

COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ YARDIMIYLA TRAFİK KAZALARININ ANALİZİ

İbrahim YILMAZ, Saffet ERDOĞAN, Tamer BAYBURA, Mevlüt GÜLLÜ,
Murat UYSAL

Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi, Ahmet Necdet Sezer Kampüsü,
Mühendislik Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü,
03200, AFYONKARAHİSAR

ÖZET

Trafik kazaları, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizin de en önemli sorunlarından birisidir. Çünkü yapılan araştırmalara ve istatistiki bilgilere göre trafik kazaları, doğal afetlerden daha fazla sosyal ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Trafik kazalarının azaltılabilmesi için, yaya ve sürücülerin eğitimi, yol ve çevre şartlarının daha da iyi duruma getirilmesi ve araçlardaki güvenlik donanımlarının artırılması gibi bir çok alanda çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalardan birisi de trafik kazalarında, tehlikeli kesimler olarak adlandırılan kara noktalarının tespiti ve iyileştirilmesidir.

Bu çalışmada kara noktalarının tespiti için Coğrafi Bilgi Sistemi'nden yararlanılmıştır. Yapılan çalışma ile Afyonkarahisar ili sınırlarındaki devlet karayollarında meydana gelen trafik kazalarının analizlerinin yapılması, harita üzerinde kaza olan yerleri tespit edilmesi ve geliştirilecek bir sistem yardımıyla önlemlerin alınması hedeflenmiştir.

Anahtar kelimeler: Trafik kazası, CBS, kara nokta

GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS AIDED TRAFFIC ACCIDENT ANALYSIS

ABSTRACT

As in the world traffic accidents are one of the most important problems in Türkiye. Since, studies and statistical data related to this subject showed that social and economical losses in traffic accidents are more than natural

disasters. To decrease the traffic accidents studies in education of pedestrians and drivers, improvements of conditions of roads and their environments, safety equipments of cars have been made. One of these studies is determination and improvement of black spot of accidents, also known as dangerous zones.

In this study, GIS was used to determine black spots of accidents. It was aimed to analysis traffic accidents occurred to determine their place on map and to take precautions by system developed in boundaries of Afyonkarahisar city.

Key words: Traffic accident, GIS, black spot

1. GİRİŞ

Bilgisayar kullanımındaki gelişmelere paralel olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kavramı da diğer bir çok ülkeler gibi ülkemizde de sık sık kullanılmaya başlanmıştır. CBS, planlamada ve farklı sektörlerde çalışanlar tarafından yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Genel anlamıyla CBS, konuma dayalı karmaşık planlama, organize ve yönetim problemlerinin çözülebilmesi için tasarlanan, coğrafi mekandaki konumu belirlenmiş verilen depolanması, işlenmesi, yönetimi, modellenmesi, analiz edilmesi ve görüntülenerek çıktılarının alınması işlemlerini gerçekleştiren donanım, yazılım ve yöntemlerin bileşkesidir [1].

Günümüzde CBS, harita, orman ve altyapı alanlarıyla birlikte yerbilimleri, arkeoloji gibi bir çok alanda da kullanılmaya başlanmıştır. CBS'nin karayolu güvenliği için kullanılması bu yaygın kullanım alanlarından biridir. Ülkemizde meydana gelen trafik kazaları ve buna bağlı olarak ölüm, yaralanma ve maddi hasarlar göz önünde bulundurulduğunda, trafik sorununun ülkemiz açısından büyük önem taşıdığı görülmektedir [2]. Amaç, bu kazaları en aza indirecek araştırmaların yapılması ve uygulanmasıdır.

Trafik kazalarını azaltmaya yönelik yapılan çalışmalara ayrılan kaynak yetersizdir. Bu nedenle, az maliyet ile çok kazayı önlemeye yönelik çalışmalara önem verilmelidir. Yani trafik kazalarının yoğunlaştığı noktaların saptanması gerekmektedir. Bu noktalardaki kazalar eğer üç ve üçten fazla ise ve aynı şekilde oluşmuş ise bu nokta “kara nokta” olarak adlandırılır. Ölümlü ve yaralanmalı kazaların azaltılması veya belirli bir sayının altına düşürülmesi amacıyla kara noktaların tespit edilmesi şarttır.

Kara nokta analiz çalışmalarında kaza verilerinin doğru biçimde kaydedilmesi, saklanması ve incelenmesi için bilgisayar ortamında bir kaza bilgi sisteminin oluşturulması gerekmektedir. CBS, konumsal verileri girme, arşivleme, analiz etme ve görüntüleme özelliklerine sahip kara nokta ve kaza olma ihtimali fazla olan noktalarda rahatlıkla kullanılacak bir sistemdir. Ayrıca verileri güncellenebilen bir sistem olması ve internet ortamında diğer kuruluşlarla paylaşımına açılabilmesi de kolaylık sağlamaktadır [3]. Bu nedenlerden dolayı bu çalışmada CBS kullanılmıştır.

2. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ

Teknolojik gelişmeler ile birlikte yeni olgunlaşan kavramlardan biri olan Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kavramı dünyada belirli uygulama alanları bulmuş, ülkemizde ise yeni yeni anlaşılmaya başlanmıştır. CBS, coğrafi varlıklara ait bilgileri elde etme, depolama, işleme, analiz etme, üretilen bilgilerden yeni bilgiler elde etme ve sunma amacıyla donanım, yazılım ve kullanıcılardan oluşan bir sistemdir [4].

CBS özetle aşağıdaki şekilde tanımlanabilir:

“Coğrafi Bilgi Sistemleri; konuma dayalı gözlemlerle elde edilen grafik ve grafik olmayan bilgilerin toplanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir.”[5]

CBS'nin sağlıklı bir şekilde çalışması aşağıdaki temel işlevlerin yerine getirilmesine bağlıdır. Bunlar;

- Veri toplama
- Veri yönetimi
- Veri işleme
- Veri sunumu

dur. Coğrafi veriler toplanarak, CBS'de kullanılmadan önce mutlaka sayısal yani dijital formata dönüştürülmelidir. Verilerin kağıt yada harita ortamından bilgisayar ortamına dönüştürülmesi işlemi sayısallaştırma olarak bilinir. Küçük boyutlu CBS projelerinde, coğrafi bilgilerin sınırlı boyuttaki basit dosyalarda saklanması mümkündür. Ancak veri hacimlerinin geniş ve kapsamlı olması, bunun yanında birden çok veri gruplarının kullanılması durumunda verilerin bir sistemle yönetilmesi, saklanması ve organize edilmesi gerekir. Bazı durumlarda özel CBS projeleri için veri çeşitlerinin birbirine dönüşümü veya irdelenmesi istenebilir. Verilerin sisteme uyumlu olması

bunu gerektirebilir. CBS için önemli işlevlerden birisi de verilerin sunumu yani görsel işlevlerdir. Bir çok coğrafik işlemin sonucunda yapılanlar harita veya grafik gösterimleriyle görsel hale getirilir. Haritalar coğrafik bilgiler ile kullanıcı arasındaki en iyi iletişimi sağlayan araçlardır [5].

CBS, birçok meslek grubu tarafından kullanılan etkin bir konumsal analiz aracı olarak, günümüzde geniş bir uygulama alanına sahiptir. CBS, gerek özel sektör kesiminde gerekse akademik araştırmalarda ve kamu kurumlarında oldukça yoğun olarak kullanılmaktadır. CBS'ne olan bu aşırı ilgi, CBS destekli birçok projenin kısa sürede hayata geçirilmesine neden olmuştur. CBS'ne ilişkin dünyada ve ülkemizde gerçekleşen bazı uygulama örnekleri,

- Kent ve altyapı bilgi sistemi uygulamaları
 - ▶ Çevre yönetimi
 - ▶ Doğal kaynak yönetimi
 - ▶ Mülkiyet- İdari yönetim
- Arazi kullanımı ve planlamaya yönelik uygulamalar
 - ▶ Yerleşim alanlarının planlanması
 - ▶ Üniversite kampüs bilgi sistemleri
 - ▶ Kültür varlıklarının sayısal envanteri
- Çevresel uygulamalar
 - ▶ Çevresel etki değerlendirmesinde CBS kullanımı
 - ▶ Karayolu ÇED çalışmalarında CBS kullanımı
 - ▶ Çevresel bilgi sistemleri
- Jeolojik uygulamalar
 - ▶ Doğal afet yönetimi
 - ▶ Hidroloji
 - ▶ Risk yönetimi
- Ormancılık ve tarım uygulamaları
 - ▶ Orman envanteri
 - ▶ Orman koruma ve yangın amenajmanı
 - ▶ Yaban hayatı amenajmanı
- Ticari uygulamalar
 - ▶ Sigortacılık ve bankacılık
 - ▶ Taşımacılık
- Güvenlik amaçlı uygulamalar
 - ▶ Emniyet bilgi sistemleri
 - ▶ Sivil savunma yönetimi
 - ▶ Askeri alanlarda CBS kullanımı

olarak sıralanabilir.

3. KARAYOLU GÜVENLİĞİNİN SAĞLANMASINDA CBS'NİN KULLANILMASI

Günümüzün en önemli problemlerinden birisi olan trafik kazaları, tüm kaza ölümlerinin %50 si oranında bir ölüme sebep olmaktadır. Trafik kazalarında bir yılda ortalama ABD'de 45000, İtalya'da 8000, Fransa'da 8500, Yunanistan'da 2000, Hollanda da 1300, Türkiye'de 6000 kişi hayatını kaybetmektedir. Adı geçen ülkelerdeki taşıt sayıları ülkemiz rakamlarına göre düşüktür. 100 milyon taşıt için km başına düşen ölüm oranları değerlendirildiğinde ülkemiz için sonuçlar önemli ölçüde kötüleşmektedir [6].

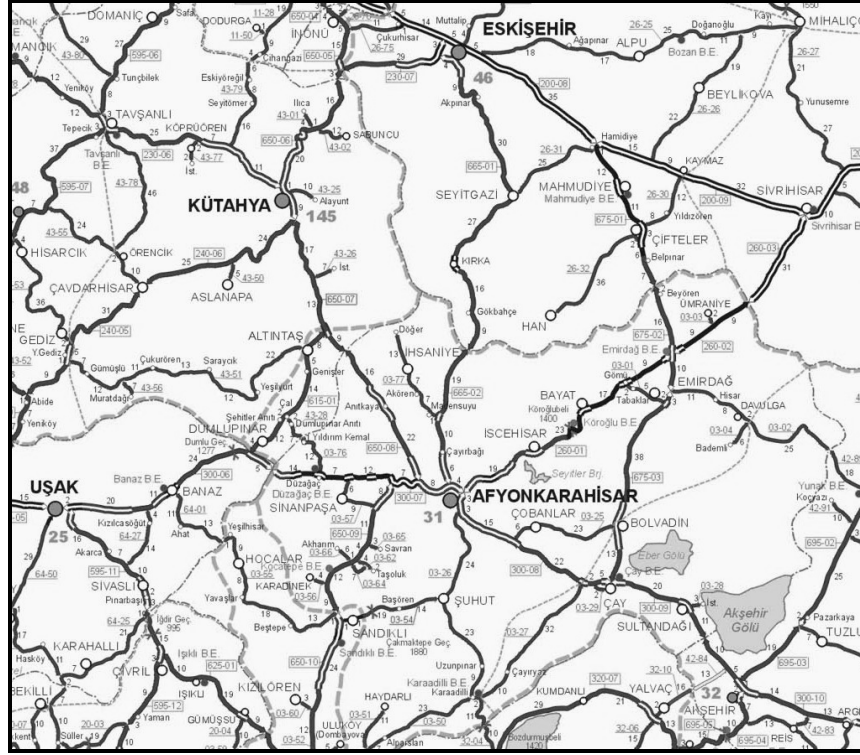
Öncelikle trafik kazaları ile ilgili kaza ve ölüm sayılarını gelişmiş ülkeler düzeyine düşürmek, ikinci aşamada ise bu kayıpları olabilecek en düşük düzeylere indirmek için çok yönlü araştırmalar yaparak bir takım önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu önlemlerin başında trafik kazalarının analizlerinin yapılarak kaza sebeplerinin belirlenmesi gelmektedir. Birçok ülke CBS'ni kullanarak karayollarında meydana gelen trafik kazalarını analiz etmekte ve kaza nedenlerini, karayolu, taşıt, yol durumu ve hava şartlarına bağlı olarak belirleyip kaza olan yerlerdeki emniyet tedbirlerini bu analiz sonuçlarına göre yapmaktadır. Ülkemizde ise kaza analizleri, trafik kazası tespit tutanaklarından yapılmaktadır. Kaza tespit tutanakları, kazanın ardından görevliler tarafından tutulmaktadır. Raporda, kazanın oluş şeklini gösterir çarpışma diyagramı çizilmekte ve kazanın olduğu yer, kazaya karışan araç sayısı gibi bilgiler yazılmaktadır.

4. UYGULAMA

4.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı, Afyonkarahisar ili coğrafi sınırları içinde kalan devlet karayollarıdır (Şekil 1). Afyonkarahisar coğrafi konumu özelliğiyle karayolu araç yoğunluğu en fazla olan devlet yollarını içermektedir [7].

Afyonkarahisar'ı Uşak, Kütahya, Eskişehir, Ankara, Konya ve Antalya'ya bağlayan yollarda meydana gelen kazalara ait tutanak bilgilerinden yararlanılmıştır.



Şekil 1. Afyonkarahisar (karayolları haritası).

4.2. Donanım, yazılım ve veriler

Yapılan çalışmada donanım olarak bilgisayar, palm cihazı, dijital kamera, video kamera kullanılmıştır. Yazılım olarak ise ESRI yazılım grubunun ArcGIS 9.0 programı kullanılmıştır. Çalışma için toplanan veriler kaza tespit tutanaklarından ve haritalardan sağlanmıştır. Yukarıda sözü edilen devlet karayollarına ait 1996 yılı ile 2006 yılının ilk yedi ayı arasındaki kalan sürede olan kazalara ait veriler derlenmiştir. Bu veriler ile kazaya ait,

- Kaza tarihi
- Kazanın olduğu yola ait bilgiler
- Kazanın olduğu kilometre
- Kazaya karışan araç sayısı
- Kazaya karışan araç(lar)ın cinsi
- Ölü ve/veya yaralı sayısı

- Kaza saati
- Kaza nedeni
- Kaza yapanlara ait kimlik bilgileri

gibi veriler toplanmıştır. Toplanan bu verilerin konumsal bir altlıkla ilişkilendirilip konuma bağlı analiz edilebilirliğini sağlamak amacıyla bölgeye ait 1/25000 lik haritalar sayısallaştırılmıştır. Böylece verilerin konumlandırılması ve topolojik ilişkilerin gerçekleştirilmesi ile kaza verileri her türlü istatistiksel ve konumsal analiz yapılabilir hale gelmiştir. Verilerin grafiksel dökümleri ekte verilmiştir.

4.3. Analiz

İlk olarak CBS yardımıyla kaza sayısı yoğun olan yerler, kullanılan yazılımın görselleştirme özelliğinde yararlanılarak bulunmuştur. Kazaların yıllara ve aylara göre artış ve azalış eğilimleri belirlenerek kazaya neden olan faktörler ve buna etki eden zamansal faktörler belirlenmiştir.

Bunun yanısıra, kaza nedenleri farklı farklı sembollerle gösterilerek hangi kaza tiplerinin karayollarının hangi kilometrelerinde yoğunlaştıkları belirlenmiştir. Yapılan çalışma ile CBS entegrasyonlu trafik kazaları veri tabanı oluşturularak, kaza sayıları yüksek olan yerler, yıllara ve aylara göre kazalarda artış gösteren yerler, zincirleme kaza olan yerler belirlenebilmektedir. Ayrıca kaza çeşitlerine, kazaya karışan araç sayılarına, ölü ve yaralı sayılarına göre de analizler yapılabilmektedir [8].

Çalışma bölgesi için trafik kazaları açısından acil çözüm gerektiren (kara noktalar) yerlerin belirlenmesine yönelik istatistiksel bir yöntem uygulanmıştır. Bu yöntemde, çalışılan alandaki n güzergahta x_i , ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) kaza sayısının, ümit değerleri $\mu = E\{X_i\}$ ve σ^2 ortak parametreleri ile normal dağılımlı tesadüfi değişkenler oldukları varsayılmıştır. Yani,

$$v_i = \frac{x_i - x_0}{m} \quad (1)$$

x_i : n güzergahtaki kaza sayısı ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)

x_0 : ortalama

m : karesel ortalama hata

bağıntısından bulunacak olan τ (Tau) dağılımındaki karşılıkları ile ilgili istatistik tablo değerlerinden yararlanılarak, Poppe yöntemine göre

uyuşumsuz ölçü testi sonucunda, kaza sayıları aşırı büyüklükteki güzergahlar belirlenmiştir.

Ancak x_i değişkenine karşılık,

$$z_i = \frac{x_i - \mu}{\sqrt{\sigma^2}} \quad (2)$$

eşitliği ile verilen normlandırılmış normal dağılım değişkenleri, uygulamadaki kolaylık nedeni ve yeterli yaklaşım sağlayacağı varsayımı ile değişkenlerin ümit değeri yaklaşık olarak $\mu \approx x_0$ ve standart sapma,

$$s = \sqrt{\sigma^2} \approx +m \quad (3)$$

alınarak, herbir güzergahtaki kaza sayılarına karşılık,

$$z_i \approx \frac{x_i - x_0}{s} \quad (4)$$

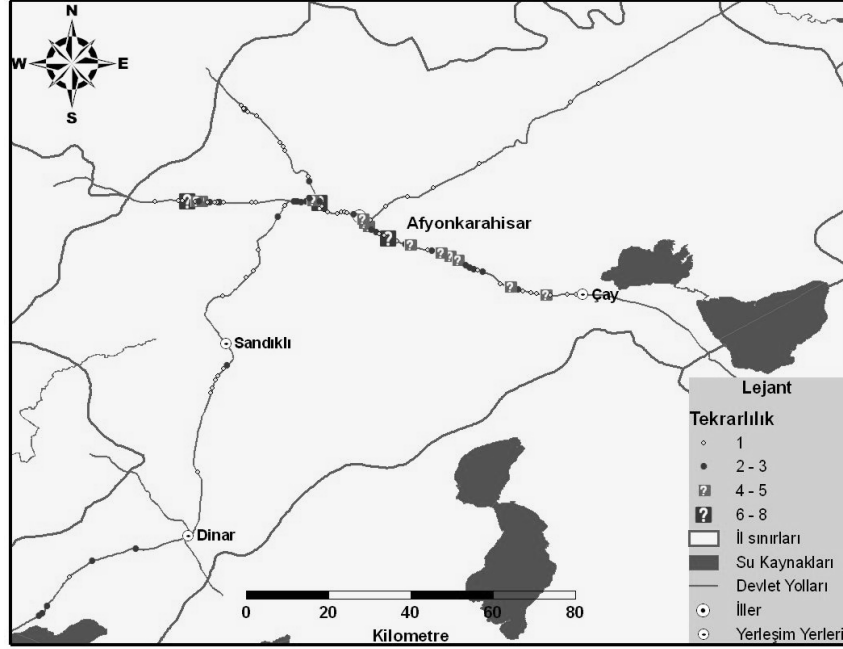
eşitliği ile bulunacak değişkenlerin, normlandırılmış normal dağılımın %95 ihtimalle fraktıl değeri ($z_{0.95} = 1.645$) ile karşılaştırılarak, güzergahtaki kaza sayıları bu değerden büyük olan yerler, yani normal dağılımda en büyük %5 lik bölgeye düşen yerler, bu dağılımın dışında kaldıkları varsayımı ile belirlenmiştir. Bu yöntemle göre yapılan analiz sonucu kara nokta olarak tespit edilen yerler Şekil 2 de görülmektedir.

7. SONUÇLAR

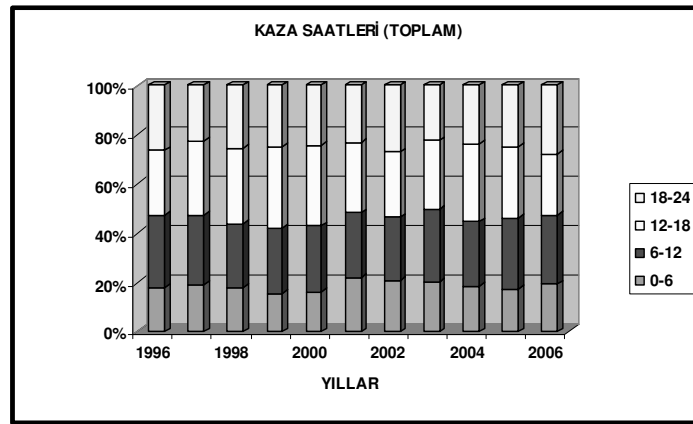
Gelişen teknoloji sonucu otomotiv sanayi de her bakımdan gelişmiş ve gelişen ulaşım araçları ile birlikte araç sahipliliği ve buna bağlı olarak trafik hacmi de artmıştır. Bu da mevcut yollar ya da yol üstündeki köprü, kavşak gibi sanat yapılarının kapasitelerinin yetersizliği gibi bir sorunu da gündeme getirmiştir. Bu problemin yanısıra sürücü, yaya ve yolcuların trafik kurallarına uymaması, dikkatsizlik gibi bazı nedenlerden dolayı da trafik kazaları daha da artmıştır. Her oluşan kaza, can ve mal kaybına yol açmaktadır. Artık trafik kazaları sosyal bir problem haline gelmiştir. Bu problemin çözümü amacıyla yapılan çalışmalardan birisi de “trafik kazalarının analizi” dir.

Bu çalışmada da Afyonkarahisar ili sınırları içindeki oluşan kaza verilerinden Coğrafi Bilgi Sistemi destekli konumsal analizler yapılmış ve

kaza yoğunluğunun sık olduğu ve kara nokta olarak kabul edilebilecek noktaların yerleri bulunmuştur. Toplanan verilerden (1996 – 2006 yılının ilk yedi ayı) elde edilen grafiklerden kazaların oluş saatleri Şekil 3 görülmektedir.



Şekil 2. Kara noktalar.

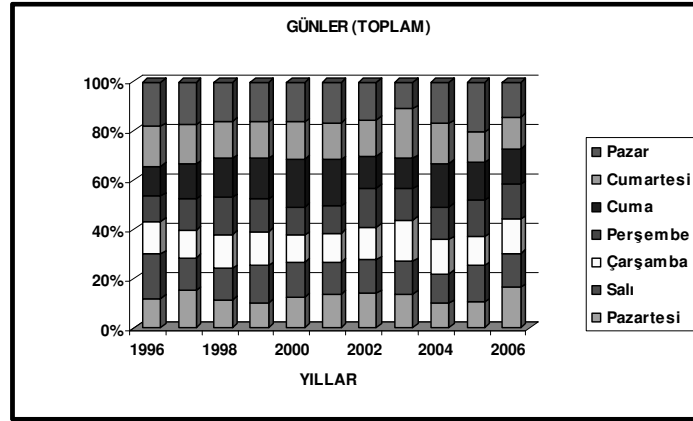


Şekil 3. Kazaların oluş saatleri.

Kazaların oluş saatlerini incelemek amacıyla bir gün altı saatlik periyoda ayrılmış ve böylece gece-gündüz ve/veya akşam-sabah karşılaştırmaları yapılabilmektedir. Şekil 3 incelendiğinde kazaların çoğunlukla öğlen 12:00 ve gece 24:00 saatleri arasında günün kalan diğer kısmına göre daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durum, bu saatlerde kullanılan araç sayısının genel olarak fazla olduğu gerçeğini de uymaktadır.

Şekil 4 te ise oluşan kazaların haftanın günlerine göre olan dağılımı görülmektedir. Burada da özellikle haftanın altıncı günü olan Cumartesi gününde oluşan kazaların daha fazla olduğu, diğer günler arasında fazla fark olmadığı söylenebilir.

Trafik kazaları tespit tutanaklarında kaza nedenlerine ait numaralandırma yani kodlamalar vardır. Bu kodlamalardan bazıları, şeride tecavüz, arkadan çarpma, yanlış manevra, kırmızı ışık ihlali, hatalı park etme, alkollü araç kullanma, yasak yola girme, şerit ihlali, geçiş yasağına uymama, sürücü belgesiz araç kullanma, indirme bindirme hatası, dikkatsizlik, aşırı hız, teknik hata, kavşaklarda geçiş önceliğine uymama, zincir bulundurmama, yaya hatası, hatalı yükleme, yakın takip, trafik işaretlerine uymama, dönüş kurallarına uymama, fazla yolcu alma, emniyet kemeri takmama, hatalı duraklama yapma, başıboş hayvan yasağına uymama, trafik yetkilisinin işaretlerine uymamadır.

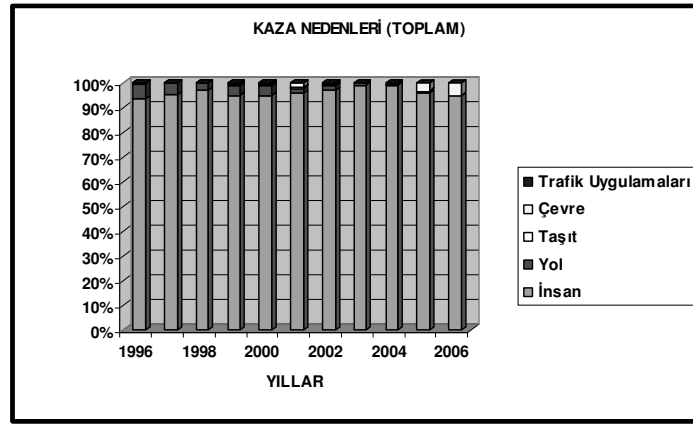


Şekil 4. Kazaların oluş günleri.

Yukarıda sözü edilen kaza nedenleri,

- İnsan
- Yol
- Taşıt
- Çevre
- Trafik uygulamaları

olarak genelleştirilmiş ve kazaları oluşturan nedenleri tespit edilmiştir (Şekil 5).



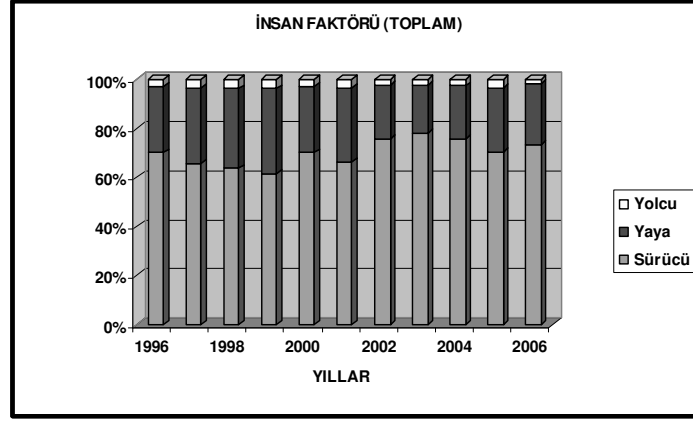
Şekil 5. Kaza nedenleri.

Şekil 5'te kazalarda büyük çoğunlukla insan faktörünün etkili olduğu görülmektedir. İnsan faktöründe,

- Sürücü
- Yaya
- Yolcu

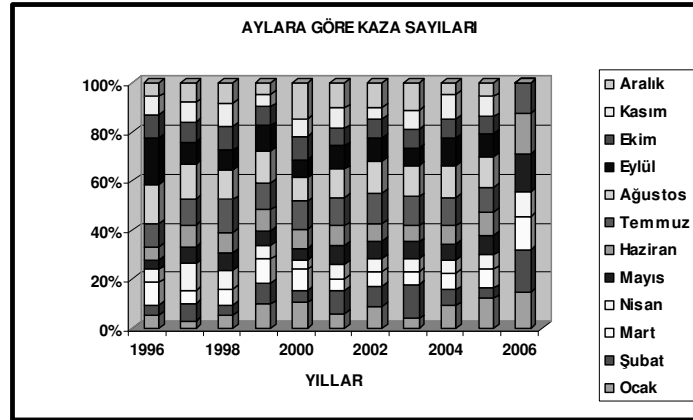
olarak sınıflandırılmış ve Şekil 6'daki sonuçlara ulaşılmıştır. Burada da kazalara büyük çoğunlukla sürücülerin yol açtığı söylenebilir.

Aylara göre kazaların sayıları da Şekil 7'de görülmektedir. Konumsal analiz sonucunda Afyonkarahisar ili devlet karayollarındaki kaza kara noktalarının bulunduğu yerler Şekil 8 ve Şekil 9 da görülmektedir.

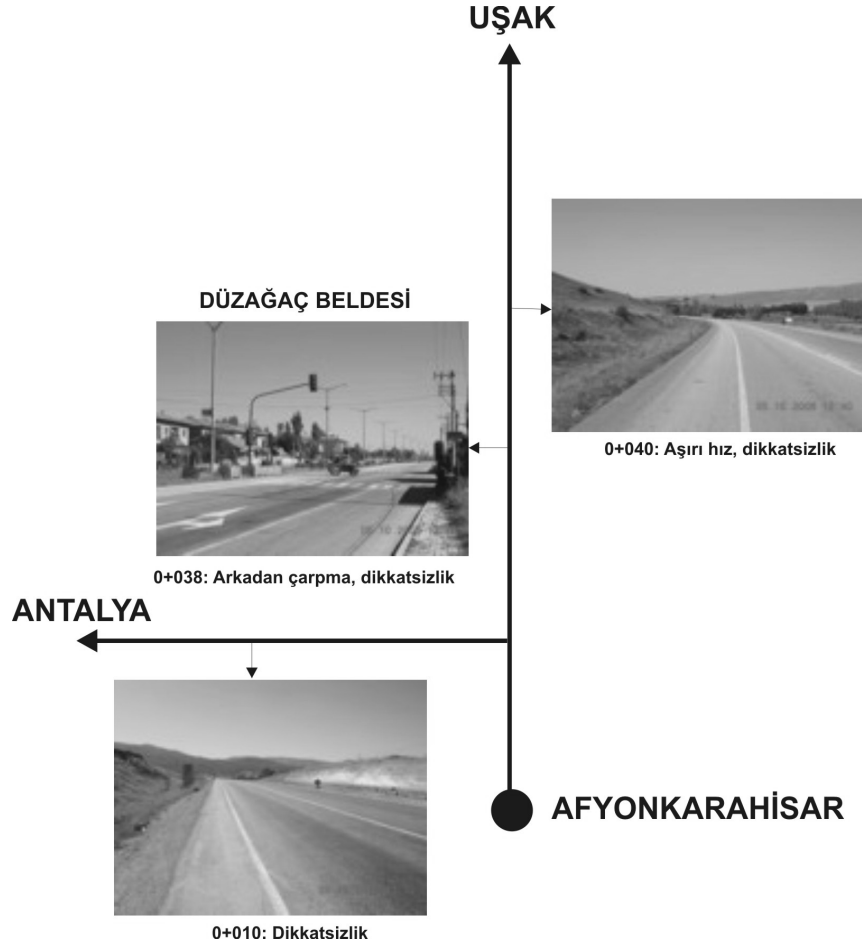


Şekil 6. Kazaların oluş nedenlerinde insan faktörü.

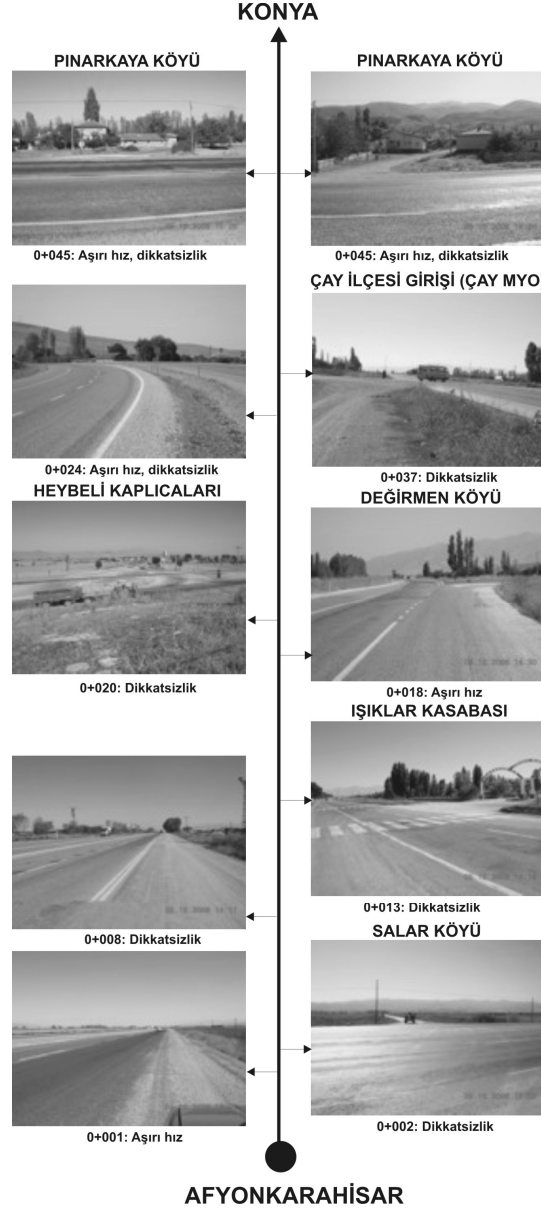
Tespit edilen kaza kara noktalarının kilometrelere gidilerek inceleme yapılmış ve dijital fotoğraf makinası ile görüntüleri alınmıştır. Yapılan inceleme sonucunda tespit edilen kara noktaları genellikle yol bağlantılarına ve yerleşim yeri girişlerine rastlamaktadır. Bazı noktalardaki kazalara ise aşırı hızlanma sonrası karşılaşılan keskin dönüşlerin yol açtığı söylenebilir.



Şekil 7. Kazaların aylara göre dağılımı.



Şekil 8. Afyonkarahisar – Uşak ve Afyonkarahisar – Antalya karayolundaki kara noktalara ait görüntüler.



Şekil 9. Afyonkarahisar – Konya karayolundaki kara noktalara ait görüntüler.

Bu çalışma ile trafik kazalarının CBS yardımıyla analizlerinin yapılabildiği gösterilmiştir. Elde edilen sonuçların kazaları önlemeye yönelik olarak kullanılmasında devlet ve yerel yönetimlere büyük iş düşmektedir. Analiz sonuçlarının doğruluğu kaza tespit tutanaklarının doğruluğuna bağlıdır. Bu nedenle tutanakların dikkatli bir şekilde tutulması, dijital ortama yüklenip saklanması ve görüntü ve fotoğraflarla desteklenmesi daha iyi sonuçların alınmasına yardımcı olacaktır. Ayrıca kurumlar arasında işbirliğinin artırılması, bu konu ile ilgili çalışanların donanım, yazılım ve bunları kullanma yeteneklerinin geliştirilmesi gerekir. Düzenli olarak verilerin toplanması ile trafik kazaları azaltılamaz. Önemli olan toplanan verilerin güvenilirliklerinin artırılmasıdır. Bu da CBS yardımıyla olacaktır. CBS bu bilgilerin doğru ve detaylı incelenmesinde büyük kolaylık sağlar. Ayrıca Küresel Konum Belirleme Sistemi (GPS) ile CBS entegrasyonu ile konum bilgileri de eksiksiz olarak toplanıp değerlendirilebilecektir. İnsanların trafik konusunda bilinçlendirilmesi, yol geometrisinin daha da konforlu hale getirilmesi de kazaların azaltılmasına yönelik diğer önemli çalışmalardır. Özellikle trafik kazalarının olumasındaki en büyük etken olan sürücü kusurlarının azaltılabilmesi için verilen eğitimlerin artırılması ve sürücüsünde fiziksel ve psikolojik durumuna dikkat etmesi gereklidir.

8. KAYNAKLAR

1. Erdoğan, S., Afyon İli Grişimcilik Profilinin Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Analizi, Bilişim Günleri, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, (2003).
2. Erdoğan, S., Güllü, M., Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Trafik Kazalarının Analizi: Afyon Örneği, HKM Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, 2004/91, 29-33, Ankara, (2004).
3. Tuncuk, M., Karşahin, M., Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Trafik Kaza Kara Noktalarının Tespiti: Isparta Örneği, 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, Fatih Üniversitesi, İstanbul, (2004).
4. İnan, A., GIS (Coğrafi Bilgi Sistemi), Kaynak Elektrik Dergisi, Sayı: 124, 142-157, (1999).
5. Yomralıoğlu, T., Coğrafi Bilgi Sistemleri, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, 479s, Trabzon, (2000).

6. Bulut, A., Karayolu Güvenliğinde Altyapı, Trafik 2000 Sempozyumu, Samsun, (2000).
7. DIE: Devlet İstatistik Enstitüsü, Karayolları Trafik Kaza İstatistikleri, Ankara, (2003).
8. Akın, D., Eryılmaz, Y., Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli Trafik Kaza Analizi, Coğrafi Bilgi Sistemi Bilişim Günleri, Fatih Üniversitesi, İstanbul, (2001).