

Araştırma Makalesi

Coğrafi bilgi sistemleri kullanarak trafik kazalarının analizi: Siirt kenti örneği

Adnan Alkan¹, Fatih Adıgüzel², Mehmet Çetin^{3*}

¹ Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Ankara, Türkiye

² Bitlis Eren Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Ulaştırma Hizmetleri Bölümü, Bitlis, Türkiye

³ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Samsun, Türkiye

*Correspondence: mehmet.cetin@omu.edu.tr

DOI: 10.51513/jitsa.1333482

Özet: Trafik kazaları dünya genelinde ciddi bir sorun olarak kabul edilmektedir, çünkü insan kaybına ve maddi zararlara yol açmaktadır. Bu sorunu çözmek için çeşitli önlemler alınmaktadır. Bunlar, yol kalitesinin artırılması, kentsel arazi kullanımının doğru planlanması, sürücü, yolcu ve yaya eğitimlerinin verilmesi ve araçlarda güvenlik donanımlarının geliştirilmesi gibi önlemleri içermektedir. Son yıllarda, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), trafik kazalarının azaltılmasında etkili bir şekilde kullanılmaktadır. CBS, çeşitli ölçeklerde doğal çevre, insan etkileşimi, mekân, zaman faktörleri ve bu ilişkileri inceleme, veri toplama, saklama, analiz, yeni verilere erişim, planlama, yönetim ve karar destek amaçlarına yönelik özgün bir metodolojiye sahip bilgisayar tabanlı bir bilgi sistemi yönetimi olarak tanımlanır. Trafik kazalarının mekânsal analizlerini yaparak kaza kara noktalarını belirlemekte ve buna göre önlemler alınmaktadır. Siirt kentindeki trafik kazalarını analiz etmek ve kazaların azaltılması için çözüm yolları geliştirmek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. 2015-2019 yılları arasındaki veriler incelenmiş ve kazaların yoğun olduğu bölgeler tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, Siirt'te 2015-2019 yılları arasında toplam 2195 trafik kazası meydana gelmiştir. Kazaların çoğunluğu tek yönlü yollarda ve caddelerde gerçekleşmiştir. Kaza kara noktalarının analizi sonucunda Heykel Bulvarı, Siirt Eğitim Araştırma Hastanesi önü, Hükümet Caddesi ve Yağmurtepe gibi bölgelerin kazaların yoğunlaştığı alanlar olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma, belirli zaman dilimlerinde ve bölgelerde trafik kazalarının yoğunlaştığını göstermekte ve Siirt'teki kazaların azaltılması için alınması gereken önlemlere işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kaza analizi, coğrafi bilgi sistemleri, Siirt

Geographic information systems using the analysis of traffic accidents: Siirt city example

Abstract: Traffic accidents are recognised as a serious problem worldwide because they cause human loss and material damages. Various measures are taken to solve this problem. These include measures such as improving road quality, proper planning of urban land use, providing driver, passenger and pedestrian training and improving safety equipment in vehicles. In recent years, Geographical Information Systems (GIS) have been used effectively in reducing traffic accidents. GIS, It is defined as a computer-based information system management with a unique methodology for the purposes of examining the natural environment, human interaction, space, time factors and these relationships at various scales, data collection, storage, analysis, access to new data, planning, management and decision support. Determines accident black spots by spatial analyses of traffic accidents and measures are taken accordingly. A study was conducted to analyse traffic accidents in Siirt city and to develop solutions to reduce accidents. The data between 2015-2019 were analysed and the regions where accidents are intense were identified. According to the results of the research, a total of 2195 traffic accidents occurred in Siirt between 2015-2019. Most of the accidents occurred on one-way roads and streets. As a result of the analysis of accident black spots, it was determined that areas such as Heykel Boulevard, in front of Siirt Training and Research Hospital, Government Street and Yağmurtepe are the areas where accidents are concentrated. This study shows that traffic accidents are concentrated in certain time periods and regions and points out the measures to be taken to reduce accidents in Siirt.

Keywords: Accident analysis, geographic information systems, Siirt

1. Giriş

Günümüzde gelişen teknoloji ve oldukça hız kazanan küreselleşme süreçleriyle birlikte ulaşım oldukça önemli bir kavram haline gelmiştir. Tüm dünyada yaşanan hızlı ekonomik büyüme trendi ve nüfus artışı, ulaşım sistemlerinin gelişmesine ve çeşitlenmesine yol açmıştır. Ulaşım sistemlerinin topluma sağladığı büyük kolaylıkların yanı sıra birçok problemin de ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Kuşkusuz ulaşımında karşılaşılan en önemli sorunların başında trafik kazaları gelmektedir (Doğru ve Aydın, 2018; Güngör vd, 2021). Hem Türkiye’de hem de dünyada trafik kazaları çok büyük maddi ve manevi kayıplara yol açmaktadır. Ölüm ve maddi kayıplar gibi anlık etkiler yanında yaralanma neticesinde sakat kalma veya uzun süre hastanede tedavi görmek gibi travmatik etkileri de olabilmektedir. Trafik kazalarının yol açtığı kayıplar toplum sağlığı ve ülke ekonomisi için büyük kayıplara yol açmaktadır (Li ve Chang, 2019; Ulak vd, 2017). Nitekim dünyada yılda yaklaşık 1 milyon 350 bin insan trafik kazalarından hayatını kaybederken, 50 milyona yakın insan da kazalardan dolayı yaralanmaktadır. Bütün yaş grupları içerisinde ölüm nedenleri arasında trafik kazaları dünyada 8. Sırada yer almaktadır. Dünyada 5-29 yaş aralığındaki nüfusun başlıca ölüm nedeni trafik kazaları oluşturmaktadır. Ayrıca trafik kazaları çoğu ülkenin gayri safi yurt içi hasılasının %3’ünün kaybına yol açmaktadır (Türkiye İstatistik Kurumu, 2020). Trafik kazalarından kaynaklı ölüm, yaralanma ve maddi kayıpların en fazla yaşandığı ülkeler az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdir. Nitekim Afrika’da 100.000 kişide 26.6 kişi, Güneydoğu Asya’da 100.000 kişide 20.7 kişi hayatını kaybederken, bu oran Avrupa’da 100.000 kişide 9.3 kişidir (World Health Organization, 2018; Zangeneh vd, 2018; Vasconcellos, 1999). Özellikle az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde yetersiz altyapı, standartlara uygun olmayan ve sıkışık yollar, eğitimsiz sürücü ve yayalardan dolayı trafik kazalarından kayıplar gelişmiş ülkelere göre oldukça yüksektir. Gelişmekte olan ülkeler arasında yer alan Türkiye’de de 2018 yılı verilerine göre bir yılda trafik kazalarında ölen kişi 6675 olup 307.071 kişi de bu kazalarda yaralanmıştır (Türkiye İstatistik Kurumu, 2020).

Öte yandan kentler; kalabalık nüfusları, hızlı ve çarpık kentleşme süreçleri ve yanlış ulaşım politikaları nedeniyle trafik kazalarının etkisini en fazla hissedilen yerlerin başında gelmektedir (Khan vd, 2004; Güngör ve Adıgüzel, 2021). Kentlerde artan nüfus ve gelişen ekonomik şartların neticesinde motorlu araç sayıları hızla artmakta ve ulaşım sistemlerinde çeşitlilik görülmektedir. Kent ulaşımında yaşanan değişimler ve artan motorlu araç sayılarına karşın bu duruma uyum sağlayacak yollar ve altyapı sistemleri olmadığında trafik kazalarının artması kaçınılmaz bir durumdur. Kentlerde en önemli problemlerin başında gelen trafik kazalarının azaltılmasında modern ve yeni teknolojilerden yararlanmak, doğru ulaşım planlamaları ve stratejileri geliştirmek karar vericiler için son derece faydalı olacaktır. Bunun için kaza oranlarının azaltılmasında ve yol güvenliği problemlerini çözmede doğru kaza verileri toplama ve teknolojik analiz sistemlerinin kullanılması oldukça etkili olmuştur. Kullanılan bu sistemler ve yapılan analizler sayesinde kazaların nedenlerinin ortaya çıkarılması sağlanmış ve bu sayede yol güvenliği çalışmalarında önemli mesafeler alınmıştır (Saplıoğlu ve Karaşahin, 2006; Doğru ve Aydın, 2018). Kuşkusuz trafik kazalarının analizinde kullanılan en önemli sistemlerin başında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) gelmektedir. CBS trafik güvenliğini sağlamak için oldukça önemli olup kapsayıcı yönetsel araçlara sahiptir (Kmet vd, 2019; Khatib vd, 1998). Konuma dayalı gözlemlerden elde edilen grafik ve grafik olmayan bilgileri organize eden Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), bilgi depolama, düzenleme, sorgulama, analiz etme ve sonuçları kullanıcıların erişimine sunma amacıyla geliştirilen sistemlerdir. (Foote ve Lynch 1996; Geymen ve Yomralıoğlu, 2006; Geymen ve Dedeoğlu, 2016). XX. yüzyılın sonlarına doğru oldukça etkili bir şekilde kullanılmaya başlanan CBS teknolojileri, kullanışlı ara yüzleri, düşük maliyeti ve çok fazla bilginin kolaylıkla depolanması, paylaşılması ve yönetimiyle büyük kolaylıklar sağlamıştır (Goodchild, 2000; Erdoğan vd, 2008).

Trafik kazalarında mekânsal analizler ve buna dair çözümler, kazaların azaltılmasında en etkili yolların başında gelmektedir. Günümüzde birçok alanda kullanılan CBS teknolojileri, özellikle trafik kazalarının analiz edilmesi, trafik kazalarının sebepleri ve bu sebeplerin azaltılmasına yönelik çözüm süreçlerinde etkili bir şekilde kullanılmaktadır. CBS teknolojileri sayesinde trafik kazalarında mekânsal veriler ve kazalar ile ilgili bilgiler toplanarak, tehlikeli ve riskli lokasyonlar, kara ve kör noktalar, kaza sıklığı,

kazalara yol açan unsurlar doğru tespit edilerek, haritalandırılmaktadır. Bu sayede trafik güvenliği problemleri en aza indirilerek, kazalardan kaynaklı maddi ve manevi kayıplar azaltılmaktadır.

CBS teknolojilerinin trafik kazalarında doğru bir şekilde kullanılabilmesi için veri tabanı oluşturulması ve sorgulanması gerekmektedir. Bunun için kazalara ait bilgilerin doğru bir şekilde tutulması ve incelenmesi gerekmektedir. Gerek Türkiye’de gerekse dünyada kazalara ilişkin en önemli veri kaza raporlarıdır. Bu bağlamda kaza raporlarında yer alan veriler, CBS’de doğru analizlerin yapılması için oldukça önemlidir. Bunun için raporlarda kaza saati ve tarihi, yol tipi, kazanın oluş şekli ve meydana geldiği yer, hava ve yol durumu, araç cinsi, ölü ve yaralı sayısı, hasar durumu gibi verilerin olması oldukça önemlidir (Khan vd, 2006). Doğru ve uygun veriler sayesinde, kazalar ile ilgili etkili analizler ve uygun çözümler, CBS yardımıyla kolaylıkla bulunabilmektedir (Saplıoğlu ve Karaşahin, 2005). Gelişmiş ülkelerde karayolu güvenliği problemlerini çözebilmede ve kazaların azalmasında elde edilen başarı, gerçeği yansıtan doğru kaza verilerini toplama ve bunları uygun analiz sistemleriyle değerlendirmeye yakından ilişkilidir (Thieman, 1998).

Öte yandan Türkiye ve dünyada son yıllarda trafik kazalarının CBS destekli analizi üzerine yapılan çalışma gittikçe artmakta ve birçok disiplin konuya ilgi duymaktadır. Kuşkusuz mekânsal çalışmaların merkezinde yer alan coğrafya disiplini, trafik kazalarının CBS destekli analizlerinde önemli bir yere sahiptir. Ancak Türkiye’de coğrafi bakış açısını yansıtan çalışmaların oldukça eksik olduğu anlaşılmaktadır. Bu çalışmada söz konusu eksikliği gidermek açısından Siirt kentindeki trafik kazaları coğrafi bir bakış açısıyla analiz edilmektedir. Bu yönüyle de çalışma, trafik kazalarında coğrafi bakış açısını yansıtan çok az sayıda araştırma olması nedeniyle literatüre önemli bir katkı yapmayı hedeflemektedir. Çalışmada Siirt kentinde 2015-2019 yılları arasında meydana gelen trafik kazalarının kaza yeri tutanak verileri incelenerek, kentte trafik kazalarının yoğun olduğu alanlar tespit edilerek, kaza sıklığının en fazla olduğu kara noktalar CBS kullanılarak ortaya konulmuştur. Bu sayede kaza kara noktalarının oluşmasının önlenmesi ve kazaların azaltılması için alınabilecek önlemler belirlenmiştir.

2. Yöntem

CBS, her ölçekteki doğal ortam, insan, mekân, zaman özellikleri ve ilişkilerine ait veri toplama, depolama, analiz yapma, yeni verilere ulaşma, planlama, yönetim, karar destek amaçlı çalışmalar için kendine has metodolojisi olan bilgisayar tabanlı bir bilgi sistemi yönetimidir. Gerek somut gerekse soyut coğrafi nitelik ve nesnelerin zaman içindeki değişimi ve değişimlerin takibi ve tespiti, nedensellik, sonuç ve dağılım ilişkileri, güncelleme, ilişkilendirme, karşılaştırma, çakıştırma, temin edilen sözel ve grafik veri-bilgilerin saklanması, analiz edilmesi ve sayısal ifadelerle yeni ve güvenilir sayısal sonuçlara ulaşılması Coğrafi Bilgi Sistemlerinin en temel yetenekleridir (Turoğlu, 2016; Yılmaz vd, 2009). CBS teknolojileri ile yapılan çalışmalar, klasik yöntemlerle yapılan çalışmalara kıyasla oldukça önemli avantaj sağlamaktadır.

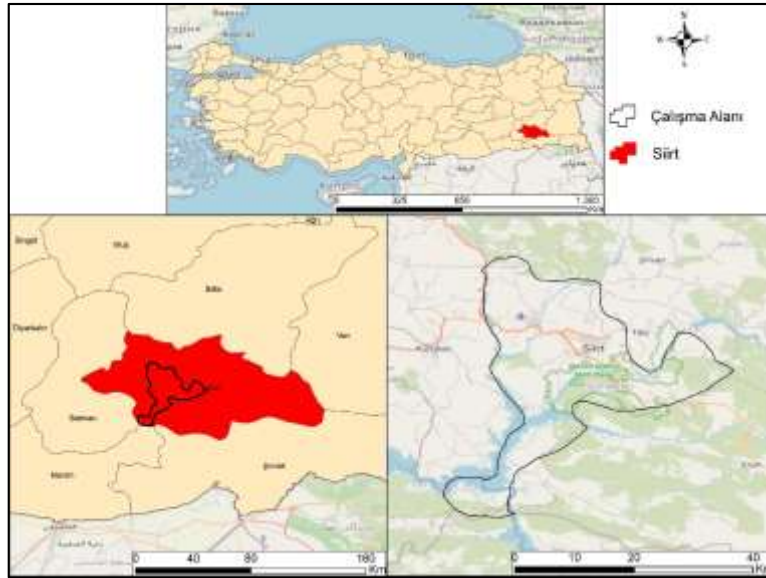
Bu çalışmada Siirt kentinde meydana gelen trafik kazaları CBS sistemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Bu kapsamda kentte trafik kazalarının meydana geldiği noktalar ve sıklıkları mekânsal analizlerle irdelenmiştir. Çalışmada kazaların mekânsal dağılımını ortaya koymak için Kernel Density (Çekirdek Yoğunluğu Tahmin Yöntemi) Analiz Yöntemi kullanılmıştır. Kuşkusuz dünyada trafik kazalarını CBS yardımıyla analiz eden birçok yöntem bulunmaktadır. Ancak en sıklıkla kullanılan ve kabul gören yöntem Kernel Density Analiz Yöntemi’dir (Al-Aamri vd, 2020; Afshin vd, 2013; Ulak vd, 2017; Erdoğan vd, 2008). Bu yöntem tanımlı bir yarıçapa sahip çember içerisine düşen noktaların yoğunluğu ile çember merkezinden uzaklaştıkça değişen noktasal yoğunluğu ifade etmektedir (Yalçın ve Düzgün, 2013). Çemberin merkezinden dış kenarına olan uzaklık farklılık göstermekle birlikte kentlerde meydana gelen kazalarda 50-300 metre aralığındaki kazalar çember içerisine alınmaktadır (Steenberghen vd, 2010; Xie ve Yan, 2008; Thomas, 1996; Al-Aamri vd., 2020). Kırsal bölgelerde meydana gelen kazalar, genellikle merkezden 1000 metre uzaklıkta gerçekleşmektedir (Blazquez ve Celis, 2013). Bu çalışmada sahanın bir kent yerleşmesi olması ve kaza sayısının fazla olması nedeniyle 300 metrelik genişliğe sahip çemberler tercih edilmiştir. Öte yandan kaza alan ve mekânsal yoğunluk analizlerinde en önemli husus Kara Nokta (Black Point) veya Kara Kesim olarak adlandırılan kaza noktalarının belirlenmesidir. Bu noktaların tespit edilmesiyle birlikte kazaların nedenleri çok daha iyi bir şekilde anlaşılabilen ve buna yönelik çözümler geliştirilebilmektedir. Bir yılda aynı lokasyonda aynı tip belli sayıda kaza meydana geliyorsa bu noktalar Kara Nokta olarak adlandırılmaktadır (Bulut

vd, 2016; Dereli ve Erdoğan, 2017). Kara noktaların tespiti için asıl önemli olan, kara noktaların nasıl tespit edileceği ve tespit için hangi metodun kullanılacağıdır. Dünyada pek çok metod kullanılmasına rağmen en yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri kaza frekansı metodudur. Bu yöntemde belirli bir yol kesiminde 1 yılda meydana gelen kaza sayısı dikkate alınır. Ancak bu yöntemde önemli olan kritik kaza sayısını tespit etmektir. Kritik kaza sayısı eşiği ile ilgili literatürde bir bütünlük söz konusu olmadığı gibi ülkelere göre farklılık gösterebilmektedir (Saplıoğlu ve Karaşahin, 2006). Örneğin Homburger ve Kell (1981) herhangi bir noktanın Kara Nokta olarak adlandırılabilmesi için 1 yılda o noktada benzer türde en az 4 kaza olması gerektiğini belirtmiştir (Homburger ve Kell, 1981). Aynı şekilde Erdoğan vd., (2008) Türkiye için bir noktanın Kara Nokta olarak adlandırılabilmesi için aynı yerde en az dört benzer türde kazanın olması gerektiğini belirtmişlerdir. Bununla birlikte literatürde Kara Nokta için eşik değerinin en 3 adet kaza olması gerektiğini belirten çalışmalar da bulunmaktadır (Saplıoğlu ve Karaşahin, 2005; Demir vd, 2017). Bu çalışmada kara noktalar için kritik kaza eşiği sayısı 4 kaza sayısı olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada kullanılan veriler Siirt kentinde 2015-2019 yılları arasında meydana gelmiş trafik kazaları ile ilgili tutulan kaza tutanaklarından oluşmaktadır. Söz konusu veriler Türkiye Cumhuriyeti Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Başkanlığı'ndan temin edilmiştir. Çalışmada ArcGIS 10.8.1. CBS programı kullanılarak veri tabanı oluşturulmuş ve kaza verileri ile ilgili her türlü istatistiksel ve konumsal analiz yapılabilir hale getirilmiştir. Bu sayede sahadaki kaza yoğunluğu ve mekânsal dağılışı ile kara noktalar tespit edilerek haritalandırılmıştır. Elde edilen görsel veriler ve istatistiksel analizler sayesinde sahadaki trafik kazalarının mekânsal analizi ve kazalara yol açan durumlar ve çözüm yolları ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır.

2.1. Çalışma Alanı

Çalışmanın alanını oluşturan Siirt kenti, Siirt ilinin idari merkezi konumundadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Dicle Bölümü sınırları içerisinde yer alan kent, Dicle Havzası'nın kuzeydoğusunda yer almaktadır (Şekil 1). Güneydoğu Torosların eteklerinde konumlanmış olan Siirt kenti, ulaşım açısından yolların sona erdiği son nokta veya kör nokta olarak ifade edilmektedir (Özgen ve Karadoğan, 2009). Kent nüfusu 2019 yılı verilerine 155.862'dir (TÜİK, 2020). Yaklaşık 350.000 nüfuslu Siirt ilinin yönetsel merkezi olan Siirt kenti, sosyo-ekonomik açıdan hızlı bir gelişim trendi içerisinde yer alırken kentte motorlu araç sayısı gittikçe artmaktadır. Kentte Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Başkanlığı verilerine göre 2019 yılında 20.493 motorlu araç bulunmaktadır. Kentin ulaşım sistemleri ve altyapısı plansız bir şekilde yapıldığı için ulaşım ile ilgili birçok sorun yaşanmaktadır. Ayrıca sahada gün geçtikçe artan motorlu araç sayısı nedeniyle mevcut altyapı ve yollar yetersiz gelmekte ve bu durum da trafik kazalarının artmasına yol açmaktadır.

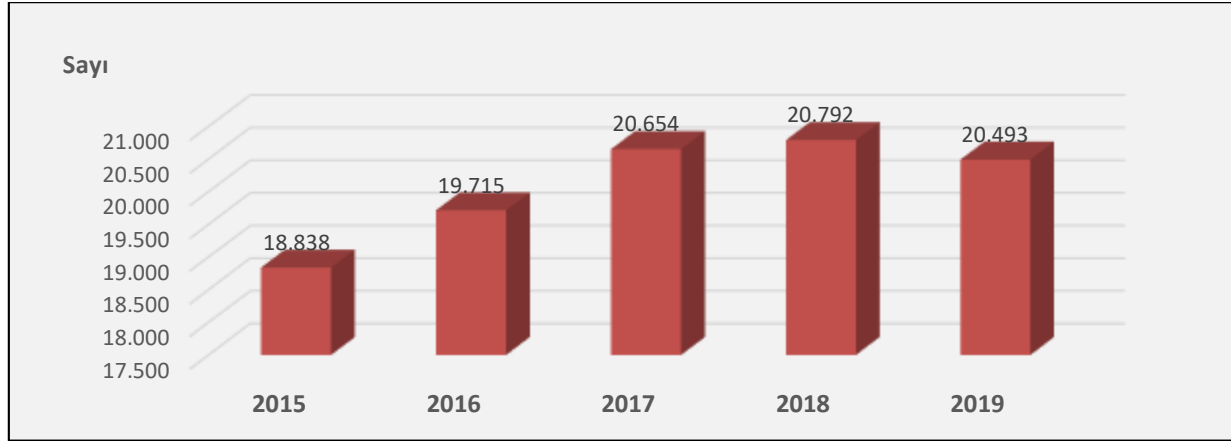


Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon haritası.

3. Bulgular

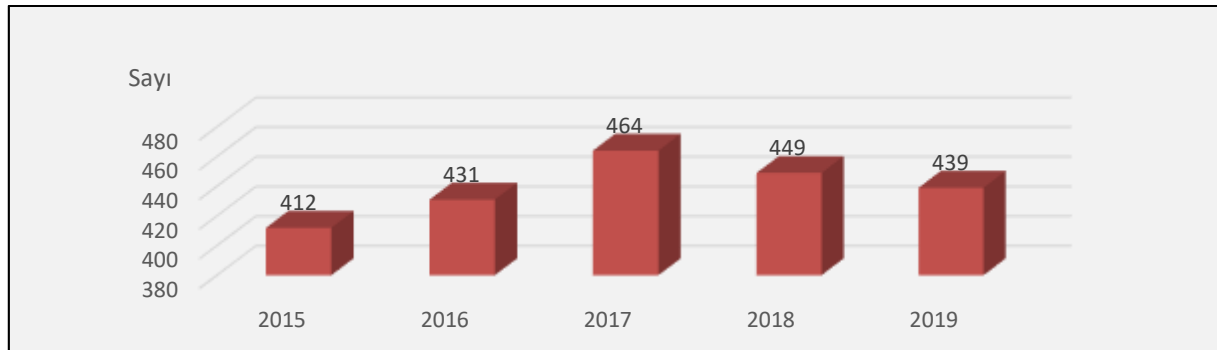
Çalışma kapsamında ilk olarak Siirt'te trafiğe kayıtlı motorlu araç sayıları incelenmiştir. Motorlu araç sayısının fazlalığı trafik kazalarının artmasında etkili olan faktörlerden biridir. Sahadaki motorlu araç sayıları yıllara göre belirgin bir şekilde artmıştır. Nitekim 2015 yılında Siirt ilinde 18.838 motorlu araç yer alırken bu sayı 2019 yılında 20.493'e yükselmiştir (Tablo 1). Sahada yıllık bazda yaklaşık 1000 motorlu aracın trafiğe dâhil olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum kentteki ulaşım altyapısının yenilenmediği düşünüldüğünde kaza sayılarının artmasında önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır.

Tablo 1. Siirt ilindeki 2015-2019 yıllarında motorlu araç sayıları (TÜİK 2020).



Siirt kentinde trafik kazalarının yıllara göre dağılımı analiz edilmiştir. Buna göre kentte 2015 yılında 412, 2016 yılında 431, 2017 yılında 464, 2018 yılında 449 ve 2019 yılında 439 trafik kazası meydana gelmiştir (Tablo 2). 2015-2019 yılları aralığında Siirt kentinde toplam 2195 trafik kazası meydana gelmiştir. Çalışma sahasındaki trafik kazaları 2015-2018 yılları arasında sürekli artarken, 2019 yılında önceki yıla göre %2,23 azalmıştır. Bu azalmanın meydana gelmesinde Emniyet Genel Müdürlüğü tarafından yapılan hız ve trafik kurallarına uygunluk denetimlerinin artması etkili olmuştur.

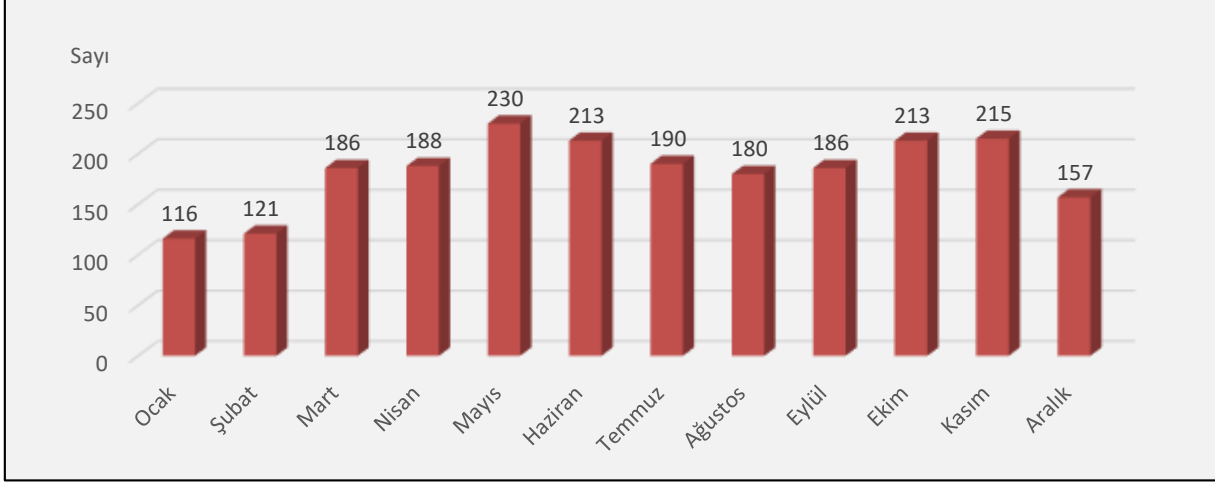
Tablo 2. Siirt kentindeki 2015-2019 yıllarında trafik kaza sayıları (TÜİK 2020).



Öte yandan trafik kazalarının daha iyi analiz edilebilmesi için kaza sayılarının yanı sıra bu kazaların meydana geldiği zaman oluş şekli, kaza yeri ve yol tipi gibi parametrelere göre de analiz edilmesi gerekmektedir. Buna göre Siirt kentinde 2015-2019 yılları arasında meydana gelen kazaların aylara ve gün içerisinde saatlere göre dağılımı incelendiğinde, bu dönemde en fazla kaza 230 ile Mayıs ayında meydana gelmiştir (Tablo 3). Mayıstan sonra Kasım ayı 215 kaza ile en fazla kazanın olduğu ikinci aydır. Daha sonra Ekim ve Haziran ayları 213'er kaza ile sıralanmaktadır. Çalışma sahasında ilgili istatistik yıllarında trafik kazalarının en az yaşandığı ay, 116 kaza sayısı ile Ocak ayıdır. Yıllara göre incelendiğinde 2015, 2016, 2017 yıllarında en fazla kaza Mayıs ayında, 2018 yılında Mart ve 2019

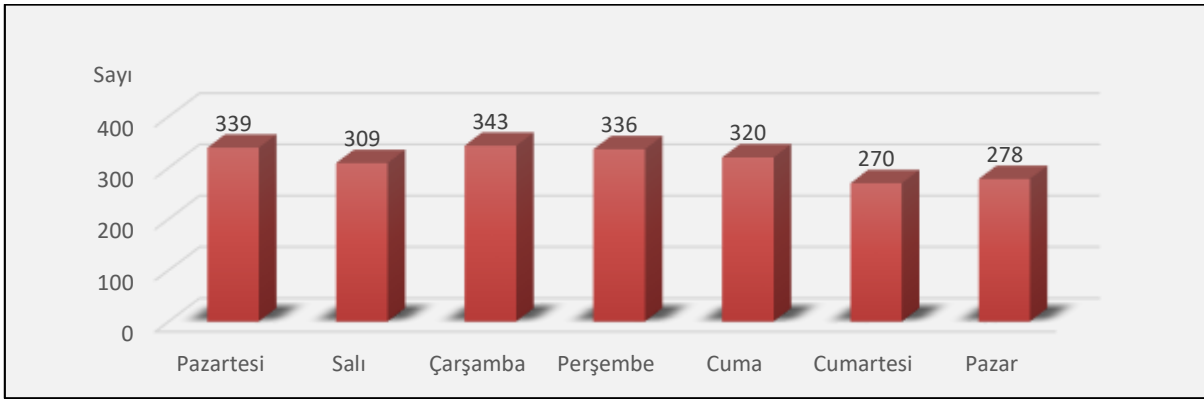
yılında kasım ayında en fazla kaza gerçekleşmiştir. Görüldüğü üzere sahada kazaların büyük bir kısmı ilkbahar ve sonbahar aylarında meydana gelmiştir. Trafik kazalarının bu dönemlerde yüksek olması, yağmur şeklinde gerçekleşen yağışların yol açtığı ıslak zeminin büyük bir etkisi vardır. Hız kurallarına uyulmadığı yağmurlu bahar günleri kazaların en fazla yaşandığı zamanları oluşturur.

Tablo 3. Siirt kentinde 2015-2019 yıllarında meydana gelen trafik kazalarının aylara göre dağılımı (TÜİK, 2020).



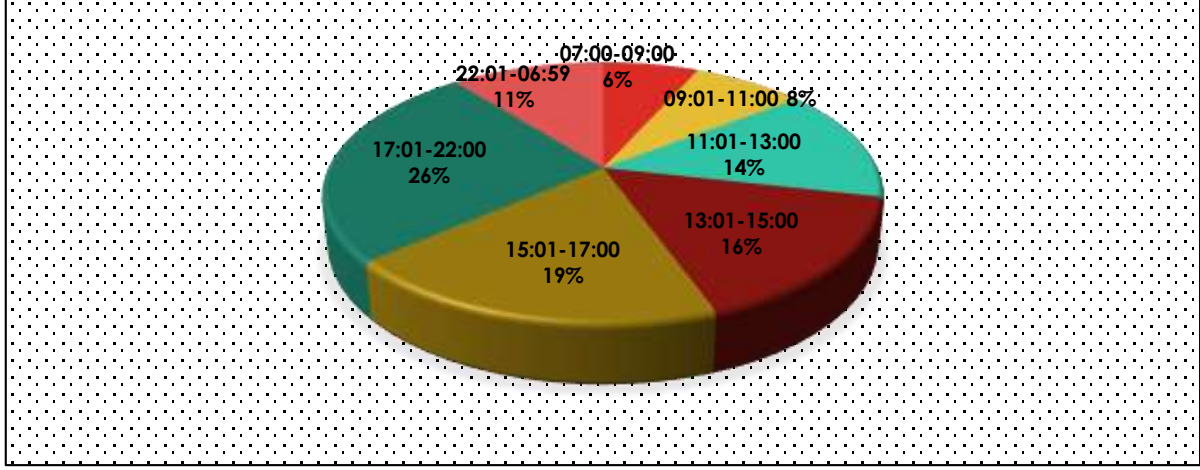
Trafik kazalarının meydana geldiği günler analiz edildiğinde, Siirt kentinde 2015-2019 yıllarını kapsayan dönemde kazaların en fazla çarşamba günü meydana geldiği tespit edilirken en az ise cumartesi günü meydana gelmektedir. Tablo 4 incelendiğinde 2015-2019 yıllarında en fazla kazanın 343 kaza sayısı ile çarşamba günü olduğu, ardından 339 kaza sayısı ile pazartesi, daha sonra 336 kaza sayısı ile perşembe günü olduğu tespit edilmiştir. Kazaların daha düşük olduğu günler ise sırasıyla cumartesi 270 kaza sayısı, pazar 278 kaza sayısı ve salı 309 kaza sayısı olduğu belirlenmiştir (Tablo 4). Siirt kentinde hafta içinde daha fazla kaza gerçekleşirken, hafta sonlarında ise daha az kaza gerçekleştiği görülmektedir.

Tablo 4. Siirt kentinde 2015-2019 yıllarında meydana gelen trafik kazalarının günlere göre dağılımı (TÜİK, 2020).



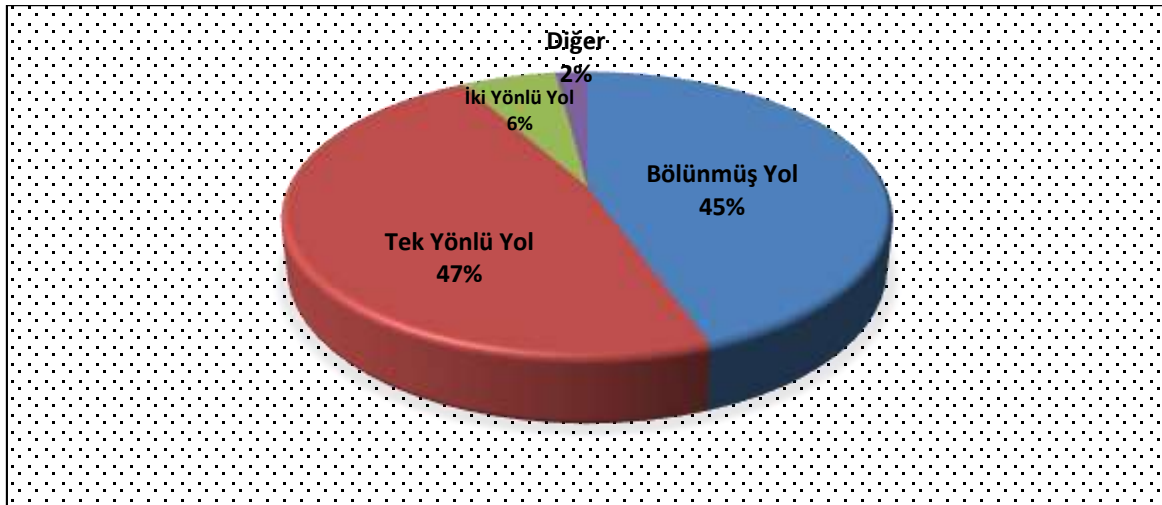
Siirt kentinde oluşan trafik kazalarının gün içerisindeki saat aralıklarına göre dağılımı incelendiğinde, 2015-2019 yılları arasında kapsayan 5 yıllık periyotta kazalar en fazla 17:01-22:00 saatleri arasında meydana gelmiştir (Şekil 2). Bu saat aralığında ilgili dönemde 565 kaza meydana gelmiştir. Bu saat aralığından sonra en fazla kaza 15:01-17:00 aralığında meydana gelmiştir. Bu zaman aralığında da 419 kaza olmuştur. İlgili dönemde kazaların en az meydana geldiği saat aralığı ise 07:00-09:00 aralığıdır.

Bu aralıkta 146 kaza gerçekleşmiştir. Bu veriler dikkate alındığında Siirt kentinde trafik kazalarının daha çok akşam saatlerinde meydana geldiği görülmektedir. Bu zaman aralığında kazaların fazla olmasının sebepleri arasında insanların mesai bitimi eve dönüşlerinde yaşanan yoğunluk ile karanlık havanın getirdiği olumsuzluklar oldukça belirleyici olduğu söylenebilir.



Şekil 2. Siirt kentinde 2015-2019 yıllarında meydana gelen trafik kazalarının gün içerisindeki zaman dilimlerine göre dağılımı (TÜİK).

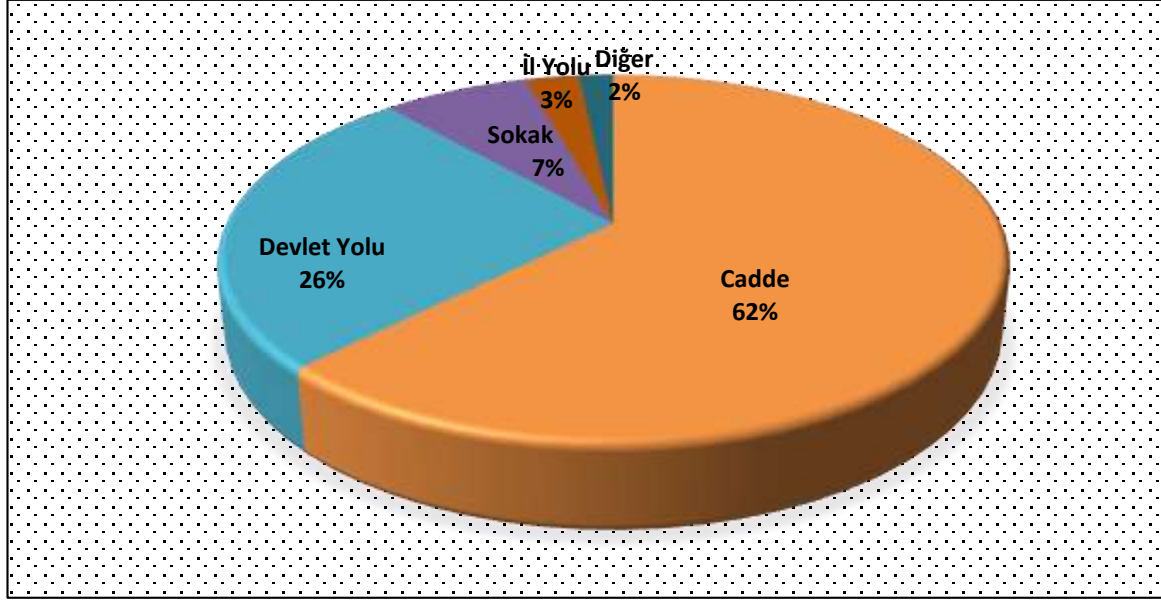
Trafik kazalarının doğru bir şekilde analiz edilmesinde karayollarının niteliği, yol tipi, yolun sınıfı gibi bir takım yol güvenliğinde etkili olan faktörlerin analiz edilmesi oldukça önemlidir. Buna göre Siirt kentinde 2015-2019 yılları arasında meydana gelen trafik kazalarının %47'si tek yönlü yollarda, %45'i bölünmüş yollarda, %6'sı iki yönlü yollarda ve %2'si diğer yollarda gerçekleşmiştir. Şekil 3'ten de anlaşılacağı üzere Siirt kentinde trafik kazaları daha çok tek yönlü yollar ve bölünmüş yollarda gerçekleşmiştir. İki yönlü duble yollarda trafik kazalarının oldukça az sayıda gerçekleştiği anlaşılmaktadır. Bu durumda çalışma sahasındaki iki yönlü duble yolların sayısının artırılması trafik kazalarının azalmasında oldukça önemli bir faktör olacaktır.



Şekil 3. Siirt kentinde 2015-2019 yıllarında meydana gelen trafik kazalarının yol tipine göre dağılımı (TÜİK, 2020).

Trafik kazalarında karayollarının tipi kadar önemli olan bir başka özellik yolun sınıfıdır. Kazaların meydana geldiği cadde, sokak, şehirler arası, köy ve bağlantı yolları gibi yolun meydana geldiği yol

sınıfı, kazaların nedeninin anlaşılmasında önemli bir yere sahiptir. Nitekim Siirt kentinde 2014-2019 yıllarını kapsayan periyotta meydana gelen kazaların %62'si cadde yollarında, %26'sı şehirlerarası yollarda, %7'si sokak yollarında ve %5'i köy yolu, bağlantı yolu, tesis önü gibi farklı yollarda meydana gelmiştir. Şekil 4'den de anlaşılacağı üzere Siirt kentinde trafik kazalarının büyük bir kısmı cadde ve devlet yollarında meydana gelmektedir. Kentte oldukça dar olan sokak ve caddeler hem trafik kazalarına sebep olurken hem de günün belirli saatlerinde trafik yoğunluğuna yol açmaktadır. Kentteki cadde ve sokakların genişletilmesi ve modern bir yapıya kavuşturulmasıyla birlikte trafik kazalarında belirgin bir düşüş yaşanabilecektir.

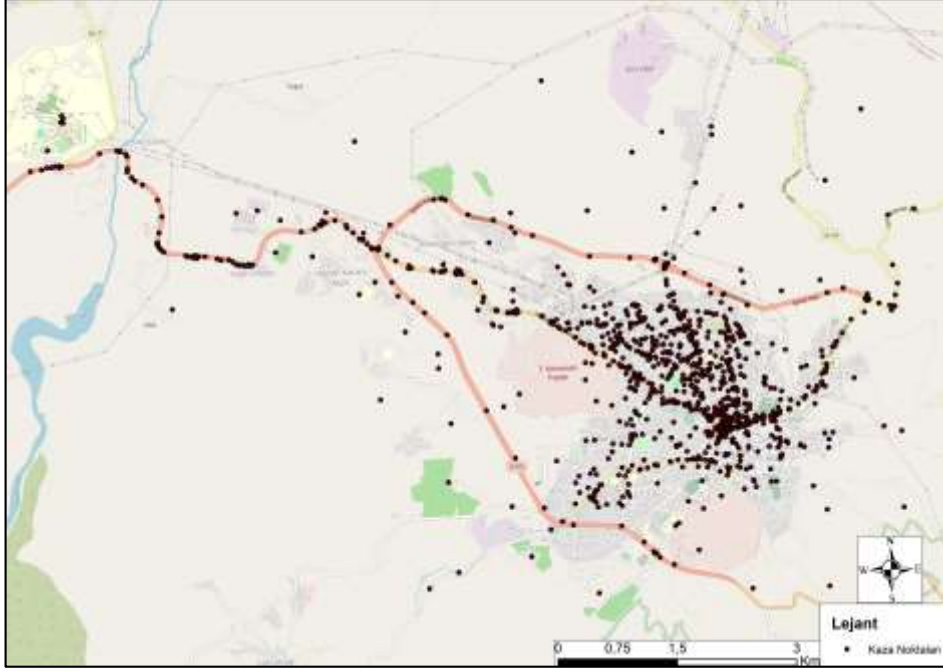


Şekil 4. Siirt kentinde 2015-2019 yıllarında meydana gelen trafik kazalarının yol sınıfına göre dağılımı (TÜİK, 2020).

Öte yandan bir sahadaki trafik kazalarının modern yöntemler ve Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak analiz edilebilmesi için kazaların meydana geldiği noktaların analiz edilmesi gerekir. Bu sayede kazalar için sıcak ve yoğun lokasyonlar belirlenerek gerekli çözümler geliştirilebilir. Buna göre CBS ortamında yapılan analizlerde sahada trafik kazalarının belirli kavşak, cadde ve sokaklarda yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 5, 6). Siirt kentinde trafik kazaları bakımından en sıcak ve kara nokta Hükümet, Şeyh El Hazin ve Mithat Öktüren caddelerinin kesiştiği Heykel Bulvarı'dır. Kentin kalbi olan bu bulvar, 3400 m²'lik bir alan kaplamaktadır. Belediye binası, çeşitli bankaların, hizmet binası ve birçok işyerinin konumlandığı bu nokta, kentin en işlek ve aynı zamanda trafik yoğunluğunun en fazla olduğu alandır. Heykel bulvarı ve yakın çevresinde yılda ortalama 100-150 kaza meydana gelmektedir. Bu konumda kaza yoğunluğunun fazla olmasının temel nedenleri arasında birçok önemli cadde, sokak ve yolun kesiştiği bir noktada yer alması ve buna bağlı olarak oluşan yaya ve araç yoğunluğu, bulvarda trafik işaretleri ve lambalarının bulunmaması ve yolların oldukça dar olması gibi faktörler yer almaktadır. Özellikle Heykel Bulvarı'nın hemen kuzeydoğusunda yer alan Ali Çelik ve 1402 Nolu sokaklar, oldukça dar olduğu için çok sayıda trafik kazası bu mevkide meydana gelmektedir.

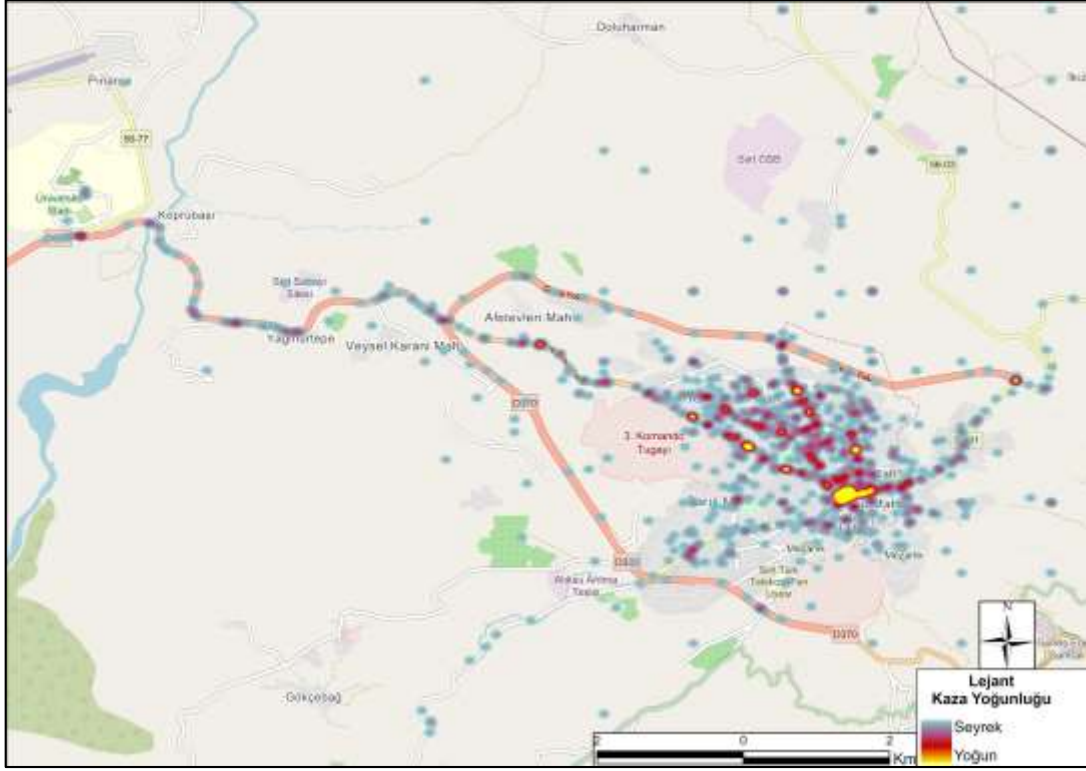
Siirt kentinde Heykel Bulvarı dışında trafik kazaları açısından birçok kara nokta bulunmaktadır. Bunların başında da Şeyh El-Hazin Caddesi gelmektedir. Heykel Bulvarı'nın doğusu boyunca uzanan bu cadde, Tillo Caddesi olarak da anılmaktadır. Siirt kentini Siirt'in birçok ilçesine bağlayan bu cadde, insan ve araç hareketliliğinin en fazla olduğu yerlerden biridir. Bu cadde oldukça dar olmakla birlikte aynı zamanda çok sayıda dar ve sıkışık sokak tarafından da kesilmektedir. Bu nedenle Şeyh El-Hazin Caddesi ve bu caddeye kavuşan birçok sokakta çok sayıda kaza meydana gelmektedir. Bu hat boyunca da yıllık ortalama 100 civarında kaza meydana gelmektedir. Kentte bir diğer kara nokta ise Hükümet Caddesi'dir. Heykel Bulvarı'ndan batıya doğru uzanan bu cadde, Siirt İl Özel İdare'ye kadar

uzanmaktadır. Bu cadde etrafında da çok sayıda eğitim ve sağlık kurumu, işyeri ve kamu kurum ve kuruluşları yer almaktadır. Kentteki araç yoğunluğunun en fazla olduğu caddelerden biri olan Hükümet Caddesi, aynı zamanda kaza yoğunluğunun en fazla olduğu hatlardan biridir. 1322 Sokak, 1430 Sokak 1704 Sokak ve 1714 Sokağın Hükümet Caddesi ile birleştiği noktalar, trafik kazaları açısından bu doğrultudaki en sıcak noktalar. Çalışma sahasında kaza yoğunluğunun fazla olduğu bir diğer cadde ise Nebil Oktay Caddesi'dir. Yeni Mahalle sınırları içerisinde yer alan Nebil Oktay Caddesi, trafik kazaları açısından riskli bir sahadır. Bu caddeyi çok sayıda dar sokak ve cadde keserken, caddelerin kesişim noktaları bu hattaki kara noktalardır. Özellikle Nebil Oktay ve Medine caddelerinin kesiştiği konumda çok sayıda trafik kazası meydana gelmiştir. Bu noktada yılda yaklaşık 20 civarında kaza meydana gelmektedir.



Şekil 5. Siirt kentinde 2015-2019 yıllarında meydana gelen trafik kazalarının dağılımı (TÜİK 2020).

Çalışma sahasında kaza yoğunluğunun fazla olduğu bir diğer kara nokta Hakkı Akyüz Caddesi'dir. Yeni Mahalle ile Bahçelievler Mahallesi arasında kuzeydoğu-güneybatı istikametine doğru uzanan bu cadde üzerinde çok sayıda kaza yaşanmıştır. Bu cadde üzerinde hem yaya hem de araç trafiğinin çok yoğun olması ve cadde boyunca çok sayıda işyerinin varlığı kazaların artmasına yol açmaktadır. Özellikle söz konusu caddenin Güres Caddesi ile kesiştiği konum kara noktalardan birini oluşturmaktadır. Siirt kentinde kaza yoğunluğunun fazla olduğu bir diğer kara nokta ise Güres Caddesi üzerinde yer alan Siirt Eğitim ve Araştırma Hastanesi önüdür. Günlük yaya ve araç yoğunluğunun çok fazla olduğu bu noktada aynı zamanda birçok kaza meydana gelmektedir. Kentteki en önemli sağlık kuruluşu konumunda olan Siirt Eğitim ve Araştırma Hastanesi, sunmuş olduğu hizmetin niteliği ve yoğunluğundan dolayı büyük bir hareketliliğe sahne olmaktadır. Bu durum hastane çevresinde yaya ve sürücü kaynaklı çok sayıda kazanın yaşanmasına da yol açmaktadır. Ayrıca sahadaki gözlemler sonucu Siirt Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nin Güres Caddesi ile kesiştiği noktadaki araç yolları oldukça dar olup, kavşak ve ara yollar da doğru bir şekilde tasarlanmadığı tespit edilmiştir. Bu durum kaza sayılarının artmasına yol açan başka bir olumsuz durumdur.



Şekil 6. Siirt kentinde 2015-2019 yıllarında meydana gelen trafik kazalarının yoğunluk haritası (TÜİK, 2020).

Siirt kentinde kaza yoğunluğunun fazla olduğu yerlerden biri de Kooperatif Mahallesi sınırları içerisinde yer alan Nihat Aykut ve Abdullah Bağış caddeleridir. Kentin batısında yer alan bu caddelerin etrafında çok sayıda yüksek katlı apartman yer almaktadır. Gün içinde işe ve okula gidip gelme saatlerinde bu caddelerde oldukça yoğun bir trafik yaşanmaktadır. Bu durum, kazaların yaşanma olasılığını artırmaktadır. Çalışma sahasında trafik kazalarının sıkça meydana geldiği bir diğer riskli nokta, kentin batısında bulunan Siirt-Batman karayolunun Yağmurtepe Mevkii'dir. Bu mevkideki karayolu oldukça eğimlidir ve bu nedenle araçların hızını kontrol etmek için yeterli düzenleyici tedbirler bulunmamaktadır. Özellikle bahar ve kış aylarındaki yağmurlu ve buzla kaplı havalarda söz konusu sıcak noktada çok sayıda kaza meydana gelmektedir. Bu noktadaki trafik kazaları çoğunlukla aşırı hız neticesinde araçların savrulması ve takla atması şeklinde gerçekleştiği için daha çok yaralayıcı veya ölümlü kazalar meydana gelmektedir. Bu durumun önüne geçmek için bu mevkide mutlaka hız kontrolünü sağlayacak trafik önlemleri alınmalıdır.

4. Sonuç

Trafik kazaları, insan hayatını tehdit eden, maddi ve manevi çok büyük kayıplara yol açan önemli bir toplumsal sorundur. Günümüzde motorlu araç kullanımının hızla artması, fakat buna karşın ulaşım sistemleri ve kentsel tasarımın bu artışa uygun olmaması Türkiye ve dünyada kaza oranlarını artırmıştır. Bu durum çalışma sahasını oluşturan Siirt kenti için de benzer bir tablo ortaya çıkarmıştır. Çalışmada Siirt kentinde 2015-2019 yıllarını kapsayan 5 yıllık dönemde trafik kazaları ve kara noktalar CBS yardımıyla analiz edilmiş ve mekânsal dağılışı incelenmiştir. Buna göre Siirt kentinde 5 yıllık dönemde motorlu araç sayılarında artış gözlemlenirken, buna paralel olarak kaza sayıları da önceki yıllara göre artmıştır. Kuşkusuz bu durum artan motorlu araç yoğunluğunu karşılayacak yol sistemleri ve trafik sinyalizasyon ve işaretçi sistemlerinin yetersiz olmasıyla doğrudan ilişkilidir. Ayrıca sürücü, yolcu ve yayaların trafik kuralları konusunda bilinçsiz olması, kaza oranlarının artışındaki bir diğer sebeptir. Sahada trafik sıkışıklığı ve kaza sayılarının artmasına yol açan diğer bir husus ise 2000'li yılların başında kentin kalbi konumunda olan Güres Caddesi'nin trafiğe kapatılmasıdır. Kentin merkezi iş alanlarının önemli bir kısmını bünyesinde barındıran bu cadde kapatılırken, bu caddenin etrafındaki sokak ve

caddelerde ise büyük bir trafik sıkışıklığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca son yıllarda bu cadde etrafında dikey yapılaşma artmıştır. Güres Caddesi'ne yakın çok sayıda yüksek katlı apartman bloklarının inşa edilmesi ve büyük bir kısmının otoparka sahip olmaması kentte araç trafiğini daha da artırmıştır. Otoparka sahip olmayan bu apartmanlarda ikamet edenler, genellikle araçlarını Güres Caddesi'ne bağlanan sokak ve caddeler boyunca park etmekte ve bu durum zaten dar olan cadde ve sokakların daha da kullanışsız hale gelmesine ve kazaların artmasına da yol açmaktadır. Bunun önüne geçmek için Güres Caddesi'ne yakın alanlarda çok katlı otoparkların yapılması, cadde ve sokaklarda araç park uygulamalarının trafik yoğunluğunu azaltacak şekilde yeniden düzenlenmesi gerekmektedir.

Çalışma sahasında CBS kullanılarak çok sayıda kara nokta tespit edilmiştir. Bu kara noktalar genellikle yolların kesiştiği kavşaklar veya dar cadde ve sokaklarda yoğunlaşmıştır. Siirt kentinde 20'ye yakın kara nokta tespit edilmiştir. Bu kara noktalar içerisinde Heykel Bulvarı ve çevresi, trafik kazalarının en sık gerçekleştiği konumu oluşturur. Heykel Bulvarını içine alan yaklaşık 2 km²'lik alanda 5 kaza kara noktası tespit edilmiştir. Bu kesimde kaza sayılarının yüksek olmasında, trafik ve yaya yoğunluğunun yanı sıra bulvar ve çevresinde trafik sinyalizasyon sistemlerinin olmayışı, yolların oldukça dar olması ve bulvar tasarımının yanlışlığı gibi unsurlar belirleyicidir. Bu noktada kazaların önüne geçebilmek için mutlaka Heykel Bulvarı'nın modern kentsel tasarıma uygun olarak yeniden planlanması, sinyalizasyon sistemleri yapılması ve trafik denetimlerinin artırılması gerekmektedir. Siirt kentinde kaza yoğunluğunun yüksek olduğu bir diğer kara nokta ise Güres Caddesi'nin Siirt Eğitim ve Araştırma Hastanesi hizasından geçen kısmıdır. Bu noktada hastaneden kaynaklı yaya ve araç yoğunluğu ile birlikte trafik kazaları artmaktadır. Özellikle 1581 Nolu Sokak'ın Güres Caddesi ile birleştiği ve aynı zamanda Siirt Eğitim ve Araştırma Hastanesi acil girişine denk gelen nokta, kara noktalardan birini oluşturmaktadır. Bu kesimde bir başka kara nokta ise hastanenin kuzeyine denk gelen ve Nihat Aykut Caddesi ile Güres Caddesi'nin kesiştiği noktadır. Her iki noktada da kaza sayılarının yüksek olmasında yolların oldukça dar olması, trafik sinyalizasyon sistemlerinin olmayışı ve bu kesimde sokak ve cadde planlamasının doğru kurgulanmaması belirleyici olmuştur. Bütün bu kara noktalarda kazaları azaltmak için yolların genişletilmesi, bağlantılı yollarının ve trafik denetimlerinin artırılması gerekmektedir.

Siirt kentinde kaza kara noktalarının yoğun olduğu bir diğer kesim ise Hükümet Bulvarı boyunca bu bulvara dik bir şekilde uzanan sokak ve caddelerdir. Bu bulvar üzerinde 4 kara nokta bulunmaktadır. Bu güzergâhta kara noktaların oluşmasında sürücülerin hızlı ve dikkatsiz seyretmesi, hız önleyici sistemlerin olmayışı gibi unsurlar etkilidir. Bu güzergâhtaki kara noktaları önlemek için trafik denetimlerinin artırılması, hız önleyici sistemlerin kurulması gerekmektedir. Çalışma sahasında trafik kazalarının arttığı bir diğer cadde ise Abdullah Bağış Caddesi'dir. Bu caddenin İsmet Aydın ve Mahmut Çalapkulu caddeleri ile kesiştiği iki nokta, kaza sayısının yüksek olduğu kara noktalarıdır. Yolların oldukça dar ve trafik yoğunluğunun gün içerisinde fazla olması, kaza sayılarının bu kesimde artmasına yol açmıştır. Bu kesimde kazaları önlemek ve azaltmak için trafik yoğunluğunu azaltacak alternatif yollar yapmak, yol ve caddeleri genişletmek gerekir. Siirt kentinde önemli kara noktalardan biri de kentin batısında yer alan Yağmurtepe mevkiidir. Siirt'i Batman, Diyarbakır, Bitlis gibi komşu kentlere ve dünyaya bağlayan karayolunun geçtiği bu kesim, oldukça eğimlidir. Yağmurtepe mevkiinde yerleşme yoğunluğu az olduğu için yaya trafiği seyrek olmasına rağmen çok yoğun bir araç trafiği bulunmaktadır. Özellikle yağışlı havalarda eğimli olan bu kesimde sürücüler hızlı seyrettiğinde kontrolü kaybederek, kazalara yol açmaktadır. Bu kesimde meydana gelen kazalar çoğunlukla ağır yaralanmalı veya ölümlü kazalar şeklinde gerçekleşmektedir. Bu durumun önüne geçmek için mutlaka bu kesimde hız önleyici trafik tedbirlerinin alınması gerekmektedir.

Diğer yandan Siirt kentinde meydana gelen trafik kazalarının daha çok ilkbahar aylarında, haftanın ilk günlerinde ve gün içerisinde de akşam saatlerinde meydana geldiği anlaşılmaktadır. Kaza sayılarının yoğunlaştığı bu zaman dilimleri dikkate alınarak bu zaman aralıklarında ilave ve önleyici trafik tedbirlerinin alınması gerekmektedir. Ayrıca söz konusu zaman dilimlerinde trafik sıkışıklığını azaltmak için belirli cadde ve sokaklardaki yoğunluğunu azaltacak alternatif yollar ve bağlantıların yapılması, trafikte bir rahatlamaya yol açacaktır. Bunun yanında sahada trafik kazaları ve kara noktaların büyük oranda bazı cadde ve sokaklarda meydana geldiği anlaşılmakta olup, bu kesimlerde yolların modern şehirleşmeye uygun bir standarda getirilmesi ve yeniden tasarlanması kazaların azaltılması hususunda oldukça önemlidir. Ayrıca söz konusu cadde ve sokaklarda trafik sinyalizasyon sistemleri ve işaretlerinin artırılması, kazaların önüne geçmesini sağlayabilir. Bütün bunların yanında kent genelinde

trafik kazalarının azaltılması ve sağlıklı bir trafik akışının sağlanması için mutlaka sürücü, yolcu, yayalara trafik ile ilgili eğitimlerinin verilmesi ve trafik kuralları konusunda farkındalık sağlanması gerekmektedir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazarların çalışmadaki katkı oranları eşittir.

Destek ve Teşekkür Beyanı

Çalışmada herhangi bir destek alınmamıştır. Teşekkür edilecek bir kurum veya kişi bulunmamaktadır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Çalışma kapsamında herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

Abrahart, R. J., and See, L. (1998). Neural Network vs. ARMA Modelling: Constructing Benchmark Case Studies of River Flow Prediction. In *GeoComputation '98. Proceedings of the Third International Conference on GeoComputation*, University of Bristol, United Kingdom, 17–19 September (CD-ROM).

Afshin, S.M., Matin, S., Babak, M. (2013). GIS Based Method for Detecting High-Crash-Risk Road Segments Using Network Kernel Density Estimation, *Geo-Spatial Information Science*, 16(2), 113-119.

Al-Aamri, A.K., Hornby, G., Zhang, L.C., Al-Maniri, A.A., Padmadas, S.S. (2020). Mapping Road Traffic Crash Hotspots Using GIS-Based Methods: A Case Study of Muscat Governorate in The Sultanate of Oman. *Spatial Statistics* (2020), 1-42.

Blazquez, C.A., Celis, M.S. (2013). A Spatial and Temporal Analysis of Child Pedestrian Crashes in Santiago, Chile. *Accident Analysis and Prevention*, 50, 304–311.

Bulut, Y., Demir, M., Batuhan, T. (2016). Black Point Analysis of Traffic Accidents: 2015 Erzurum City Case, *Proceedings of Academics World International Conference*, Manila, Philippines, 2 May 2016.

Demir, M., Caner, A.M., Bulut, Y. (2017). Erzurum Kent İçi Ulaşım Planlamasında Kullanılmak Üzere; CBS Tabanlı Trafik Kazalarının Analizi, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(3), 221-230.

Dereli, M.A., Erdoğan, S. (2017). A New Model for Determining the Traffic Accident Black Spots Using GIS-Aided Spatial Statistical Methods, *Transportation Research Part A* 103, 106-117.

Doğru, E., Aydın, F. (2018). Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Trafik Kazalarının Analizi: Karabük Merkez İlçe Örneği, *TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu*, 3-6 Ekim 2018, 355-369.

Emniyet Genel Müdürlüğü. (2020). Trafik Başkanlığı Trafik Kaza Tutanakları (2015-2019).

Erdoğan, S., Yılmaz İ., Baybura, T., Gullu, M. (2008). Geographical Information Systems Aided Traffic Accident Analysis System Case Study: City of Afyonkarahisar, *Accident Analysis and Prevention*, 40, 174-181.

Foot K. E., ve Lynch M. (1996). Geographic Information Systems as an Integrating Technology: Context, Concepts and Definitions. The Geographers Craft Project, Department of Geograpy, University of Texas at Austin.

Geymen, A. ve Dedeoğlu, O.K. (2016). Coğrafi Bilgi Sistemlerinden Yararlanılarak Trafik Kazalarının Azaltılması: Kahramanmaraş İli Örneği, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 79-88.

Geymen, A., Yomraloğlu, T. (2006). Yerel Yönetimler İçin Devingen Yapılı Bir Kent Bilgi Sistemi Yazılımının Geliştirilmesi: DEVKBS, YvKB'06-Yapı ve Kentte Bilişim Kongresi, 8-9 Haziran, s.49-60, Ankara.

Goodchild, M.F. (2000). GIS and Transportation: Status and Challenges, *GeoInformatica*, 4(2), 127-139.

Güngör, M., ve Adıgüzel, F. (2021). Kapadokya Araştırmaları, Bölüm Adı: Nevşehir ili merkezindeki trafik kazalarının CBS ile kaza analizi, Editör: İmamoğlu Ali, Basım sayısı: 1, Sayfa sayısı: 208, ISBN: 978-625-7606-33-2, Bölüm Sayfaları: 45 – 70, Litaretürk Academia, Konya.

Güngör, M., Vural, E., ve Adıgüzel, F. (2021). Investigation of traffic accidents in the city center Of Şanlıurfa by using GIS. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 7(1), 74-82.

Homburger, W. ve Kell, J. (1981). *Fundamentals of Traffic Engineers*, 347pp, 10th Edition, Berkeley, California, USA.

Khan, A.M., Al Kathairi, A.S., Garib, A.M. (2004). A GIS Based Traffic Accident Data Collection, Referencing and Analysis Framework for Abu Dhabi, Paper Presented in CODATU XI: World Congress: Towards More Attractive Urban Transportation, Bucharest, Romania, 1-11.

Khan, G., Qin, X., Noyce, A.D. (2006). Spatial Analysis of Weather Crash Patterns in Wisconsin. 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, USA, 1-22.

Khatib, Z., Ou, Y., Chang, K. (1998). GIS and Transportation Planning, Transportation Planning for Small and Medium Sized Communities 6th Conference, 16-18 September 1998, Washington, Session 10.

Kmet, R., Dvorak, Z., Kvet, M. (2019). Map of Traffic Accidents, *Transportation Research Procedia*, 40, 1418-1425.

Li C.C., ve Chang T.C. (2019) Applying the GIS to Discuss the Traffic Accidents under Environmental Analysis - Case on Taichung City, *Ekoloji* 28(107), 3805-3816.

Özgen, N., Karadoğan, S. (2009). Siirt Şehrinin Kuruluşu ve Gelişimi, *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(2), 61-81.

Saphioğlu, M. ve Karasahin, M. (2006). Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımı İle Isparta İli Kent İçi Trafik Kaza Analizi, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(3), 321-332.

Steenberghen, T., Aerts, K., Thomas, I. (2010). Spatial Clustering of Events On a Network, *Journal of Transport Geography*, 18(3), 411–418.

Thieman, S. (1998). GIS and Transportation Planning, Transportation Planning for Small and Medium Sized Communities 6th Conference, 16-18 September 1998, Washington, Session 10, s.1-7.

Thomas, I. (1996). Spatial Data Aggregation: Exploratory Analysis of Road Accidents, *Accident Analysis and Prevention*, 28(2), 251-264.

Turoğlu, H. (2016). *Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Esasları Genişletilmiş 4. Baskı*, İstanbul: Çantay Yayınevi.

Türkiye İstatistik Kurumu. (2020). (<http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>, Erişim Tarihi: 12.09.2020).

Ulak, M.B., Ozguven, E.E., Spainhour, L., Vanli, O.A. (2017). Spatial Investigation of Aging-Involved Crashes: A GIS-Based Case Study in Northwest Florida, *Journal of Transport Geography*, 58, 71-91.

Vasconcellos, E.A. (1999). Urban Development and Traffic Accidents in Brazil, *Accident Analysis and Prevention*, 31, 319-328.

World Health Organization (2018). GLOBAL STATUS REPORT ON ROAD SAFETY 2018 (https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/en/ Erişim Tarihi: 15.09.2020)

Xie, Z., ve Yan, J. (2008). Kernel Density Estimation of Traffic Accidents in a Network Space. *Computers, Environment, and Urban Systems*, 35(5), 396-406.

Yalçın, G., ve Düzgün, H.Ş. (2013). Mekânsal İstatistikte Nokta Deseni Analizi: Trafik Kazaları Analizi Örneği, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 14. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 14-17 Mayıs 2013, Ankara, 1-5.

Yılmaz, İ., Erdoğan, S., Baybura, T., Güllü, M., Uysal, M. (2009). Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla Trafik Kazalarının Analizi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 7(2), 135-150.

Zangeneh A., Najafi F., Karimi S., Saeidi S., Izadi N. (2018). Spatial-Temporal Cluster Analysis of Mortality from Road Traffic Injuries Using Geographic Information Systems in West of Iran During 2009–2014. J Forensic Legal Med. 55, 15–22.