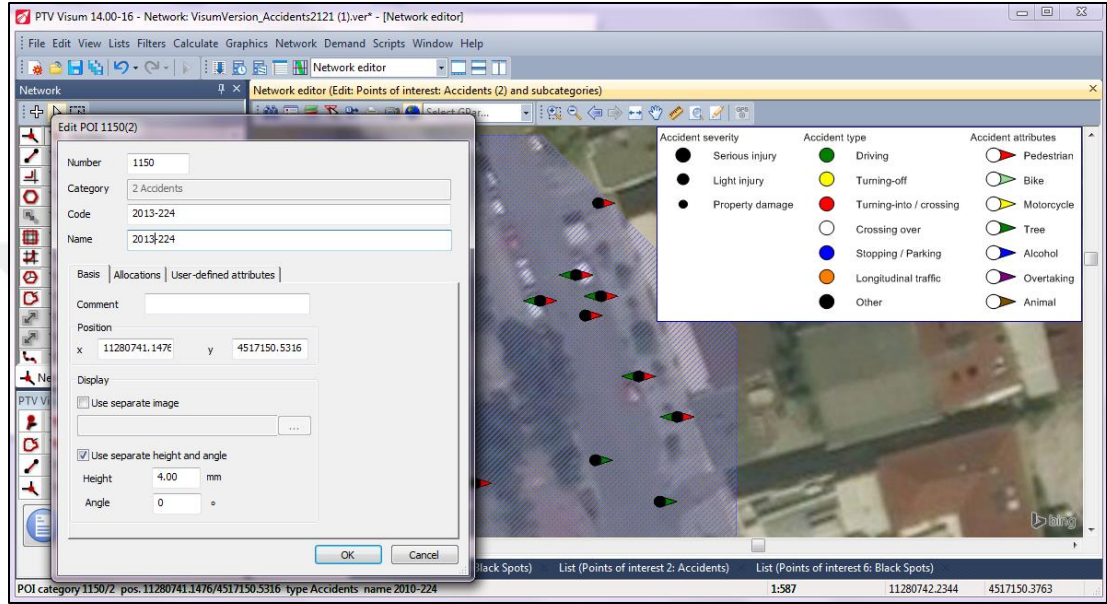


Şekil 4.15. Atatürk Bulvarında gerçekleşen bir kaza

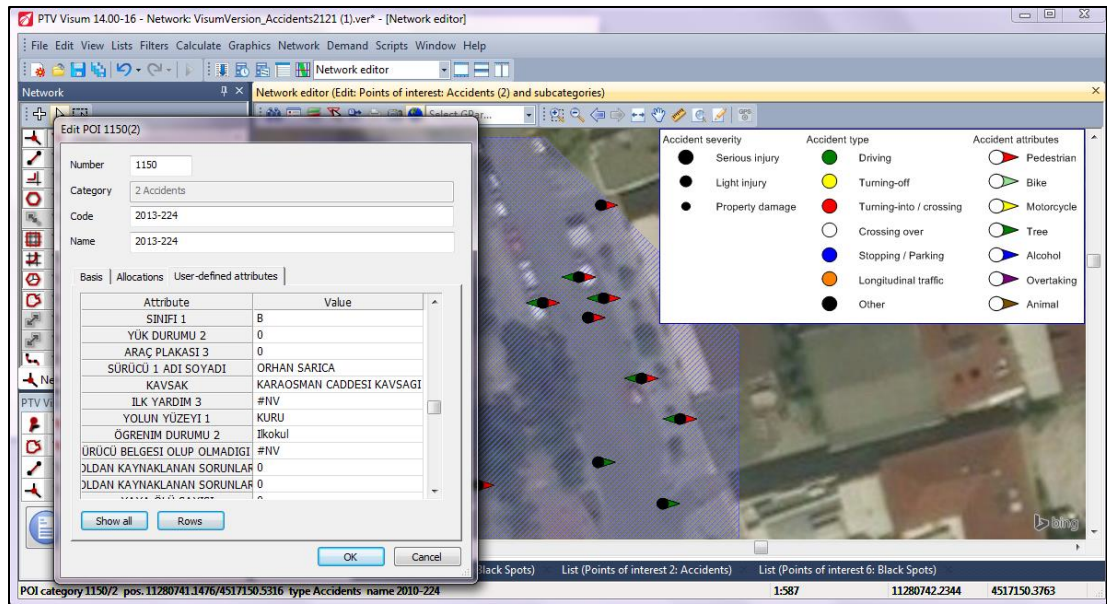


Şekil 4.16. Kazanın türünü, maliyeti ve alkol durumu

Şekil 4.17.'de ise kazanın koordinatları, tarihi ve numarası gösterilmiştir. Şekil 4.18.'de kazaya karışan kişilerin ismini, cinsiyetini, ehliyet bilgilerini, zeminin ıslak ya da kuru olduğunu ve öğrenim durumu belirtilmiştir. Bu kazaya göre sürücünün ilkokul mezunu olduğu, B sınıfı ehliyeti olduğu, cinsiyetinin erkek olduğu görülmektedir.

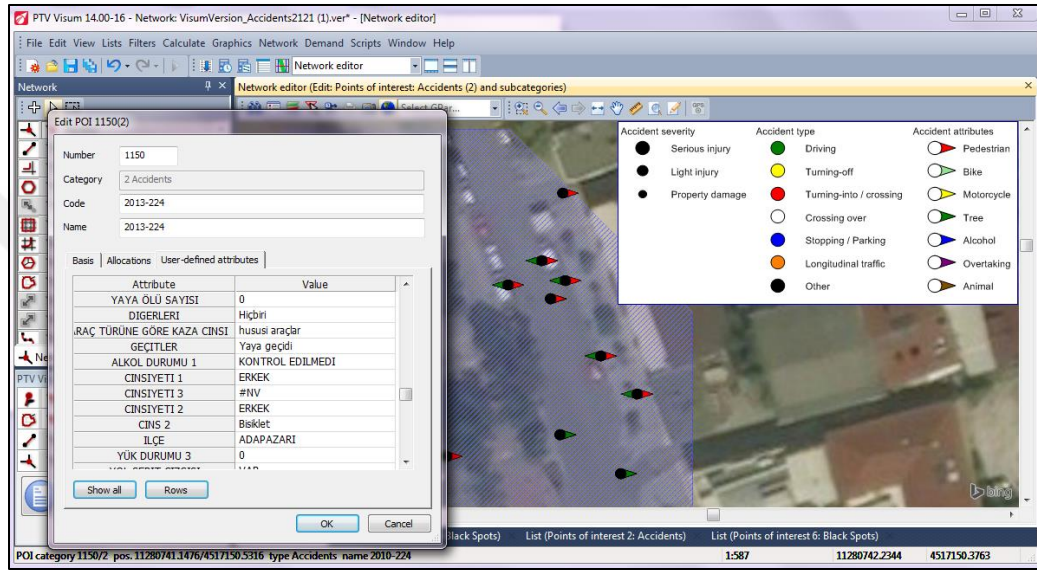


Şekil 4.17. Kazanın koordinatlarını ve tarihi

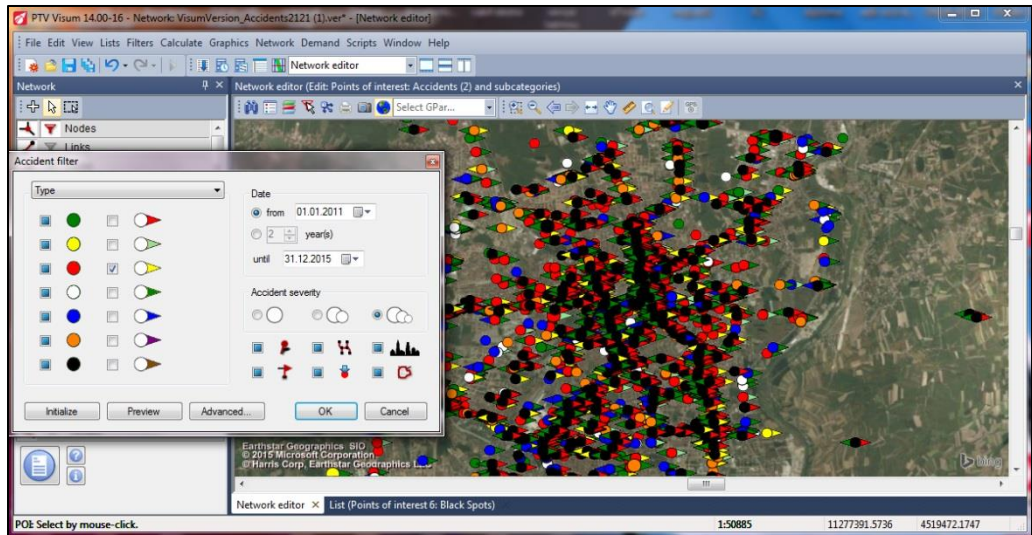


Şekil 4.18. Kazanın sürücüsü ve araç hakkındaki bilgileri

Şekil 4.19.'da ise kazaya ilişkin yaralı veya ölünün olup olmadığı, araçların türü, şahısların cinsiyeti ve alkol durumu gösterilmiştir. Bu bilgilere göre kazanın yaya geçidinde meydana geldiği, alkol durumunun kontrol edilmediği ve cinsiyetinin erkek olduğu görülmektedir. Yazılımın diğer özelliklerinden biri ise kazaların filtrelenebilir (Şekil 4.20.).

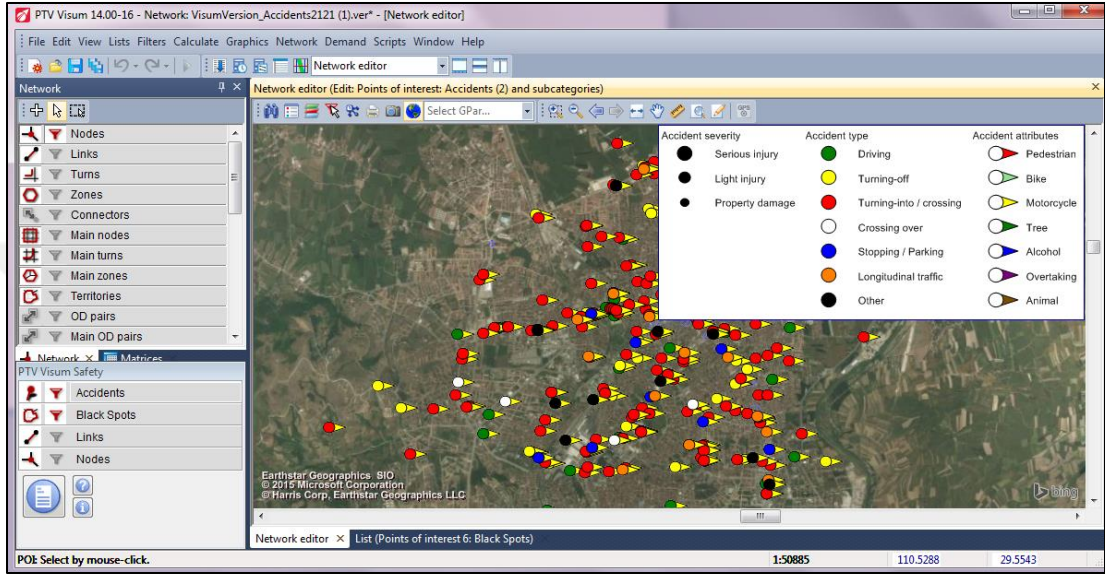


Şekil 4.19. Kaza ile ilgili alkol, cinsiyet ve yaralı durumunu gösterir



Şekil 4.20. Kazaların filtrelenebilirliği

Şekil 4.21.'de 2011-2015 yılları arasında meydana gelen motosiklet kazaları görülmektedir. Yazılımda kazalar listelenebilir ve meydana gelen tüm kazalar bir arada görülebilmektedir. Şekil 4.22.'de yazılımdaki kazaların listesi görülmektedir. Listede görüldüğü gibi kazaların maliyeti ve kutucuklarda bulunan işaretlerden de kazaların türü, oluş şekilleri belirtilmiştir.



Şekil 4.21. Meydana gelen motosiklet kazaları

PTV Visum 14.00-16 - Network: VisumVersion_Accidents2121 (1).ver* - [List (Points of interest 2: Accidents)]

List (Points of interest 2: Accidents)

POIs: Accidents (no: 2, code: SAFETY_CU)

Count	Accident cost	Urban	Intersection	Pedestrian	Bicycle	Motorcycle	Tree	Alcohol	Overtaking	Animal	Slippery road	Twilight or darkness	Single vehicle	Driveway
1	3500.00	☒	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2	0.00	☒	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3	100.00	☒	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
4	2750.00	☒	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5	4000.00	☒	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
6	100.00	☒	☒	☒	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
7	310.00	☒	☒	☐	☒	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
8	300.00	☒	☒	☐	☐	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
9	6000.00	☒	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
10	4000.00	☒	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
11	5500.00	☒	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
12	250.00	☒	☒	☐	☐	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
13	4500.00	☒	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
14	15000.00	☒	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
15	0.00	☒	☒	☒	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
16	1750.00	☒	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
17	100.00	☒	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
18	250.00	☒	☒	☐	☐	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
19	0.00	☒	☒	☒	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
20	3500.00	☒	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
21	150.00	☒	☒	☒	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
22	500.00	☒	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
23	2000.00	☒	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Network editor List (Points of interest 2: Accidents) List (Points of interest 6: Black Spots)

1:3497 11280361.3644 4516966.9123

Şekil 4.22. Kazaların listelenmesi

4.3.3. Sakarya ili kaza analizlerinin değerlendirilmesi

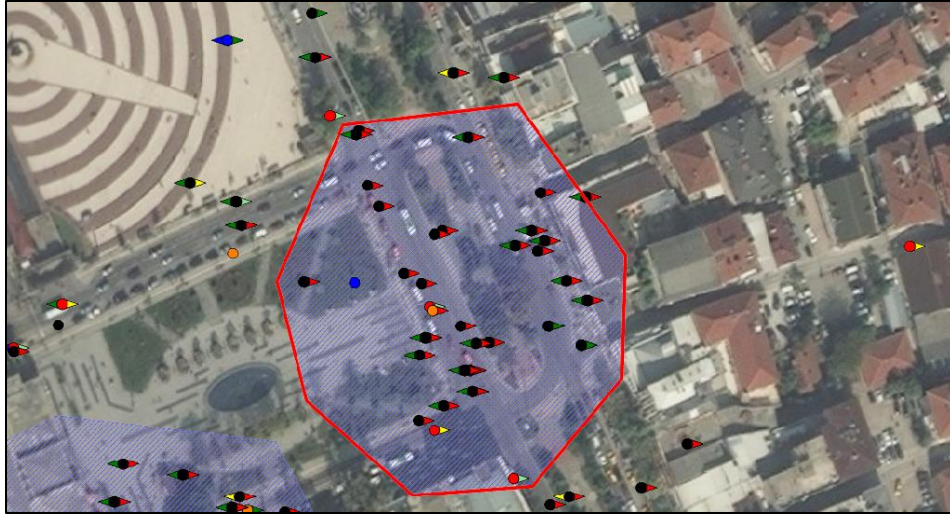
Oluşumuna göre kazalar: Sakarya ilinde, 2010-2015 yılları arasında meydana gelen kazaların oluş şekilleri baz alınarak kaza analizleri yapılmıştır. Şekillerde sonuç histogramları ve Sakarya ili şehir merkezinde 2010-2015 yılları arasında meydana gelen kazaların oluş şekline göre haritaları verilmiştir.

Karşılıklı çarpışma sonucu meydana gelen kazalar: Yapılan analizlerde karşılıklı çarpışma sonucu meydana gelen kazaların % 97'si yaralanmalı, % 3'ü ölümlü; % 33'ü gece, % 67'si gündüz; yaralanmalı kazaların % 68'i hafta içi, % 32'si hafta sonu; ölümlü kazaların ise tamamının hafta içi gerçekleştiği tespit edilmiştir. Sakarya ili için kaza verilerine dayanarak yaptığımız çalışmada yedi kara nokta tespit edilmiştir. Kara noktalar;

- A. Atatürk Bulvarı
- B. Milli Egemenlik Caddesi
- C. Saraybosna Caddesi
- D. Adnan Menderes Caddesi
- E. Orhangazi Caddesi
- F. Çark Caddesi
- G. Sakarya Caddesi

- A. Atatürk Bulvarı

Atatürk Bulvarı'nda meydana gelen 116 adet kazanın analizi yapılmıştır. Analizlerde yaralanma sayısı, kazanın saati, oluşumuna göre, günleri, hava durumu ve sürücülerin eğitim durumlarının analizi yapılmıştır (Şekil 4.23.).



Şekil 4.23. Atatürk Bulvarı

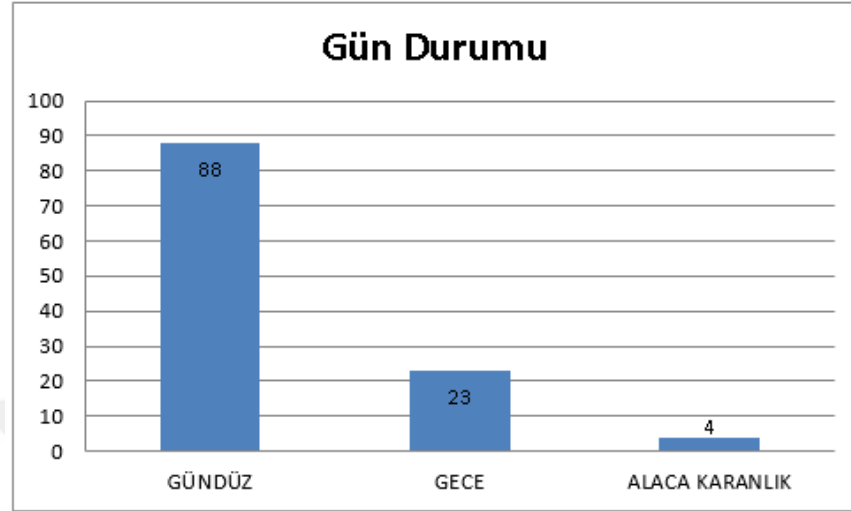
Yaralanma sayısı: Tutanaklara göre meydana gelen kazaların hepsi yaralanmalı sonuçlanmıştır.

Oluşumuna göre kaza türleri: Yapılan incelemelerde 116 adet kazanın 115'i yayaya çarpma olarak gerçekleşmiştir. 25'i yandan çarpma veya yandan çarpışma, 5 tanesi arkadan çarpma, 2 tanesi sabit cisme çarpma, 1 tanesi de araçtan düşen cisim, araçtan düşen insan olarak gerçekleşmiştir (Şekil 4.24.).



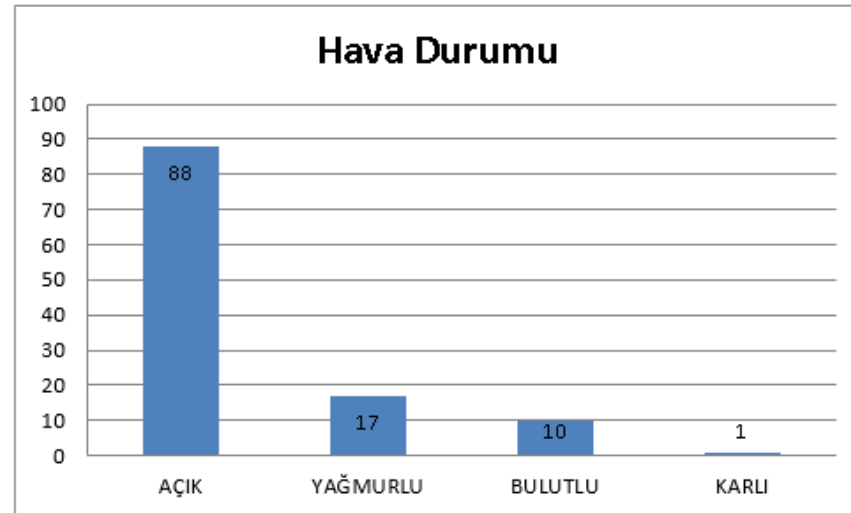
Şekil 4.24. Atatürk Bulvarı oluşumuna göre kaza türleri

Gün durumu: Kazaların 88 tanesi gündüz, 23 tanesi gece ve 4'ü alacakaranlıkta gerçekleşmiştir (Şekil 4.25.).



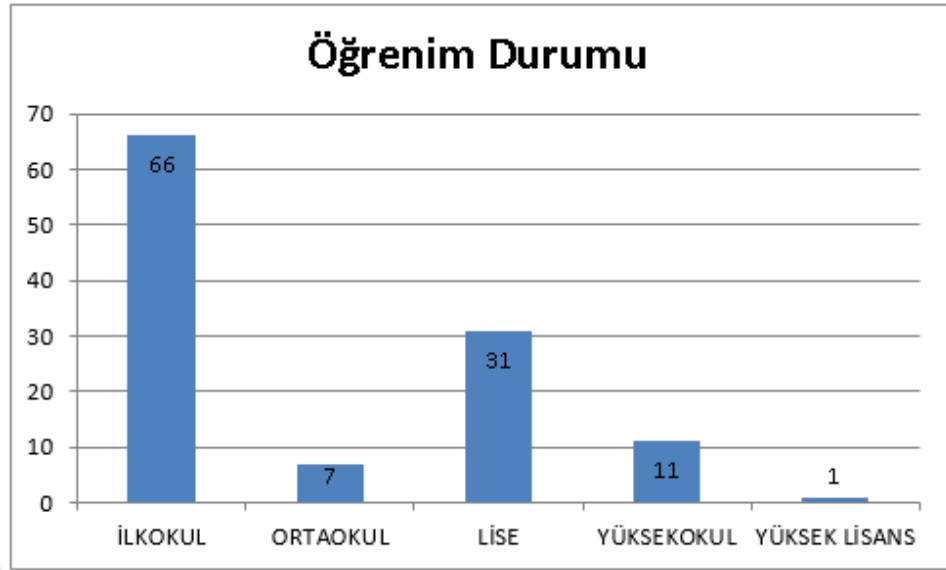
Şekil 4.25. Atatürk Bulvarı gün durumu

Hava durumu: Kazaların 88 tanesi açık havada, 17 tanesi yağmurlu havada, 10 tanesi bulutlu havada ve 1 tanesi karlı havada gerçekleşmiştir (Şekil 4.26.).



Şekil 4.26. Atatürk Bulvarı hava durumu

Eğitim seviyesi: Kaza yapanların 31'i lise, 66'sı ilkokul, 11'i yüksekokul, 7'si ortaokul, 1'i yüksek lisans mezunu olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.27.).



Şekil 4.27. Atatürk Bulvarı eğitim durumu

B. Milli Egemenlik Caddesi

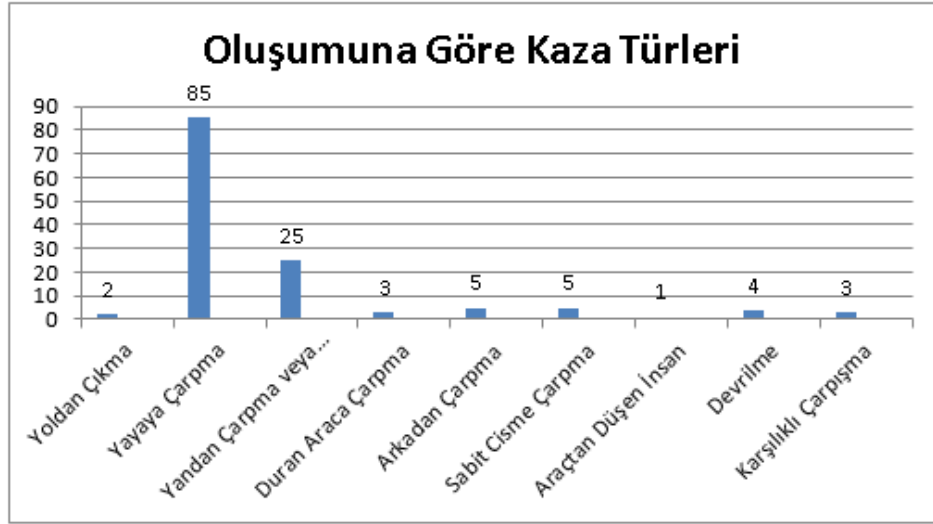
Sakarya'nın yoğun bölgelerinden olan bu caddede 154 adet kaza meydana gelmiştir (Şekil 4.28.).



Şekil 4.28. Milli Egemenlik Caddesi

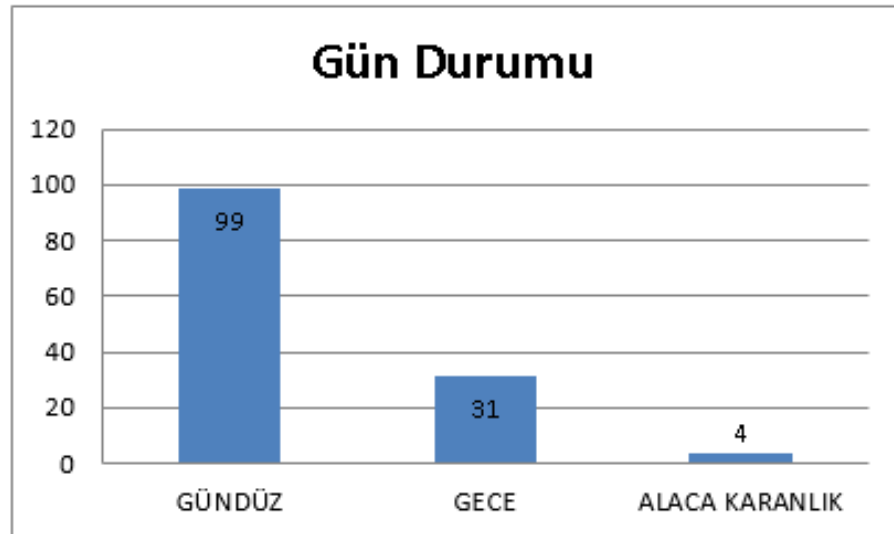
Yaralanma sayısı: Bu bölgede olan kazaların hepsi yaralanmalı gerçekleşmiştir.

Oluşumuna göre kaza türleri: Tutanaklardan edinilen bilgilere göre yayaya çarpma 85, yandan çarpma veya yandan çarpılma 25, devrilme 4, sabit cisme çarpma 5, arkadan çarpma 5, yoldan çıkma 2, karşılıklı çarpışma 3, duran araca çarpma 3, araçtan düşen insan ise 1 kaza sayısı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.29.).



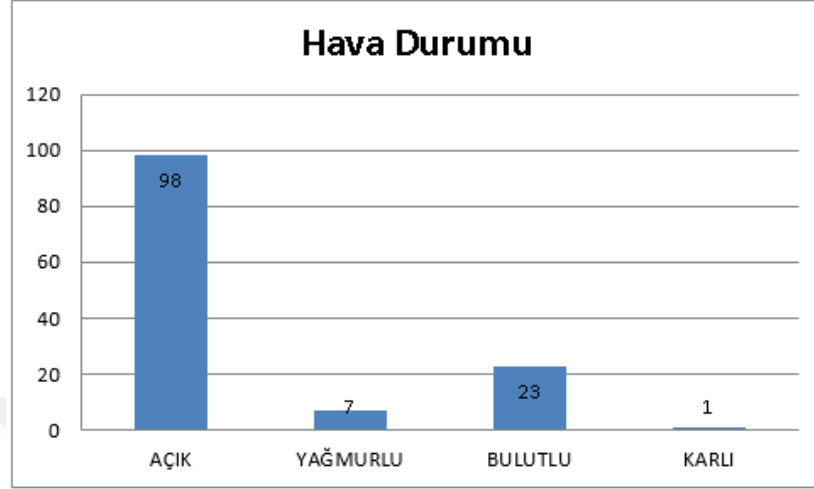
Şekil 4.29. Milli Egemenlik Caddesi oluşumuna göre kaza türleri

Gün durumu: Belirtilen noktada gündüz yaşanan kaza sayısı 99, gece yaşanan kaza 31, alacakaranlıkta ise 4 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.30.).



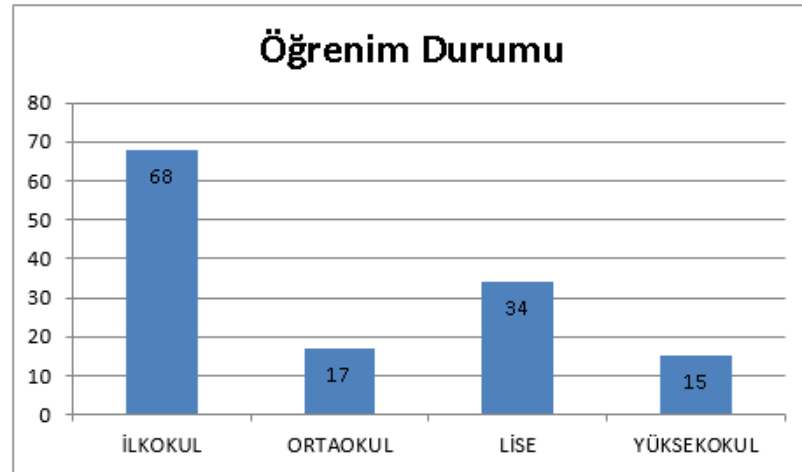
Şekil 4.30. Milli Egemenlik Caddesi gün durumu

Hava durumu: Kazaların 98 tanesi açık havada, 7 tanesi yağmurlu havada, 23 tanesi bulutlu havada ve 1 tanesi karlı havada gerçekleşmiştir (Şekil 4.31.).



Şekil 4.31. Milli Egemenlik Caddesi hava durumu

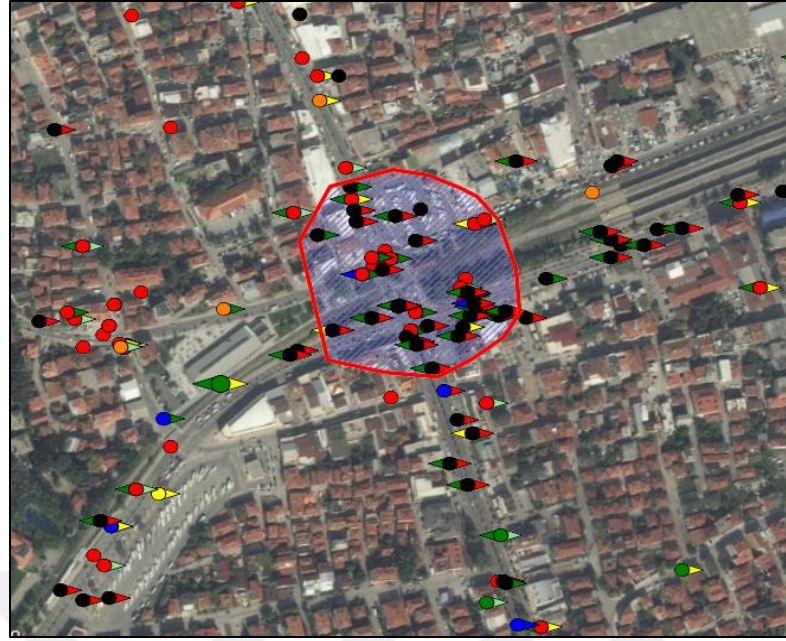
Eğitim durumu: Yapılan incelemelerde kaza yapan sürücülerin 68'i ilkokul, 17'si ortaokul, 34'ü lise, 15'i de yüksekokul mezunu olduğu görülmüştür (Şekil 4.32.).



Şekil 4.32. Milli Egemenlik Caddesi eğitim durumu

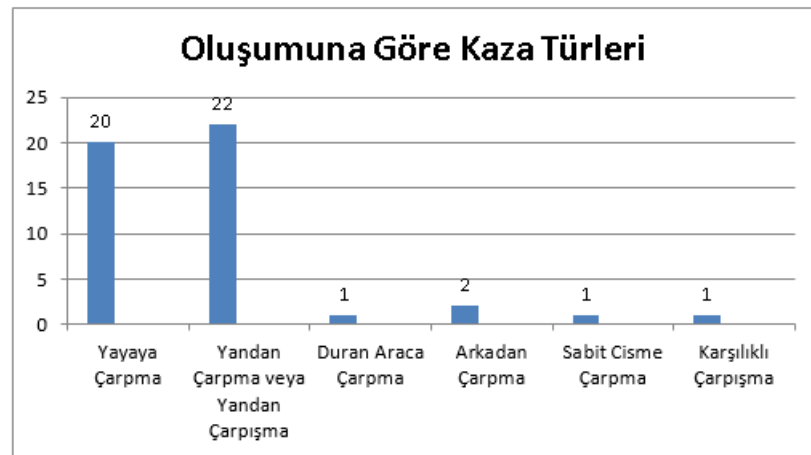
C. Saraybosna Caddesi

Saraybosna Caddesi'nde 47 adet kazanın analizi yapılmıştır. Meydana gelen kazaların tümü yaralanmalı gerçekleşmiştir (Şekil 4.33.).



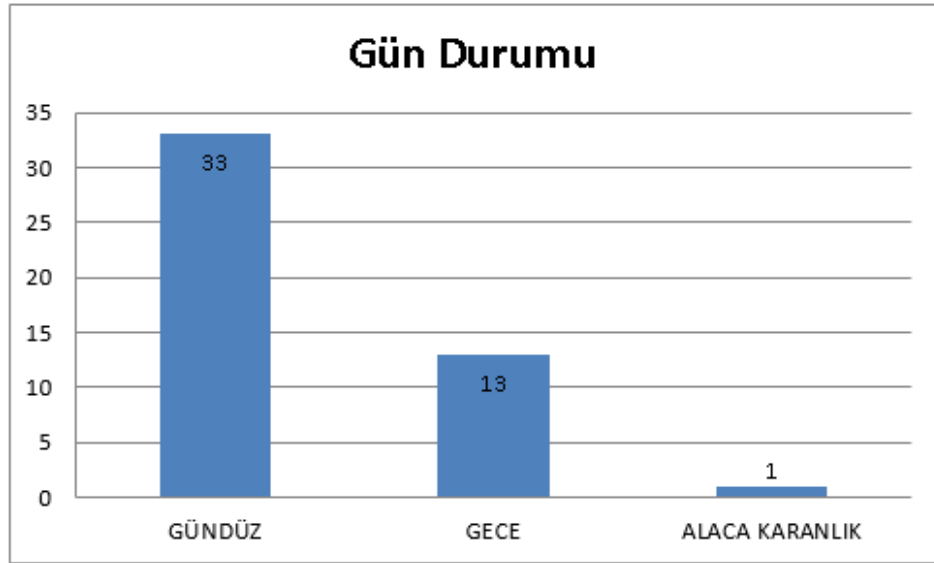
Şekil 4.33. Saraybosna Caddesi

Oluşumuna göre kaza türleri: Saraybosna Caddesi'nde oluşumuna göre kazalar incelendiğinde yandan çarpma veya yandan çarpışma kaza sayısı 22, yayaya çarpma 20, arkadan çarpma 2, karşılıklı çarpışma, sabit cisme çarpma ve duran araca çarpma sayısı ise 1 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.34.).



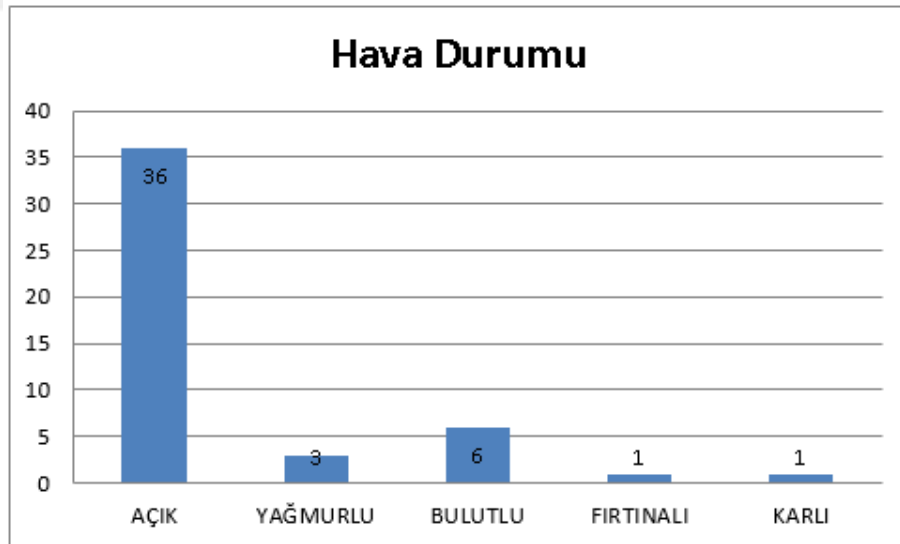
Şekil 4.34. Saraybosna Caddesi oluşumuna göre kaza türleri

Gün durumu: Tutanaklara göre meydana gelen kazaların 33'ü gündüz, 13'ü gece ve 1 tanesi de alacakaranlıkta gerçekleşmiştir (Şekil 4.35.).



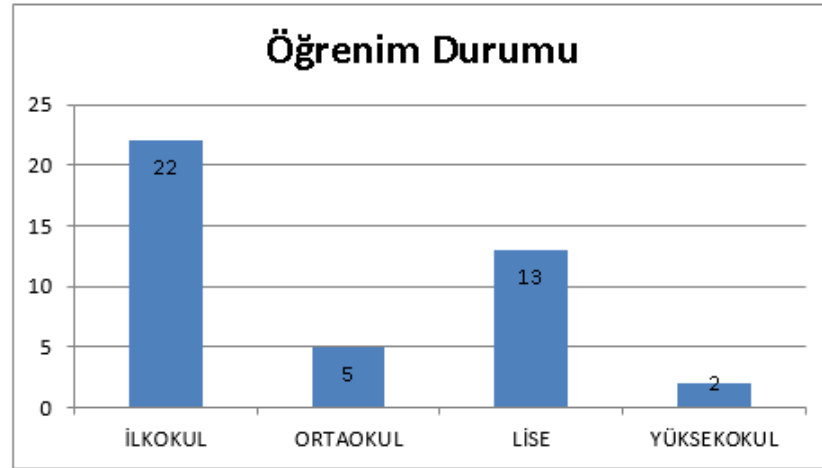
Şekil 4.35. Saraybosna Caddesi gün durumu

Hava durumu: Kazanın meydana geldiği gün hava durumu incelendiğinde kazaların 36'sı açık havada, 3'ü yağmurlu havada, 6'sı bulutlu havada, fırtınalı ve karlı havalarda ise 1 tane kaza gerçekleşmiştir (Şekil 4.36.).



Şekil 4.36. Saraybosna Caddesi hava durumu

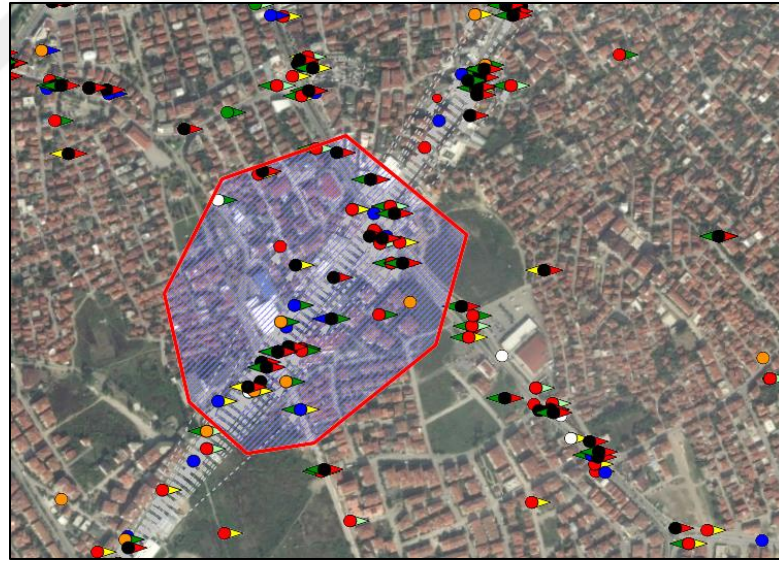
Eğitim durumu: Yapılan incelemelerde kaza yapan sürücülerin 22'si ilkokul, 5'i ortaokul, 13'ü lise, 2'si de yüksekokul mezunu olduğu görülmüştür. 5 kişinin ise eğitim durumu tespit edilememiştir (Şekil 4.37.).



Şekil 4.37. Saraybosna Caddesi eğitim durumu

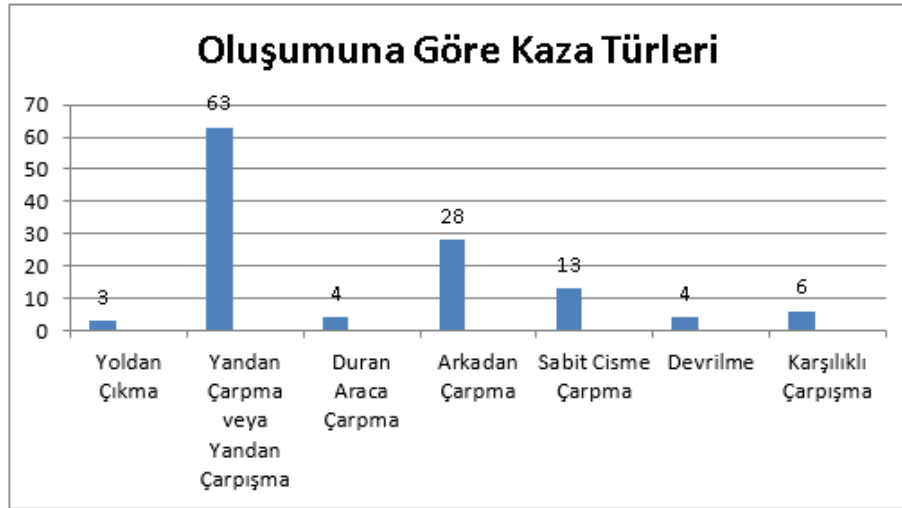
D. Adnan Menderes Caddesi

Adnan Menderes Caddesi'nde 189 yaralanmalı kaza gerçekleşmiştir (Şekil 4.38.).



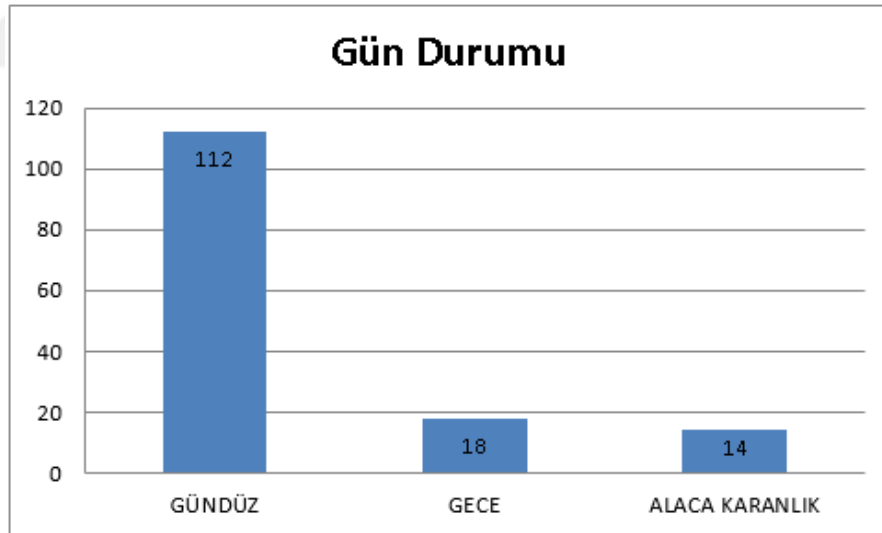
Şekil 4.38. Adnan Menderes Caddesi

Oluşumuna göre kaza türleri: İncelenen kaza tutanaklarına göre kazaların dağılımı; arkadan çarpma 28, devrilme 4, duran araca çarpma 4, karşılıklı çarpışma 6, sabit cisme çarpma 13, yandan çarpma veya yandan çarpışma 63, yoldan çıkma ile oluşan kaza sayısı ise 3 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.39.).



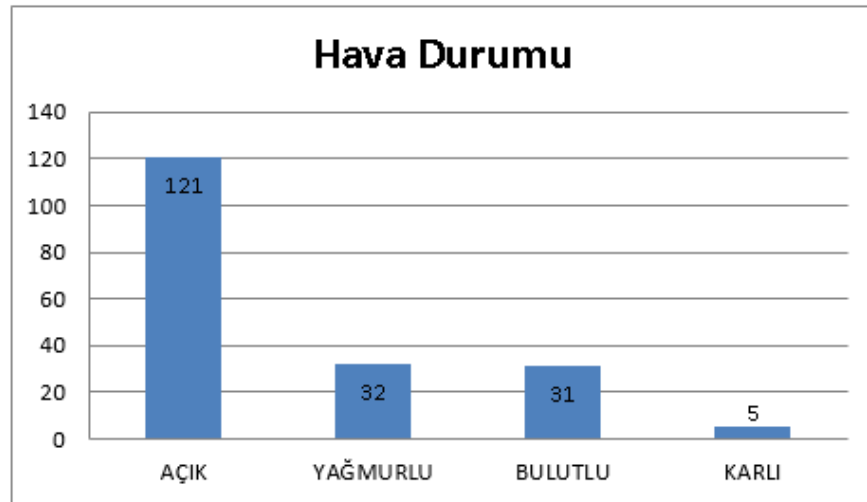
Şekil 4.39. Adnan Menderes Caddesi oluşumuna göre kaza türleri

Gün durumu: Tutanaklara göre kazaların 112'si gündüz, 18'i gece, 14'ü ise alacakaranlıkta gerçekleşmiştir. Kazaların yoğunlukla sabah ve öğlen saatlerinde meydana geldiği görülmüştür (Şekil 4.40.).



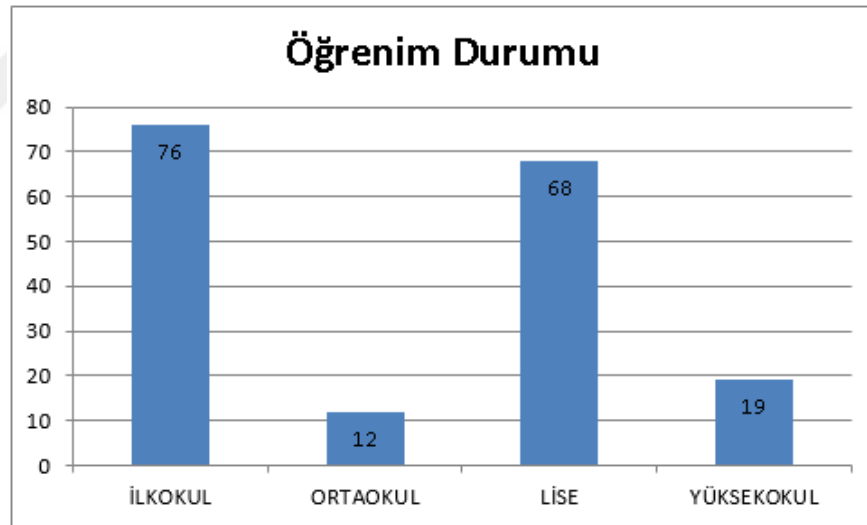
Şekil 4.40. Adnan Menderes Caddesi gün durumu

Hava durumu: Kazaların meydana geldiği gün hava durumu incelendiğinde kazaların 121'i açık havada, 31'i bulutlu havada, 32'si yağmurlu havada, 5'i ise karlı havada meydana gelmiştir (Şekil 4.41.).



Şekil 4.41. Adnan Menderes Caddesi hava durumu

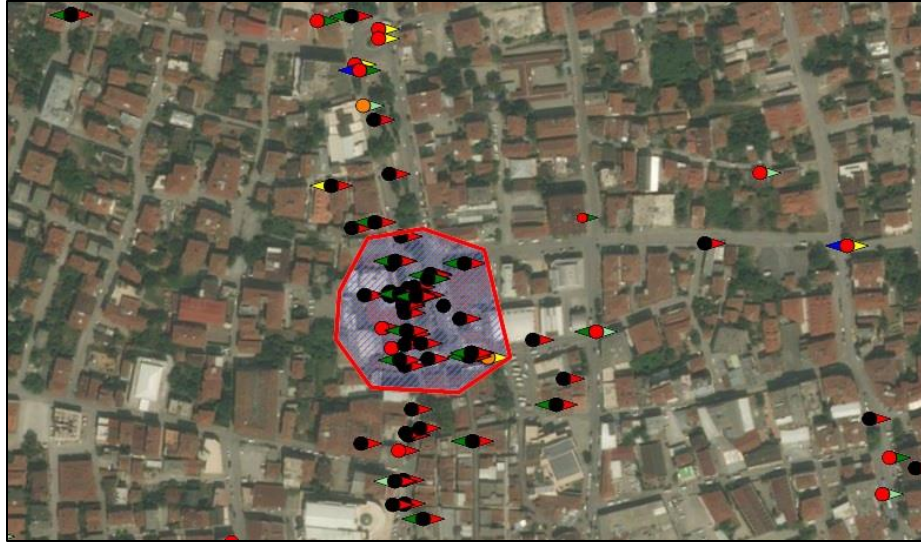
Eğitim seviyesi: Yapılan incelemelerde kaza yapan sürücülerin 76'sı ilkokul, 12'si ortaokul, 68'i lise, 19'u yüksekokul mezunu olduğu görülmüştür (Şekil 4.42.).



Şekil 4.42. Adnan Menderes Caddesi eğitim seviyesi

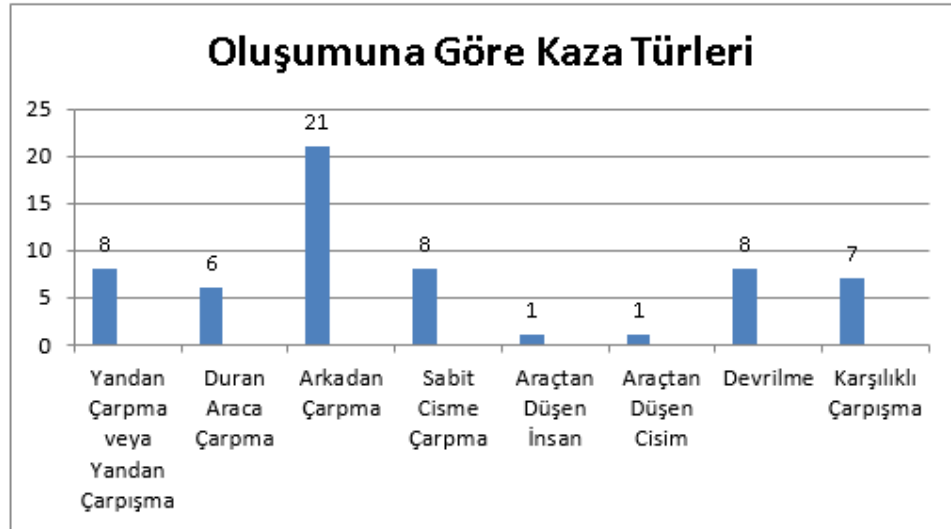
E. Orhan Gazi Caddesi

Kaza tutanakları incelendiğinde Orhan Gazi Caddesi'nde toplam 87 adet kaza meydana gelmiştir. Bu kazaların 85'i yaralanmalı, 2'si ise ölümlü kaza olarak tutanaklara geçmiştir (Şekil 4.43.).



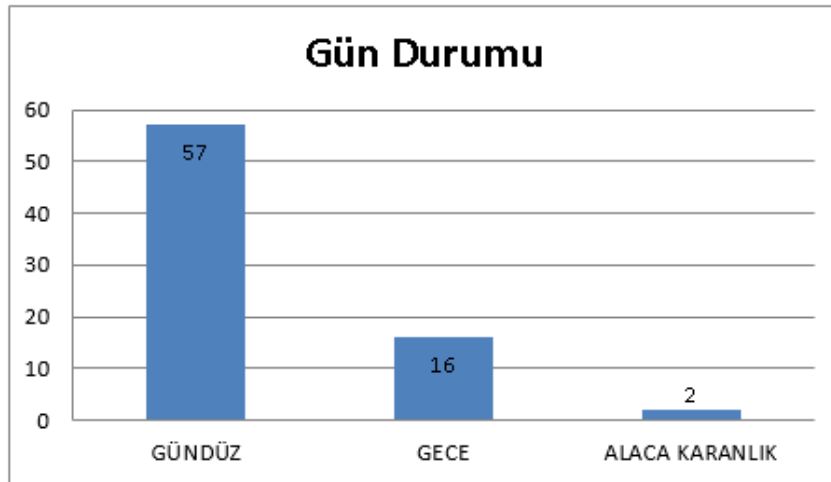
Şekil 4.43. Orhan Gazi Caddesi

Oluşumuna göre kaza türleri: İncelenen kaza tutanaklarına göre kazaların oluşumuna göre dağılımı; araçtan düşen cisim 1, araçtan düşen insan 1, arkadan çarpma 21, devrilme 8, duran araca çarpma 6, karşılıklı çarpışma 7, sabit cisme çarpma 8, yandan çarpma veya yandan çarpışma ile meydana gelen kaza sayısı ise 8'dir (Şekil 4.44.).



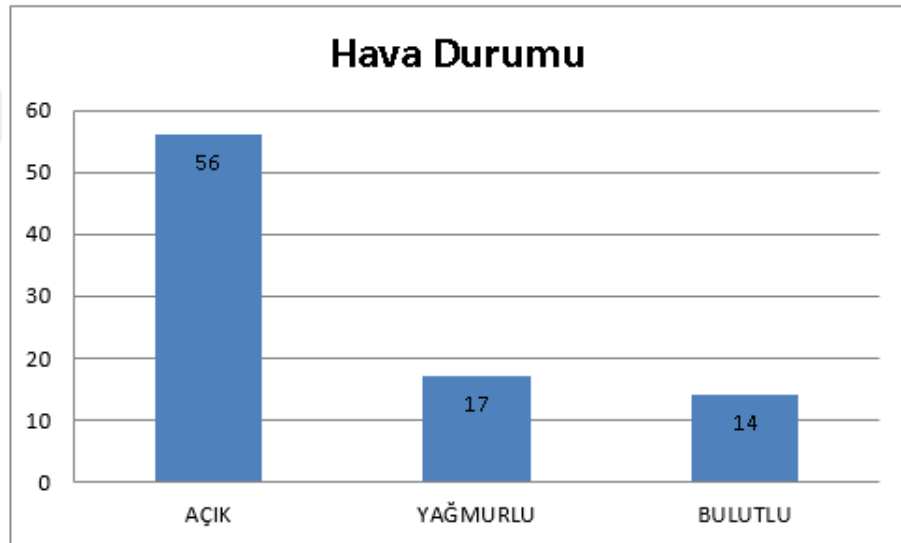
Şekil 4.44. Orhan Gazi Caddesi oluşumuna göre kaza türleri

Gün durumu: Tutanaklara göre yapılan incelemelerde kazaların 2'si alacakaranlıkta, 16'sı gece, 57'si ise gündüz meydana gelmiştir (Şekil 4.45.).



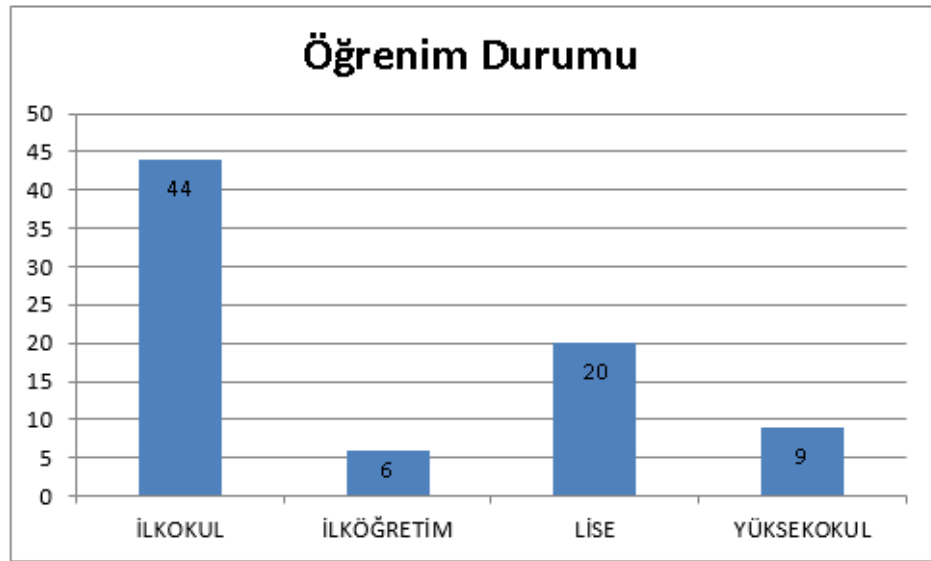
Şekil 4.45. Orhan Gazi Caddesi gün durumu

Hava durumu: Tutanaklara göre kazaların 56'sı açık havada, 14'ü bulutlu, 17'si ise yağmurlu havada meydana gelmiştir (Şekil 4.46.).



Şekil 4.46. Orhan Gazi Caddesi hava durumu

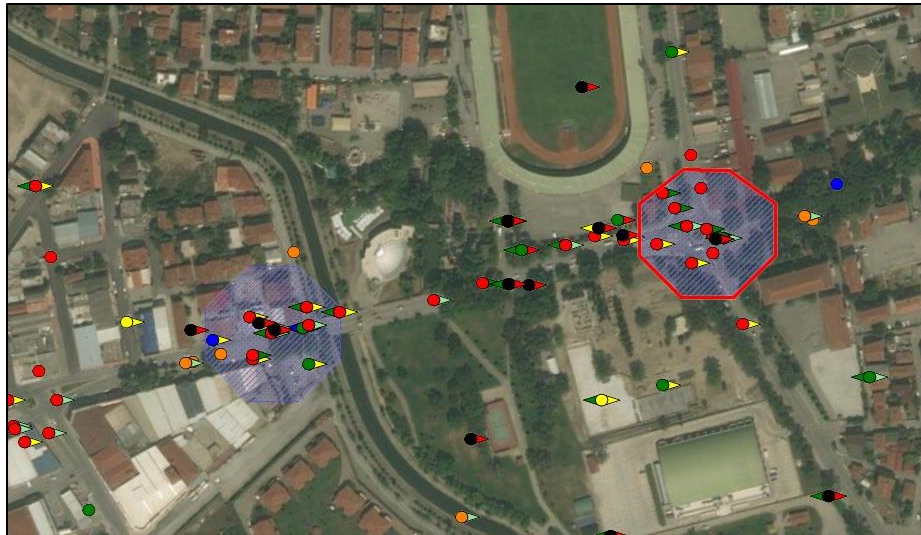
Öğrenim durumu: Öğrenim durumuna göre kaza sayıları incelendiğinde meydana gelen 87 adet kazadan ilkokul mezunu 44, ilköğretim mezunu 6, lise mezunu 20, yüksekokul mezunu kaza yapan ise 9 kişinin olduğu tespit edilmiştir. 8 kişinin ise mezuniyet durumu tutanaklarda tespit edilememiştir (Şekil 4.47.).



Şekil 4.47. Orhan Gazi Caddesi öğrenim durumu

F. Çark Caddesi

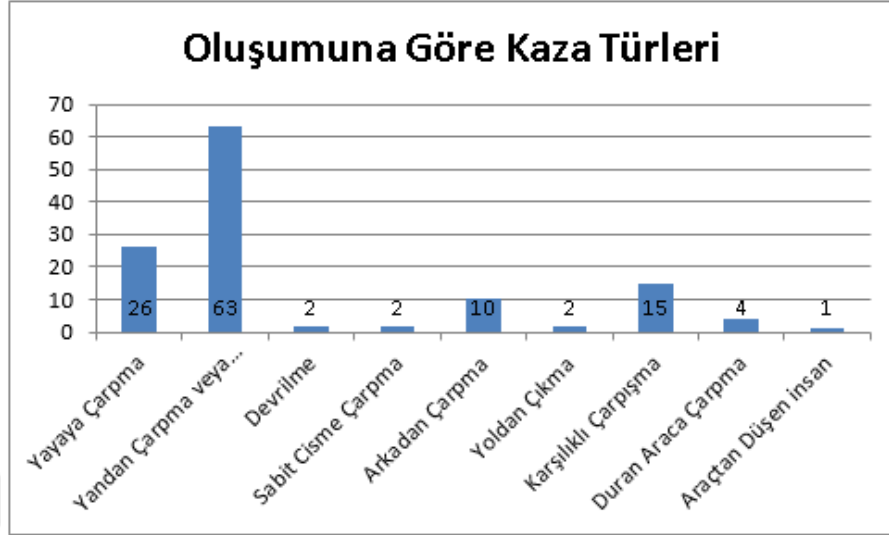
Tutanaklardan elde edilen bilgilere göre Çark Caddesi'nde toplam 127 adet kaza meydana gelmiştir (Şekil 4.48.).



Şekil 4.48. Çark Caddesi

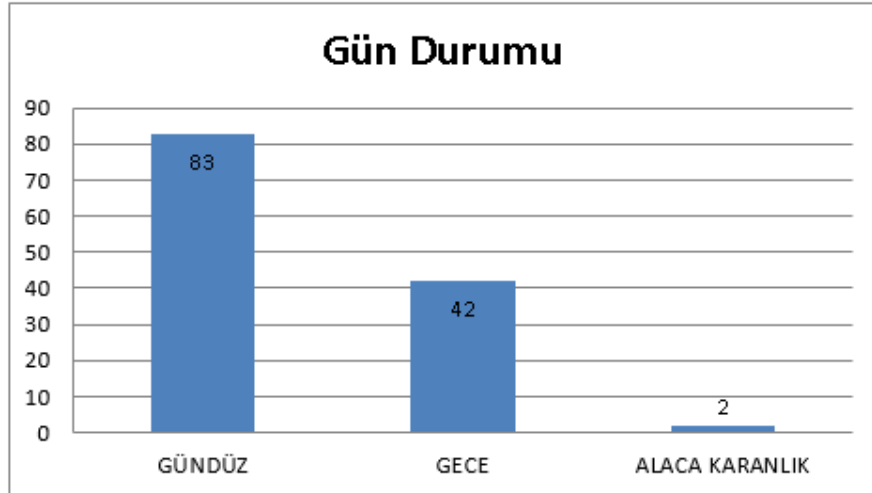
Oluşumuna göre kaza türleri: Kaza tutanakları incelendiğinde oluşumuna göre kaza türleri ve sayıları; araçtan düşen insan 1, devrilme 2, yoldan çıkma 2, sabit cisme çarpma 2, duran araca çarpma 4, arkadan çarpma 10, karşılıklı çarpışma 15, yayaya

çarpma 26, yandan çarpma veya yandan çarpışma 63 ve tutanaklarda tespit edilemeyen 2 adet kaza meydana gelmiştir (Şekil 4.49.).



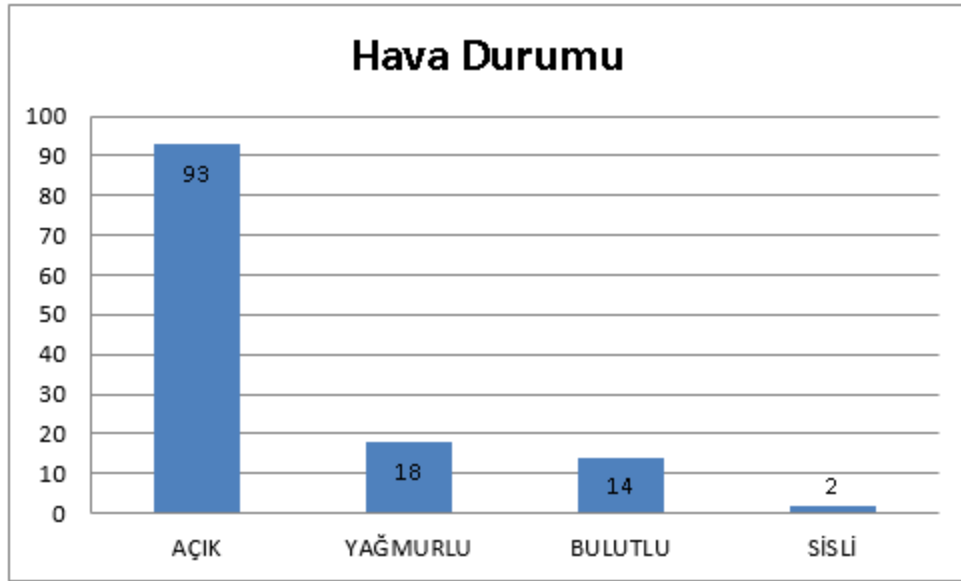
Şekil 4.49. Çark Caddesi oluşumuna göre kaza türleri

Gün durumu: Tutanaklara göre yapılan incelemelerde kazaların 2'si alacakaranlıkta, 42'si gece ve 83'ü ise gündüz meydana gelmiştir (Şekil 4.50.).



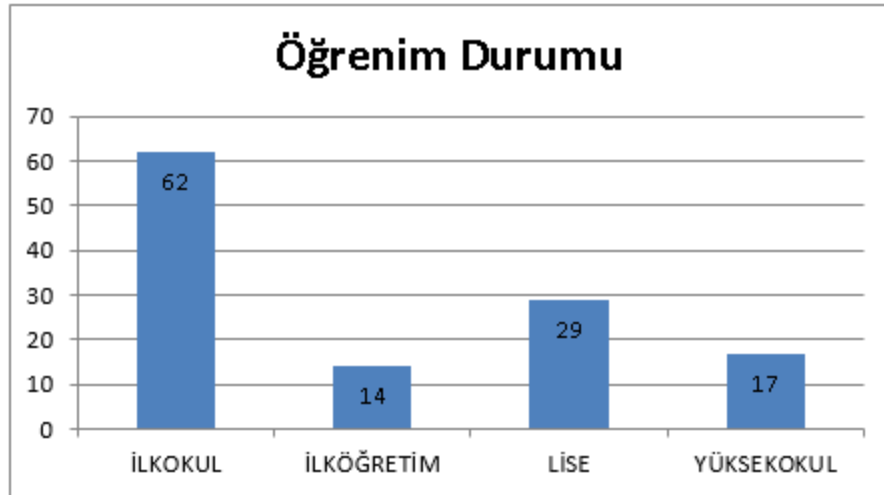
Şekil 4.50. Çark Caddesi gün durumu

Hava durumu: Tutanaklardan elde edilen bilgilere göre kazaların 93'ü açık havada, 14'ü bulutlu havada, 2'si sisli havada, 18'i ise yağmurlu havada meydana gelmiştir (Şekil 4.51.).



Şekil 4.51. Çark Caddesi hava durumu

Öğrenim durumu: Öğrenim durumuna göre kaza sayıları incelendiğinde meydana gelen 127 adet kazadan 62 kişinin ilkokul mezunu, 14 kişinin ilköğretim mezunu, 29 kişinin lise mezunu, 17 kişinin yüksekokul mezunu, 5 kazanın ise sürücülerinin mezuniyet durumu tespit edilememiştir (Şekil 4.52.).



Şekil 4.52. Çark Caddesi öğrenim durumu

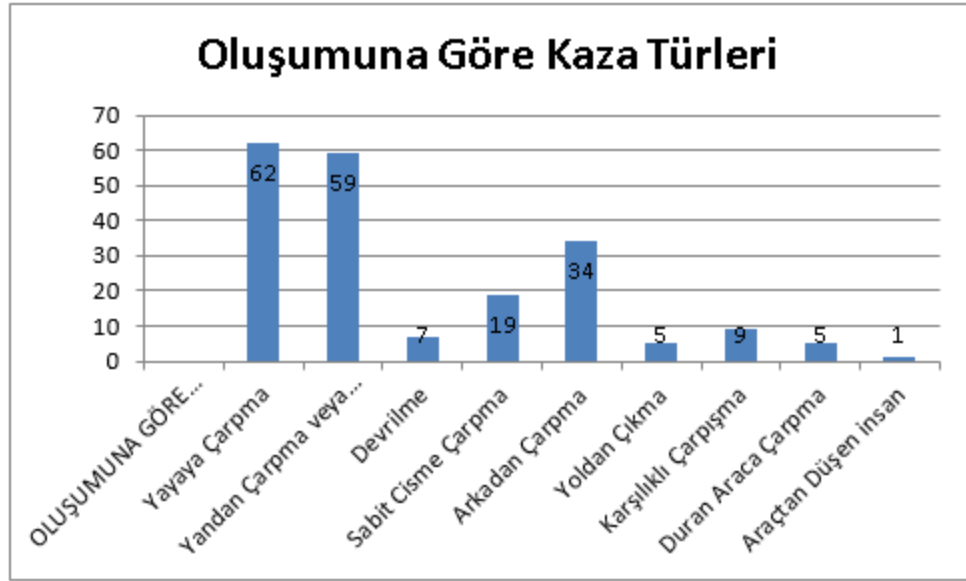
G. Sakarya Caddesi

Tutanaklardan elde edilen bilgilere göre Sakarya Caddesi'nde toplam 206 adet kaza meydana gelmiştir (Şekil 4.53.).



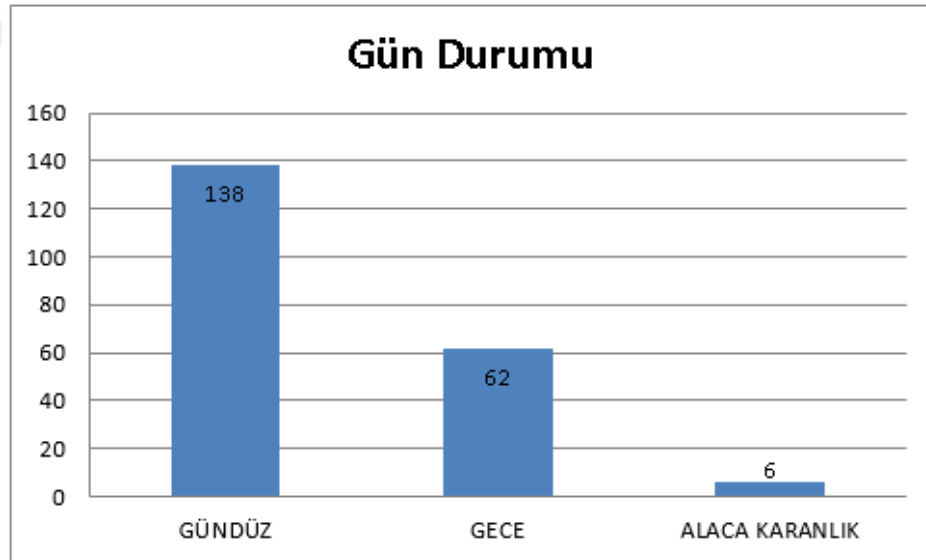
Şekil 4.53. Sakarya Caddesi

Oluşumuna göre kaza türleri: Kaza tutanakları incelendiğinde oluşumuna göre kaza türleri ve sayıları şu şekildedir; araçtan düşen insan 1, devrilme 7, yoldan çıkma 8, sabit cisme çarpma 19, duran araca çarpma 5, arkadan çarpma 34, karşılıklı çarpışma 9, yayaya çarpma 62, yandan çarpma veya yandan çarpışma 59 ve tutanaklarda tespit edilemeyen 5 kaza meydana gelmiştir (Şekil 4.54.).



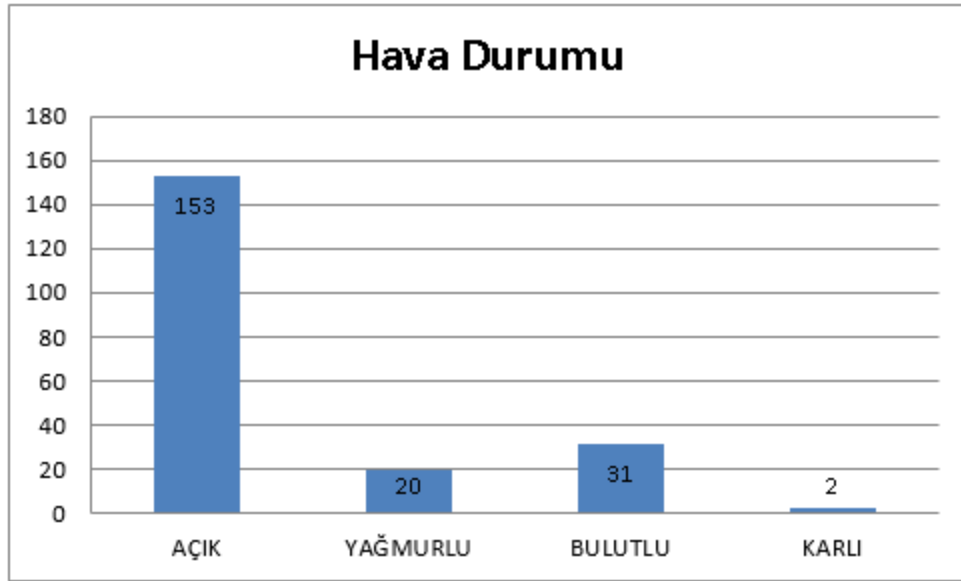
Şekil 4.54. Sakarya Caddesi oluşumuna göre kaza türleri

Gün durumu: Tutanaklara göre yapılan incelemelerde kazaların 6'sı alacakaranlıkta, 62'si gece ve 138'i ise gündüz meydana gelmiştir (Şekil 4.55.).



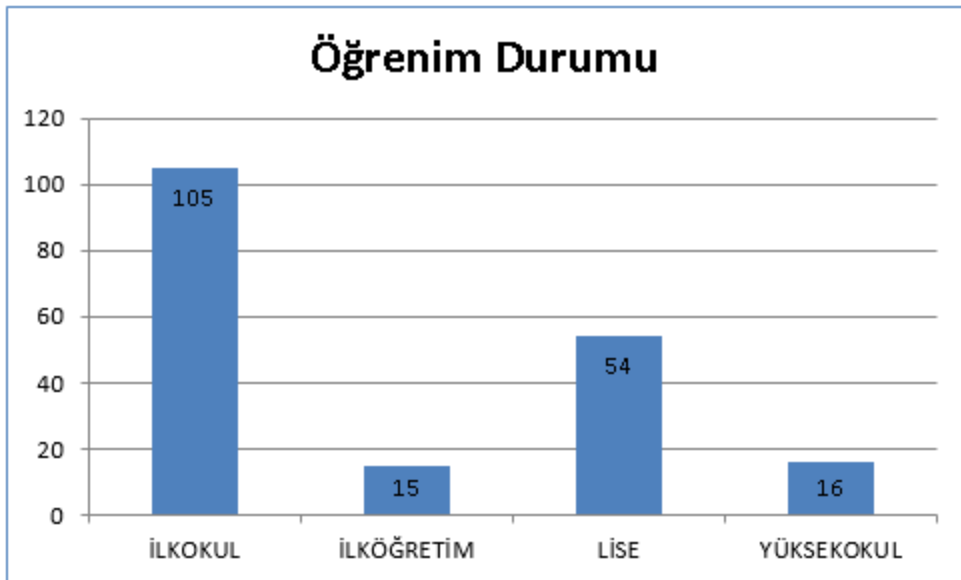
Şekil 4.55. Sakarya Caddesi gün durumu

Hava durumu: Tutanaklardan elde edilen bilgilere göre kazaların 153'ü açık havada, 31'i bulutlu havada, 2'si karlı havada, 20'si yağmurlu havada meydana gelmiştir (Şekil 4.56.).



Şekil 4.56. Sakarya Caddesi hava durumu

Öğrenim durumu: Öğrenim durumuna göre kaza sayıları incelendiğinde meydana gelen 87 adet kazadan ilkokul mezunu 105 kişi, ilköğretim mezunu 15 kişi, lise mezunu 54 kişi, yüksekokul mezunu kaza yapan ise 16 kişinin olduğu tespit edilmiştir. 16 kişinin ise mezuniyet durumu tutanaklarda tespit edilememiştir (Şekil 4.57.).

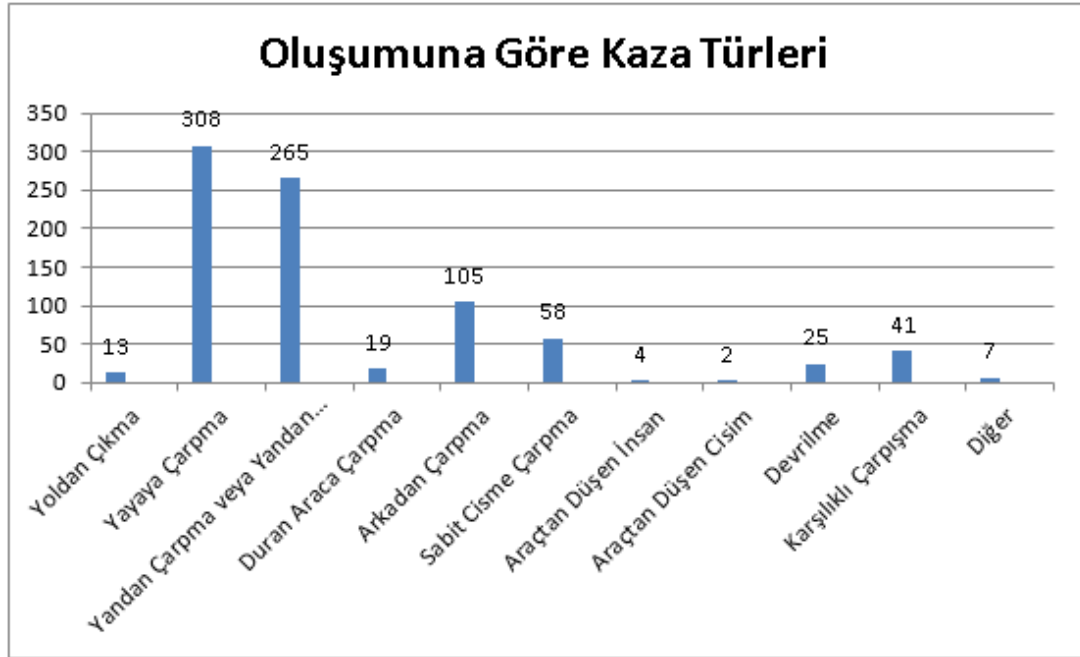


Şekil 4.57. Sakarya Caddesi öğrenim durumu

4.4. Genel Değerlendirme

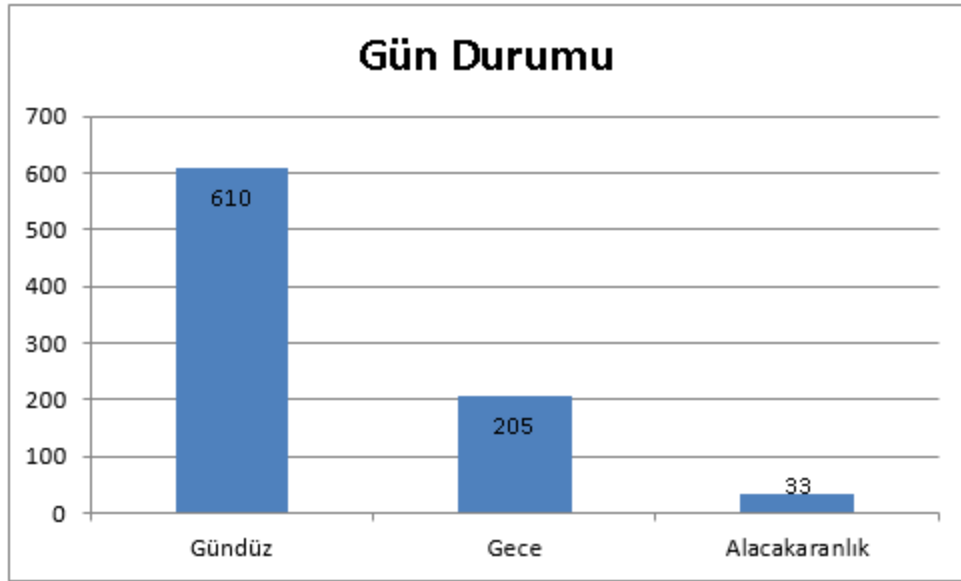
Sakarya kent merkezinde kazaların sık meydana geldiği yedi bölge incelenmiştir. Yedi bölgenin her biri kendi içinde değerlendirilmiş olup grafiklerle incelenmiştir. Hali hazırda analizi yapılan bölgelerde meydana gelen kazaların toplamı alınıp genel değerlendirmesi aşağıda grafiklerle gösterilmiştir.

Oluşumuna göre kaza türleri: Şekil 4.58.'de görüldüğü üzere oluşumuna göre kaza türleri incelendiğinde toplam 847 adet kazadan en çok yaşanan kaza türü 308 kaza sayısı ile yayaya çarpma, 265 yandan çarpma veya yandan çarpışma, 105 arkadan çarpma, 58 sabit cisme çarpma, 41 karşılıklı çarpışma, 25 devrilme, 19 duran araca çarpma, 13 yoldan çıkma, 4 araçtan düşen insan, 2 araçtan düşen cisim olarak meydana gelmiştir. 7 kazanın ise türü belirtilmemiş olup diğer kazalar türünde belirlenmiştir.



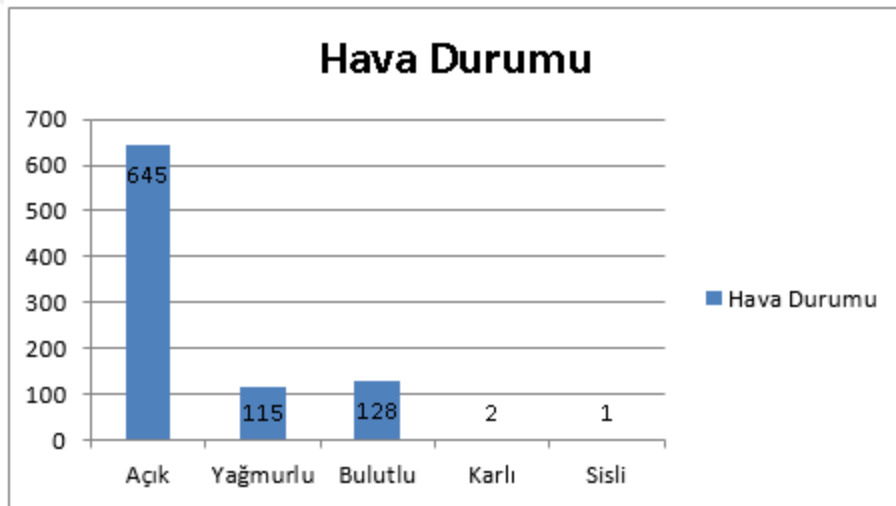
Şekil 4.58. Sakarya ili oluşumuna göre kaza türleri

Gün durumu: Şekil 4.59.'da görüldüğü üzere meydana gelen 848 adet kazanın 610 tanesi gündüz, 205'i gece, 33'ü de alacakaranlıkta meydana gelmiştir.



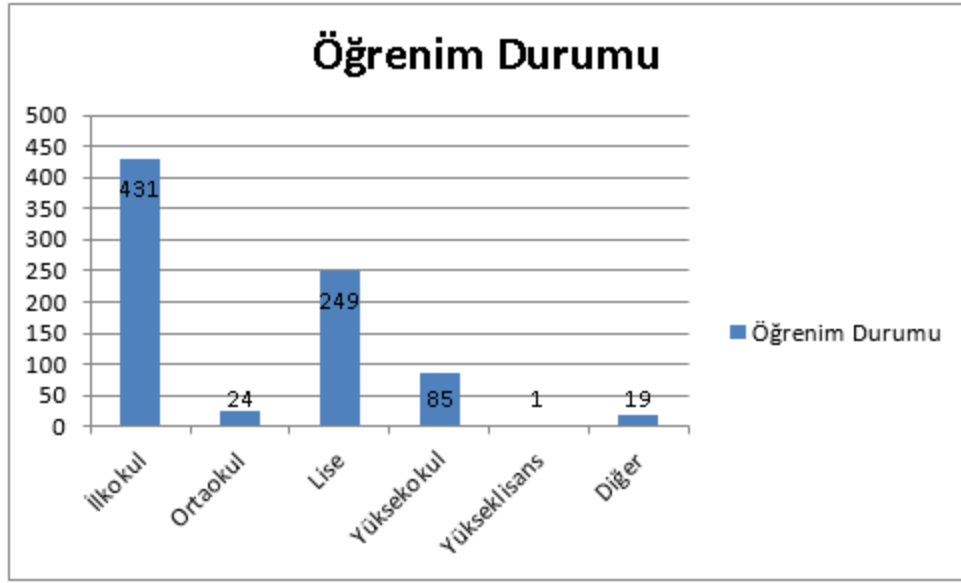
Şekil 4.59. Sakarya ili gün durumu

Hava durumu: Şekil 4.60.'ta görüldüğü üzere meydana gelen toplam 891 adet kazanın 645'i açık havada, 115'i yağmurlu havada, 128'i bulutlu havada, 2'si karlı havada, 1'i ise sisli havada meydana gelmiştir.



Şekil 4.60. Sakarya ili hava durumu

Öğrenim durumu: Şekil 4.61.'de görüldüğü üzere öğrenim durumuna göre kaza sayıları incelendiğinde meydana gelen 809 adet kazanın 431'i ilkökul, 24'u lise, 85'i yüksekökol, 24'ü ortaökol, yüksekökol mezunu kaza yapan ise 1 kişinin olduğu tespit edilmiştir. 19 kişinin ise mezuniyet durumu tutanaklarda tespit edilememiştir.



Şekil 4.61. Sakarya ili öğrenim durumu

BÖLÜM 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada Sakarya ilinde 2010-2015 yılları arasında meydana gelen trafik kazalarının Visum Safety yazılımından faydalanarak analizi yapılmıştır. Analiz yapılırken kazalar türlerine göre kategorize edilmiştir. Kazaların en sık gerçekleştiği 7 bölge belirlenmiş ve buralarda yapılan kazaların oluşum türleri, gün durumu, hava durumu ve eğitim seviyesi incelenmiştir. Oluşumuna göre kaza türlerinde 847 adet kaza meydana gelmiş olup bunlardan 308 kaza ile en fazla yayaya çarpma olarak ortaya çıkmıştır. İkinci sırada ise yandan çarpma veya yandan çarpışma yer almaktadır. Gün durumu incelendiğinde ise en çok kazanın gündüz vaktinde meydana geldiği görülmektedir. Hava durumuna göre incelendiğinde en çok kazaların açık havada gerçekleştiğini, yağışlı havalarda beklenenin aksine yoğun kazaların yaşanmamakta olduğu görülmektedir. Bu durum olumsuz hava koşullarında sürücülerin daha dikkatli olduğunu göstermektedir. Sürücüleri öğrenim durumlarına göre değerlendirdiğimizde en çok kazaların ilköğretim mezunu sürücüler tarafından meydana geldiğini, bunu takip eden ise lise mezunu olan sürücüler olduğu görülmektedir. Eğitim durumunun etkisi görülmekle birlikte yine de yeterli bir trafik deneyiminin olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kazalar, Sakarya Emniyet Müdürlüğü'nden alınan kaza tutanaklarına göre analiz yapılmıştır. Tutanaklarda kaza koordinatlarının girişlerinin doğru yapılması, sürücülerin bilgilerinin daha detaylı ve doğru alınması sağlıklı bir analiz için kaçınılmazdır.

Ulaşım planlama tekniklerini içeren yazılımlarla kaza analizlerini yapmak kazaların daha doğru bir şekilde yorumlanmasına ve kazaların önlenmesi konusunda doğru kararların alınmasına imkan verir. Ulaşım planlama yazılımlarının; CBS grafik arayüzleri yanında yol geometrisi verisi, kavşak geometrisi, yol ağının trafik verileri gibi önemli ulaşım verilerini içermesi kaza analizlerinin doğru bir şekilde yapılmasına imkan verir.

Bu çalışmada kullanılmış olan Visum Safety kaza analizi programı ile kazalar ile trafik verilerini ilişkilendirerek analizler yapmak mümkündür. Trafik hacmi, trafik yoğunluğu, hızlar ve araç cinsleri gibi trafik parametrelerinin kazalar ile ilişkilendirilmesi kazaların yorumlanmasında ve önlemlerin alınmasında daha etkili olabilir. Bu çalışmada Sakarya ili ulaşım ağı Visum Safety programına aktarılmış ancak yol ağına ait trafik verileri temin edilemediği için programa atılamamış ve ileri düzey analizler yapılamamıştır.

Trafik kazalarında her yıl milyonlarca insan hayatını kaybetmektedir. Trafik güvenliği dünya genelinde bir problemdir. Çok sayıda kişinin trafik kazalarında ölmesine rağmen hala bu konuda yeterli çözüm ve önlemler alınmamaktadır. Bu konuda çözüm için pek çok sektörün disiplin içinde bir araya gelmesi gerekmektedir.

21. yüzyılda gelişen teknolojiye ayak uydurarak gerekli yazılımlardan faydalanılıp detaylı kaza analizleri yapılmalıdır. Bu konuda gerekli araştırma geliştirme çalışmalarının yapılarak alanında uzman nesiller yetiştirmek nihai hedefler arasında olmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Karayolları Genel Müdürlüğü, 2017 ve EU Transport in Figures Statistical Pocketbook, 2015.
- [2] Emniyet Genel Müdürlüğü, www.egm.gov.tr, Erişim Tarihi: 14.12.2018.
- [3] Güler, H., Karayolu Trafik Kazalarında Kaza Analiz Kesimleri Yaklaşım Modeli, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 23(6), 707-717, 2017.
- [4] Smeed, R. J., Some Statistics Aspects of Road Safety Research,. Journal of the Royal Statistical Society, Series A, Part I, 1-34, 1949.
- [5] Oppe, S., Macroscopic Models for Traffic and Traffic Safety. Accident Analysis and Prevention, 21(3), 225-232, 1989.
- [6] Koornstra, M. J., The Evolution of Road Safety and Mobility, IATSS (International Association of Traffic and Safety Sciences) Research, 16(2), 129-148, 1992.
- [7] Navin, F., Bergan, A., Qi, J. A., Fundamental Relationship for Roadway Safety: A Model for Global Comparisons, Transportation Research Board, Transportation Research Record, Washington D.C., USA, 1441, 53-60, 1994.
- [8] Cheng, W. And Washington, S. P., Experimental Evaluation of Hotspot Identification Methods, Accident Analysis and Prevention, 37(5), 870–881, 2005.
- [9] Boroujerdian, M., Saffarzadeh, M. And Abolhasannejad, V., Developing a Model for Prioritising High Crash Road Segments, Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Transport, 163 (TR1), 19–28, 2010.
- [10] Carey, J., Arizona Local Government Safety Project Analysis Model (Final Report 504), Phoenix, Arizona, USA, 2001.
- [11] Qin, X., Ivan, J. N., Ravishanker, N., Selecting Exposure Measures in Crash Rate Prediction for Two-Lane Highway Segments, Accident Analysis and Prevention, 36(2), 183–191, 2003.

- [12] Pulugurtha, S. S., Krishnakumar, V. K. and Nambisan, S. S., New methods to identify and rank high pedestrian crash zones: An illustration, *Accident Analysis and Prevention*, 39(4), 800-811, 2007.
- [13] Hallmark, S. L., Basavaraju, R. and Pawlovich, M., Evaluation of the Iowa Dot's Safety Improvement Candidate List Process, Iowa State University, Department of Transportation, Ames IA, USA, 2002.
- [14] Mcguigan, D. R. D., Non-junction Accident Rates and Their use in Black-Spot, Identification, *Traffic Eng. Contr.*, 23(2), 60–65, 1982.
- [15] FHWA (United States Federal Highway Administration). Highway Safety Improvement Program (HSIP) Manual. U.S. Department of Transportation, Washington DC, USA, 1981.
- [16] Ma, J. and Kockelman, K., Crash Frequency and Severity Modeling Using Clustered Data from Washington State, Proceedings of the IEEE ITSC, IEEE Intelligent Transportation Systems Conference, Toronto, Canada, 17-20.11.2006.
- [17] Monsere, C. M., Bosa, P. G., and Bertini, R. L., Combining Climate, Crash, and Highway Data for Improved Ranking of Speed and Winter-Weather Related Crash Locations in Oregon, *Journal of Transportation Engineering*, 134(7), 287- 296, 2008.
- [18] Stokes, R. W. and Mutabazi, M. I., Rate-Quality Control Method of Identifying Hazardous Road Locations, *Transportation Research Record*, 1542, 44-48, 1996.
- [19] Sayed, T. A. A, Highway Safety Expert System: A New Approach to Safety Programs, PhD Thesis, University of British Columbia, Vancouver, Canada, 1995.
- [20] Elvik, R., The predictive Validity of Empirical Bayes Estimates of Road Safety, *Accident Analysis and Prevention*, 40(6), 1964–1969, 2008.
- [21] Hauer, E., On The Estimation of The Expected Number of Accidents, *Accident Analysis and Prevention*, 18(1), 1-12, 1986.
- [22] Bureau of Transport Economics (BTE), Evaluation of the Black Spot, Australian Government Publishing Service, Canberra, Australia, 1995.
- [23] Hauer, E., Harwood, D. W., Council, F. M., Griffith, M. S., Estimating safety by the empirical Bayes method: A tutorial, *Transportation Research Record*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C, U.S.A., 1784, 126–131, 2002.

- [24] Hilge, J. L. and Witkowski, J. M., Bayesian Identification of Hazardous Locations, Transportation Research Record, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., U.S.A., 1185, 24-36, 1988.
- [25] Sherretz, L. H., Farhar, B. C., An Analysis of The Relationship Between Rainfall and The Occurrence of Traffic Accidents, J. Applied Meteorology, 17, 711-715, 1978.
- [26] Edwin, M., Smith, P. E., Hazardous Location Program, Proceedings Of Special Conference Implementing Highway Safety Improvements Sponsored By The Highway Division Of The American Society Of Civil Engineers, 109-115, 1980.
- [27] Satterthwaite, S. P., A Survey of Reserarch Into Relationship Between Traffic Accidents and Traffic Volumes, TRRL Supplementary Report, New York, 692, 1-28, 1981.
- [28] Miaou, S. P. and Lum, H., Modelling Vehicle Accidents and Highway Geometric Design Relationships, Accid. Anal. Prev. 256, 689-709, 1993.
- [29] Kamalasudhan, A., Mitra, S., Huang, B., Chin, H., C., An Analysis Of Expressways Accident in Singapore, 2000.
- [30] Martin, J. L., Relationship Between Crash Rate and Hourly Traffic Flow on Interurban Motorways, Accident. Analysis. Prevention. 34, 619-629, 2002.
- [31] Ng, K., Hung, W., Wong, W., An Algorithm for Assessing The Risk Of Traffic Accident, Journal Of Safety Research, Pergamon, 33, 307- 410, 2002.
- [32] World Health Organization (WHO), Global Plan for the Decade of Action for Road Safety 2011-2020, Geneva, Switzerland, 2010.
- [33] Murat, Y. Ş. Ve Şekerler, A., Trafik Kaza Verilerinin Kümelenme Analizi Yöntemi ile Modellenmesi, İMO Teknik Dergi, 20(3), 4759-4777, 2009.
- [34] Karaşahin, M., Terzi, S., Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Isparta-Antalya-Burdur Karayolunun Kara Nokta Analizi, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9(3), 305- 311, 2003.
- [35] Saplıoğlu, M. ve Karaşahin, M., Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımı İle Isparta İli Kentiçi Trafik Kaza Analizi, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 12(3), 321-332, 2006.

- [36] Eminağa, Z. A., An Approach To Investigate Relationship Between Speed and Safety on Urban Arterials, MSc Thesis, Midle East Technical University, Ankara, Turkey, 2008.
- [37] Ünal, S. Z., An Optimizing Approach For Highway Safety Improvement Programs, MSc Thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey, 2004
- [38] Ozan, C., Başkan, Ö, Haldenbilen, S. ve Derici, E., Trafik Kazalarının Tehlike İndeksi Metodu ile Analizi: Denizli Örneği, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16(3), 325-333, 2010.
- [39] Atalay, A. ve Tortum, A. ve Gökdağ, M., Türkiye’de 1977- 2006 Yılları Arasında Meydana Gelen Aylık Trafik Kazalarının Zamansal Analizi, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 18(3), 221-229, 2012.
- [40] Atalay, A., Tortum, A. ve Çodur, M. Y., Faktör Analizi Kullanılarak Trafik Kazalarının Modellenmesi, Uluslararası Trafik ve Ulaşım Güvenliği Dergisi, 1(1), 35-54, 2014.
- [41] Çodur, M. Y., Tortum, A., Çodur, M. Y., Genelleştirilmiş Lineer Regresyon ile Erzurum Kuzey Çevre Yolu Kaza Tahmin Modeli, Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Dergisi, 3(1), 79-84, 2013.
- [42] Çodur, M. Y. ve Tortum, A., An Artificial Neural Network Model for Highway Accident Prediction: A Case Study of Erzurum, Turkey Promet – Traffic & Transportation, 27(3), 217-225, 2015.
- [43] Akgüngör, A. P. ve Doğan, E., Farklı yöntemler kullanılarak geliştirilen trafik kaza tahmin modelleri ve analizi, Int. J. Eng. Research & Development, 2(1), 16-21, 2010.
- [44] Akgüngör, A. P. ve Doğan, E., Smeed ve Andreassen Kaza Modellerinin Türkiye Uygulaması: Farklı Senaryo Analizleri, Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23(4), 2008.
- [45] Andreassen, D. C., Linking Deaths with Vehicles and Population, Traffic Engineering & Control, 26(11), 547-549, 1985.
- [46] Büberci, S., Trafik kazalarının Oluşmasına Etken Olan Faktörler, Bunların Saptanması ve Çözüm Önerileri, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 1-25, 1995.
- [47] Bektaş, S., Karayolu Trafik Akımının İstatistiksel Analizi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 1996.

- [48] Ceran, A., Spot İmprovment Program and Cost Evaluation of Traffic Accidents for Road Safety, ODTÜ, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 1-23, 1996.
- [49] Ünal, S., Bolu Karabük Arasındaki Yollardan D100-12/13 ile D755-03/04 Kesimlerinde Olan Trafik Kazaları Üzerine Bir Araştırma, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 1-40, 1997.
- [50] Akyıldız, Z., Highway Safety İmprovment Case Adapazarı – Gümüşova and Osmaniye-Bahçe Highway Section, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 1-24, 1998.
- [51] Camkesen, N., Trafik Kaza Analizleri ve Tahmin Modelleri, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, 1-6, 1998.
- [52] Gamgam, Z., Trafik Kazalarında Tehlikeli Kesimlerin Belirlenmesi İçin Geliştirilen Bir Sistem Önerisi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 1-25, 2000.
- [53] Baykam, H., Isparta, Antalya ve Burdur İllerini Birbirine Bağlayan Şehirlerarası Devlet Yollarında Kara Nokta Analizi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 2001.
- [54] Özkan, K., Işildar, S., Trafik Güvenliğinde Veri Tabanı Yöntemi, 3. Ulaşım ve Trafik Kongresi, 183-188, 2001.
- [55] Akin, D., Eryılmaz, Y., Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli Kaza Analizi, CBS Bilişim Günleri, 155-164, 2001.
- [56] Karaşahin, M., Terzi, S., Determination of Hazardous Locations on Highways Through GIS: A Case Study of Isparta-Antalya, International Symposium on GIS, İstanbul, 2002.
- [57] Karaşahin, M. ve Terzi, S., Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Isparta – Antalya – Burdur Karayolunun Kara Nokta Analizi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, 2003.
- [58] Özgan, E., Sivas İli Çevre Devlet Karayollarında Meydana Gelen Trafik Kazalarının Çok Yönlü Klinik Araştırması ve Kitiği, Doktora tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2003.
- [59] Tuncuk, M., Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla Trafik Kaza Analizi: Isparta Örneği, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2004.

- [60] Korkmaz, Y., Türkiye Karayollarında Meydana Gelen Trafik Kazalarının Çoklu Regresyon Analizi ile Modellenmesi, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2005.
- [61] Söylemezoğlu, T., Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Trafik Kaza Analizi: Ankara Örneği, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Trafik Planlaması ve Uygulaması A.B.D., Yüksek Lisans Tezi, 2006.
- [62] Mirasyedi, F., Mevsimlerin Türkiye'deki Trafik Kazalarına Etkisinin İncelenmesi ve Kaza Tahmin Modelleri, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2006.
- [63] Bek, A., 2004 Yılında İstanbul - Ankara Devlet Yolunda Meydana Gelen Ölümlü ve Yaralamalı Trafik Kazalarının Hava Durumu, Yol Satış Durumu ve Yoldaki Yön Durumuna Bağlı Olarak İncelenmesi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Trafik Planlaması ve Uygulaması A.B.D., Yüksek Lisans Tezi, 2007.
- [64] Çiçek, M., Trafik Bilgi Sistemi Verileri Ankara İli Trafik Güvenliğinin İncelenmesi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Trafik Planlaması ve Uygulaması A.B.D. Yüksek Lisans Tezi, 2007.
- [65] Özgan, E., Karayolu Araç Tipi ve Şekli ile Kaza Sonuçları Arasındaki İlişkileri Analizleri, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 23, No:1, 97-104, 2008.
- [66] Erdoğan, S., Yılmaz, İ., Baybura T., Güllü M., Geographical Information System Aided Traffic Accident Analysis System Case Study:City of Afyonkarahisar, Accident Analysis & Prevention Volume 40, Issue 1, January, 174-181, 2008.
- [67] Sjolinder, K., Kara Nokta El Kitabı, Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye, 2001.
- [68] PTV AG. PTV VISUM 13–Manual. Karlsruhe, Germany. 2013.
- [69] www.sakarya.gov.tr, Erişim Tarihi: 14.11.2018.
- [70] www.kenticitoplutasima.com.tr, Erişim Tarihi: 14.11.2018.

ÖZGEÇMİŞ

Onur Irgat, 29.01.1987'de Karaman'da doğdu. İlk, orta, lise öğrenimini Ankara'da tamamladı. 2004 yılında Batıkent Lisesi'nden mezun oldu. 2005 yılında başladığı İstanbul Kültür Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nü 2011 yılında bitirdi. 2012 yılında Sakarya Üniversitesi'nde Ulaştırma Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı. 2011 yılında Alman yazılım firması PTV-AG'de satış asistanı ve yazılım eğitmeni olarak görev aldı. 2012 yılında kurucusu ve sahibi olduğu NRT Yapı Mühendislik Limited Şirketi'nde genel müdür ve mühendis olarak çalışma hayatına devam etmektedir. Onur Irgat, evli olup Karaman'da ikamet etmektedir.