

Trafik Kazalarının Analiz ve Yorumlanmasında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı

Harun DEMİR, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı Uzaktan Eğitim, esk.harun26@hotmail.com, Eskişehir, Türkiye, ORCID: 0009-0007-9702-1199

Sadi ADIGÜZEL, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı Uzaktan Eğitim, sadiadiguzel653@gmail.com, Eskişehir, Türkiye, ORCID: 0009-0008-0134-6341

Erdem ERKAL, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı Uzaktan Eğitim, erdemerkal84@gmail.com, Eskişehir, Türkiye, ORCID: 0009-0009-7800-2421

Mehtap ÖZENEN KAVLAK, İstanbul Üniversitesi, Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi, Coğrafya Bölümü, mehtapozenen@eskisehir.edu.tr, İstanbul, Türkiye, ORCID: 0000-0002-5369-4494

Öz

Dünya genelinde en ciddi sorunlardan biri olarak kabul edilen trafik kazaları insan kaybına ve maddi zararlara yol açmaktadır. Her ülke bu sorun hakkında kendine göre çeşitli önlemler almaktadır. Bunlar, araçlarda güvenlik donanımlarının artırılması ve geliştirilmesi, kentsel arazi kullanımının doğru planlanması ve yol kalitesinin artırılması ile sürücü, yolcu ve yaya eğitimlerinin verilmesi gibi önlemleri kapsamaktadır. Son zamanlarda, trafik kazalarının azaltılmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) etkili bir şekilde kullanılmaktadır. CBS ile trafik kazalarının mekânsal analizleri yapılarak kaza kara noktaları belirlenmekte ve belirlenen kaza kara noktaları ile ilgili önlemler alınmaktadır. Kaza sayılarının düşürülmesi ve trafik güvenliğinin sağlanması hedefli çalışmalarda, kaza kara noktalarının belirlenerek iyileştirilmesi önem kazanmaktadır. Kazaların meydana geldiği alanların yol koşulları ve altyapı durumu incelenebilir. CBS, altyapı eksiklikleri, yol işaretleri, trafik ışıkları, hız limitleri ve yol bakımının eksikliklerini belirleyerek bu unsurların kazalarla olan ilişkisini ortaya koyabilir. Sürücülerin hız, alkol, yorgunluk gibi davranışsal faktörlerle ilgili veriler toplanarak, bu faktörlerin kazalarla ilişkisinin incelenmesi sağlanabilir. Kazaların coğrafi dağılımı ve nedenleri analiz edildikten sonra, yerel yönetimler veya ulaşım otoriteleri, trafik kazalarını azaltmak için etkili politikalar geliştirebilir. Bu politikalar, trafik güvenliği için altyapı projelerini, eğitim kampanyalarını veya düzenlemeleri içerebilir. CBS, trafik kazalarının coğrafi ve zamansal yönlerini derinlemesine analiz ederek, kazaların sebeplerine dair etkili sonuçlar ve çözümler üretebilir. Bu tür analizler, trafik güvenliği ve altyapı geliştirme çalışmalarını yönlendirebilir, kazaların önlenmesine yönelik stratejilerin oluşturulmasına olanak tanır.

Anahtar Kelimeler: Trafik Kazası, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Kaza Kara Noktası, Analiz

Use of Geographic Information Systems in Analysis and Interpretation of Traffic Accidents

Abstract

Traffic accidents, considered one of the most serious issues worldwide, lead to human loss and material damage. Each country takes various measures to address this problem. These include enhancing and improving vehicle safety equipment, proper urban land use planning, improving road quality, and providing education for drivers, passengers, and pedestrians. Recently, Geographic Information Systems (GIS) have been effectively used to reduce traffic accidents. With GIS, spatial analyses of traffic accidents are conducted to identify accident black spots, and measures are taken regarding these identified spots. In efforts aimed at reducing the number of accidents and ensuring traffic safety, identifying and improving accident black spots is of great importance. The road conditions and infrastructure status of areas where accidents occur can be examined. GIS can identify deficiencies in infrastructure, road signs, traffic lights, speed limits, and road maintenance, revealing their relationship with accidents. Data on drivers' behavior, such as speed, alcohol consumption, and fatigue, can be collected to analyze their relationship with accidents. After analyzing the geographic distribution and causes of accidents, local authorities or

transportation agencies can develop effective policies to reduce traffic accidents. These policies may include infrastructure projects, education campaigns, or regulations for traffic safety. GIS can produce effective results and solutions by deeply analyzing the geographical and temporal aspects of traffic accidents. Such analyses can guide traffic safety and infrastructure development efforts, enabling the formulation of strategies to prevent accidents.

Keywords: *Traffic Accident, Geographic Information System, Accident Black Spot, Analysis*

1. Giriş

Karayolları Trafik Kanununa göre yayaların, hayvanların ve araçların karayolu üzerindeki davranışları trafik olarak tanımlanırken, karayolu üzerinde hareket eden bir veya daha fazla aracın karıştığı ve ölüm, yaralanma ya da maddi hasarla sonuçlanan olaylar trafik kazası olarak ifade edilmektedir.

Dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de karayollarındaki trafik kazaları ciddi sorunlar arasında yer almaktadır. Karayollarının diğer ulaşım türlerine göre daha fazla tercih edilmesi trafik yoğunluğunu arttırmaktadır. Diğer kazalar sonucu meydana gelen ölüm ve yaralanmalara göre karayolu üzerinde meydana gelen kazalar sonucu ölüm ve yaralanma olayları önemli orana sahiptir.

Kuzey İrlanda'da 31 Ağustos 1869 tarihinde Mary Ward isimli kişi buharlı otomobilden düşmesi sonucu ölmüştür (ScienceDirect, 2024). İngiltere'de 17 Ağustos 1896 tarihinde Bridget Driscoll isimli kişi ise aracın kendisine çarpması sonucu ölmüştür (IrishCentral, 2024). Ward araçta yolculuk yaparken ilk ölen kişi, Driscoll ise bir aracın kendisine çarpması sonucu ölen ilk yaya olarak tarihi kayıtlara geçmiştir.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verilerine göre karayollarında meydana gelen kazalarda her yıl dünya çapında 1,19 milyon kişinin ölümüne ve 20 ile 50 milyon kişinin ölümcül olmayan yaralanmalara maruz kalmasına neden olmaktadır. Karayolu trafik kazaları insan ölümlerinin verdiği acıların yanı sıra yaralıların tedavi masrafları ve ölen veya sakat kalanların üretkenlik kaybı yoluyla mağdurlar ve aileleri üzerinde ağır bir ekonomik yük de oluşturmaktadır. Karayolu trafik kazası yaralanmaları ulusal ekonomiler üzerinde ciddi bir etkiye sahiptir ve ülkelere yıllık gayri safi yurtiçi hasıllarının %3'üne mal olmaktadır. 2000-2019 döneminde yaralanmalar tüm ölümlerin %8'ine neden olmuştur. 2019 yılında karayolu trafik kazası yaralanmalarına bağlı ölümler tüm yaralanma ölümlerinin %29'unu oluşturmuştur. Ülkemizde ise 2019 yılında karayollarında meydana gelen trafik kazası ölümleri 100.000 kişi başına 6,7 olarak raporlanmıştır (WHO, 2023).

Ülkemizdeki karayollarında 2023 yılında 235.071 ölümlü ve yaralanmalı trafik kazası ile 1.079.065 maddi hasarlı trafik kazası olmak üzere toplam 1.314.136 trafik kazası meydana geldiği Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından raporlanmıştır. Meydana gelen kazalar sonucu 6.548 kişi vefat etmiş ve 350.855 kişi yaralanmıştır. 2023 yılında bir günde meydana gelen ortalama 644 ölümlü-yaralanmalı karayolu trafik kazasında; 18 ölüm ve 961 yaralanma meydana gelmiştir. 2023 yılında meydana trafik kazaları sonucu ölen ve yaralanan kişilerin sayıları TÜİK 2023 Yılı Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçlarına göre karşılaştırıldığında ölen kişilerin sayısı 97, yaralanan kişilerin sayısı 939 ilçenin nüfusundan fazla olduğu görülmektedir.

CBS ekonomik, sosyal ve çevresel sorunların çözümüne odaklanarak, kullanıcıların mekâna dayalı karar alma süreçlerini destekleyen bütünleşmiş bir sistemdir. CBS, grafiksel ve grafiksel olmayan mekânsal bilgilerin toplanması, depolanması, işlenmesi, ilişkilendirilmesi, güncellenmesi, sorgulanması, analiz edilmesi ve sunulması işlevlerini gerçekleştirir. Yazılım, donanım, uzman personel ve belirli yöntemlerin bir araya gelmesiyle oluşturulmuş bir sistemdir. Bu kapsamlı sistem; tarım, şehir ve bölge planlama, ormancılık, jeoloji, peyzaj, turizm, savunma, güvenlik, arkeoloji, çevre koruma, yerel yönetimler, sağlık, demografi ve eğitim gibi çeşitli alanlarda geniş bir kullanım potansiyeline sahiptir. (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024). CBS, verileri haritaya entegre ederek, nesnelerin konum bilgilerini ve bunların özelliklerini bütünleştirir. Bu, bilimsel araştırmalarda ve çeşitli sektörlerde haritalama ve analiz için sağlam bir temel sağlar. CBS, kullanıcıların kalıpları, ilişkileri ve coğrafi bağlamları anlamalarına yardımcı olur. Ayrıca, CBS'nin faydaları arasında daha iyi iletişim, verimlilik artışı, yönetim ve karar verme süreçlerinin geliştirilmesi bulunur (Esri, 2024).

Bu derlemenin amacı maddi ve manevi sonuçlar doğuran karayolu trafik kazalarının analizinde, yorumlanmasında ve kazaların önlenmesine yönelik yapılacak planlamalarda CBS'nin önemini vurgulamaktır.

2. Kavramsal Çerçeve

Karayollarında meydana gelen kazaların mekânsal ve zamansal analizinin yapılabilmesi için kazaya etken eden faktörlerin değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Değerlendirmenin doğru yapılabilmesi için tanımların, mevcut yasal düzenlemelerin ve CBS'nin yeteneklerinin bilinmesi gerekmektedir.

2.1. Tanımlar ve Yasal Mevzuat

Trafik, yayaların, hayvanların ve araçların karayolları üzerindeki hareketlerini ifade eder. Karayolu ise, trafiğin akışı için halkın kullanımına açık olan arazi şeritleri, köprüler ve alanlar olarak tanımlanır. Karayollarında can ve mal güvenliğini sağlamak ve trafik güvenliğiyle ilgili önlemleri belirlemek amacıyla, tüm düzenlemeler 18/10/1983 tarihinde yayımlanan 2918 sayılı Karayolları Trafik Kanununa dayanılarak yapılmaktadır. Bu kanun trafik kuralları, şartlar, hak ve yükümlülükler, bunların uygulanması ve denetlenmesi ile ilgili kuruluşların görev, yetki ve sorumluluklarını kapsamaktadır.

2.1.1. Yol Çeşitleri

Ülkemiz gelişmiş ve uzun bir karayolu ağına sahiptir. Bununla birlikte doğru orantılı olarak kazaların çeşidi ve sayısı fazla olmaktadır. Otoyol, devlet yolu ve il yolu Karayolları Genel Müdürlüğü'nün sorumluluğu altında bulunmaktadır. Köy yolları, turistik yollar, orman yolları ve şehir içi yollar Karayolları Genel Müdürlüğü'nün yol ağı içinde olmayıp, diğer kuruluşların sorumluluğundadır.

Karayolları Genel Müdürlüğü sorumluluğunda 01/01/2024 tarihi itibarıyla 27.700 km bölünmüş yol olmak üzere toplam 68.654 km yol bulunmaktadır. (Tablo 1 ve Tablo 2).

Tablo 1. Bölünmüş Yollar (Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM), 2024)

YOL CİNSİ	UZUNLUK (KM)
Otoyol*	3.726
Devlet Yolları	21.680
İl Yolları	2.294
TOPLAM	27.700

Tablo 2. Sath Cinsine Göre Yol Ağı (km) (Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM), 2024)

YOL CİNSİ	Asfalt Betonu	Sathi Kaplama	Parke	Stabilize	Toprak	Diğer Yollar	TOPLAM
Otoyol*	3.726	-	-	-	-	-	3.726
Devlet Yolları	20.135	10.387	45	22	-	275	30.864
İl Yolları	6.018	25.182	225	276	299	2.064	34.064
TOPLAM	29.879	35.569	270	270	299	2.339	68.654

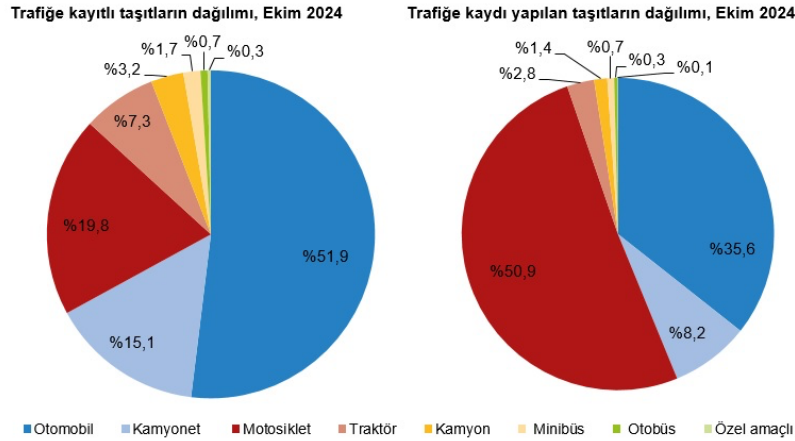
* Yap-İşlet-Devret modeli ile yapılıp hizmete açılan otoyollar uzunluğa dahil edilmiştir.

2.1.2. Taşıt Çeşitleri

Ülkemiz karayollarında çok çeşitli motorlu karayolu taşıtları yer almaktadır. 2024 yılı Ekim ayında 209.401 adet taşıtın trafiğe kaydı yapılmış ve 2024 yılı Ekim ayı itibarıyla ülkemizde 30.883.688 adet motorlu karayolu taşıtı bulunmaktadır. (Tablo 3 ve Şekil 1)

Tablo 3. 2024 Yılı Ekim Ayı İtibariyle Çeşidine Göre Motorlu Karayolu Taşıtı Sayıları (Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2024)

TAŞIT ÇEŞİDİ	MİKTARI	TAŞIT ÇEŞİDİ	MİKTARI
Otomobil	16.038.061	Kamyon	994.184
Minibüs	518.896	Motosiklet	6.100.909
Otobüs	213.338	Özel Amaçlı Taşıt	100.617
Kamyonet	4.665.439	Traktör	2.252.224
TOPLAM: 30.883.688			



Şekil 1. 2024 Yılı Ekim Ayı İtibariyle Trafikte Kayıtlı ve Trafikte Kaydı Yapılan Taşıtların Dağılımı (Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2024)

2.1.3. Trafik Kazası ve Yapılan İşlemler

Trafik kazası, karayolunda seyir halinde olan bir veya daha fazla aracın dahil olduğu, ölüm, yaralanma ve/veya maddi hasara yol açan bir olaydır.

Genel kolluk trafik kazalarına adli yönden gereği yapılmak üzere, trafik kolluğu ise kaza nedenlerini, iz ve delillerini belirleyerek “Trafik Kazası Tespit Tutanağı” düzenlemek üzere (polis veya jandarma) tarafından el koyar.

Trafik kolluğunun yetki alanı dışında kalan bölgeler ve müdahale edemedikleri durumlarda, trafik kaza tespit tutanağı genel kolluk tarafından düzenlenir ve bir kopyası ilgili trafik kolluğuna iletilir.

Trafik kazası tespit tutanağı, adli soruşturma açısından en önemli delildir. Kovuşturma aşamasında kullanılacak delillerin çoğu soruşturma aşamasında toplanmaktadır. Ceza muhakemesinin can damarı olan soruşturma evresi gerçekten çok önemlidir (Ayyıldız, 2021).

Trafik kazası tespit tutanağında, kazanın gerçekleştiği yerin durumu, kazaya karışan sürücüler, izler ve deliller, varsa ölü ya da yaralılar, meydana gelen hasar veya zarar, olayın tarihi ve saati gibi detaylar yer almaktadır. Kaza yerinin durumu ayrıca bir kroki ile gösterilirken, kazazedelerin olay mahallindeki ölüm veya yaralanma durumları da tutanakta belirtilmektedir. Bu tutanak, soruşturma dosyasına eklenmek, arşivlenmek, saklanmak ve taraflara verilmek üzere yeterli sayıda hazırlanmaktadır.

2.1.4. Trafik Kazasına Etki Eden Faktörler

Karayolu trafik kazalarının başlıca nedeni insan faktörüdür. TÜİK'in verilerine göre, 2023 yılında Türkiye'de ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarına neden olan toplam 281.054 kusurun %99,7'si insan kaynaklıdır (sürücü %88,9, yaya %9,0, taşıt %1,1, yolcu %0,6). Yol kaynaklı kusurlar ise %0,3 oranındadır (TÜİK, 2024). Karayolu trafik kazalarında insan faktörünün yanı sıra çevre koşulları, yolun özellikleri, mevsim, gün içindeki zaman ve meteorolojik durum gibi faktörler de etkili olmaktadır.

Karayollarında gerçekleşen trafik kazalarında, araç sürücülerinin asli kusurlu sayılacağı durumlar, Karayolu Trafik Kanunu'nun 84. maddesinde düzenlenmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Araç Sürücülerinin Asli Kusurlu Sayılacağı Haller

Kanun Maddesi	Açıklama
84/a	Kırmızı ışıklı trafik işaretinde veya yetkili memurun dur işaretinde geçme
84/b	Taşıt giremez trafik işareti bulunan karayoluna veya bölünmüş karayolunda karşı yönden gelen trafiğin kullandığı şerit, rampa ve bağlantı yollarına girme
84/c	İkiden fazla şeritli taşıt yollarında, karşı yönden gelen trafiğin kullandığı şerit veya yol bölümüne girme
84/d	Arkadan çarpma
84/e	Geçme yasağı olan yerlerde geçme
84/f	Doğrultu değiştirme manevralarını yanlış yapma
84/g	Şeride tecavüz etme
84/h	Kavşaklarda geçiş önceliğine uymama
84/i	Kaplamanın dar olduğu yerlerde geçiş önceliğine uymama
84/j	Manevraları düzenleyen genel şartlara uymama
84/k	Yerleşim birimleri dışındaki karayolunun taşıt yolu üzerinde, zorunlu haller dışında park etme veya duraklama ve her durumda gerekli tedbirleri almama
84/l	Park için ayrılmış yerlerde veya taşıt yolu dışında kurallara uygun olarak park edilmiş araçlara çarpma

2.2. CBS Nedir?

Konuma dayalı karmaşık planlama, organizasyon ve yönetim sorunlarını çözmek için tasarlanan sistemler, coğrafi konumları belirlenmiş verilerin depolanması, işlenmesi, yönetilmesi, modellenmesi, analiz edilmesi ve görselleştirilerek sonuçlarının elde edilmesi işlemlerini gerçekleştiren donanım, yazılım ve yöntemlerin birleşimidir (Erdoğan & Güllü, 2004).

CBS, geniş bir uygulama yelpazesine sahip olup, konuma dayalı veri analizini gerektiren problemlerin çözümünde kilit rol oynayan bir sistemdir. CBS'nin kuruluşu için yazılım, donanım, veriler, yöntemler ve insan unsuru gereklidir (Şekil 2).



Şekil 2. CBS'nin Bileşenleri (Erdoğan & Güllü, 2004)

Yeryüzünde ya da uzayda konumlanmış nesnelere ve olayların her biri coğrafi varlık olarak adlandırılır ve coğrafi varlıkları niteleyen unsurlar coğrafi veriler olarak bilinirler (Yomralıoğlu, 2000). Coğrafi veri CBS'nin kalbidir. CBS veri modeli, gerçek dünyayı ele alınan konulara uygun şekilde tanımlayan ve yeniden temsil eden bir yaklaşımdır. Coğrafi veri, nesnelere sadece koordinat bilgileriyle değil, aynı zamanda öznitelik bilgileriyle tanımlanmasını içeren geniş kapsamlı bir kavramdır (Öztürk).

Günümüzde CBS, gelişmiş özellikleriyle planlama süreçlerinde doğal ve çevresel faktörlerin etkili bir şekilde belirlenmesini, analiz edilmesini ve yorumlanmasını mümkün kılmaktadır. Nispeten yeni bir yaklaşım olmasına rağmen kökleri geçmişe dayanan geotasarım, çevresel faktörleri tasarım süreçlerine

entegre etmeyi ve bu süreçlerde mekânsal analizlerden faydalanmayı öncelikli hale getirmektedir (Çabuk, 2014).

CBS, konumsal verilerin görselleştirilmesi ve analiz edilmesi için sıklıkla kullanılan gelişmiş bir teknolojik araçtır. CBS, kullanıcıların büyük ve karmaşık konumsal veri setlerini organize etmelerine ve bu verileri etkili bir şekilde görselleştirmelerine olanak tanıyarak geotasarım süreçlerine önemli bir destek sunmaktadır. Bunun yanı sıra, çeşitli faktörler arasındaki olası etkileşimleri analiz etme kabiliyeti sayesinde, CBS, dinamik yer sistemlerinin gelecekteki yıllar ve yüzyıllar boyunca nasıl evrilebileceğini anlamamıza katkı sağlamaktadır (Dangermond, 2010).

2.3. Kaza Kara Noktası

Dünyada trafik kazalarının yoğun olarak meydana geldiği yol kesimleri "Kaza Kara Noktası (Accident Black Spot)" olarak adlandırılmaktadır. Bu terim, belirli bir kaza türünün sıkça yaşandığı yol kesimlerini tanımlar. Başka bir deyişle, her kaza meydana gelen nokta değil, belirli kazaların yoğunlaştığı kesimler ve noktalar bu şekilde adlandırılır. Trafik güvenliğini sağlamak ve kaza sayısını azaltmak amacıyla, bu kara noktaların belirlenmesi ve iyileştirilmesi büyük önem taşır. Kaza kara noktaların düzeltilmesi, bu alanlarda ölüm ve yaralanmaların önlenmesi açısından hayati öneme sahiptir (Güvenli Trafik, 2024).

Meydana gelen karayolu trafik kazalarının sayısı ve kazaların meydana gelmesindeki etkenler değerlendirildiğinde çok büyük verilerin analiz ihtiyacına ihtiyaç duyulmaktadır. Kaza kara noktalarının tespit edilmesi ile yapılacak analizlerin sistemli bir şekilde yapılması önem arz etmektedir.

Geleneksel kaza kara nokta tespit yöntemi, kazaların meydana geldiği noktaların harita üzerinde işaretlenmesini ve yoğun kazaların bulunduğu alanların "kara nokta" olarak belirlenmesini kapsamaktadır. (Murat & Şekerler, 2009). Bu yöntem yapılacak mikro ölçekli analizlerde fayda sağlayabilir ancak çalışma alanı genişledikçe ve veri miktarı büyüdükçe işlemler karmaşıklaşacak ve bu yöntem fayda sağlamayacaktır.

Kaza kara noktalarının tespitinde genellikle CBS programları kullanılmaktadır. CBS, kaza verileri ve koordinatlarının belirli bir bölgeye entegre edilmesiyle kaza haritalarının oluşturulmasını sağlar. Bu durum, CBS'nin bu tür çalışmalarda yaygın olarak kullanılmasına olanak tanımaktadır (Mantaş, 2017).

Kara nokta analizlerinde kaza verilerinin doğru şekilde kaydedilmesi, saklanması ve incelenmesi için bilgisayar tabanlı bir kaza bilgi sistemi oluşturulması gereklidir. CBS, konumsal verilerin girilmesi, arşivlenmesi, analiz edilmesi ve görselleştirilmesi özellikleriyle kara nokta ve yüksek kaza riski taşıyan bölgelerde etkili bir şekilde kullanılacak bir sistemdir (Tuncuk & Karaşahin, 2004).

CBS'nin verilerin toplanmasında ve işlenmesinde sağladığı kolaylıklar, verilerin analiz edilmesi, sorgulanması ve paylaşılması gibi yetenekleri göz önünde bulundurulduğunda kaza kara tespit yönteminde CBS'nin kullanılması zaman ve verimlilik açısından önem arz etmektedir.

3. Trafik Kazalarının CBS ile Analizi

Günümüzde CBS, haritacılık, orman yönetimi ve altyapı gibi alanların yanı sıra, yerbilimleri ve arkeoloji gibi çeşitli disiplinlerde de kullanılmaktadır. CBS'nin karayolu güvenliği için kullanımı da bu geniş uygulama alanlarından biridir. Ülkemizde trafik kazalarının yol açtığı ölüm, yaralanma ve maddi hasarlar dikkate alındığında, trafik sorununun ülkemiz için büyük bir önem taşıdığı görülmektedir (Erdoğan & Güllü, 2004).

Karayolu Altyapısı Güvenlik Yönetimi Hakkında Yönetmeliğe göre, trafik kazalarının oluş nedenlerine ilişkin tüm unsurları kapsayan istatistik verilerini ve bilgilerini toplamak, değerlendirmek ve gerekli önlemleri almak için ilgili kuruluşlara teklifte bulunmak İçişleri Bakanlığının yetkisindedir.

CBS, "ne nerede?" sorularına yanıt verir. Karayolu trafik kazalarında kazanın zamanı, yolun niteliği, hava durumu ve kazaya karışan taşıtların türü gibi bilgileri içeren "ne?" sorusunun cevabı kazaya ait öznitelik verilerini belirtir. "Nerede?" sorusunun cevabı ise kazanın konumsal verisini ifade eder. Meydana gelen kazaların incelenmesinde veriler, Emniyet Genel Müdürlüğü ve Jandarma Genel Komutanlığı trafik birimleri tarafından düzenlenen trafik kazası tespit tutanaklarından elde edilmektedir. Tutanaklardaki veriler, CBS'de konumsal ve öznitelik verileri olarak işlenmektedir (Şekil 3).

ÖLÜMLÜ/YARALANMALI TRAFİK KAZASI TESPİT TUTANAĞI		Sayfa 1/.....
A. TUTANAĞI DÜZENLEYEN		B. KONUM BİLGİSİ
BİRİM ADI	TELEFON NO	Koordinat X - E0
KAZA SIRA NO:		Koordinat Y - N
C. KAZANIN YERİ VE ZAMANI		YERLEŞİM YERİ 1 İç 2 Dış
TARİH	YOLUN TİPİ	KAZA YERİNDEKİ AZAMI HIZ LİMİTİ
HAFTANIN GÜNÜ	1 Bölünmüş yol 2 Tek yönlü yol 3 İki yönlü yol	SERİT SAYISI - GENİŞLİĞİ
SAAT/DAKİKA	4 Diğer (Kazanın Örtü Bölümüne açıklana yazınız)	YOL PLATFORM GENİŞLİĞİ
İL	YOLUN KAPLAMA CİNSİ	YOLUN SINIFI
İLÇE	1 Asfalt 4 Pnöle 2 Sahi Kaplama 5 Stabilize 3 Beton 6 Toprak	1 Cadde 4 Devlet yolu 7 Orman yolu 10 Park alanı 13 Diğer (.....)
MAH./KÖY	2 Sokak 5 İl yolu 8 Servis yolu 11 Tesis-mülk örtü veya işi 3 Otayol 6 Köy yolu 9 Bağlantı yolu 12 Su yolu taşıtı	YOL NO - KONTROL KESİM NO
KAZA YERİ ADRESİ		Otoyol O
..... (caddesi / sokağı) üzeri		Devlet Yolu D
..... (caddesi / sokağı) ile		İl Yolu
..... (il/ilçesinden/mahalleden/köy/dağı)		Uzaklık : km mt
D. YOL GÜVENLİK EKİPMANLARI İLE ÇEVRE VE DİĞER ÖZELLİKLERİ		GÜN DURUMU
1 Var 2 Yok 3 Uygun Değil	İŞIKLI / SESLİ İŞARET (Trafik Lambası) 1 Var 2 Var (Bozuk) 3 Yok	1 Gündüz 2 Gece 3 Alışkanlık
OTO KORKULUK	AYDINLATMA	HAVA DURUMU
YAYA YOLU (Kalınlık)	TRAFİK GÖREVLİSİ	1 Açık 4 Dolu 2 Sis/duman 7 Tipi 3 Yağmur 8 Kuvvetli rüzgar 4 Kar 9 Topkum Fırtına 5 Sulu yağın 10 Diğerk
EMNİYET SERİDİ / BANKET	GÖRÜŞE ENGEL CİSİM	YOLUN YÜZEYİ
YOL SERİT ÇİZGİSİ	Var ise adı: KAZA SONRASI ARAÇ HARİCİNDE HASAR GÖREN DİĞER UNSURLAR	1 Kuru 2 Islak, nemli 3 Karlı 4 Buzlu 5 Sel, su birikintili 6 Diğer kaygan
TRAFİK İŞARET LEVHASI	YOLDA ÇALIŞMA	İLK YARDIM DURUMU
Levha Adı: Kazanın Noks. Uzaklık:	Var ise adı-1: Var ise adı-2:	1 Sağlık Ekibi 2 Trafik zabıtası 3 Vatandaş
1) m 2) m 3)	Var ise: İşçilerle Var Yok Var ise: İşçilerle Personel Var Yok	

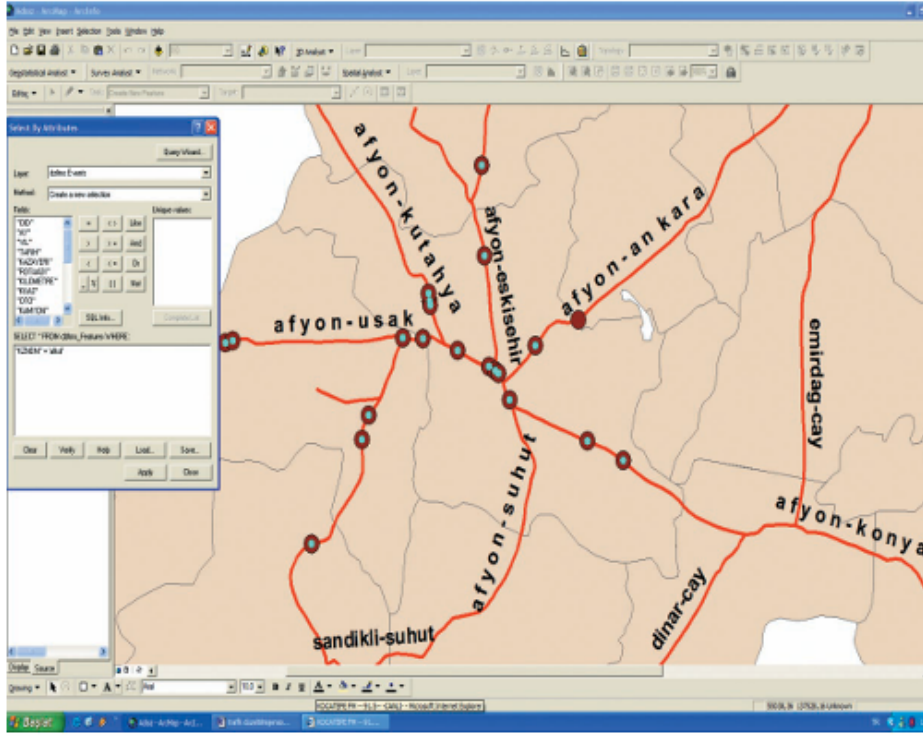
☐ Konumsal Veri ☐ Öznitelik Verisi

Şekil 3. Trafik Kazası Tespit Tutanağındaki Verilerin Değerlendirilmesi

Trafik kazalarına etki eden faktörleri belirlemek ve kaza kara noktalarını tespit etmek amacıyla, trafik kazası tespit tutanaklarındaki konumsal ve öznitelik verileri kullanılarak CBS ile analizler gerçekleştirilmektedir. Elde edilen bulgular, trafik kazalarının önlenmesi ve trafik güvenliğinin artırılması için gerekli önlemlerin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu analizler, kazaların yoğunlaştığı bölgelerin tespit edilmesine ve bu bölgelerde uygulanacak iyileştirme çalışmalarının planlanmasına imkân sağlamaktadır.

Erdoğan ve Güllü (2004) çalışmasında Afyonkarahisar-İzmir, Afyonkarahisar-Ankara, Afyonkarahisar-İstanbul, Afyonkarahisar-Antalya, Afyonkarahisar-Eskişehir, Afyonkarahisar-Konya bağlantılarını sağlayan 7 devlet yolunda 1996-2003 yılları arasında meydana gelen trafik kazaları kayıtları incelenmiş ve 3554 trafik kazası CBS yazılımı ile haritalandırmıştır. Rotaların konumlandırılması ve topolojik ilişkilerin oluşturulmasıyla birlikte, kaza verileri her türlü istatistiksel ve mekânsal analiz için kullanılabilir hale

gelmiştir. Yapılan çalışmada alkol nedeniyle meydana gelen kazaların karayollarındaki dağılımı belirlenmiştir (Şekil 4).



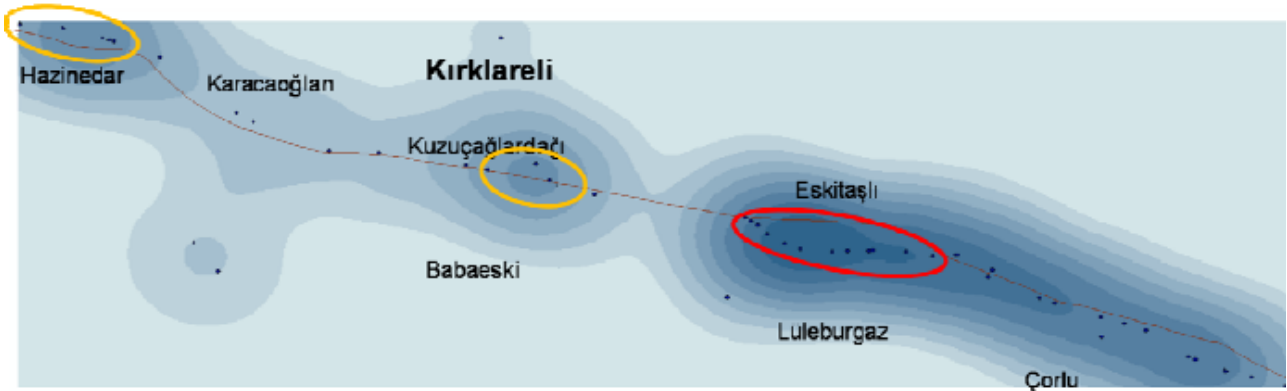
Şekil 4. Alkol Nedeniyle Meydana Gelen Kazalar ve Karayollarındaki Dağılımı (Erdoğan ve Güllü, 2004)

Murat ve Şekerler (2009) çalışmasında Denizli ili 2004, 2005 ve 2006 yıllarına ait trafik kaza verileri ile kümelenme analizi yöntemi ile modellenmesi kullanarak kazaların meydana geldiği bölgeleri CBS yazılımı ile haritalandırmıştır. Yapılan çalışma sonucunda meydana gelen kazaların yoğunluk gösterdiği bölgeler tespit edilmiştir (Şekil 5).



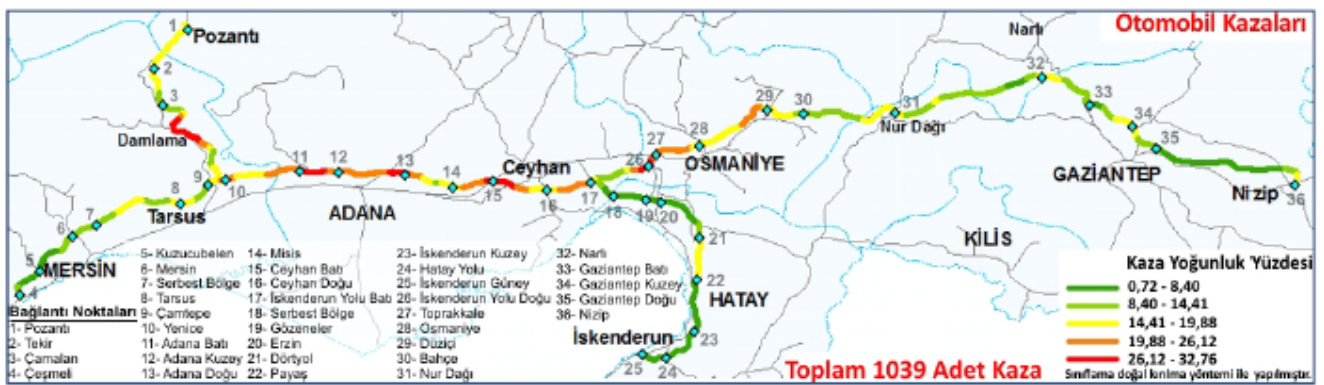
Şekil 5. Trafik Kaza Verilerinin Kümelenme Analizi Yöntemi ile Modellenmesi (Murat ve Şekerler, 2009)

Emniyet Genel Müdürlüğü (2012) çalışmasında 2008 yılında Kırklareli otoyol güzergahında meydana gelen 50 ölümlü ve yaralanmalı trafik kazası CBS kullanılarak analiz edildiğinde kazaların en yoğun şekilde Eskitaşlı Mevkiinde meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 6).

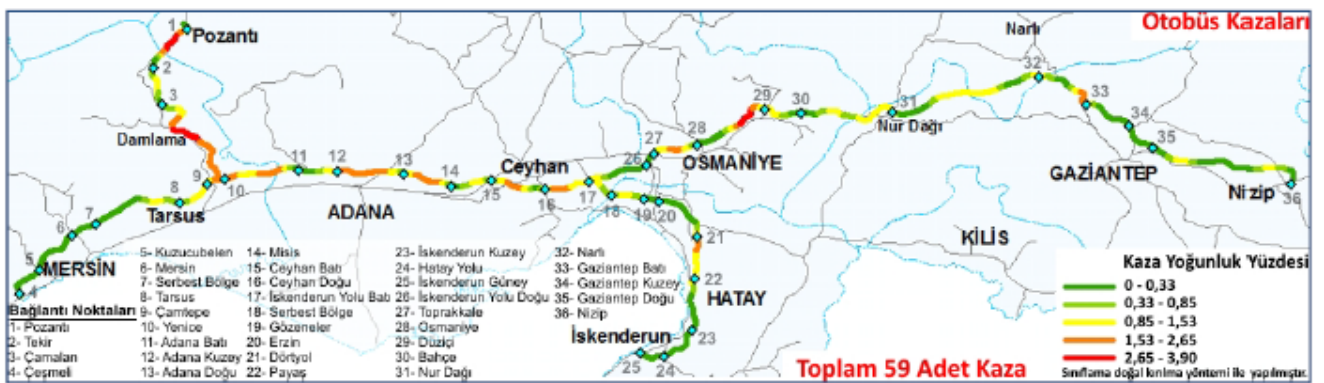


Şekil 6. Kırklareli 2008 Yılı Ölümlü Otoyol Kazaları Analizi (EGM, 2012)

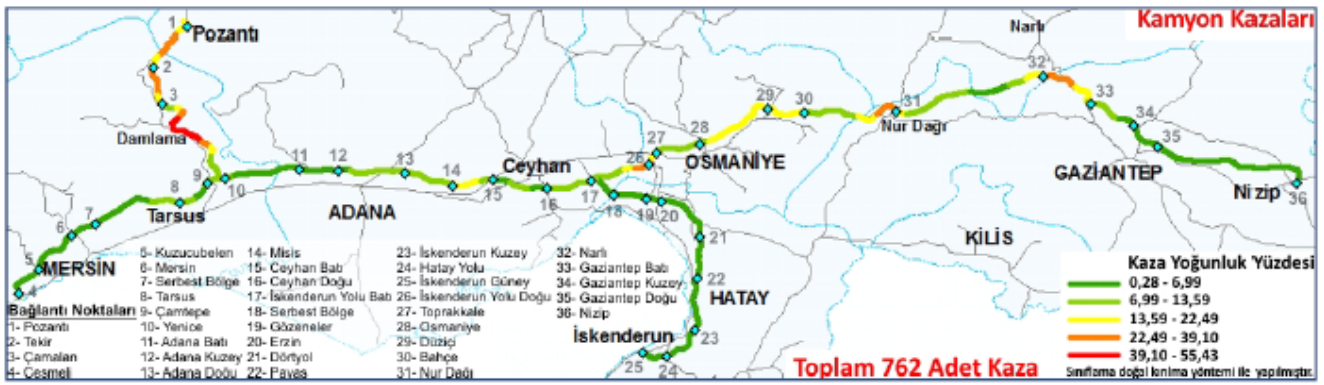
Emniyet Genel Müdürlüğü (2012) çalışmasında 2006-2009 yılları arasında TAG Otoyolu güzergâhında meydana gelen toplam 2175 ölümlü veya yaralanmalı trafik kazası, taşıt türüne göre CBS ile haritalandırılarak kazaların yoğunlaştığı bölgeler tespit edilmiştir. Otomobil, otobüs ve kamyon kazalarına ait yoğunluk analizi Şekil 7, Şekil 8 ve Şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil 7. TAG Otoyolu 2006-2009 Yılları Otomobillerin Karıştığı Kazaların Yoğunluk Haritası (EGM, 2012)



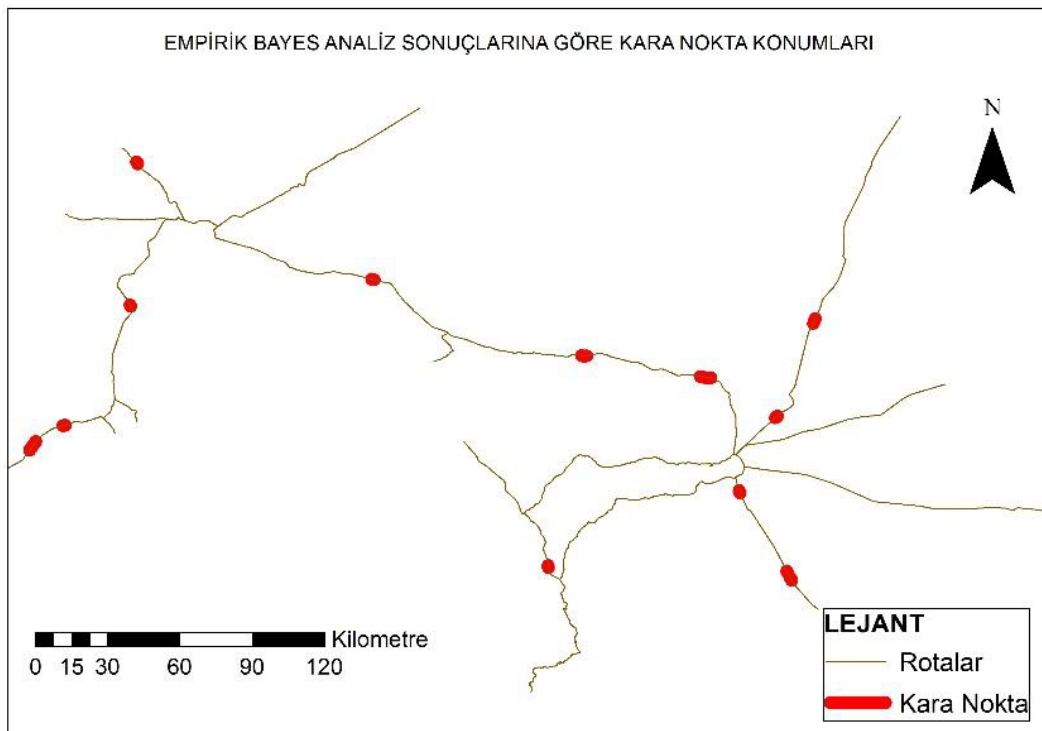
Şekil 8. TAG Otoyolu 2006-2009 Yılları Otobüslerin Karıştığı Kazaların Yoğunluk Haritası (EGM, 2012)



Şekil 9. TAG Otoyolu 2006-2009 Yılları Kamyonların Karıştığı Kazaların Yoğunluk Haritası (EGM, 2012)

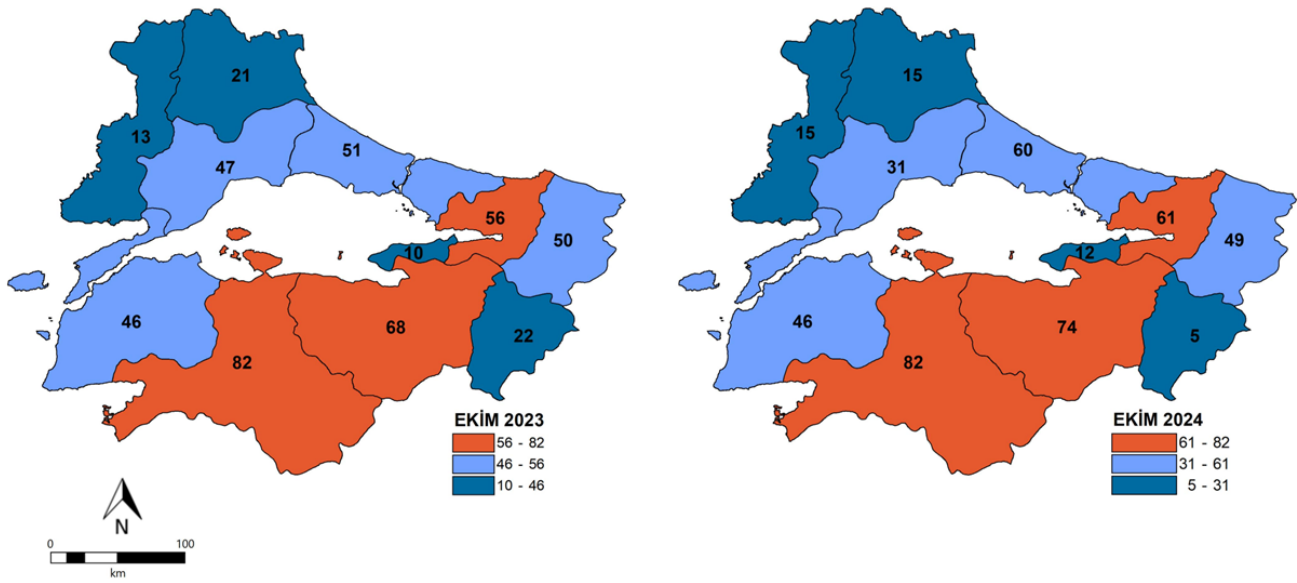
Yapılan analizler sonucu; otomobillerin karıştığı kazalar değerlendirildiğinde kazaların en fazla Damlama Mevkii ile Adana Doğu bağlantısı batısında, otobüslerin karıştığı kazalar değerlendirildiğinde kazaların en fazla Damlama Mevkii ile Düziçi bağlantısı batısında ve kamyonların karıştığı kazalar değerlendirildiğinde kazaların en fazla Damlama Mevkiinde meydana geldiği tespit edilmiştir.

Dereli vd. (2015) çalışmasında Afyonkarahisar-Konya illerine bağlı karayollarını örnek çalışma alanı olarak seçmiştir. Bu karayollarına ilişkin 2005-2011 yıllarına ait trafik kaza verileri, Ampirik Bayes yöntemi ile analiz edilerek CBS yazılımı aracılığıyla ortak riskli alanlar belirlenmiş ve bu iller dâhilindeki karayollarında kara noktalar tespit edilmiştir (Şekil 10).



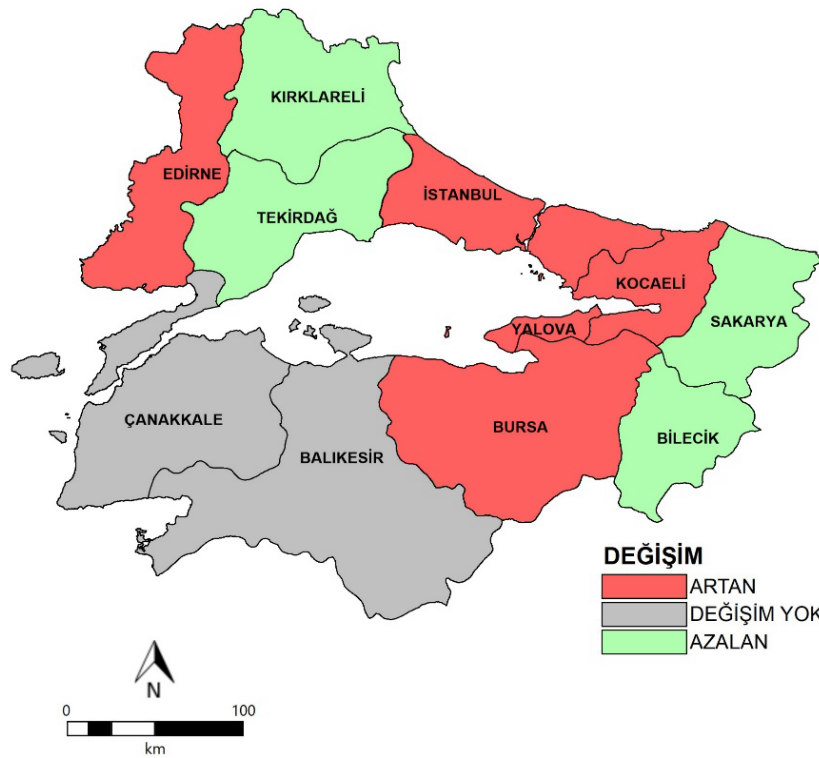
Şekil 10. Afyonkarahisar-Konya İlleri Kara Nokta Haritası (Dereli vd., 2015)

Jandarma Genel Komutanlığı internet sayfasında yer alan Trafik İstatistik Bülteninde yayımlanan verilere dayanarak, jandarma sorumluluk alanında Marmara Bölgesinde 2023 ve 2024 yılları ekim ayında meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı trafik kazaları ile ilgili veritabanı oluşturulmuş ve kazaların dağılımı CBS ile haritalandırılmıştır. Yapılan analiz sonucunda kaza sayılarının Balıkesir, Bursa ve Kocaeli yoğunluk gösterdiği tespit edilmiştir. (Şekil 11)



Şekil 11. Jandarma Sorumluluk Alanında Marmara Bölgesinde 2023 ve 2024 Yılları Ekim Ayında Meydana Gelen Ölümlü Ve Yaralanmalı Trafik Kazaları

Kaza sayıları karşılaştırıldığında, 2023 yılına göre 2024 yılında Edirne, Kocaeli, İstanbul, Yalova ve Bursa illerinde kaza sayılarının arttığı; Çanakkale ve Bursa illerinde kaza sayılarında bir değişiklik olmadığı; Kırklareli, Tekirdağ, Sakarya ve Bilecik illerinde ise kaza sayılarının azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 12).



Şekil 12. Jandarma Sorumluluk Alanında Marmara Bölgesinde 2023 ve 2024 Yılları Ekim Ayında Meydana Gelen Ölümlü ve Yaralanmalı Trafik Kazalarının Karşılaştırılması

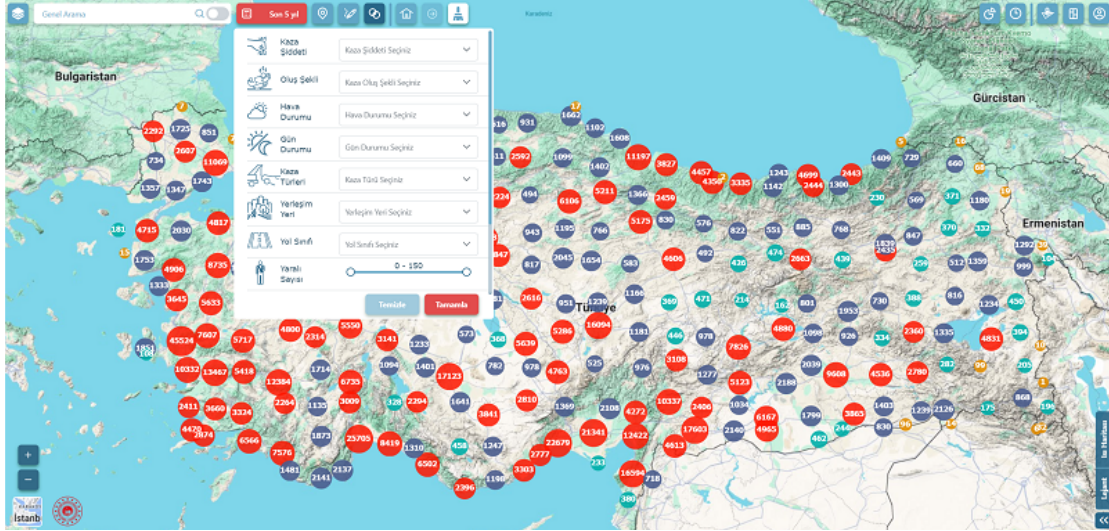
7. Tartışma ve Sonuç

Kurumlar ve bilim insanları tarafından gerçekleştirilen çalışmalar, trafik kazalarının önlenmesi için yapılacak planlamalar açısından son derece değerlidir ve önemli veri sağlar. Ancak, bu çalışmalar genellikle belirli bir bölgeyi ve zaman dilimini kapsamaktadır. Trafik kazalarının etkili bir şekilde incelenmesi ve bu kazalara neden olan faktörlerin sistematik olarak belirlenmesi büyük önem taşımaktadır.

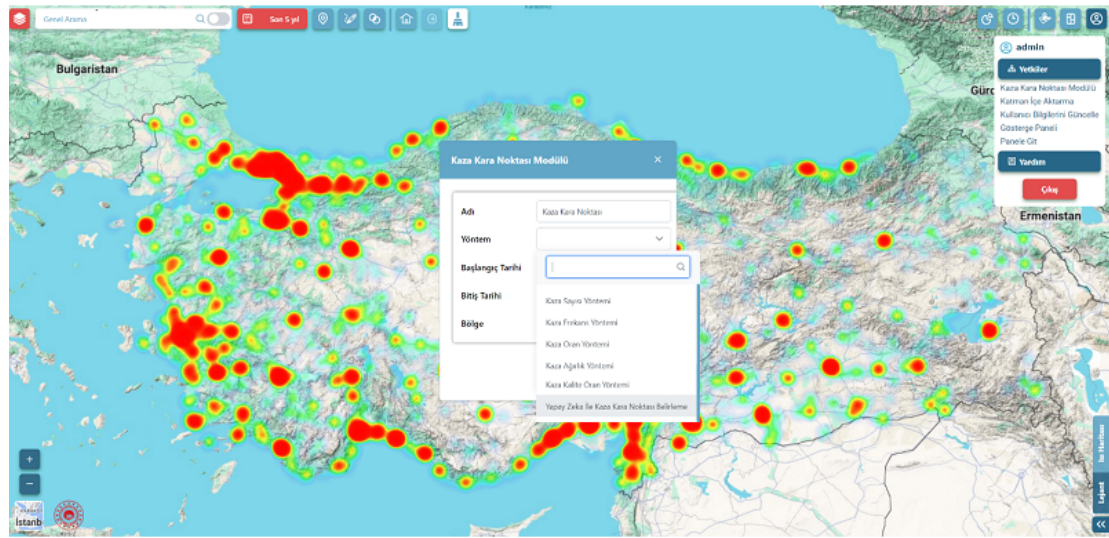
Günümüzde dünyada yaygınlık gösteren yeni kent planlama modellerinden bir tanesi de "akıllı kent" yaklaşımıdır. Akıllı kent, merkeze insanı yerleştirerek kentin sorunlarını ve ihtiyaçlarını karşılamak için bilgi iletişim teknolojileri odaklı çözümler sunan bir yaklaşımdır. Dolayısı ile kentsel sorunların ve ihtiyaçların karşılanması, yaşam kalitesinin artırılmasında sürdürülebilir, etkin, verimli politika üretiminde yerel yönetimlerin amaçladığı şehircilik yaklaşımının temelini oluşturmaktadır (Kaya, 2024).

Artan nüfus nedeniyle şehirlerde trafik sıkışıklıkları meydana gelmekte, bu da acil durumların ve kaza oranlarının artmasına neden olmaktadır. Akıllı şehirlerin sunduğu akıllı ulaşım çözümleri sayesinde seyahat süreleri kısaltmakta, trafikteki can ve mal güvenliği sağlanmakta ve korunmaktadır. "2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı" içinde belirlenen 16 bileşenden birisi olan akıllı ulaşım üst başlığında; CBS kullanılarak çevre, güvenlik, altyapı ve yönetim gibi farklı alanlardaki bileşenlere de katkıda bulunacak projeler hayata geçirilmektedir. Bu doğrultuda, "2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı" ile "2021-2023 Karayolu Trafik Güvenliği Eylem Planı" kapsamında, trafik verilerinin etkin kullanımı ve trafik güvenliğine yönelik bir karar destek mekanizmasının oluşturulması amacıyla Trafik Güvenliği Analiz Platformu (TGAP) projesi hayata geçirilmiştir. Bu sayede kaza kara noktaları ve kaza yoğunluğu yüksek bölgelerin CBS tabanlı tematik haritalar ile zaman-mekânsal analizi yapılabilmekte ve büyük veri analizi ile koridor ve mikro seviyeyi de içeren esnek bir analiz yapısı sunulmaktadır (Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2024).

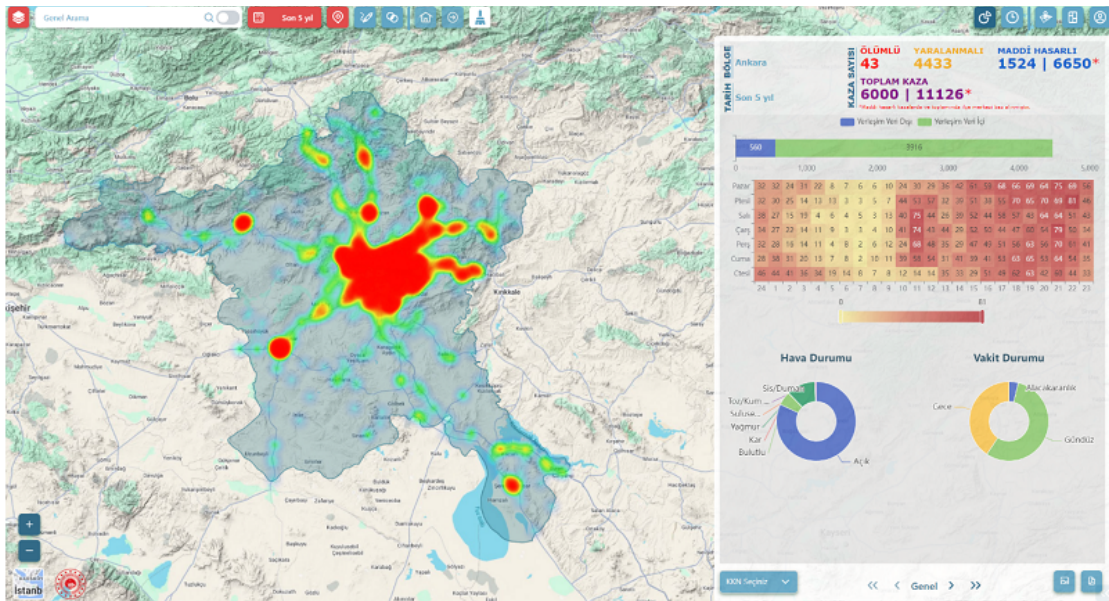
Trafik Güvenliği Analiz Platformu ile ülke ölçeğinde; kent içi ulaşımına yönelik kaza kara noktalarının belirlenmesi, kaza kara noktalarının otomatik olarak farklı yöntemlerle oluşturulabilmesi, trafik kazalarının geçmiş yıllar ile karşılaştırmalı olarak izlenebilmesi, trafik kazaları ile ilgili önlemlerin daha detaylı bir şekilde ele alınması, kaza analizinde yapay zekâ perdeleme ve kümeleme yönteminin kullanılması (Şekil 13), kaza noktaları iyileştirmelerinin yıllar boyunca izlenebilmesi, analizler sonucunda kazalarda önemli rol oynayan parametrelerin belirlenmesi beklenmektedir. İlgili kurumların platformu kullanmaları sağlanarak sorumluluk alanlarında yer alan kaza kara noktası ve kaza yoğunluğu yüksek bölgelerin platform üzerinden tespitleri (Şekil 14-15) sayesinde sorunlu bölgeler ile ilgili doğru ve etkin bir şekilde aksiyon alınması ve şehirlerimize katkıda bulunulması hedeflenmektedir. Bununla birlikte platformdaki analiz ve raporlama özellikleri sayesinde dönemsel takiplerin yapılması ve ulaşım ile ilgili projelerin hazırlık aşamalarında kullanılarak genel anlamda kamu faydasına ve vatandaşın can ve mal güvenliğini sağlayacak planlamaların yapılması istenmektedir. Trafik güvenliğinden sorumlu kamu kurumları ve yerel yönetimler platformun hedef kullanıcı grubu olarak belirlenmiştir (Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2024).



Şekil 13. TGAP Kaza Kümeleme Yöntemi



Şekil 14. TGAP Kaza Yoğunluğu Yüksek Bölgelerin Tespiti



Şekil 15. TGAP kaza yoğunluğu yüksek bölgelerin tespiti

Motorlu araç teknolojisi ve güvenlik donanımlarındaki artışa, kolluk personeli tarafından yapılan denetimlere ve bilimsel verilere dayalı olarak planlanıp yapılan yolların iyileştirilmesine rağmen trafik

kazaları halen hayatımızda önemli bir yer tutmaktadır. Meydana gelen trafik kazalarının mekân-zaman analizi ile yorumunun CBS kullanılarak yapılması; trafik kazalarının önlenmesi amacıyla doğru tespitlerin yapılmasına imkân sağlamak ve alınacak karar ve tedbirlerin uygulanmasında karar-destek mekanizması olmaktadır.

Teşekkürler ve Bilgi Notu

Bu makalenin ortaya çıkmasında desteklerini ve teşviklerini esirgemeyen değerli hocalarımız Sayın Prof.Dr. Alper ÇABUK'a teşekkürlerimizi sunarız.

Bu makalenin tüm bölümleri yazarlar tarafından alınan ortak karar ile yazılmış olup fikir ayrılığına düşülmemiştir

Kaynaklar

- Ayyıldız H., (2021). Ceza Muhakemesinde Adli Kolluk ve Soruşturmadaki Rolü, Doktora Tezi (Tez No: 664332). Hacettepe Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü / Kamu Hukuku Anabilim Dalı
- Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü. (2024). Trafik Güvenliği Analiz Platformu [Erişim Tarihi: 05 Kasım 2024] <https://cbs.csb.gov.tr/trafik-guvenligi-analiz-platformu-i-112417>
- Çabuk S. N., (2014). Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Tasarlamak: Geotasarım Kavramı. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(1), 37-54.
- Dereli M.A., Erdoğan S., Soysal Ö., Çabuk A., Uysal M., Tiryakioğlu İ. & Aslan Y., (2015). Coğrafi Bilgi Sistemleri Destekli Trafik Kaza Kara Nokta Belirleme: Ampirik Bayes Uygulaması, *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi* Cilt: 7, No: 2, 2015 (36-42).
- Dangermond J., (2010). "GeoDesign and GIS–Designing Our Futures", Proceedings of Digital Landscape Architecture, Wichmann, p.p. 502-514
- Emniyet Genel Müdürlüğü, (2012). Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Trafik Kazalarının Zamansal ve Mekânsal Analizi, ISBN: 978-605-359-573-1
- Esri (2024) CBS Nedir? [Erişim Tarihi: 03 Kasım 2024] <https://www.esri.com.tr/tr-tr/cbs-nedir/genel-bakis>.
- Erdoğan S., & Güllü M., (2004). Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Trafik Kazalarının Analizi: Afyon Örneği. *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi* (91), 29-33.
- Güvenli Trafik. (2024). Öncelikli Alanlar / Kaza Kara Noktaları. [Erişim Tarihi: 01 Kasım 2024] <https://www.guvenlitrafik.gov.tr/oncelikli-alanlar-kaza-kara-noktalari>
- IrishCentral, (2024). On This Day: Bridget O'Driscoll was the first pedestrian killed in a car accident in 1896 [Erişim Tarihi: 01 Kasım 2024] <https://www.irishcentral.com/roots/history/bridget-odriscoll-pedestrian-killed>
- Jandarma Genel Komutanlığı Trafik İstatistik Bülteni (2023) [Erişim Tarihi: 23 Aralık 2024] <https://jandarma.gov.tr/2023-ekim-ayi-verileri>
- Jandarma Genel Komutanlığı Trafik İstatistik Bülteni (2023) [Erişim Tarihi: 23 Aralık 2024] <https://jandarma.gov.tr/2024-ekim-ayi-verileri>
- Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) Yol Ağı Bilgileri [Erişim Tarihi:01 Aralık 2024] <https://www.kgm.gov.tr/sayfalar/kgm/sitetr/kurumsal/yolagi.aspx>

- Karayolları Trafik Kanunu (Kanun Numarası: 2918, Yayımlandığı Resmî Gazete Tarih-Sayı: 18/10/1983-18195)
- Karayolları Trafik Yönetmeliği (Yayımlandığı Resmî Gazete Tarih-Sayı: 18/07/1997- 23053 Mükerrer)
- Karayolu Altyapısı Güvenlik Yönetimi Hakkında Yönetmelik (Yayımlandığı Resmî Gazete Tarih-Sayı: 21/10/2018- 30572)
- Kaya, Ş., (2024). Akıllı Kent Uygulamalarının Kent Kimliğinde Ortaya Çıkardığı Dönüşüm: Amsterdam Örneği, Doktora Tezi (Tez No: 861732). Sakarya Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü / Sosyoloji Anabilim Dalı
- Maltaş, A., (2017). Ağ Tarama Yöntemleri ile Kaza Kara Nokta Tespiti: İstanbul D100 Kara Yolu Örneği, Yüksek Lisans Tezi (Tez No: 482577). Yüzüncü Yıl Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı
- Murat, Y. Ş., & Şekerler A., (2009). Trafik Kaza Verilerinin Kümelenme Analizi Yöntemi ile Modellenmesi. *İMO Teknik Dergi*, 20 (3): 4759-4777.
- Öztürk, M.Z., (2024). Coğrafi Bilgi Sistemlerine Giriş, İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi. [Erişim Tarihi: 01 Aralık 2024] http://auzefkitap.istanbul.edu.tr/kitap/cografi_bilgi_sistemleri_onlisans_ue/cografi_bilgi_sistemlerine_giris.pdf
- ScienceDirect (2024). The world's first automobile fatality [Erişim Tarihi: 01 Kasım 2024] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001457505000369?via%3Dihub>
- Tuncuk, M., & Karaşahin M., (2004). Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Trafik Kaza Kara Noktalarının Tespiti: Isparta Örneği, 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, Fatih Üniversitesi, İstanbul
- Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2024) CBS Nedir? [Erişim Tarihi: 03 Kasım 2024] <https://cbsgunu.csb.gov.tr/cbs-nedir-i-99013>
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) Haber Bülteni 16 Mayıs 2024 Sayı: 53479 - Karayolu Trafik Kaza İstatistikleri, 2023
- Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni 06 Şubat 2024 Sayı: 49684 - Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları, 2023
- Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni 20 Kasım 2024 Sayı: 53461- Motorlu Kara Taşıtları, Ekim 2024
- World Health Organization, (2024). Road Traffic Injuries [Erişim Tarihi: 01 Kasım 2024] https://www.who.int/health-topics/road-safety#tab=tab_1
- World Health Statistics 2023–Monitoring Health for the SDGs, ISBN 978-92-4-007432-3
- Yılmaz İ., Erdoğan S., Baybura, T., Güllü M., vd. (2007). Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla Trafik Kazalarının Analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(2), 135-150.
- Yomralıoğlu T. (2000). Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar. Karadeniz Teknik Üniversitesi.