

TEMPORAL AND SPATIAL ANALYSIS OF TRAFFIC ACCIDENTS: THE CASE OF ESKİŞEHİR CITY

Trafik Kazalarının Zamansal ve Mekânsal İncelenmesi: Eskişehir Şehir Örneği

Tamer ÖZLÜ¹

Himmet HAYBAT²

Hüseyin ZERENOĞLU³

Öz

Türkiye’de şehir nüfusu her geçen yıl artmaktadır. Nüfusu her yıl artan şehirlerden biri de Eskişehir’dir. Şehirdeki nüfusun artması aynı zamanda araç kullanımını arttırmaktadır. Araç ve sürücü sayısındaki artış trafikte problemlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ortaya çıkan bu problemlerden bir tanesi de trafik kazalarıdır. Gerçekleştirilen bu çalışma ile birlikte Eskişehir’in iki merkez ilçesinde meydana gelen trafik kazaları zamansal ve mekânsal olarak incelenmiştir. Bu merkez ilçelerin seçilmesindeki sebepler ise nüfusun ve trafik akışının bu alan içerisinde yoğunluk göstermesidir. Araştırmada kullanılan veriler; 2016- 2017 yılına ait trafik kaza ve 2012 yılına ait arazi kullanım verileridir. Analizlerin ve bulguların tespit edilmesi için ArcGIS 10.6 versiyonunda iki araç kullanılmıştır. Bu araçlar; nokta yoğunluk ve toplam vaka araçlarıdır. Bu araçların kullanılmasındaki amaç trafik kazalarının zamansal ve mekânsal bağlantılarını ortaya çıkarmaktır. Zamansal bağlantılar içerisinde trafik kazaları; iki yıl, mevsim, ay, haftanın günleri ve saat olarak incelenmiştir. Mekânsal bağlantılar içerisinde ise ilçe, mahalle ve karayolları üzerinde gerçekleşen trafik kazaları incelenmiştir. Analizler sonucunda trafik kazalarının; yıl bakımından hangi alanlarda yoğunlaştığı, hangi mevsimlerde artış gösterdiği, hangi aylarda arttığı, haftanın hangi günlerinde artış gösterdiği, saatlere göre dağılımı, ilçelere göre dağılımı, mahallelere göre dağılımı, karayollarına göre dağılımı incelenmiş ve kara noktalar tespit edilmiştir. Zaman bakımından trafik kazaları; ay bazında en fazla temmuz, gün bazında pazartesi ve cuma günleri, saat bazında 12.00 – 18.00 saatleri arasında gerçekleştiği çalışma sonucunda ortaya çıkarılmıştır. Mekân bakımından trafik kazaları; Odunpazarı ilçesindeki kazalar Tepebaşı ilçesine göre daha fazla gerçekleşmiştir. Mahalle bazındaki incelemelerde ise trafik kazaları en fazla Merkez Mahallesi’nde meydana geldiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Trafik Kazası, Zamansal, Mekânsal, Nokta Yoğunluk, Eskişehir

Abstract

Population in Turkey is increasing every year. One of the cities whose population increases every year is Eskişehir. The increase in the population of the city also increases the use of vehicles. The increase in the number of vehicles and drivers causes problems in traffic. One of these problems that arise is traffic accidents. With this study, traffic accidents that occurred in two central districts of Eskişehir were examined temporally and spatially. The reasons for choosing the two central districts are that the population and traffic flow are concentrated in this area. Data used in the research; traffic accident for 2016-2017 and land use data for 2012. The method was chosen according to the purpose of the study. Two tools are used in ArcGIS to identify analyzes and findings. These are point density and total event tools. The purpose of using these tools is to reveal the temporal and spatial connections of traffic accidents. Traffic accidents within the temporal connections are examined in years, seasons, months, days of the week and hours. Within the spatial connections, traffic accidents on the district, neighborhood and highways were examined. As a result of the analyzes, traffic accidents; in which areas it is concentrated in terms of years, in which seasons it has increased, in which months it has increased, on which days of the week it has increased, its distribution by hours, distribution by districts, distribution by neighborhoods, distribution by roads and black spots are determined.

Keywords: Traffic Accident, Temporal, Spatial, Point Density, Eskişehir

¹ Assist. Prof., Ondokuz Mayıs University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Geography, Samsun, TURKEY., <https://orcid.org/0000-0002-8847-7967>, tamero@omu.edu.tr

² Dr., TURKEY., <https://orcid.org/0000-0001-6569-6617>, himmet3535@gmail.com

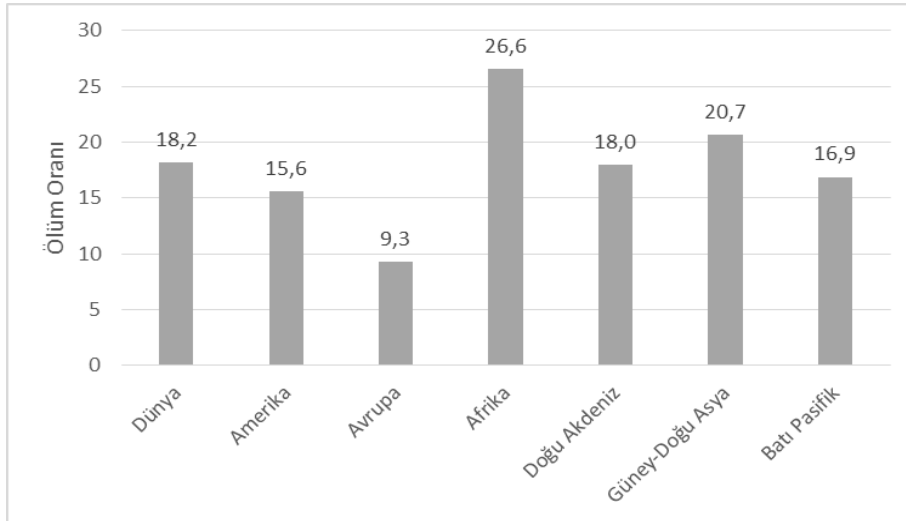
³ Correspondence to: Teacher., Seyitgazi, Eskişehir, TURKEY., <https://orcid.org/0000-0001-7986-1273>, zerenoglu@hotmail.com

GİRİŞ

Dünya’da nüfus geçen zaman içerisinde artmaktadır. Nüfusun artması aynı şekilde ulaşım araçlarının kullanımını artırmaktadır (Haybat ve Karakaş, 2018; Yu, 2017). 2018 yılı itibarıyla dünya nüfusu 7,5 milyarı geçerek bir yılda %1,11 büyümüştür (The World Bank, 2020). Dünyada 2018 yılında satılan yeni araç sayısı 95.055.937; satılan bu araç sayıları içerisinde hafif araçlar, ağır kamyon, otobüsler ve tur otobüsleri bulunmaktadır (OICA, 2020). Nüfusun artması ve ulaşım araçlarının trafiğe karışma sayısı arttıkça trafik sorunları da artmaktadır.

Çalışmanın daha iyi bir şekilde irdelenmesi için iki kavramın açıklanması ve tanımının yapılması gerekmektedir. Bunlar ulaşımın ne anlama geldiği ve trafik kazasının ne anlam taşıdığıdır. Genel tanım olarak “insanın, eşyanın, bilginin bir yerden başka bir yere gitmesi, taşınması ve iletilmesi olarak tanımlanan ulaşım, insanların ve yüklerin zaman ve mekân içerisinde değişik ulaştırma araçları kullanılarak bir noktadan ihtiyaç duyulan diğer noktalara taşınmasını sağlayan bir hizmettir” (Yardımcıoğlu, 2013; Tümertekin, 1987). Tanıma ek olarak ulaşım, ekonomik ve sosyal kalkınmanın temel yapılarından biridir (Zou ve Vu, 2019). Trafik kazası ise “hareket halindeyken meydana gelen, bir ya da daha fazla araç içeren, ölümlü, yaralanmalı veya maddi hasarla sonuçlanan olaylar” olarak tanımlanmaktadır (Gökçe, 2015; Sungur, Akdur ve Piyal, 2014).

Bu tür çalışmaların önemini anlaşılması açısından trafik kazalarının sonuçlarına bakılması gerekmektedir. Trafik kazaları dünya genelinde ölümlere, yaralanmalara, maddi problemlere yol açmış ve açmaya da devam etmektedir. Dünya genelinde trafik kazaları 1,35 milyon insanın ölümüne neden olmaktadır (UNECE, 2020; WHO, 2018). Dünya Sağlık Örgütü’nün 2018 yılında yayımlandığı rapora göre trafik kazalarına bağlı ölüm oranı 100.000 kişi başına 18,2’dir. Aynı raporda ölüm oranlarının bölgesel dağılımı da verilmiştir (Şekil 1) (WHO, 2018). Dünya çapında ölüm sebebi olarak sekizinci sırada olan trafik kazaları önlem alınması gereken önemli konulardan biri olduğunu göstermektedir (Briz-Redón, Martínez-Ruiz ve Montes, 2019; Casado-Sanz ve Guirao, 2018; Abdolmanafi ve Karamad, 2019). Dünya Sağlık Örgütü raporuna göre 2030 yılına gelindiğinde ölüm nedenleri arasında sekizinci sırada olan trafik kazalarının beşinci sıraya yükseleceği öngörülmektedir (Bhavan, 2019). Ayrıca trafik kazalarının %90’ının gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde olduğu belirtilmiştir. Dikkat çeken noktalardan bir tanesi de yaklaşık araç sayısının %54’ünün bu ülkelerde bulunmasıdır (Nitin ve Adnan, 2006). Bunlara ek olarak trafik kazaları tahminen her yıl 50 milyon insanın yaralanmasına neden olmaktadır (WHO, 2018; Kundakçı, 2014).



Şekil 1: 100.000 Kişi Başına Düşen Ölüm Oranları

Trafik kazalarının sadece sağlık açısından değil aynı zamanda ekonomi açısından da olumsuz sonuçları bulunmaktadır. Dünya genelinde trafik kazalarının yaklaşık yıllık maliyeti 518 milyar dolardır (Aghajani, Dezfoulian, Arjroody ve Rezaei, 2017; Soltani ve Askari, 2014). Trafik kazaları ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre değişmekle beraber yıllık gayri safi yurt içi hasılanın ortalama %3’ü kadar bazı ülkelerde ise %3’ün üzerinde zarara uğratmaktadır (Suphanchaimat, Sornsrivichai, Limwattananon ve Thammawijaya, 2019). Gelişmekte olan ülkelerdeki yıllık maddi zarar yaklaşık 110 milyar dolardır (Bekele, 2019). 166 ülkeyi kapsayan makroekonomik düzeydeki bir araştırmada 2015-2030 yılları arasında trafik kazaları sonucundaki yaralanmaların ekonomik maliyetinin 1,8 trilyon dolar arasında olacağı hesaplanmıştır (Chen, Kuhn, Prettnner ve Bloom, 2019).

Türkiye’de nüfusun ve araç sayısının hızlı bir şekilde artması şehir içerisinde trafik bakımından sorun haline gelmiştir (Kababulut ve Helvacı, 2017; Ağın, 2015). Şehir içi ulaşım problemleri içerisinde plansızlık, ulaşım türünün doğru seçilmemesi, entegrasyon, gürültü kirliliği, hava kirliliği, tıkanıklık, güvenlik ve ulaşım altyapısı eksikliği sıralanabilir (Ağaoğlu ve Başdemir, 2019).

Gelişmiş ülkelerde trafik kazalarında azalma görülürken gelişmekte olan ülkelerde azalma görülmemektedir (Mohammed, Ambak, Mosa ve Syamsunur, 2019). Türkiye’de ise trafik kazalarının sayıları yıldan yıla değişiklik göstermektedir. Türkiye’de meydana gelen trafik kazaları ve nüfus bilgileri gösterilmiştir (Tablo 1). Ülke nüfusu her yıl artış gösterirken trafik kazalarında bu durum benzer değildir.

Yıl	Nüfus (Bin)	Kaza Sayısı	Maddi Hasarlı Kaza Sayısı	Ölümlü-Yaralanmalı Kaza Sayısı	Ölü		Yaralı	
					Sayı	Nüfusa Oranı (%)	Sayı	Nüfusa Oranı (%)
2010	73.723	1.106.201	989.397	116.804	4.045	0,05	211.496	2,87
2011	74.724	1.228.928	1.097.083	131.845	3.835	0,05	238.074	3,19
2012	75.627	1.296.634	1.143.082	153.552	3.750	0,05	268.079	3,54
2013	76.668	1.207.354	1.046.048	161.306	3.685	0,05	274.829	3,58
2014	77.696	1.199.010	1.030.498	168.512	3.524	0,05	285.059	3,67
2015	78.741	1.313.359	1.130.348	183.011	7.530	0,09	304.421	3,86
2016	79.815	1.182.491	997.363	185.128	7.300	0,09	303.812	3,81
2017	80.811	1.202.716	1.020.047	182.669	7.427	0,09	300.383	3,72
2018	82.004	1.229.364	1.042.832	186.532	6.675	0,08	307.071	3,74

Trafığe kayıtlı araç sayısında, trafik kazasına karışan araç sayısında ve sürücü belgesine sahip kişi sayısında 2010-2016 yılları arasında düzenli bir artış gerçekleşmiştir (Tablo 2). Sadece 2017 yılında trafik kazasına karışan araç sayısı ve sürücü belgesine sahip kişi sayısı düşüş göstermiştir. Sayılar göz önünde bulundurulduğunda Türkiye’de trafik kazalarının önemli bir sorun olmaya devam ettiğini göstermektedir. Bu nedenle trafik kazaları Türkiye’de önemli bir problem olup çözülmesi gereken en mühim konular içerisinde (Mohammed ve ark., 2019; Çağlıyan, Dağlı ve Ayhan, 2016; Dereli, 2016; Geymen ve Dedeoğlu, 2016; Karakaş, Aslan ve Karadoğan, 2009; Çiçek, 2007; Tuncuk, 2004).

Yıl	Trafığe Kayıtlı Araç Sayısı	Kaza Sayısı	Kaza Sayısının Kayıtlı Araç Oranı (%)	Trafik Kazasına Karışan Araç Sayısı	Sürücü Belgesine Sahip Kişi Sayısı
2010	15.095.603	1.106.201	73,28	156.436	21.548.381
2011	16.089.528	1.228.928	76,38	179.311	22.798.282
2012	17.033.413	1.296.634	76,12	210.609	23.760.346
2013	17.939.447	1.207.354	67,3	251.729	24.778.712
2014	18.828.721	1.199.010	63,68	264.936	25.972.519
2015	19.994.472	1.313.359	65,69	290.072	27.489.150
2016	21.090.424	1.182.491	56,07	295.727	28.223.393
2017	22.218.945	1.202.716	54,13	294.515	28.181.930
2018	22.865.921	1.229.364	53,76	300.704	29.317.724

Trafik kazalarının gerçekleşmesinde birçok sebep bulunmaktadır: Bunlar arasında sürücü, yol, yaya, yolcu, çevre ve araç kusurları sebep olarak sıralanabilir (Li, Abdel-Aty, Yuan, Cheng ve Lu, 2020; Zhang, Lu ve Qu, 2020; Kuşkan, Alemdar, Kaya ve Çodur, 2019; Suphanchaimat ve ark., 2019; Zou ve Vu, 2019; Okafor, Azuiki ve Okojie, 2017; Dezman, De Andrade, Vissoci, El-Gabri, Johnson, Hirshon ve Staton, 2016). Türkiye’de 2013–2017 yılları arasında trafik kazalarına neden olan kusurlar arasında sürücü, yolcu, yaya, yol ve araç bulunmaktadır (TÜİK, 2020) (Tablo 3).

Yıl	Sürücü Kusuru (%)	Yolcu Kusuru (%)	Yaya Kusuru (%)	Yol Kusuru (%)	Araç Kusuru (%)
2013	88,69	0,42	8,99	1,05	0,85
2014	88,62	0,47	9,38	0,95	0,58
2015	89,3	0,43	8,8	0,91	0,55
2016	89,59	0,41	8,73	0,81	0,47
2017	89,87	0,37	8,48	0,7	0,52

Türkiye’de 2017 yılında gerçekleşen trafik kazalarına neden olan kusurların alt başlıkları tabloda verilmiştir (Tablo 4). Trafik kazalarına neden olan sürücü kusurları içinde en fazla kazaya neden olan kusur; sürücülerin aracın hızını yol, hava ve trafiğin gerektirdiği şartlara uydurmamasıdır. Araç kusurlarında kazaya neden olan en önemli unsurlar; lastik patlaması ve kusurlu frenlerdir.

Tablo 4: Türkiye’de Trafik Kazalarına Neden Olan Kusurların Alt Başlıkları

#	Sürücü Kusurları	%	Araç Kusurları	%	Yaya Kusurları	%
1	Alkollü araç kullanmak	1,86	Kusurlu fren	29,18	Geçit ve kavşakların bulunmadığı yerlerde geçme kurallarına uymamak	46,89
2	Araç hızını yol, hava ve trafiğin gerektirdiği şartlara uydurmamak	45,06	Kusurlu rot	5,19	Trafik ışık ve işaretlerine uymamak	14,94
3	Arkadan çarpmak	8,56	Makas, shaft, şanzıman, vites arızası	6,44	Taşıt yolu üzerinde trafiği tehlikeye düşürücü hareketlerde bulunmak	17,86
4	Aşırı hızla araç kullanmak	1,28	Aks kırılması	3,95	Karşıdan karşıya geçişlerde trafik kurallarına uymamak	9,18
5	Doğrultu değiştirme (dönüş) kurallarına uymamak	7,29	Kusurlu direksiyon	6,23	Taşıt yoluna girmek	7,44
6	Geçme yasağı olan yerlerden geçmek	0,69	Far kusuru	5,09	Taşıt yolunda sol kenardan gitmemek	1,9
7	Kavşaklarda geçiş önceliğine uymamak	14,56	Arka lambalar	6,02	Gece ve gündüz görüşün az olduğu hallerde çarpmayı önleyici tedbirler almamak	1,73
8	Kırmızı ışık veya görevlinin dur işaretine uymamak	2,67	Dönüş sinyali	2,8	Trafiği güçleştirecek şekilde yola bir şey atmak-dökmek	0,05
9	Kurallara uygun olarak park etmiş araçlara çarpmak	3,49	Kapı kusuru	5,71	Alkollü yola çıkmak	0,01
10	Manevraları düzenleyen genel şartlara uymamak	9,49	Lastik patlaması	29,39		
11	Şeride tecavüz etme	1,65				
12	Taşıt giremez işareti bulunan yerlere girmek	3,42				
#	Yol Kusurları	%	Yolcu Kusurları	%		
1	Tekerlek izinde oturma	8,65	Kask kullanmamak	36,78		
2	Şerit çökmesi	13,59	Emniyet kemeri takmamak	35,97		
3	Kısmi veya münferit çökme	8,96	Araçlara kontrolsüz şekilde binmek ve inmek	11,99		
4	Düşük banket	4,02	Trafiği güçleştirecek şekilde yola bir şey atmak-dökmek	11,72		
5	Yol saatinde gevşek malzeme	44,8	Alkollü olarak seyahat etmek	3,54		
6	Yolda münferit çukur	19,98				

1960’lı yılların başında ortaya çıkan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kavramı bilim açısından önemli bir gelişmedir (Goodchild, 2018; Aronoff, 1989; Peuquet ve Marble, 1990). CBS’nin kullanımının yaygınlaşması 1990’lı yıllarda, masaüstü bilgisayarlarda kullanılmasıyla gerçekleşmiştir (Waters, 2017; Martí-Henneberg, 2011). Ondan sonraki dönemlerde, bu yazılımların daha çok geliştirilmesi ve araştırmalar, kullanıcıya hitap eden tasarımlar ile ilgili olmuştur (Goodchild, 2009; Goodchild, 2004).

CBS’nin genel tanımı “dünya yüzeyindeki mekâna ve konuma dayalı karmaşık planlama, yönetim ve organize problemlerin çözülebilmesi için tasarlanan, coğrafi mekândaki konumu belirlenmiş verilerin modellenmesi, depolanması, işlenmesi, yönetimi, görüntülenmesi ve analiz edilmesi, çıktılarının alınması işlemlerini uygulayan donanım, yöntemler ve yazılım bileşesidir” (Chrisman, 1999; Goodchild, 1992; Kemp, Goodchild ve Dodson, 1992; Carter, 1989; Cowen, 1988; Parker, 1988; Smith, Menon, Starr ve Estes, 1987; Burrough, 1986; Devine ve Field, 1986; Dueker, 1979).

CBS günümüzde birçok alanda ve disiplinde kullanılmaktadır. Kullanılan alanlar altyapı, şehir planlama, peyzaj, tarih, kentsel tasarım, göç yolu planlama, doğal kaynakların yönetimi, tarım, elektrik-gaz tesisleri, çevre etki analizi, biyoloji, arkeoloji, hidroloji, orman bilimi, jeoloji, haritalama, yerel yönetimler, risk yönetimi, askeriye, ulaşım ve uzaktan algılamadır (Sang ve Piovan, 2019; Sonti, 2015; Yılmaz, Erdoğan, Baybura, Güllü ve Uysal, 2009; Gregory ve Healey, 2007; Poudel, 2007; Yeh ve Chow, 1996; Worrall, 1994; Levine ve Landis, 1989; Yeh, 1991). CBS’nin birçok alanda ve disiplinde kullanılmasıyla birlikte ulaşımın en önemli sorunlarından biri olan trafik kazaları ile bağlantılı çalışmalarda da CBS kullanılmış ve kullanılmaya devam edilmektedir (Ando, Higuchi ve Mimura, 2018; Kuruvilla ve Saud, 2017; Pagany ve Dorner, 2016; Çağlıyan ve ark., 2016; Korter, Olubusoye ve Salisu, 2014; Altwaijri, 2013; Wang, 2010; Karakaş ve ark., 2009; Erdoğan, Yılmaz, Baybura ve Güllü, 2008; Jones, Haynes, Kennedy, Harvey, Jewell ve Lea, 2008; Saplıoğlu ve Karashaşin, 2006).

Çalışmanın amacı 2016 ve 2017 yıllarında Eskişehir’de gerçekleşen trafik kazalarının dağılımına etki eden faktörleri incelemektir. Bu faktörler içerisinde zaman ve mekân bulunmaktadır. Ayrıca gerçekleştirilen çalışma ile birlikte şehir

merkezine ait iki ilçe içerisinde karayolları üzerindeki trafik kazalarının haritalandırılması, tespit edilmesi, yorumlanması ve önlemlerin alınması konusunda katkıda bulunmaktadır.

ÇALIŞMA ALANI

Eskişehir İç Anadolu Bölgesi'nin batısında yer alır. İlin batısında Kütahya ve Bilecik, güneyinde Afyon, güneydoğusunda Konya, doğusunda ve kuzeyinde Ankara, kuzeybatısında ise Bolu yer almaktadır (Şekil 2). İl 39°06' ve 40°09' kuzey enlemleri ile 29°59' ve 32°04' doğu boylamları arasında yer almaktadır. İlin toplam yüzölçümü 13.652 km²'dir. Bu yüzölçümü ile Türkiye topraklarının %1,8'ini oluşturmaktadır. Eskişehir'in deniz seviyesinden yüksekliği yaklaşık olarak 790 m'dir. İlin %22'si dağlar ve %26'sı ovalarla kaplıdır. Önemli dağları ise batıda Türkmen Dağı, güneyde Emir Dağı, kuzeyde Bozdağ ve Sündiken Dağlarıdır (EBB, 2020).

Eskişehir'de yazları kurak, kışları yağışlı geçen karasal iklim tipi görülür. İlde kışın yağışlar kar şeklinde düşerken bahar aylarında yağmur yağışları sağanak halinde düşer. Yıllık ortalama yağış miktarı 366 mm'dir. Yaz ve kış arasında belirgin sıcaklık farkları görülür. Yıllık sıcaklık farkı 10,9 °C'dir. En düşük sıcaklıklar ocak ve şubat aylarında yaşanırken en yüksek sıcaklıklar temmuz ayında yaşanmaktadır (Atalay ve Mortan, 2011).

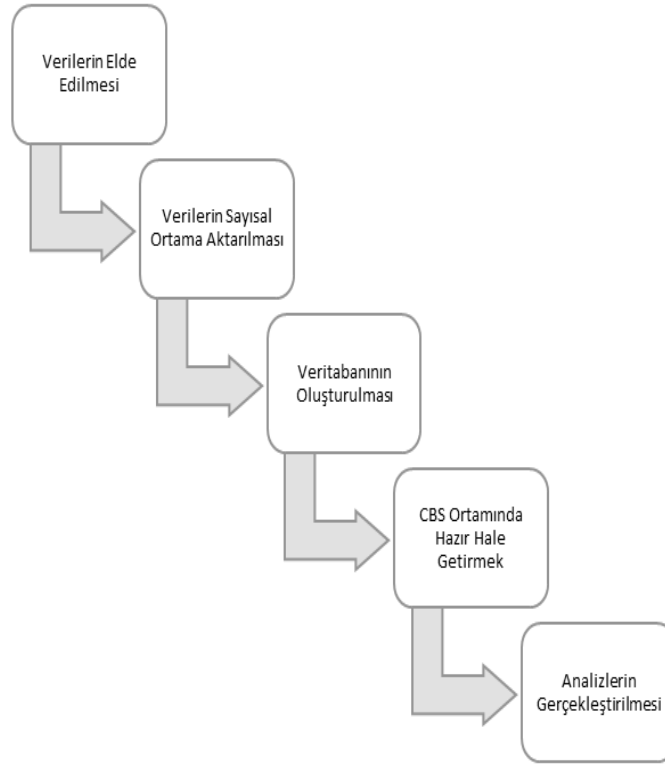
İlin nüfusu ADNKS'ye göre 2017 yılında 860.620'dir (TÜİK, 2020). Türkiye nüfusunun %1,06'sı bu ilde yaşamaktadır. Yıllık nüfus artış hızı %18,5'dir. İl Türkiye'nin en büyük nüfuslu 25. şehridir. Nüfusun %87,5'i Odunpazarı ve Tepebaşı ilçelerinde yaşamaktadır. İl merkezinde ikamet eden nüfusun %53,07'si (413.461) Odunpazarı'nda, %46,93'ü (370.150) Tepebaşı ilçesindedir. Çalışma alanı, nüfusun yoğun olarak dağılım gösterdiği Odunpazarı ve Tepebaşı ilçelerini kapsamaktadır.



Şekil 2: Lokasyon Haritası

VERİLER VE YÖNTEM

Verilerin hazır hale getirilmesi beş ayrı işlem aşamasından oluşmaktadır. Bunlar: verilerin elde edilmesi, verilerin sayısal ortama aktarılması, veri tabanının oluşturulması, verilerin CBS ortamında hazır hale getirilmesi ve analizlerin gerçekleştirilmesidir (Şekil 3).



Şekil 3: Veri İşlem Şeması

Araştırmadaki birincil veri kaynağı trafik kaza tutanaklarından elde edilen metinsel verilerdir. Bu veriler excel programında tutulmuş ve işlenmiştir. Tutanaklar Eskişehir’de bulunan Trafik Tescil ve Denetleme Şube Müdürlüğü tarafından temin edilmiştir. Elde edilen veriler 2016-2017 yıllarında zamansal olarak; mevsimleri, ayları, haftanın günlerini ve günün saatlerini kapsamaktadır. Mekânsal olarak ise Odunpazarı ve Tepebaşı ilçeleri içerisindeki trafik kaza bilgilerini kapsamaktadır. Çalışma alanı olarak belirlenen iki ilçe sınırı aynı zamanda verilerin kapsamı ve mekânsal dağılımını sınırlandırmak açısından önemlidir. Ek olarak arazi kullanım açısından 2012 yılına ait kentsel atlas kullanılmıştır (Copernicus, 2020).

Çalışmadaki veriler hazırlanırken birinci aşamada çalışma alanının çokgen verisi oluşturulmuştur. İkinci aşama ise trafik kazalarının koordinat, zaman ve ilçe bilgilerini içeren excel dosyasından trafik kaza noktalarının CBS ortamına aktarılması işlemidir. CBS ortamında ArcGIS 10.6 versiyonu kullanılmıştır. Aktarılan veriler ArcGIS’te veri tabanları oluşturularak verilerin zamansal ve mekânsal olarak analizlerde kullanılmak üzere hazır hale getirilmiştir. Trafik kazalarının zamansal analizlerinin gerçekleşmesinde; ay, gün ve saat bilgileri girilmiştir. Mekânsal analizlerin gerçekleşmesi için ilçe, mahalle, sokak, cadde ve bulvar bilgileri girilmiştir.

Çalışmanın amacı içerisinde trafik kazalarının zaman ve mekân açısından tespit edilmesi ve yorumlanması bulunmaktadır. Trafik kazalarının tespiti gerçekleştirilirken ArcGIS 10.6’da iki araç kullanılmıştır: Bunlar nokta yoğunluk ve toplam vaka araçlarıdır. Öncelikle nokta yoğunluk aracının çalışma mantığının ayrıntılı bir şekilde açıklanması gerekmektedir. Nokta yoğunluk aracı çevresindeki pikseller içerisinde kalan vektör biçimindeki noktaları sayarak raster çıktısı olarak vermektedir (Costache ve Popescu, 2013; Silverman, 1986). Kavramsal olarak, her raster hücre merkezinin etrafında bir komşu tanımlanır, komşuya düşen noktaların sayısı toplanır ve komşu alanına bölünür. Nokta yoğunluk aracı beş temel fonksiyondan oluşmaktadır: Bunlar; girdi verisi, ağırlık değeri, çıktı verisi, çıktının hücre büyüklüğü ve komşu hücreler ile yarıçapının girilmesidir. Ayrıca nokta yoğunluk aracının ağırlık değeri bulunmaktadır. Ancak çalışmada kullanılmamıştır. Çünkü trafik kaza noktası sadece bir adet kazanın meydana geldiğini göstermektedir. Araştırmada ikinci olarak kullanılan araç, toplam vaka aracıdır. Toplam vaka aracının amacı, birden fazla noktanın birleştirilmesi ve birleştirilen noktalara ağırlık değeri verilmesidir (Ali, Khan ve Mehmood, 2017; Corso, Leroy ve Alsudais, 2015; Kuo, Lord ve Walden, 2013; Prasannakumar, Vijith, Charutha ve Geetha, 2011; Said, Zahran ve Shams, 2017).

Birinci işlemde 2016 yılında gerçekleşen trafik kazaları nokta yoğunluk aracı kullanılarak haritalandırılmıştır. Yoğunluk aracının girdi verisinde 2016 yılına ait trafik kaza nokta türündeki veriler seçilmiştir. Aracın ağırlık alanına herhangi bir değer verilmemiştir. Bunun nedeni trafik kazalarının lokasyona bağlı yoğunluk sonuçlarını almaktır. Araçtaki başka bir

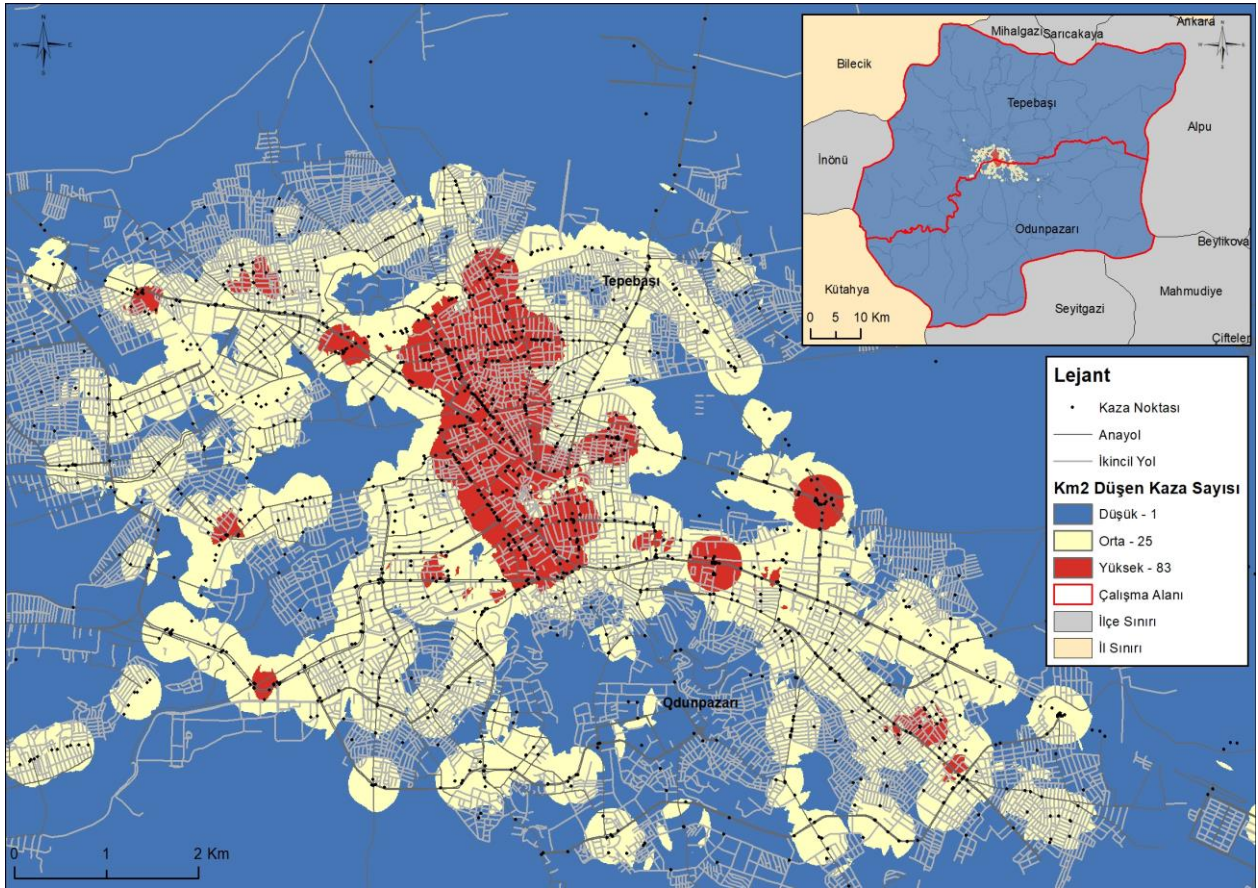
sekme ise hücre büyüklüğüdür. Piksel boyutu olarak 10 metre yazılmıştır. Nokta yoğunluk aracındaki diğer bir fonksiyon ise komşu çevresine göre hesaplamadır. Bu alanda daire ve 30 metre yarıçapında hücre büyüklüğü girilmiştir. İşlemdeki en önemli nokta piksel boyutunun ve yarıçapın değeridir. Çünkü yoğunluk bakımından en iyi sonucu almak için değerlerin doğru bir şekilde girilmesi gerekir. Aynı işlemler 2017 yılındaki veriler kullanılarak tekrar edilmiştir.

Analizlerde kullanılan başka bir yöntem ise kara nokta tespitidir. Kara nokta tespitinde kullanılan yöntem; bir konumda, bir yıl içerisinde üç veya üçten fazla trafik kazası gerçekleşmesi durumuna kara nokta denilmektedir (Yılmaz, ve ark., 2009). Kara noktaların tespit edilmesi trafik kazalarının önlenmesi bakımından önemlidir. Çünkü kara noktaları trafik kazası bakımından tehlikeli lokasyonlar olduğunu göstermektedir.

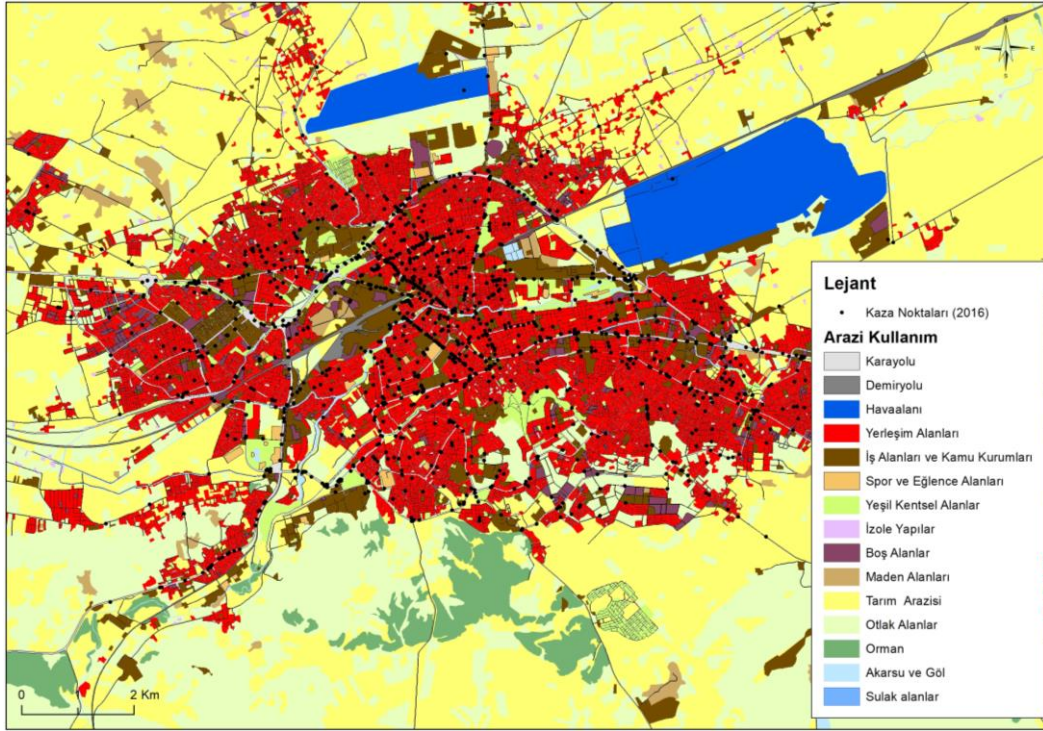
BULGULAR

Trafik Kazalarının Zaman Bakımından İncelenmesi

Analiz sonucunda trafik kazalarının hangi alanlarda yoğunlaştığı tespit edilmiştir (Şekil 4). Haritalandırma gerçekleştirilirken üç ayrı sınıfta yoğunluk derecesine göre ayrıştırılmıştır. Bunlar düşük, orta ve yüksek yoğunlukları belirtmektedir. Mavi renk trafik kazalarının en az yoğunluk görüldüğü alanları belirtmektedir. Kırmızı alanlar ise trafik kazalarının en yoğun dağılımını göstermektedir. Trafik kazası bakımından dikkat edilmesi gereken alanlar kırmızı renklerin olduğu bölgelerdir. Öncelikle kırmızı alanların arazi kullanım bakımından ne tür bir şekilde dağılım gösterdiği incelenmiştir (Şekil 5). Kırmızı alanların arazi kullanım özellikleri incelendiğinde yerleşim alanları, park alanları, merkezi iş alanları ve havalimanına yakın alanlar olduğu tespit edilmiştir.

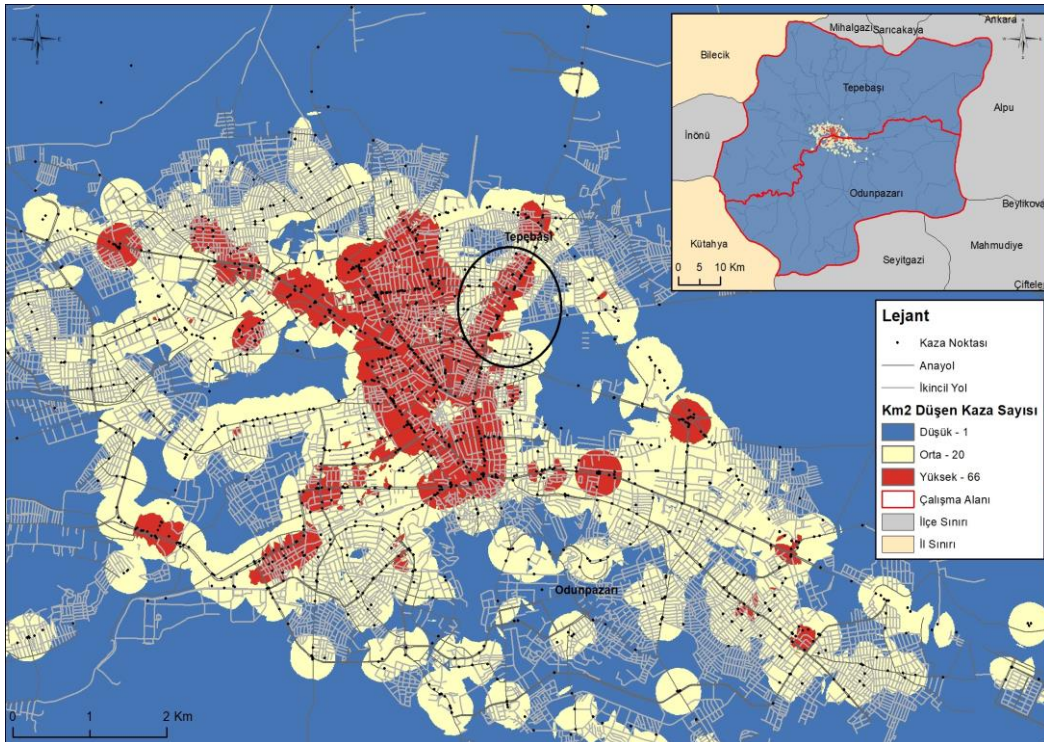


Şekil 4: 2016 Yılına Ait Nokta Yoğunluk Haritası

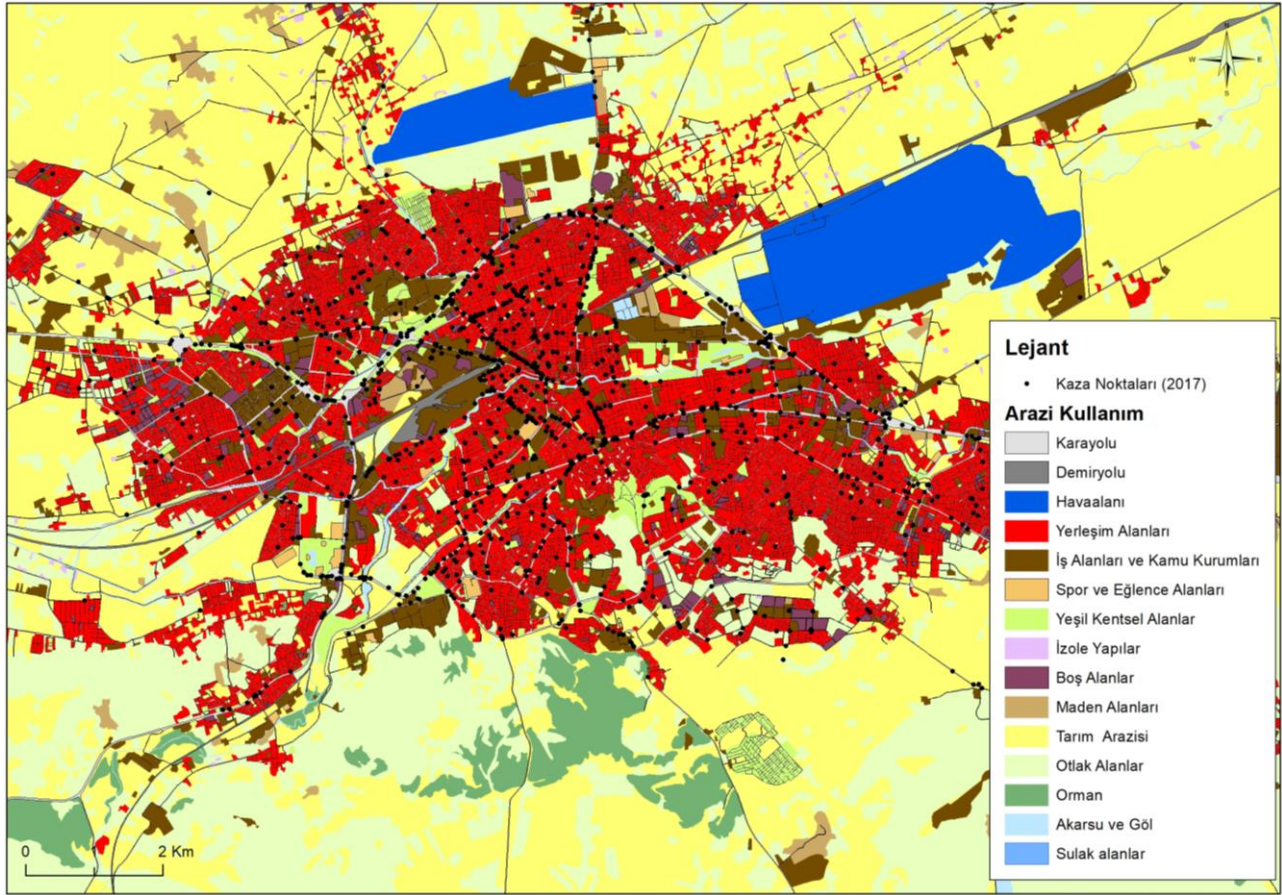


Şekil 5: 2016 Yılına Ait Trafik Kazaları ve Arazi Kullanım Haritası

2016 yılından sonra 2017 yılına ait verilerle trafik kazalarının yoğunluk analizi gerçekleştirilmiştir (Şekil 6). 2016 yılına ait haritada olduğu gibi 2017 yılına ait harita da aynı işlemler gerçekleştirilmiştir. 2017 yılında da 2016 yılına benzer sonuçlar elde edilmiştir. 2016 yılına göre en önemli fark haritada gösterilen siyah daire içine alınan alandır. Arazi kullanım bakımından alan içerisinde Anıt Park alanı bulunmaktadır. Bu park 2016 yılında faaliyete geçmiştir. Arazi kullanım açısından trafik kazalarının dağılımları incelenmiştir. Trafik kazalarının yoğunluk bakımından yerleşim alanları ve iş alanları çevresinde meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 7).



Şekil 6: 2017 Yılına Ait Nokta Yoğunluk Haritası



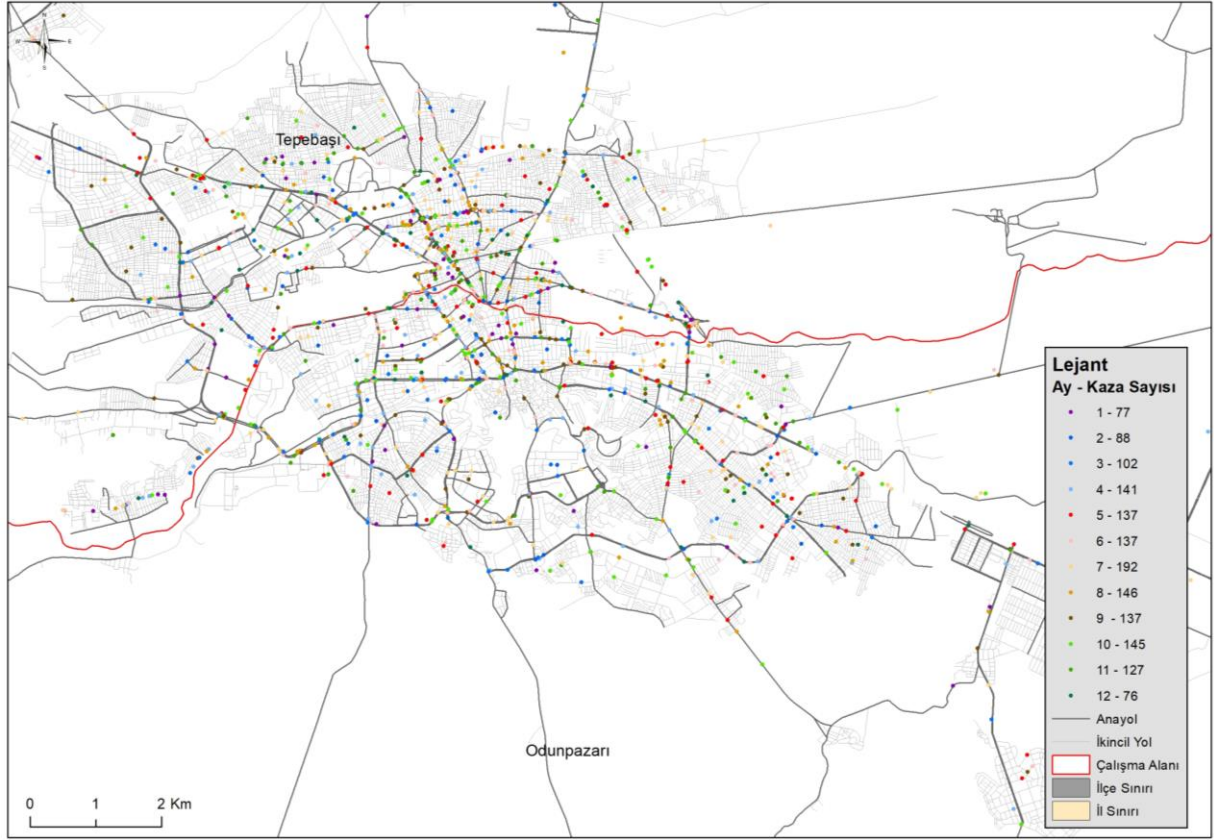
Şekil 7: 2017 Yılına Ait Trafik Kazaları ve Arazi Kullanım Haritası

Trafik kazalarının yıl bakımından yoğunluklarının tespit edilmesinden sonra mevsim bakımından yoğunluğu incelenmiştir (Tablo 5). Trafik kazaları en çok yaz mevsiminde gerçekleşmiştir. En az trafik kazası ise kış mevsiminde gerçekleşmiştir. Yaz mevsiminde araçların daha fazla seyahat etmesi sonucunda trafik kazalarının da artış gösterdiği görülmektedir (Hayat, Debbarh, Antoniou ve Yannis, 2013; Oris, 2011; Erdoğan ve ark., 2008).

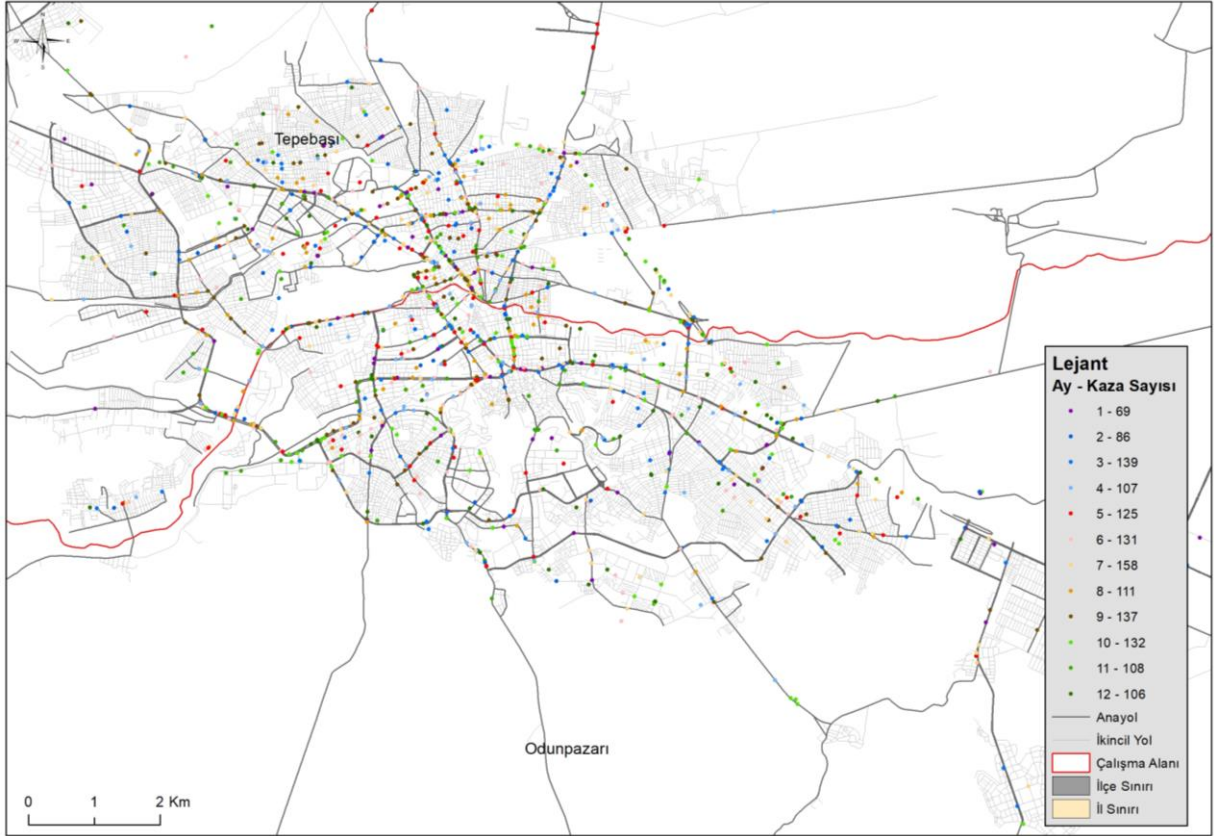
Tablo 5: Trafik Kazalarının Mevsimlere Göre Dağılımı

Mevsim	Yıl			
	2016	%	2017	%
Kış	241	16,01	261	18,52
İlkbahar	380	25,25	371	26,33
Yaz	475	31,56	400	28,39
Sonbahar	409	27,18	377	26,76
Toplam	1.505	100	1.409	100

Zaman bakımından incelenen trafik kazaları mevsimlerden sonra aylar bakımından incelenmiştir (Şekil 8; Şekil 9). Aylar bakımından incelendiğinde 2016 yılında en yüksek trafik kazası yaz mevsiminde bulunan yedinci ayda gerçekleşmiştir. En az trafik kazası ise kış mevsiminde bulunan aralık ayında gerçekleşmiştir. 2017 yılında en yüksek trafik kazası yedinci ayda gerçekleşmiştir. En az trafik kazası ise 2016 yılından farklı olarak ocak ayında meydana gelmiştir.



Şekil 8: 2016 Yılına Ait Trafik Kazalarının Aylara Göre Dağılımı



Şekil 9: 2017 Yılına Ait Trafik Kazalarının Aylara Göre Dağılımı

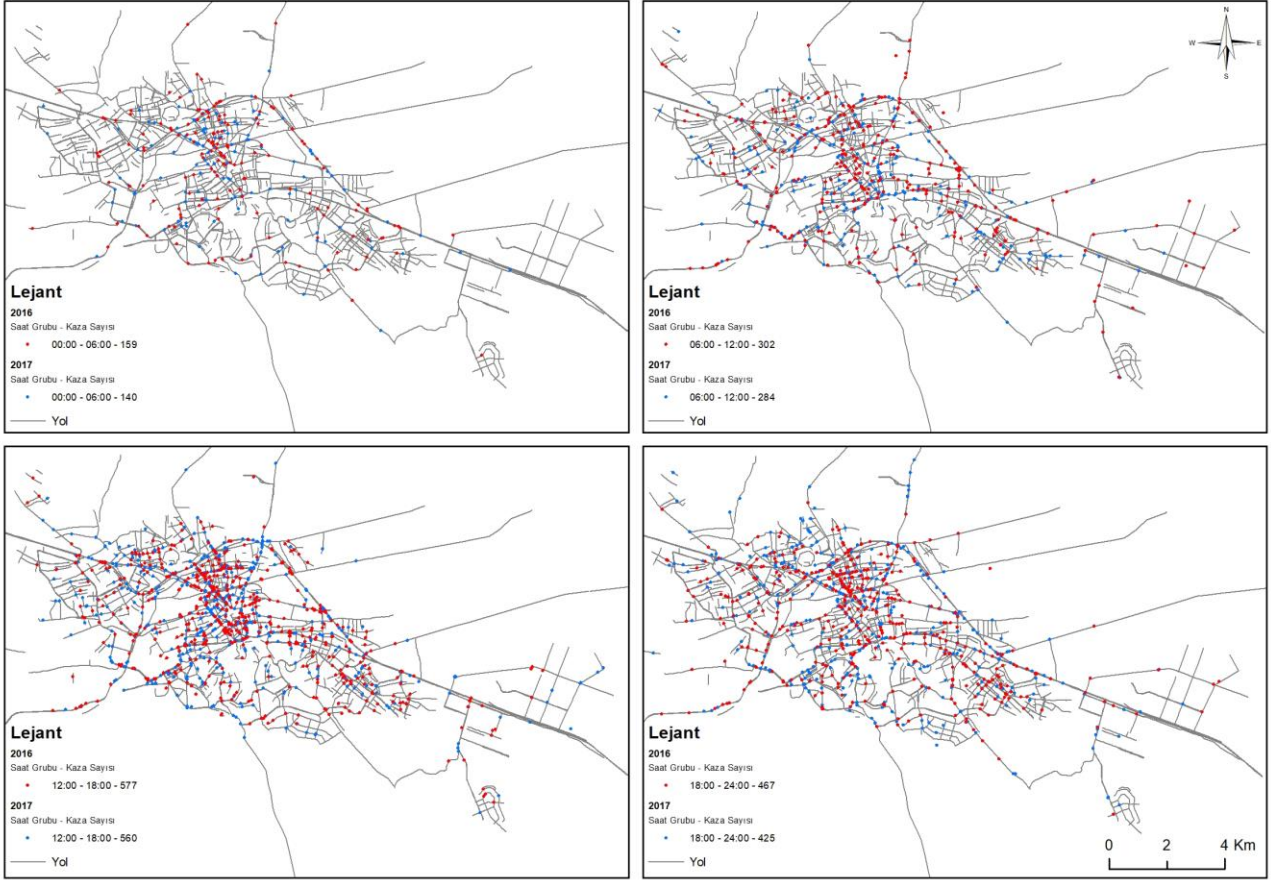
Trafik kazalarının aylar bakımından analizi yapıldıktan sonra trafik kazalarının aylara göre sayıları ve yüzdeleri tablo halinde çıkartılmıştır (Tablo 6). Trafik kazalarının aylara göre yüzdeleri çıkartıldığında yedinci ayda gerçekleşen kazalar dikkat çekmektedir.

Ay	Yıl			
	2016	%	2017	%
1	77	5,12	69	4,9
2	88	5,85	86	6,1
3	102	6,78	139	9,87
4	141	9,37	107	7,59
5	137	9,1	125	8,87
6	137	9,1	131	9,3
7	192	12,76	158	11,21
8	146	9,7	111	7,88
9	137	9,1	137	9,72
10	145	9,63	132	9,37
11	127	8,44	108	7,67
12	76	5,05	106	7,52
Toplam	1.505	100	1.409	100

Trafik kazalarının zaman bakımından incelenmesi bölümünde başka bir inceleme; trafik kazalarının haftanın günlerine göre dağılımı ve yüzdeleri incelenmiştir (Tablo 7). Haftanın günleri bakımından incelendiğinde trafik kazalarının günler bazında çok değişken dağılım göstermediği tespit edilmiştir.

Haftanın Günleri	Yıl			
	2016	%	2017	%
Pazartesi	234	15,55	225	15,97
Salı	201	13,36	161	11,43
Çarşamba	189	12,56	187	13,27
Perşembe	216	14,35	201	14,27
Cuma	242	16,08	209	14,83
Cumartesi	209	13,89	204	14,48
Pazar	214	14,22	222	15,76
Toplam	1.505	100	1.409	100

Trafik kazalarının zaman bakımından en önemli işlemlerden birisi saat bakımından trafik kazalarını incelemektir (Şekil 10). 2016 ve 2017 yılları içerisinde en yüksek trafik kazaları 12:00-18:00 saatleri arasında gerçekleşmiştir. Daha sonraki en yüksek kaza sayısı 18:00-24:00 saatleri arasında meydana gelmiştir. Saat grupları incelendiğinde kazaların okul ve iş çıkış saatlerine denk geldiği görülmektedir. Ancak okul ve iş girişi saatleri incelendiğinde kaza yoğunluğu düşüktür. Bu nedenle trafik kazalarının okul ve iş çıkış saatleri arasında direkt bağlantı olmadığı düşünülmektedir. Ek olarak trafik kazalarının dağılım alanları incelendiğinde yoğun olarak yerleşim alanları ve merkezî iş alanları içerisinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen önceki bir çalışmada trafik kazalarının saatler bakımından benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir (Kaygısız ve Akın, 2007). Çalışmada en yoğun trafik kaza sayısı 14:00-20:00 saatleri arasındadır ve trafik kazalarının %40'ının bu saat grubu içerisinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Eğer karşılaştırma yapılırsa Eskişehir'de 14:00-20:00 saatleri arasında gerçekleşen trafik kazaları incelendiğinde trafik kazalarının %40'ının bu saat grubu içerisinde meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 10: 2017 Yılına Ait Trafik Kazalarının Saatlere Göre Dağılımı

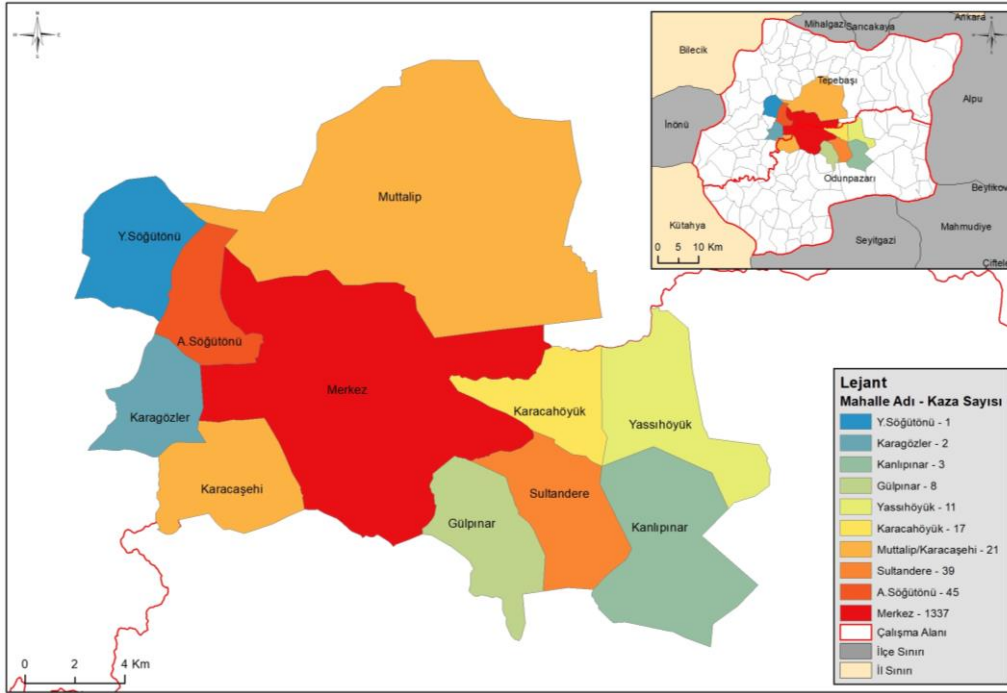
Trafik Kazalarının Mekân Bakımından İncelenmesi

Mekân bakımından incelemenin birinci işleminde trafik kazalarının ilçelere göre dağılımı incelenmiştir (Tablo 8). Odunpazarı ilçesinde Tepebaşı ilçesine göre daha fazla trafik kazası meydana gelmiştir.

Tablo 8: Trafik Kazalarının İlçelere Göre Sayıları ve Yüzdeleri

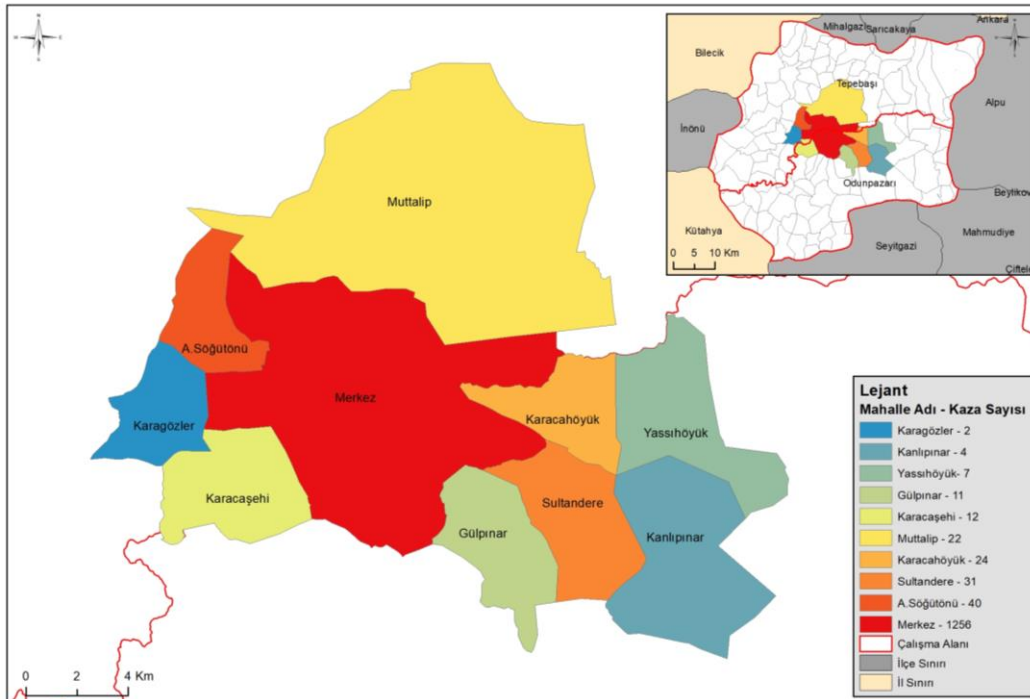
İlçe Adı	Yıl			
	2016	%	2017	%
Tepebaşı	729	48,44	670	47,55
Odunpazarı	776	51,56	739	52,45
Toplam	1505	100	1409	100

Mahalle bazında birinci işlemde 2016 yılına ait veriler kullanılarak inceleme gerçekleştirilmiştir (Şekil 11). İncelenmesi gereken en önemli mahalle Merkez Mahallesi'dir. Çünkü 2016 yılında trafik kazalarının %89'u Merkez Mahallesi'nde gerçekleşmiştir. Trafik kazalarının arazi kullanım açısından dağılımı incelendiğinde trafik kazaları yoğunluk olarak yerleşim alanları içerisinde, merkezî iş alanları içerisinde ve havalimanı çevresinde meydana gelmiştir.



Şekil 11: 2016 Yılına Ait Trafik Kazalarının Mahallelere Göre Dağılımı

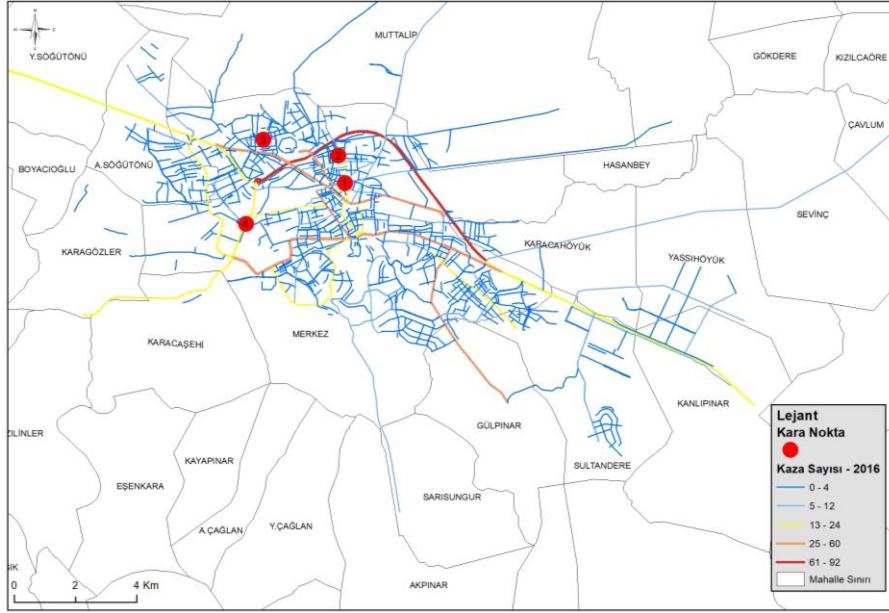
Mahalle bazında ikinci işlemde 2017 yılına ait veriler kullanılarak inceleme gerçekleştirilmiştir (Şekil 12). Trafik kaza sayılarına dikkat edildiği zaman Merkez Mahallesi diğer mahallelere göre oldukça fazla sayıya sahiptir. 2017 yılında 2016 yılında olduğu gibi trafik kazaları en yoğun olarak Merkez Mahallesi'nde gerçekleşmiştir. 2017 yılında trafik kazalarının %89'u Merkez Mahallesi'nde meydana gelmiştir.



Şekil 12: 2017 Yılına Ait Trafik Kazalarının Mahallelere Göre Dağılımı

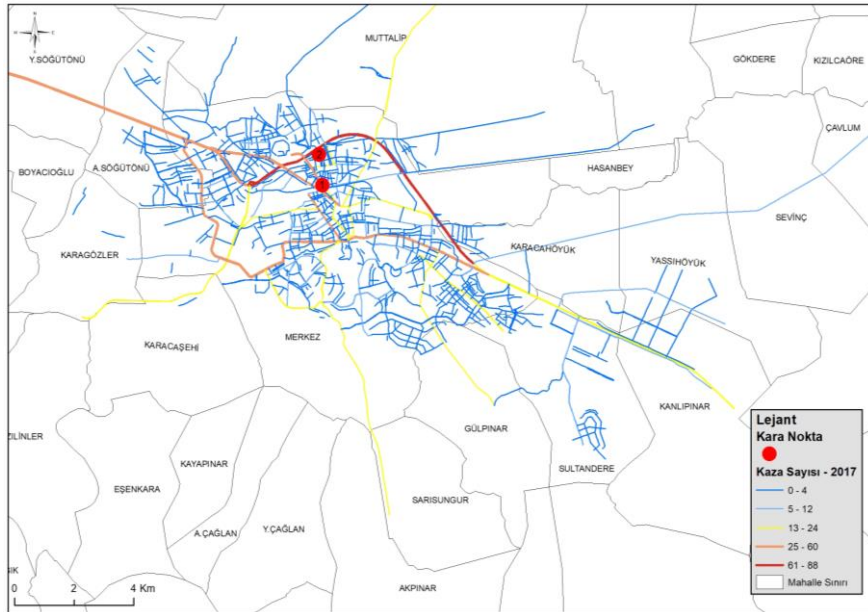
Trafik kazalarının mahalle bakımından incelenmesinden sonraki aşamada trafik kazalarının karayollarına göre dağılımı incelenmiş ve vaka toplam aracı kullanılarak kara noktalar tespit edilmiştir. Birinci işlemde trafik kazaları 2016 yılına ait veriler kullanılarak haritalandırılmıştır (Şekil 13). 1 numaralı kara nokta incelendiğinde Zübeyde Hanım Caddesi ile Sakarya 1 Caddesinin kesiştiği mevki bulunmaktadır. Kara noktanın bulunduğu alan incelendiğinde yerleşim alanları ve iş

alanları bulunmaktadır. 2 numaralı kara noktanın tespit edildiği mevkide Fulya Sokak ve Plevne Sokağı bulunmaktadır. 1 numaralı mevkide olduğu gibi 2 numaralı mevkide de konut alanı ve iş alanları bulunmaktadır. 3 numaralı kara noktanın bulunduğu mevki Söğütçü ve Örme Sokaklarının birleştiği konumdur. Arazi kullanım açısından incelendiğinde 3 numaralı kara nokta çevresinde park alanı, yerleşim alanı ve iş alanı bulunmaktadır. 4 numaralı kara nokta incelendiğinde kara noktanın Basın Şehitleri Caddesi'nde olduğu tespit edilmiştir. Diğer kara noktalardan farklı olarak kara noktanın bulunduğu konumda demiryolu geçidi ve okullar bulunmaktadır.



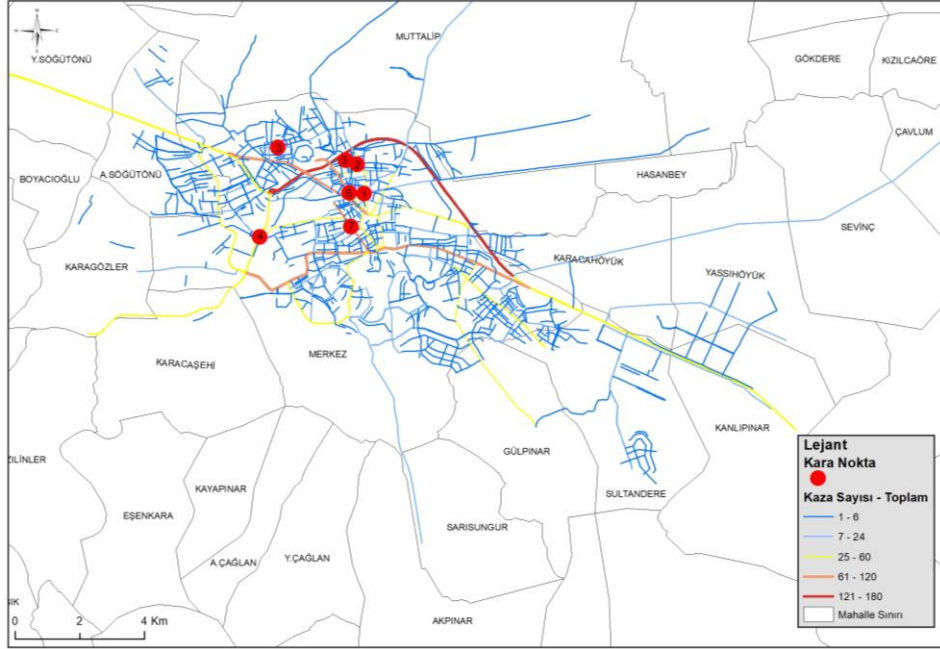
Şekil 13: 2016 Yılına Ait Trafik Kazalarının Karayollarına Göre Dağılımı

İkinci işlem de karayollarına göre gerçekleşen trafik kazaları 2017 yılına ait veriler ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 14). 1 numaralı kara nokta Üniversite Caddesi üzerinde tespit edilmiştir. Kara noktanın bulunduğu mevkide iş alanları yer alırken aynı zamanda Anadolu Üniversitesi'ne ulaşım bu cadde üzerinden gerçekleşmektedir. 2 numaralı kara nokta, Şimşek Sokak ve Kartal Tepesi Sokağı'nın kesiştiği konumda tespit edilmiştir. Bu kara nokta ise Anadolu Üniversitesi'ne yakın bir konumda olduğu için daha çok üniversite öğrencileri bu lokasyonda ikamet etmektedirler.



Şekil 14: 2017 Yılına Ait Trafik Kazalarının Karayollarına Göre Dağılımı

Üçüncü işlemde toplam iki yılın verileri kullanılarak karayollarına göre trafik kazalarının dağılımı incelenmiştir (Şekil 15). 1, 2, 3 ve 4 numaralı kara noktalar 2016 yılına ait veriler kullanılarak tespit edilen kara noktalar. 5 ve 6 numaralı kara nokta 2017 yılına ait veriler kullanılarak tespit edilen kara noktalar. 7 numaralı kara nokta ise iki yılın verisi kullanılarak tespit edilmiştir. Kara noktanın bulunduğu mevkide Taşköprü Caddesi ile M. K. Atatürk Caddesi'nin kesiştiği konumdur. Tespit edilen kara noktanın çevresinde yerleşim alanları, iş alanları, spor ve eğlence tesisleri bulunmaktadır.



Şekil 15: 2016-2017 Yılına Ait Trafik Kazalarının Karayollarına Göre Dağılımı

SONUÇ

Araştırmanın amacı 2016 ve 2017 yıllarında Eskişehir'in iki merkez ilçesinde meydana gelen trafik kazalarının dağılımını incelemektir. Trafik kazalarının dağılımı zaman ve mekân bakımından iki başlık altında incelenmiştir. Ayrıca çalışma ile birlikte iki ilçe içerisindeki karayollarında meydana gelen trafik kazaları incelenip, kara noktaları tespit edilmiştir.

Çalışmada kullanılan veriler Trafik Tescil ve Denetleme Şube Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Temin edilen verilerin tümü kullanılmamıştır ve kullanılan veriler içerisinde trafik kazalarına ait kaza yılı, kaza ayı, kaza günü, saat bilgileri, koordinat bilgileri bulunmaktadır. Ayrıca trafik kazalarının yorumlanması açısından arazi kullanım verisinden faydalanılmıştır.

Çalışmada kullanılan yöntem, temin edilen veriler doğrultusunda trafik kazalarının zaman ve mekân bakımından incelenmesi yönünde seçilmiştir. Araştırmanın bulguları tespit edilmesi açısından iki tür CBS aracı kullanılmıştır: Bunlar nokta yoğunluk ve vaka toplam aracıdır. Araştırmanın amacı, kullanılan iki araç ile birlikte gerçekleştirilmiştir.

Araştırma sonucunda iki ana başlık altında bulgular elde edilmiştir: Bunlar trafik kazalarının zaman ve mekân bakımından incelemeleridir. Zaman; yıl, mevsim, ay, haftanın günü ve saat olarak alt başlıklara bölünmüştür. Mekân ana başlığı ise ilçe, mahalle ve karayolları olarak alt başlıklara bölünmüştür.

Trafik kazaları birinci aşamada 2016 ve 2017 yılları incelenmiştir. İncelemede trafik kazalarının 2016 ve 2017 yıllarına göre dağılımı, nokta yoğunluk aracı kullanılarak haritalandırılmıştır. Haritalandırma sonucunda trafik kazalarının gerçekleştiği yoğun alanlar tespit edilmiştir. 2016 ve 2017 yıllarına ait veriler kullanılarak gerçekleştirilen analizler sonucunda trafik kazalarının en yoğun olarak Merkez Mahallesi'nde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Ayrıntılı bir şekilde incelendiğinde trafik kazalarının bu alanda yoğun olmasının nedenleri belirlenmiştir. Çünkü trafik kazalarının yoğun olarak görülmesi yerleşim alanlarının, iş alanlarının kompakt bir şekilde yapılaşmış olması ve havalimanının şehir merkezine yakın bir konumda bulunmasıdır. Ayrıca 2017 yılının 2016 yılından farklı olarak Gazi Yakup Satar Caddesi üzerinde yeni park alanlarının açılması ile birlikte trafik kazalarının meydana gelmesi, yoğunluk bakımından artış göstermiştir.

Yıl bakımından incelenen trafik kazaları daha sonraki işlemde mevsimler ve aylar bakımından incelenmiştir. İnceleme sonucunda trafik kazalarının en az kış mevsiminde, en çok da yaz mevsiminde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Trafik

kazaları aylar bakımından incelendiğinde sonuç olarak en çok trafik kazasının yılın yedinci ayında gerçekleştiği tespit edilmiştir. 2016 yılındaki trafik kazalarının toplamının %12,76'sı yedinci ayda gerçekleşmiştir. Bu durum 2017 yılında yedinci ayda %11,21 olarak meydana gelmiştir. Dolayısıyla yedinci ayda meydana gelen trafik kazalarının ayrıntılı bir şekilde araştırılması gerekir. Çünkü trafik kazaları yılın diğer aylarına göre yüksek oranda gerçekleşmiştir.

Haftanın günlerine göre yapılan inceleme sonucunda 2016 yılında pazartesi ve cuma günleri gerçekleşen trafik kazaları diğer günlerde gerçekleşen kazalara göre daha yüksek oranda gerçekleşmiştir. Pazartesi günü gerçekleşen 234 trafik kazasından 89'u iş alanlarının 50 metre çevresinde gerçekleşmiştir. Cuma günü meydana gelen 242 trafik kazasından 99'u iş alanlarının 50 metre çevresinde gerçekleşmiştir. 2017 yılında pazar ve pazartesi günlerinde gerçekleşen trafik kazaları diğer günlere göre daha fazla gerçekleşmiştir. Pazartesi günü gerçekleşen 225 trafik kazasından 89'u iş alanlarının 50 metre çevresinde meydana gelmiştir. İki yılın verisi kullanılarak hesaplandığında pazartesi ve cuma günü meydana gelen trafik kazalarının yaklaşık %40'ı iş alanları çevresinde gerçekleşmiştir.

Zaman bakımından incelenen başka bir konu ise trafik kazalarının gerçekleştiği saatlerdir. İnceleme bölümünde trafik kaza saatleri dört farklı gruba bölünmüştür. Analiz sonucunda saat bakımından trafik kazaları en fazla 12:00-18:00 saatleri arasında gerçekleşmiştir. 2016 yılında toplam trafik kaza sayısı 1505 iken 12:00-18:00 saatleri arasında gerçekleşen trafik kaza sayısı 577'dir ve toplam kazaların %38,34'üne tekabül etmektedir. 2017 yılında trafik kaza sayısı 1409'dur. 2017 yılında 12:00-18:00 saatleri arasında 560 adet trafik kazası gerçekleşmiş ve toplam kazaların %39,74'ü bu saatler arasında meydana gelmiştir. Trafik kazalarının en az gerçekleştiği zaman grubu ise 00:00-06:00 arasındır. 2016 yılında toplam trafik kazalarının %10,56'sı, 2017 yılında toplam trafik kazalarının %9,94'ü bu saatler arasında gerçekleşmiştir. Dolayısıyla 12:00-18:00 saatleri arasında meydana gelen trafik kazalarının daha ayrıntılı bir şekilde sebeplerinin araştırılması ve bu kazalara karşı önlemlerin alınması konusunda araştırmaların yapılması elzemdir.

Trafik kazaları zaman bakımından incelenmesinden sonra mekân bakımından incelenmiştir. Bu mekânlar; ilçe, mahalle ve karayollarıdır. Trafik kazalarının ilçelere göre dağılımı incelendiğinde sonuç olarak Odunpazarı ilçesindeki trafik kazaları Tepebaşı ilçesine göre daha fazladır. Ancak aralarındaki fark 2016 yılında %3, 2017 yılında %5'tir. Trafik kazaları mahalleler bakımından incelendiğinde Merkez Mahallesi'ndeki kaza yüzdesinin diğer mahallelere göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bunun temelindeki sebep yerleşim, iş, eğlence, eğitim ve ulaşım alanlarının bu mahalle içerisinde yer almasıdır.

Çalışmanın en önemli bölümlerinden biri de trafik kazalarının karayollarına göre dağılışı ve vaka toplam aracı kullanılarak kara noktalarının tespit edilmesi işlemidir. İnceleme sonucunda 2016 yılında en fazla trafik kazasının gerçekleştiği ilk beş karayolu ve bu karayolunda meydana gelen trafik kaza sayıları sırasıyla: Çevre Yolu (92), Atatürk Bulvarı (60), Cumhuriyet Bulvarı (44), Üniversite Caddesi (41) ve Mustafa Kemal Atatürk Caddesi (40)'dir. 2017 yılında ise en fazla trafik kazasının gerçekleştiği ilk beş karayolu ve bu karayolunda meydana gelen trafik kaza sayıları sırasıyla: Çevre Yolu (88), Atatürk Bulvarı (59), İsmet İnönü Caddesi (49), Cumhuriyet Bulvarı (47) ve Mustafa Kemal Atatürk Caddesi (36)'dir. Araştırmanın son aşamasında ise trafik kazalarına ait kara noktalar tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda yedi adet kara nokta tespit edilmiştir.

Gerçekleştirilen çalışma ile birlikte Eskişehir'in Tepebaşı ve Odunpazarı ilçelerinde, 2016-2017 yıllarında gerçekleşen trafik kazaları zaman ve mekân bakımından incelenmiştir. Çalışmada trafik kazalarının zaman ve mekân ile bağlantılarının tespitleri ortaya konmuştur.

EXTENDED ABSTRACT

TEMPORAL AND SPATIAL ANALYSIS OF TRAFFIC ACCIDENTS: THE CASE OF ESKIŞEHİR CITY

INTRODUCTION

The population in the world is increasing in time. The increase in the population also increases the use of transportation (Haybat and Karakaş, 2018; Yu, 2017). As of 2018, the world population has exceeded 7,5 billion and has grown by 1,11% in one year (The World Bank, 2020). The number of new vehicles sold in the world in 2018 is 95,055,937; Among these vehicles sold, there are light vehicles, heavy trucks, buses and tour buses (OICA, 2020).

In order for the study to be examined in a better way, it is necessary to explain and define two concepts. These are what transportation means and what traffic accident means. In general definition, "transportation, which is defined as the movement of people, goods and information from one place to another, is a service that enables people and cargo to be transported from one point to another point where they are needed by using different transport means in time and place" (Yardımcıoğlu, 2013; Tümertekin, 1987). In addition, transport is one of the fundamental structures of economic and social development (Zou and Vu, 2019). Traffic accidents are defined as "events that occur while on the move, involving one or more vehicles, resulting in death, injury or property damage" (Gökçe, 2015; Sungur, Akdur and Piyal, 2014).

It is necessary to look at the results of traffic accidents in order to understand the importance of such studies. Traffic accidents have caused deaths, injuries and financial problems worldwide and continue to do so. Traffic accidents cause 1,35 million deaths worldwide (UNECE, 2020; WHO, 2018). According to the report published by the World Health Organization in 2018, the death rate due to traffic accidents is 18,2 per 100,000 people. Traffic accidents, which rank eighth as the cause of death worldwide, show that it is one of the important issues that should be taken into consideration (Briz-Redón, Martínez-Ruiz and Montes, 2019; Casado-Sanz and Guirao, 2018; Abdolmanafi and Karamad, 2019). According to the report of the World Health Organization, it is predicted that by 2030, traffic accidents, which are the eighth causes of death, will rise to the fifth place (Bhavan, 2019). It is also stated that 90% of traffic accidents occur in underdeveloped and developing countries. One of the striking points is that 54% of the approximate number of vehicles are found in these countries (Nitin and Adnan, 2006). In addition, traffic accidents cause injuries to an estimated 50 million people each year (WHO, 2018; Kundakçı, 2014).

Traffic accidents have negative consequences not only for health but also for economy. The annual cost of traffic accidents worldwide is 518 billion dollars (Aghajani, Dezfoulian, Arjroody and Rezaei, 2017; Soltani and Askari, 2014). Although traffic accidents vary according to the development levels of the countries, they cause an average of 3% of the annual gross domestic product and over 3% in some countries (Suphanchaimat, Sornsrivichai, Limwattananon and Thammawijaya, 2019). The annual financial loss in developing countries is approximately 110 billion dollars (Bekele, 2019). In a macroeconomic study covering 166 countries, it was calculated that the economic cost of injuries resulting from traffic accidents between 2015 and 2030 would be between 1,8 trillion dollars (Chen, Kuhn, Prettnner and Bloom, 2019).

The number of vehicles and population in Turkey has become a rapidly increasing problem in terms of traffic in the city (Kababulut and Helvacı, 2017; Ağın, 2015). Lack of planning, not choosing the right type of transportation, integration, noise pollution, air pollution, congestion, security and lack of transportation infrastructure can be listed among urban transportation problems (Ağaoğlu and Başdemir, 2019).

While there is a decrease in traffic accidents in developed countries, there is no decrease in developing countries (Mohammed, Ambak, Mosa and Syamsunur, 2019). The number of traffic accidents in Turkey varies from year to year. While the population of the country increases every year, this situation is not similar in traffic accidents.

In the light of the numbers, traffic accidents are still one of the major problems in Turkey. Therefore, traffic accidents are a major problem in Turkey and the most important issues to be solved (Mohammed et al., 2019; Çağlıyan, Dağlı and Ayhan, 2016; Dereli, 2016; Geymen and Dedeoğlu, 2016; Karakaş, Aslan and Karadoğan, 2009; Çiçek, 2007; Tuncuk, 2004).

There are many reasons for traffic accidents to occur: These include driver, road, pedestrian, passenger, environment and vehicle defects (Li, Abdel-Aty, Yuan, Cheng and Lu, 2020; Zhang, Lu and Qu, 2020; Kuşkapan, Alemdar, Kaya and Çodur, 2019; Suphanchaimat et al., 2019; Zou and Vu, 2019; Okafor, Azuiké and Okojie, 2017; Dezman, De Andrade, Vissoci, El-Gabri, Johnson, Hirshon and Staton, 2016). Among the defect causing the traffic accidents in Turkey between 2013-2017 years, there are drivers, passenger, pedestrian, road and vehicles (TÜİK, 2020).

The concept of Geographic Information Systems (GIS), which emerged in the early 1960s, is an important development in terms of science (Goodchild, 2018; Aronoff, 1989; Peuquet and Marble, 1990). The use of GIS became widespread in the 1990s, when it was used on desktop computers (Waters, 2017; Marti-Henneberg, 2011). In the following periods, further development of these software and research have been related to designs that appeal to users (Goodchild, 2009; Goodchild, 2004).

The general definition of GIS is "hardware, methods and software that implement the processes of modeling, storing, processing, managing, displaying and analyzing, and outputting data, whose location is determined in geographic space, designed to solve complex planning, management and organized problems based on spatial and location on the world surface. (Chrisman, 1999; Goodchild, 1992; Kemp, Goodchild and Dodson, 1992; Carter, 1989; Cowen, 1988; Parker, 1988; Smith, Menon, Starr and Estes, 1987; Burrough, 1986; Devine and Field, 1986; Dueker, 1979).

GIS is used in many fields and disciplines today. Fields are infrastructure, urban planning, landscape, history, urban design, migration route planning, natural resources management, agriculture, electricity-gas facilities, environmental impact analysis, biology, archeology, hydrology, forest science, geology, mapping, local governments, risk management, military, transportation and remote sensing (Sang and Piován, 2019; Sonti, 2015; Yılmaz, Erdoğan, Baybura, Güllü and Uysal, 2009; Gregory and Healey, 2007; Poudel, 2007; Yeh and Chow, 1996; Worrall, 1994; Levine and Landis, 1989; Yeh, 1991). With the use of GIS in many fields and disciplines, GIS has also been used in studies related to traffic accidents, which is one of the most important problems of transportation (Ando, Higuchi and Mimura, 2018; Kuruvilla and Saud, 2017; Pagany and Dorner, 2016; Çağlıyan et al., 2016; Korter, Olubusoye and Salisu, 2014; Altwajiri, 2013; Wang, 2010; Karakaş et al., 2009; Erdoğan, Yılmaz, Baybura and Güllü, 2008; Jones, Haynes, Kennedy, Harvey, Jewell and Lea, 2008; Saplıoğlu and Kardeşahin, 2006).

STUDY AREA

Eskişehir is located in the west of Central Anatolia Region. Kütahya and Bilecik are located in the west of the province, Afyon in the south, Konya in the southeast, Ankara in the east and north, and Bolu in the northwest. The city is located between 39°06' and 40°09' north latitudes and 29°59' and 32°04' east longitudes. The total area of the province is 13,652 km². With this form of Turkey's land area is 1,8%. Eskişehir's height above sea level is approximately 790 m. 22% of the province is covered by mountains and 26% by plains. These mountains are Türkmen Mountain in the west, Emir Mountain in the south, Bozdağ and Sündiken Mountains in the north (EBB, 2020).

In Eskişehir, a continental climate type is seen, with dry summers and rainy winters. In the province, precipitation falls in the form of snow in winter, while rain falls in the form of downpour in spring. Annual average rainfall is 366 mm. There are significant temperature differences between summer and winter. The annual temperature difference is 10,9 °C. While the lowest temperatures are experienced in January and February, the highest temperatures are experienced in July (Atalay and Mortan, 2011).

DATA AND METHOD

Preparing the data consists of five separate process steps. These are: obtaining the data, transferring the data to the digital environment, creating the database, making the data ready in GIS environment and performing analysis.

The primary data source in the study is textual data obtained from traffic accident reports. These data were kept and processed in the excel program. The minutes were provided by the Traffic Registration and Inspection Department in Eskişehir. The data obtained in terms of time between 2016-2017; It covers seasons, months, days of the week and hours of the day. Additionally, urban atlas of 2012 was used for land use (Copernicus, 2020).

The aim of the study is to determine and interpret traffic accidents in terms of time and place. While determining traffic accidents, two tools were used in ArcGIS 10.6: These are point density and total case tools. First of all, the working logic of the point density tool should be explained in detail. The point density tool counts the points in vector form within the surrounding pixels and gives them as raster output (Costache and Popescu, 2013; Silverman, 1986). The second tool used in the research is the total case tool. The purpose of the total case tool is to combine more than one point and give weight to the points that are joined (Ali, Khan, and Mehmood, 2017; Corso, Leroy and Alsusdais, 2015; Kuo, Lord and Walden, 2013; Prasannakumar, Vijith, Charutha and Geetha, 2011; Said, Zahran and Shams, 2017).

FINDINGS

Analysis of Traffic Accidents in Terms of Time

As a result of the analysis, it was determined in which areas the traffic accidents were dense. While mapping is carried out, it is separated in three different classes according to the degree of density. These refer to low, medium and high densities. The blue color indicates the areas with the least density of traffic accidents. Red areas show the densest distribution of traffic accidents. The areas to be considered in terms of traffic accidents are the areas with red colors. First of all, the distribution of red areas in terms of land use was examined. When the land use characteristics of the red areas are examined, it has been determined that there are residential areas, parking areas, central business areas and areas close to the airport.

After 2016, traffic accidents density analysis was carried out with data from 2017. Similar to the map for 2016, the same operations were carried out on the map for 2017. Similar results were obtained in 2017 as well.

Traffic accidents mostly occurred in the summer season. The least traffic accident occurred in the winter season. It is observed that traffic accidents also increase as a result of the vehicles traveling more in summer (Hayat, Debbbarh, Antoniou and Yannis, 2013; Oris, 2011; Erdoğan et al., 2008).

The least traffic accident occurred in December, which is in the winter season. In 2017, the highest traffic accident occurred in July. Unlike 2016, the least traffic accident occurred in January.

The highest traffic accidents in 2016 and 2017 occurred between 12:00 and 18:00 pm. The next highest number of accidents occurred between 18:00 and 24:00 pm. In addition, when the distribution areas of traffic accidents are examined, it has been determined that they mostly occur in residential areas and central business areas. In a previous study, it was found that traffic accidents were similar in terms of hours (Kaygısız and Akin, 2007).

Investigation of Traffic Accidents in Terms of Place

In the first step of the examination in terms of place, the distribution of traffic accidents by districts was examined. More traffic accidents have occurred in Odunpazarı district than Tepebaşı district.

The most important neighborhood to be examined is the Central Neighborhood. Because 89% of traffic accidents in 2016 occurred in the Central Neighborhood. Distribution of traffic accidents is examined in terms of land use, traffic accidents mostly occurred in residential areas, central business areas and around the airport.

After the examination of traffic accidents in terms of neighborhood, the distribution of traffic accidents by roads was examined and black spots were determined using the case total tool. When the black spot number 1 is examined, there is a location where Zübeyde Hanım Street and Sakarya 1 Street intersect. When the area where the black spot is located is examined, there are residential areas and business areas. Fulya Street and Plevne Street are located in the location where the black spot number 2 is determined. Just like in number 1, there are residential areas and business areas in number 2. The location of the black spot number 3 is at the junction of Söğütçü and Örne Streets. When examined in terms of land use, there is a parking area, residential area and business area around the black spot number 3. When the black spot number 4 was examined, it was determined that the black spot was on Basın Şehitleri Street. Unlike other black spots, there are railway crossings and schools at the location of the black point.

RESULT

The aim of the research is to examine the distribution of traffic accidents that occurred in two central districts of Eskişehir in 2016 and 2017. The distribution of traffic accidents is examined under two headings in terms of time and place. In addition, with the study, traffic accidents occurring on the roads in two districts were examined and black spots were determined.

The method used in the study was chosen to examine traffic accidents in terms of time and place in line with the data provided. Two types of GIS tools were used to determine the findings of the study: These are point density and case total tools. The aim of the research was carried out with the two tools used.

As a result of the research, findings were obtained under two main headings: These are the examinations of traffic accidents in terms of time and place. Time; It was examined as year, season, month, day of the week and hour. The main title of the place was examined as district, neighborhood and highways.

The years 2016 and 2017 were examined in the first stage of traffic accidents. In the study, the distribution of traffic accidents in 2016 and 2017 was mapped using the point density tool. As a result of the mapping, dense areas where traffic accidents occurred were determined. As a result of the analysis performed using the data of 2016 and 2017, it has been determined that the most traffic accidents occurred in the Central Neighborhood.

The traffic accidents examined in terms of years were examined in terms of seasons and months in the next process. As a result of the examination, it was determined that traffic accidents occur at least in the winter season and most in the summer season. When the traffic accidents are examined in terms of months, it is determined that the most traffic accidents occur in July.

Another issue examined in terms of time is the hours when traffic accidents occur. In the review section, traffic accident hours are divided into four different groups. As a result of the analysis, in terms of hours, traffic accidents occurred between 12:00-18:00 pm at the most.

After the traffic accidents were examined in terms of time, they were examined in terms of place. These places; districts, neighborhoods and roads. When the distribution of traffic accidents by districts is examined, as a result, traffic accidents in Odunpazarı district are more than Tepebaşı district. When traffic accidents are examined in terms of neighborhoods, it is seen that the percentage of accidents in the Central Neighborhood is quite higher than other neighborhoods. The underlying reason for this is that residential, business, entertainment, education and transportation areas are located in this neighborhood.

One of the most important parts of the study is the distribution of traffic accidents by roads and the process of determining black spots using the case total tool. As a result of the examination, the first five roads where the most traffic accidents occurred in 2016 and the number of traffic accidents occurring on this road, respectively: Peripheral Road (92), Atatürk Boulevard (60), Cumhuriyet Boulevard (44), Üniversite Street (41) and Mustafa Kemal Atatürk Street (40). In 2017, the first five roads with the highest number of traffic accidents and the number of traffic accidents occurring on this road, respectively: Peripheral Road (88), Atatürk Boulevard (59), İsmet İnönü Street (49), Cumhuriyet Boulevard (47) and Mustafa Kemal Atatürk Street. (36).

Kaynakça / References

- Abdolmanafi, S. E. & Karamad, S. (2019). A new approach for resource allocation for black spot treatment (case study: the road network of Iran). *Journal of Safety Research*, 69, 95-100.
- Aghajani, M. A., Dezfoulian, R. S., Arjroody, A. R. & Rezaei, M. (2017). Applying GIS to identify the spatial and temporal patterns of road accidents using spatial statistics (case study: Ilam Province, Iran). *Transportation Research Procedia*, 25, 2126-2138.
- Ağaoğlu, M. N. & Başdemir, H. (2019). Kent içi ulaşım sorunları ve çözüm önerileri. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 8(1), 27-36.
- Ağın, C. (2015). *Türkiye’de şehirlerdeki toplu ulaşım sistemleri sorunlarının çözümlenmesinde toplumsal davranışların etkilerinin planlama süreci kapsamında incelenmesi. İzmir-Karşıyaka örneği*. (Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden edinilmiştir.
- Ali, R., Khan, M. R. & Mehmood, H. (2017). Incidence of violence risk mapping using GIS: a case study of Pakistan. *Journal of Geographic Information System*, 9, 623-636.
- Altwayjri, S. A. (2013). *Analysing traffic crashes in Riyadh City using statistical models and geographic information systems*. (Doctoral dissertation, Loughborough University, Department of Civil and Building Engineering, Loughborough). Retrieved from <https://hdl.handle.net/2134/12556>.
- Ando, R., Higuchi, K. & Mimura, Y. (2018). Data analysis on traffic accident and urban crime: a case study in Toyota City. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 7, 103-113.
- Aronoff, S. (1989). Geographic information systems: a management perspective. *Geocarto International*, 4(4), 58-58.
- Atalay, İ. & Mortan, K. (2011). *Resimli ve Haritalı Türkiye Bölgesel Coğrafyası*. İstanbul: İnkılap Yayınları.
- Bekele, T. G. (2019). Road traffic accident cause and effect on socio economy of Addis Ababa city. *Economics And Social Sciences Academic Journal*, 1(4), 21-37.

- Bhavan, T. (2019). The economic impact of road accidents: the case of Sri Lanka. *South Asia Economic Journal*, 20(1), 124-137.
- Briz-Redón, Á., Martínez-Ruiz, F. & Montes, F. (2019). Spatial analysis of traffic accidents near and between road intersections in a directed linear network. *Accident Analysis and Prevention*, 132, 105-252.
- Burrough, P. A. (1986). Principles of geographical information systems for land resources assement. *Geocarto International*, 1(3), 54.
- Carter, J. R. (1989). On defining the geographic information system. In W. J. Ripple (Ed.), *Advanced in fundamentals of geographic information systems: a compendium* (pp. 3-7). Falls Church, Va: American Society of Photogrammetry and Remote Sensing.
- Casado-Sanz, N. & Guirao, B. (2018). Analysis of the impact of population ageing and territorial factors on Crosstown Roads safety: The Spanish case study. *Transportation Research Procedia*, 33, 283-290.
- Chen, S., Kuhn, M., Prettner, K. & Bloom, D. E. (2019). The global macroeconomic burden of road injuries: estimates and projections for 166 countries. *Lancet Planet Health*, 3, 390-398.
- Chrisman, N. R. (1999). What does "GIS" mean?. *Transactions in GIS*, 3(2), 175-186.
- Copernicus (2020). 10 Mayıs 2020 tarihinde <https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas/urban-atlas-2012?tab=mapview>, adresinden edinilmiştir.
- Corso, A. J., Leroy, G. & Alsusdais, A. (2015). Toward Predictive Crime Analysis via Social Media, Big Data, and GIS, and GIS Spatial Correlation. In Conference Schools: Newport Beach, CA, USA.
- Costache, R. & Popescu, C. (2013). The touristic accessibility in the Hunedoara County in terms of road network. *Geographia Technica*, 8(2), 1-12.
- Cowen, D. J. (1988). GIS versus CAD versus DBMS: what are the difference?. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54, 1551-1555.
- Çağlıyan, A., Dağlı, D. & Ayhan, G. (2016). Traffic accident analysis of the City of Elazığ by geographical information system. *4th International Geography Symposium*. Antalya, Turkey.
- Çiçek, M. (2007). *Trafik bilgi sistemi verileri ile Ankara İli trafik güvenliğinin incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden edinilmiştir.
- Derele, M. A. (2016). *Trafik kaza kara noktalarının belirlenmesi için coğrafi bilgi sistemleri (Cbs) destekli mekânsal istatistiksel metotlar ile bir model geliştirilmesi*. (Doktora tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon) <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden edinilmiştir.
- Devine, H. A. & Field, R. C. (1986). The gist of GIS. *Journal of Forestry*, 84(8), 17-22.
- Dezman, Z., De Andrade, L., Vissoci, J. R., El-Gabri, D., Johnson, A., Hirshon, J. M. & Staton, C. A. (2016). Hotspots and causes of motor vehicle crashes in Baltimore, Maryland: a geospatial analysis of five years of police crash and census data. *Injury*, 47, 2450-2458.
- Dueker, K. J. (1979). Land resource information systems: a review of fifteen years experience. *Geo-Processing*, 1, 105-128.
- EBB (Eskişehir Büyükşehir Belediyesi) (2020). 06 Mayıs 2020 tarihinde <http://www.eskisehir.bel.tr/ebb.php>, adresinden edinilmiştir.
- Erdogan, S., Yılmaz, İ., Baybura, T. & Güllü, M. (2008). Geographical information systems aided traffic accident analysis system case study: City of Afyonkarahisar. *Accident Analysis and Prevention*, 40, 174-181.
- Geymen, A. & Dedeoğlu, O. K. (2016). Coğrafi bilgi sistemlerinden yararlanılarak trafik kazalarının azaltılması: Kahramanmaraş İli örneği. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 79-88.
- Goodchild, M. F. (1992). Geographical information science. *International Journal of Geographical Information Systems*, 6(1), 31-45.
- Goodchild, M. F. (2004). GIScience, Geography, form and process. *Annals of the Association of American Geographers*, 94(4), 709-714.
- Goodchild, M. F. (2009). Geographic information systems and science: today and tomorrow. *Annals of GIS*, 15(1), 3-9.
- Goodchild, M. F. (2018). Reimagining the history of GIS. *Annals of GIS*, 24(1), 1-8.
- Gökçe, S. (2015). *Trafik kazalarının koordinat verileri ile mekansal analizi: Ankara örneği*. (Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara).
- Gregory, I. N. & Healey, R. G. (2007). Historical GIS: structuring, mapping and analysing geographies of the past. *Progress in Human Geography*, 31(5), 638-653.
- Hayat, R. B., Debarh, M., Antoniou, C. & Yannis, G. (2013). Explaining the road accident risk: weather effects. *Accident Analysis and Prevention*, 60: 456-465.
- Haybat, H. & Karakaş, E. (2018). An analysis of traffic accidents with spatial statistical methods in Izmir Province. *Social Science Development Journal*, 3, 599-617.
- Jones, A. P., Haynes, R., Kennedy, V., Harvey, I. M., Jewell, T. & Lea, D. (2008). Geographical variations in mortality and morbidity from road traffic accidents in England and Wales. *Health & Place*, 14, 519-535.
- Kababulut, F. Y. & Helvacı, C. (2017). Büyük şehirlerde ulaşım sistemleri ve sorunları: İzmir İli özelindeki sorunlara çözüm önerileri. *Planlama*, 27(3), 215-221.
- Karakaş, E., Aslan, H. & Karadoğan, S. (2009). Elazığ şehrindeki trafik kazalarıyla iklim ilişkisinin analizi. *Nature Sciences, e-Journal of New World Sciences Academy*, 4(3), 53-69.

- Kaygısız, Ö. & Akın, S. Ç. (2007). Konumsal kaza verileri analiz edilerek etkin trafik denetim ve kaza bilirkişilik politikalarının oluşturulması. *Trafik ve yol güvenliği konferansı kitabı* içinde (s.132-144). Ankara: Emniyet Genel Müdürlüğü, Trafik Başkanlığı.
- Kemp, K. K., Goodchild, M.F. & Dodson (1992). Teaching GIS in geography. *The Professional Geographer*, 44(2), 181-191.
- Korter, G. O., Olubusoye, O. E. & Salisu, A. A. (2014). Spatial modelling of road traffic accidents in Oyo State, Nigeria. *African Journal of Sustainable Development (AJSD)*, 4(2), 99-118.
- Kundakci, E. (2014). *Identification of traffic accident hot spots and their characteristics in urban area by using GIS*. (Master's thesis, Middle East Technical University, Geodetic and Geographic Information Technologies, Ankara). Retrieved from <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>.
- Kuo, P., Lord, D. & Walden, T. D. (2013). Using geographical information systems to organize police patrol routes effectively by grouping hotspots of crash and crime data. *Journal of Transport Geography*, 30, 138-148.
- Kuruvilla, G. & Saud, J. (2017). Problem solving and counter measures for road accident prone environments. *American Journal of Civil Engineering*, 5(2), 69-74.
- Kuşkapan, E., Alemdar, K. D., Kaya, Ö. & Çodur, M. Y. (2019). Traffic accidents caused by pedestrians in Turkey. *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, 9(1), 118-126.
- Levine, J. & Landis, J. D. (1989). Geographic information systems for local planning. *Journal of the American Planning Association*, 55, 209-220.
- Li, Y., Abdel-Aty, M., Yuan, J., Cheng, Z. & Lu, J. (2020). Analyzing traffic violation behavior at urban intersections: A spatiotemporal kernel density estimation approach using automated enforcement system data. *Accident Analysis and Prevention*, 141, 105-509.
- Marti-Henneberg, J. (2011). Geographical information systems and the study of history. *Journal of Interdisciplinary History*, 42(1), 1-13.
- Mohammed, A. A., Ambak, K., Mosa, A. M. & Syamsunur, D. (2019). A review of the traffic accidents and related practices worldwide. *The Open Transportation Journal*, 13, 65-83.
- Nitin, G., & Adnan, A. H. (2006). Exploring the relationship between development and road traffic injuries: a case study from India. *European Journal of Public Health*, 16(5), 487-491.
- OICA (2020). 6 Mayıs 2020 tarihinde <http://www.oica.net/category/sales-statistics/>, adresinden edinilmiştir.
- Okafor, K., Azuikwe, E. & Okojie, P. (2017). The causes and prevalence of road traffic accidents amongst commercial long distance drivers in Benin City, Edo State, Nigeria. *Nigerian Journal of Medicine*, 26(3), 220-230.
- Oris, W. N. (2011). *Spatial analysis of fatal automobile crashes in Kentucky*. (Master dissertation, Western Kentucky University, The Faculty of the Department of Geography and Geology, Kentucky). Retrieved from <https://digitalcommons.wku.edu/theses/1119/>.
- Pagany, R. & Dorner, W. (2016). Spatiotemporal analysis for wildlife-vehicle-collisions based on accident statistics of the County Straubing-Bogen in Lower Bavaria. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLI-B8, 739-745.
- Parker, H. D. (1988). The Unique qualities of a geographic information system: a commentary. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54(11), 1547-1549.
- Peuquet, D. J. & Marble, D. F. (1990). *Introductory Readings in Geographic Information Systems*. USA: Taylor & Francis.
- Poudel, K. (2007). Application of geographic information systems in the geographical research. *The Third Pole*, 5(7), 37-42.
- Prasannakumar, V., Vijith, H., Charutha, R. & Geetha, N. (2011). Spatio-temporal clustering of road accidents: GIS based analysis and assessment. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 21, 317-325.
- Said, S. N. B. M., Zahran, E. M. M. & Shams, S. (2017). Forest fire risk assessment using hotspot analysis in GIS. *The Open Civil Engineering Journal*, 11, 786-801.
- Sang, K. & Piovan, S. E. (2019). The application of GIS in railway heritage management: the case of Yunnan-Vietnam Railway. *29th International Cartographic Conference*. Tokyo, Japan.
- Saplıoğlu, M. & Kardeşin, M. (2006). Coğrafi bilgi sistemi yardımı ile Isparta İli kentiçi trafik kaza analizi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(3), 321-332.
- Sonti, S. (2015). Application of geographic information system (GIS) in forest management. *Journal of Geography & Natural Disasters*, 5, 145-150.
- Silverman, B. W. (1986). *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. London: Chapman and Hall.
- Smith, T. R., Menon, S., Starr, J. L. & Estes, J. E. (1987). Requirements and Principles for the implementation and construction of large-scale geographic information systems. *International Journal of Geographical Information Systems*, 1, 13-31.
- Soltani, A. & Askari, S. (2014). Analysis of intra-urban traffic accidents using spatiotemporal visualization techniques. *Transport and Telecommunication*, 15, 227-232.
- Sungur, İ., Akdur R. & Piyal B. (2014). Türkiye'deki trafik kazalarının analizi. *Ankara Medical Journal*, 14(3), 114-124.

- Suphanchaimat, R., Sornsrivichai, V., Limwattananon, S. & Thammawijaya, P. (2019). Economic development and road traffic injuries and fatalities in Thailand: an application of spatial panel data analysis, 2012–2016. *BMC Public Health*, 19(1), 1449.
- The World Bank (2020). 6 Mayıs 2020 tarihinde <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=1W&view=chart>, adresinden edinilmiştir.
- Tuncuk, M. (2004). *Coğrafi bilgi sistemi yardımıyla trafik analizi: Isparta örneği*. (Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden edinilmiştir.
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (2020). 06 Mayıs 2020 tarihinde http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1051, adresinden edinilmiştir.
- Tümertekin, E. (1987). *Ulaşım Coğrafyası*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- UNECE (The United Nations Economic Commission for Europe) (2020). 20 Mart 2020 tarihinde <https://www.unece.org/unrsf/about-the-fund.html>, adresinden edinilmiştir.
- Wang, C. (2010). *The relationship between traffic congestion and road accidents: an econometric approach using GIS*. (Doctoral dissertation, Loughborough University, Institutional Repository, Loughborough). Retrieved from https://repository.lboro.ac.uk/articles/The_relationship_between_traffic_congestion_and_road_accidents_an_econometric_approach_using_GIS/9455504.
- Waters, N. (2017). *The International Encyclopedia Of Geography*. New York: John Wiley & Sons.
- WHO (World Health Organization) (2018). 06 Mayıs 2020 tarihinde https://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/2018/en/, adresinden edinilmiştir.
- Worrall, L. (1994). The role of GIS-based spatial analysis in strategic management in local government. *Computers Environment and Urban Systems*, 18(5), 323-332.
- Yardımcıoğlu, F. (2013). *Ulaşım Hizmetleri (Kamu Hizmetleri Perspektifi)*. Bursa: Dora Yayıncılık.
- Yeh, A. G. & Chow, M. H. (1996). An integrated GIS and location-allocation approach to public facilities planning. *Computers, Environment and Urban Systems*, 20, 339-350.
- Yeh, A. G. (1991). The development and applications of geographic information systems for urban and regional planning in the developing countries. *International Journal of Geographical Information Systems*, 5, 5-27.
- 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, 135-150.
- Yu, W. (2017). Assessing the implications of the recent community opening policy on The Street Centrality in China: a GIS-based method and case study. *Applied Geography*, 89, 61-76.
- Zhang, Y., Lu, H. & Qu, W. (2020). Geographical detection of traffic accidents spatial stratified heterogeneity and influence factors. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17(2), 572.
- Zou, X. & Vu, H. L. (2019). Mapping the knowledge domain of road safety studies: a scientometric analysis. *Accident Analysis and Prevention*, 132, 105-243.