

Muhammed Akif ÖZÇELEBİ

Dr. Öğr. Üyesi | Assist. Prof
Gümüşhane Üniversitesi Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Gümüşhane-TÜRKİYE
Gumushane, Faculty of Letters, Department of Geography, Gumushane -TURKEY
ORCID:0000-0001-5125-5538
makifozcelebi@gmail.com

Samsun'da Kara Yolu Trafik Kazalarının CBS Tabanlı Zamansal ve Mekânsal Analizi

Öz

Dünya genelinde kentlerdeki araç sayısının artışı, uluslar için önemli bir endişe kaynağı olmuştur. Bu durum, ekonomik kayıpların yanı sıra kara yolu trafik kazalarında (KTK) da yükselişe yol açmış ve trafik güvenliğini küresel düzeyde ciddi bir sorun haline getirmiştir. Bu çalışmada Samsun'da KTK'lerin zaman içerisinde neden ve nasıl gerçekleştiğinin tespit edilmesi, nispeten yüksek riskli konumların belirlenmesi ve yakın çevresindeki aktivite alanlarıyla ilişkilendirilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda Çekirdek yoğunluk, Ancelin Local Moran'ın I, benzerlik ve mekân-zaman küpü analizlerinden yararlanılmıştır. Buna göre 2018-2020 yılları arasında gerçekleşen 4.339 kara yolu trafik kazaları en az perşembe günü, kış mevsimi ve gece saatlerinde (00:00-06:00) meydana gelirken, en fazla kaza ise cumartesi günü, yaz ayları ve akşam vakitlerinde (16:00-21:00) gerçekleşmiştir. Çalışma kapsamında yapılan analizler Samsun'da KTK'lerin daha yüksek araba hızına ve hacmine sahip çok şeritli yollar üzerinde kümelendiğini ortaya çıkarmıştır. KTK'lar konut ve ticari arazi kullanım alanları ile kamu ve özel kurumların toplandığı şehir merkezleri ve yakın çevresindeki anayollar boyunca meydana gelmiştir. KTK'lerde sözü edilen şehir merkezlerinde ise Samsun'un en nüfuslu ilçesi olan İlkadım öne çıkmıştır. Samsun şehrinde mekân zaman küpü analizi neticesinde zaman içinde KTK'lerin kümelenme gösterdiği sıcak noktalar içerisinde en geniş alana yayılan model "azalan sıcak noktalar" olmuştur. Bu model İlkadım ilçesinin kentsel alanı ile Canik ilçesinin batısındaki İlkadım Bulvarı'nın çevresinde kümelenmiştir. Sonuç olarak tespit edilen bu sıcak noktalar güvenlik kurumlarının kaza sıklığını veya şiddetini azaltacak önlemler konusunda daha bilinçli kararlar almasına rehberlik edeceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Samsun, CBS, Ancelin Local Moran I, Mekân-zaman küpü, Kara yolu trafik kazaları.

GIS Based Temporal and Spatial Analysis of Road Traffic Accidents in Samsun

Abstract

The increase in the number of vehicles in cities around the world has been a major concern. This has led to an increase in road traffic accidents (RTAs) as well as economic losses, making traffic safety a serious global issue. This study aims to determine how and why road traffic accidents have occurred over time, identify relatively high-risk locations and relate them to nearby activity areas. Kernel density, Ancelin Local Moran I, similarity and space-time cube analyses were utilized for this purpose. Accordingly, 4,339 road traffic accidents occurred between 2018 and 2020, with the least number of accidents occurring on Thursdays, during the winter season and at night (00:00-06:00), and the most number of accidents occurring on Saturdays, during the summer months and in the evening (16:00-21:00). The analyses conducted within the scope of the study revealed that RTAs in Samsun are clustered on multi-lane roads with higher car speeds and volumes. RTAs occurred along the main roads in and around the city centers where residential and commercial land use areas and public and private institutions are concentrated. İlkadım, the most populated district of Samsun, stood out in the city centers mentioned in the RTAs. According to the spatial time cube analysis in Samsun city, "decreasing hotspots" was the most widespread pattern among the hotspots where the CTCs clustered over time. This pattern is clustered around the urban area of İlkadım district and İlkadım Boulevard in the west of Canik district. As a result, these identified hot spots will guide security institutions to make more informed decisions about measures to reduce the frequency or severity of accidents.

Samsun, GIS, Ancelin Local Moran, Space-time cube, Road traffic accidents

1. Giriş

Ulaşım coğrafyası, geçmişten bugüne kara yolu, demir yolu, hava yolu ve boru hatları gibi sistemlerin günümüzdeki durumunu ve gelecekteki değişimlerini inceleyen, coğrafi prensipler çerçevesinde ekonomik sektörlerle bağlantısını kuran bir alandır (Bakırcı, 2020 s. 381). Ekonomiye katkısının yanı sıra, ulaşım; şehirlerin işleyişi, işlevleri ve kimliği için de kritik öneme sahiptir. Kentlerde geniş bir alana yayılmış olan ulaşım ağı, milyonlarca insanın günlük hayatını ve

faaliyetlerini mümkün kılar (Doğanay & Deniz, 2015 s. 3). Nitekim bazı araştırmacılar bu gibi özelliklerinden ötürü ulaşımı, kalkınma ve küreselleşmenin en önemli faktörleri arasında göstermektedir (Tümertekin & Özgüç, 2007).

Günümüzde artan nüfusla birlikte teknoloji alanındaki gelişmeler ulaşım sektörünün büyümesinde önemli rol oynamış, özellikle kara yolu en çok tercih edilen ulaşım sistemlerinden biri olmuştur. Ancak söz konusu gelişmeler her ne kadar ulaşımın gelişimini ve hızlanmasını sağlasa da trafik kazalarının artışına da sebebiyet vermiştir. Bu kazalar 15-29 yaşlarındaki gençlerin önde gelen ölüm sebeplerinden biri olmakla beraber bu kazaların 2030 yılına kadar da 7. önde gelen ölüm nedeni olacağı tahmin edilmiştir (Dezman et al., 2016). Buna rağmen trafik kazalarında 2007 yılından sonra ölüm oranı dünya nüfusunun büyüklüğüne göre motorlu taşıt sayısına oranla azalmıştır (World Health Organization, 2018, p. 3). Ancak trafik kazaları insani ve ekonomik kayıpların başlıca nedenlerinden biri olmaya devam etmiştir. Bu kayıplar sınırlı kaynaklara sahip gelişmekte olan ülkeler için daha ciddi bir endişe kaynağı olmuştur. Nitekim World Health Organization (2018), yol güvenliği raporuna göre Afrika ve Güney-Doğu Asya'daki ülkeler 100 bin nüfus başına yaklaşık olarak sırasıyla 26 ve 21 kişi ölüm oranlarıyla ilk sırada yer alırken; Avrupa'da bu oran, 100 binde 9'dur. Dünya genelinde ise trafik kazalarından kaynaklı ölüm oranı ise 100 binde 18,1'dir (World Health Organization, 2018, p. 3-5). Görüldüğü üzere gelişmekte olan ülkeler, trafik kazalarının yol açtığı yüksek can ve mal kayıplarını önlemek için gerekli önlemleri geliştirmede ve uygulamada zorlanmıştır. Öte yandan gelişmiş ülkeler, eğitim, uygulama ve mühendislik gibi alanlarda çeşitli stratejiler geliştirerek bu sorunun ölçeğini ve ciddiyetini önemli ölçüde azaltmayı başarmıştır (Berhanu, 2004, p. 698).

Türkiye'de kara yolu ulaşımı, uzun yıllardır öncelikli ulaşım şekli olmayı sürdürmektedir. 1970'li yıllarda motorlu kara taşıt sanayisinin gelişmeye başlamasıyla birlikte kara yolu yapımına büyük yatırımlar yapılmaya başlanmıştır. Bu yatırımlar kapsamında, trafiği yoğun olan yollarda ve büyük şehirlerin çevrelerinde çok şeritli ekspres yollar, otoyollar, tünel, viyadük ve köprü inşa edilmiştir. Türkiye'de gelişen yol ağı araçların sayısının artmasına ve hızlanmasına etki etmiş ve buna paralel olarak ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarının sayısı da yükselmiştir. Nitekim dünyada trafik kazalarından kaynaklı ölümlerde World Health Organization (2018) yol güvenliği raporuna göre (2016 yılı rakamlarına göre) Türkiye, 100 bin kişide 12,3 ile ölüm oranı yüksek ülkeler arasında yer almıştır. Ancak son yıllarda caydırıcı cezalar, sürücü eğitimi, araç güvenliği ve yol mühendisliğindeki gelişmeler gibi tedbirler 2017 yılından sonra istatistik verileri tersine çevirmiştir. Buna göre Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2023) Motorlu Kara Taşıtları ve Kara Yolu Trafik Kaza İstatistikleri verileri dikkate alındığında 2012-2017 yılları arasında araç sayısı (%30) birlikte trafik kazasında ölenlerin sayısı da (%98) artarken 2017 yılından 2022'ye kadar olan süreçte ise araç sayısı %14 oranında artmasına rağmen trafik kazalarında ölenlerin sayısı %30 azalmıştır.

Trafik kazalarında ölenlerin büyük bölümünü sürücüler oluşturmaktadır. Nitekim TÜİK Kara Yolu Trafik Kaza İstatistikleri verilerine göre (2023) Türkiye'de 2022 yılında ölümlü yaralanmalı trafik kazasına neden olan 235.176 kusurda sürücü hatalarının oranın %87 gibi oldukça yüksek orana sahip olduğu görülmüştür. Bu kusurların %9,5'i yaya, %2,1'i taşıt, %1,2'si yolcu ve %0,4'ü yol kaynaklıdır. Nitekim kazaların önlenmesinde sürücü eğitiminin yetersiz kaldığı görülmüştür.

Türkiye'de trafik kazalarının zamansal değişimi dikkate alındığında gün içerisinde kazaların önemli bir bölümünün (%70) gündüz vakti gerçekleştiği görülmüştür. Bunda gündüz vakti daha fazla aracın trafikte yer almasının rolü büyüktür. Trafik kazalarının aylık dağılımında ise yaz tatili sezonuna denk gelen ağustos ayı %10 ile en yüksek orana sahip iken, şubat ayı ise en az orana (%5,8) sahiptir.

1.1. Araştırmanın amacı ve önemi

Dünya genelinde araç sayısındaki artış birçok ulus için büyük bir endişe kaynağı olmuştur. Bu yoğunluk, kaza riskinin artmasına, kaynak israfına, hava kirliliğine ve maddi kayıplara yol açmıştır. Bu da trafik güvenliğini küresel bir sorun haline getirmiştir (Abdel-Aty & Radwan, 2000;

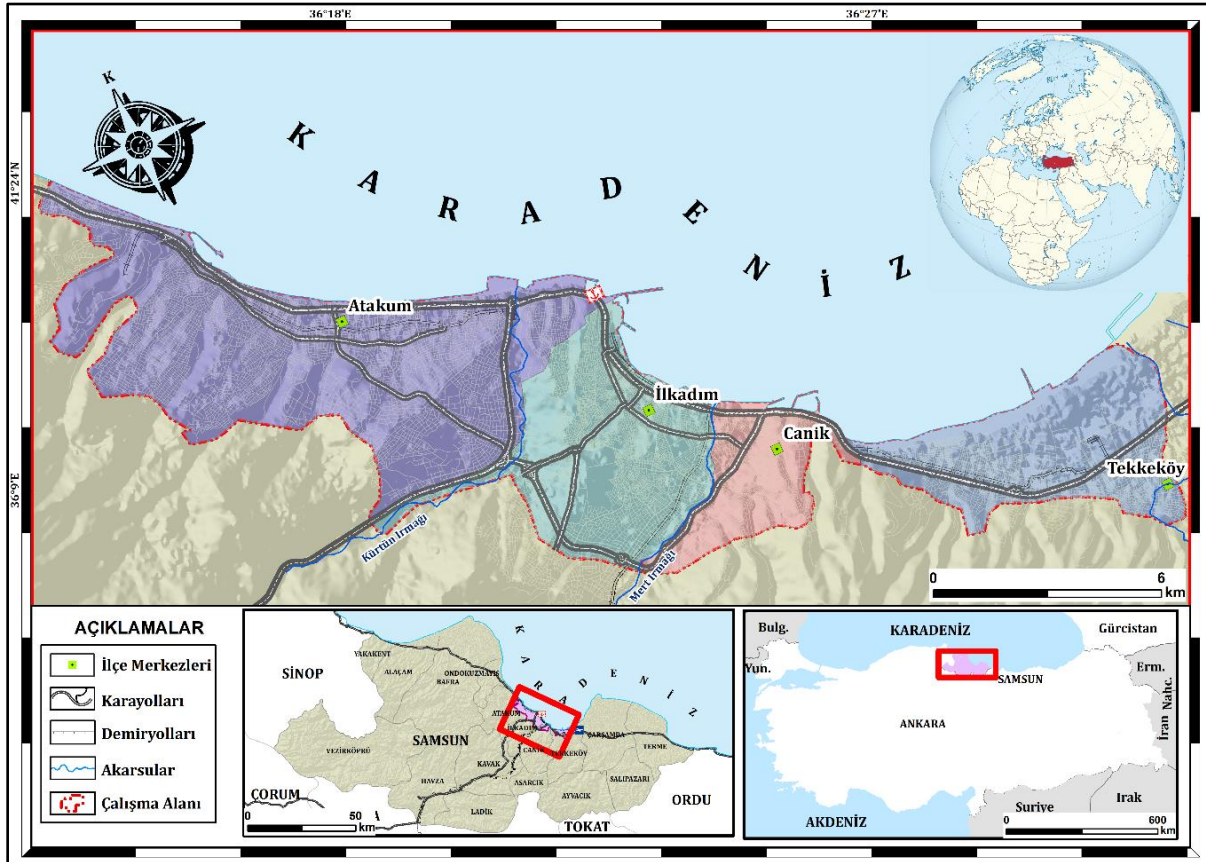
Kazmi, 2022). Dolayısıyla bu çalışmada KTK'lerin zaman içerisinde neden ve nasıl gerçekleştiğinin tespit edilmesi, nispeten yüksek riskli konumların belirlenmesi ve bunların yakın çevresindeki aktivite alanlarıyla ilişkilendirilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda Coğrafi Bilgi Sistemlerinden (CBS) yararlanarak KTK'lerin kümелendiği veya yoğunlaştığı konumların ay, gün ve saat gibi zaman aralıklarına göre dağılımının tespiti amaçlanmıştır. Çalışmanın bir diğer amacı KTK'lerin sıcak ve soğuk noktalarının zamana göre değişimi ve gelecekteki eğilimini mekân-zaman küpü analiziyle ortaya çıkarmaktır. Böylelikle söz konusu hedeflere ulaşılması güvenlik kurumlarının KTK'leri önleme konusunda daha bilinçli kararlar almasına, trafik güvenliği yatırımlarının en çok ihtiyaç duyulan bölgelere yönlendirilmesine ve sıcak noktalarda trafiğin güvenliğini sağlamaya yönelik tedbir alınmasına rehberlik edecektir.

1.2. Araştırma sahasının yeri ve sınırları

Araştırma sahasına konu olan Samsun, Karadeniz Bölgesi'nde 13'ü taşra 4'ü merkez ilçe olmak üzere 17 ilçeden oluşur. Samsun ilinin kuzeyinde Karadeniz, güneyinde Çorum, Amasya ve Tokat, doğusunda Ordu ve Giresun, batısında Sinop illeri yer almaktadır. Araştırma sahasını ise 1.353.454 nüfusa sahip olan Samsun ilinde nüfusun yaklaşık yarısını içinde barındıran İlkadım, Atakum, Canik ve Tekkeköy'den oluşan merkez ilçeler oluşturmaktadır (Tablo 1). Ancak şehir içi trafik kazalarıyla sınırlandırılan çalışmada kazaların daha seyrek kaldığı kırsal alanlar dikkate alınmamış ve çalışma sahasının sınırları da buna göre çizilmiştir. Böylelikle KTK'lerdeki sıcak noktaların tespitinde yararlanılan analizlerde daha anlamlı neticeler elde edilmiştir (Şekil 1).

Şekil 1

Çalışma Sahasının Konum Haritası



Samsun şehri, birden fazla limana ve iskeleye sahip olmasının yanı sıra kara, demir, deniz ve hava yolu ile boru hattı ulaşım sistemleri ile büyük bir potansiyele sahiptir (Yılmaz & Zeybek 2016: s. 7). Şehrin coğrafi konumu ve topografik şartları bu gelişimde önemli rol oynamıştır (Özçelebi & Yılmaz, 2020, s. 4). Nitekim Samsun'da Karadeniz Bölgesi'ndeki diğer illere nispeten dağların kıyı kuşağının daha gerisinde uzanması ve yükseltilerinin daha az olması, iç kısımlara kolay erişim olanağı sunmuştur. Ayrıca Kürtün ve Mert Irmağı tarafından aşındırılan vadiler de demir ve kara yolu ulaşımını kolaylaştırmıştır. Tüm bu etkenler, Samsun'u Karadeniz Bölgesi'nin Anadolu'ya açılan kapısı konumuna taşımıştır.

Tablo 1

Samsun İlinin 2023 Yılına Ait Nüfusunun İlçelere Göre Dağılışı

İlçe	İlçe Nüfusu	Nüfus Yüzdesi (%)
İlkadım	322.228	23,39
Atakum	245.328	17,81
Canik	100.040	7,26
Tekkeköy	58.615	4,26
Taşra İlçeler	436.211	47,28
Toplam	1.389725	100,00

Kaynak: TÜİK, 2024 Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi'nden yararlanılmıştır.

Bugün Samsun ilindeki kara yolu uzunluğu 799 km olup bunun 312 km'si (%39) bölünmüş yollarla (çok şeritli yollar) kaplıdır. İlde bölünmüş yolların bir bölümünü Karadeniz kıyısına paralel olarak uzanan D010 kara yolu (Sinop- Sarp (Artvin)) oluştururken diğer kısmı iç kesimlerle bağlantının sağlandığı D795 kara yoludur (Çorum – Ankara güzergâhı). İlde tek şeritli yolların uzunluğu ise 491 km'dir. Bu yolların 355 km'si bitümlü sıcak kaplama, 57 km'si sathi kaplama, 402 km'sini parke sabileze toprak yollardan oluşmaktadır (Karayolları Genel Müdürlüğü, 2023). Samsun ilinde Karayolları Genel Müdürlüğü (2022) Yıllık Ortalama Günlük Trafik değerlerine göre ise merkez ilçelerde araçların sayısı 281.655 (%58) taşra ilçelerindeki araçların sayısı ise 206.053'tür (%42). Bu değerlerin çalışma alanını kapsayan merkez ilçelerine göre dağılımları dikkate alındığında da İlkadım ilçesi %32 ile ilk sırada yer alırken bu ilçeyi %30'la Atakum, %25'le Canik, %13 ile Tekkeköy takip etmektedir.

1.3. Literatür incelemesi

Geçmiş çalışmalar, kara yolu trafik kazaları oluşumlarının mekân ve zamanda rastgele olmadığını göstermektedir. Aslında bu konular, geometrik tasarım, trafik hacmi, çevre veya şiddetli hava koşulları vb. gibi birkaç temel faktörle tanımlanır (Xia & Yan, 2008). Bu nedenle, kazaları önlemeye yönelik oluşturulacak planlamalar için kazanın meydana gelme süresi de dikkate alınarak potansiyel riskli konumların tespit edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu noktada CBS teknolojisi, kaza verilerinin görselleştirilmesi ve karayollarındaki sıcak noktaların analizi için popüler bir araçtır (Erdoğan et al., 2008; Kazmi et al., 2022). CBS, kullanıcılarına ve karar vericilere yol göstermesi farklı kriterlerin bir arada kullanılmasını sağlaması, bakımından mekânsal çalışmaların vazgeçilmez bir parçası olmuştur (Şirin & Ocak, 2020 s. 88). CBS, kaza analiz çalışmaları ile sıcak noktaların tespiti, dağılımı ve mekân ile ilişkisini kurmaktadır. Böylelikle analizlerden elde edilen görünüm ve istatistiksel neticeler trafik güvenliğinin sağlanmasına yardımcı olmaktadır.

Mekân bilimciler, KTK'da "sıcak noktalar" olarak bilinen yoğunlaşmış olay kümelerini belirlemek ve nokta olaylarının mekânsal dağılımını incelemek için çeşitli teknikler geliştirmişlerdir. Bu teknikler iki ana gruba ayrılabilir: (Bailey & Gatrell, 1995; O'Sullivan & Unwin, 2003 atfen Xie & Yan 2008; Harirforoush & Bellalite, 2019): Birinci grup, bir bölgedeki yoğunluğa dayalı olarak nokta olaylarının yoğunluğunu ölçmekte olup Kuadrat analizi ve Çekirdek yoğunluğu tahmini (ÇYT) gibi teknikleri içerirken, K-fonksiyonları, en yakın komşu mesafeleri ve Ancelin Local Moran'ın I analizi (AYM) gibi yöntemleri içeren İkinci grup ise noktaların birbirinden uzaklığını dikkate alarak nokta olaylarının mekânsal bağımlılığını ölçmektedir (Steenberghen et al., 2010, Xie

& Yan, 2008; Harirforoush, & Bellalite, 2019). Ayrıca mekânsal analizlerin yanı sıra model tabanlı analiz için regresyon modelleri ampirik Bayeşçi ve tam Bayeşçi gibi geleneksel istatistiksel yöntemler de kullanılmaktadır (Khan, 2023 p. 27). Nitekim birçok araştırmacı KTK çalışmalarında verilerin görselleştirilmesinde, sınıflandırmasında ve sıcak noktaların tespitinde sözü edilen çeşitli yöntemlerden yararlanmışlardır. Bu çalışmalardan bazılarında K-fonksiyonunun kombinasyon ve analizi en yakın komşu analizi (Shafabakhsh, 2017; Kim, 2004; Levine, 1995), Çekirdek yoğunluk tahmini (Le et al., 2020; Sultani & Askari 2017; Doğru & Aydın, 2018; Kazmi et al., 2022; Harirforoush, 2017; Plug et al., 2011; Steenberghen et al., 2010), Moran's I ve Getis-Ord Gi* indeksi gibi mekânsal otokorelasyon algoritmalarının kullanıldığı Hot Spot (sıcak nokta) analizi (Sultani & Askari, 2017; Siyavuş, 2022; Erdoğan, 2009; Getis & Ord, 1992; Anselin, 1995; Vural, 2019; Haybat & Karakaş, 2018) örnek gösterilebilir. Mekân-zaman küpü analizi KTK ile ilgili çalışmalarda kullanılan yöntemlerden bir olmakla beraber diğerleri kadar yaygın değildir. Bu analizde trafik kazaları ile birlikte orman kayıplarının, çatışma bölgelerinin, bulaşıcı hastalıklarının dağılımını ve zamansal eğilimini gösteren çalışmalara da rastlanmıştır (Harris et al., 2017; Gatalsky et al., 2004; Reddy et al., 2019; Purwanto et al., 2021; Osman et al., 2023; Mohammed et al., 2023; Khan et al., 2023)

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma kapsamında trafik kazaları konum tespitinde, yapılacak analizlerde, haritaların oluşturulmasında ve konunun açıklanmasında gerek duyulan ikincil veriler ile kullanılan program veya uygulamalar aşağıdaki ilgili kaynaklardan temin edilmiştir. (Tablo 1).

Tablo 2

Çalışmada Yararlanılan Kaynaklar, Kullanım Alanları, Veri ve Programlar

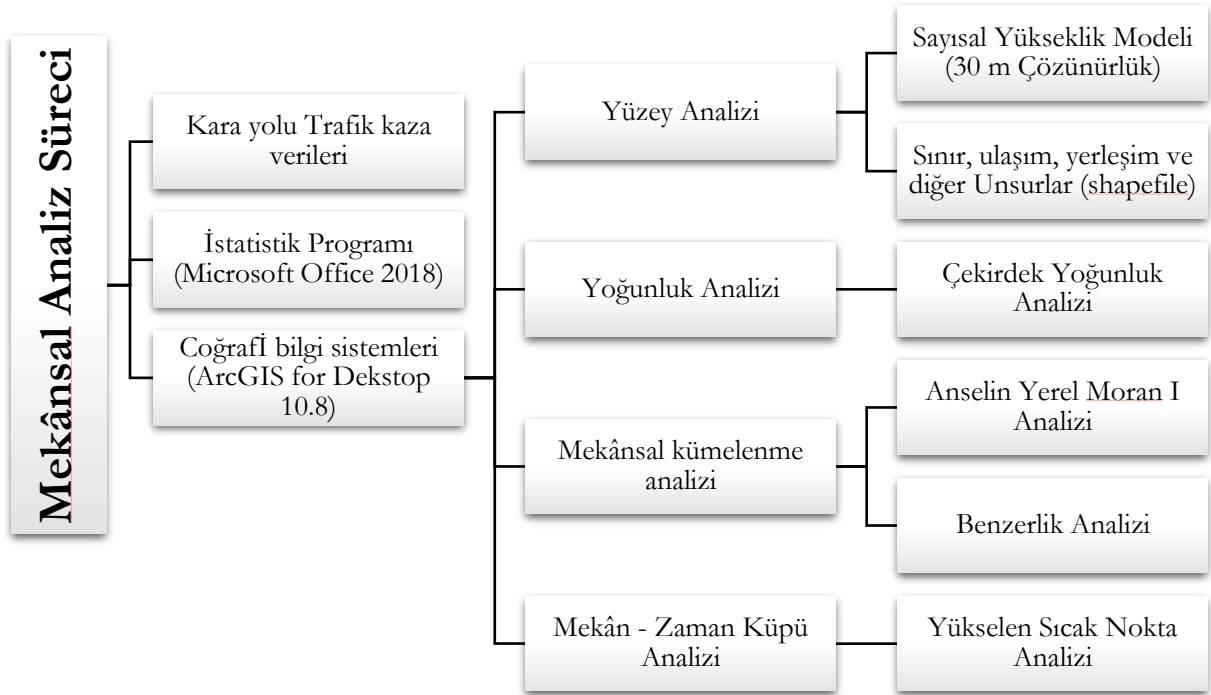
Veri Tabanı	Kaynak	Kullanım alanı
Sayısal Yükseklik Modeli Dijital Elevation Model (30 m Çözünürlük)	Nasa Earth Data https://search.earthdatanasa.gov/search	Yüzey analizlerinin gerçekleştirilmesinde, (lokasyon, yükselti, kabartma harita üretimi) alan hesaplamaların yapılmasında yararlanan ikincil veri
Harita Genel Müdürlüğü 1/25.000, 1/100.000 Ölçekli Topoğrafya Haritaları,	HGM https://www.harita.gov.tr	Topografya, ulaşım, yerleşim ve diğer Unsurların tespiti, kontrolü, oluşturulması ve yeniden düzenlenmesinde yararlanan ikincil kaynaklar
Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (CBS)	CBS https://www.csb.gov.tr/	Trafik kazalarının mekânsal analizinde yararlanan İkincil kaynaklar
Trafik Kaza verileri	T.C. İçişleri Bakanlığı Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Başkanlığı	Trafik kazalarının mekânsal analizinde yararlanan İkincil kaynaklar
Arazi Çalışmaları	Samsun Şehri	Trafik yoğunluğu, yol durumu, Kavşak noktaları, Trafik kazaları, trafik ışıkları vb. ile ilgili gözlemler
Nüfus verileri	Türkiye İstatistik Kurumu Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi	Samsun il ve ilçe nüfusunun tespiti
Yazılım ve Programlar		
ArcGIS for Desktop 10.8	ESRI https://www.esri.com/en-us/home	Coğrafi verileri görüntüleme, düzenleme, oluşturma ve analiz etme
Open Street Map (OSM)	OSM https://www.openstreetmap.org	ile uydu görüntülerinden yararlanarak harita oluşturma
Google Earth Pro	Google Earth Online https://www.google.com/intl/tr/earth/versions/	
Microsoft Office		Metin ve Veri düzenleme, Grafik oluşturma
Paint 3D		Şekillerin düzenlenmesi

Bu çalışmada ilk olarak Samsun'da 2018-2020 yıllarına ait trafik kazalarının zamansal dağılışı incelenmiştir. Sırasıyla saat, gün ve ayın zaman içindeki dağılışı ve farklılıkları radar ve 3 boyutlu alan grafiklerden yararlanarak gösterilmiştir. Daha sonraki süreçte mekânsal analizlere ve bunların görselleştirilmesi aşamasına geçilmiştir. Bu süreçte de öncelikle zamansal dağılıştan bağımsız mekânsal analizler gerçekleştirilmiş ardından mekân-zaman küpü tekniği ile sentezlenmiştir.

Mekânsal analiz süreçlerinde her bir aşama belli bir sıra dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada daha önce temin edilen 30 m çözünürlüğe sahip DEM görüntüleri üzerinden kabartma haritası üretilmiştir. Daha sonra Tablo 1'de gösterilen ilgili kaynak ve verilerden yararlanılarak trafik kaza noktaları, ulaşım yolları, akarsu, göl, deniz, yerleşim yeri, liman, yerleşim alanı sınırı vb. veri katmanları yüzey analizi yapılan görselin üzerine yerleştirilmiştir. Daha sonra mekânsal analizi için hazır hale getirilen görsel üzerinde çalışma kapsamında mekânsal analizler gerçekleştirilmiş ve harita ile istatistik veri çıktıları alınmıştır (Şekil 2).

Şekil 2

Samsun'da Meydana Gelen Trafik Kazalarının Mekânsal ve İstatistiksel Analizlerin İş Akışı



Bu çalışmada Samsun şehrindeki kentsel alanlarda KTK'lerin sıklığını ve zaman içindeki değişimini tespit etmek için çeşitli analizlerden yararlanılmıştır (Şekil 2). Kaza görülme oranının yüksek olduğu alanları belirlemek için ÇYT; kazaların kümelendiği alanları daha ayrıntılı olarak belirlenmesi için bir tür mekânsal kümeleme analiz modeli olan aykırı değer analizinden (Anselin yerel Moran I); kaza noktalarının hafta içi ve hafta sonuna göre farklılıklarını ortaya koymak için benzerlik analizinden, trafik kazalarının zamansal eğilimini tespit etmek için mekân-zaman küpü analizinden faydalanılmıştır.

2.1. Çekirdek Yoğunluk Tahmini

Çalışma kapsamında kullanılan mekânsal analizlerden biri ÇYT'dir. Bazı araştırmacılar yıllar içinde nokta örüntülerinin mekânsal değişiminin ortaya çıkarılmasında yardımcı olan teknikler içerisinde ÇYT'yi en umut verici olarak görmektedir (Sabel et al., 2005; Bailey & Gatrell, 1995, Silverman, 2018). Çünkü bir enterpolasyon tekniği olan ÇYT, kaza noktalarını tüm alana genelleştirir, büyük veri kümelerinden sıcak noktaları hızlı bir şekilde ayıklar ve gerek istatistiksel gerekse estetik

açıdan tatmin edici ve kolay anlaşılır sonuç verir (Anderson, 2007, p. 57). ÇYT, çalışma alanını kapsamlı bir şekilde örtüşmeyen bölümlere ayırır. Ardından, belirli bir bant genişliği ve çekirdek yoğunluğu ile bir yoğunluk tahmincisi hesaplanır. Yüksek değerler kara noktaları (olayların en yoğun olduğu alan), bitişik yüksek değerler ise kara bölgeleri gösterir (Steenberghen et al., 2010, p. 412).

2.2. Anselin Yerel Moran'ın I Analizi

AYM I İndeksi, noktalar arasındaki nitelik değerlerini ortaya koymakla birlikte komşu konumların öznelik değerlerinin mekânsal bir bitişiklik matrisi kullanılarak değerlendirilmesini de kapsar. Bu değerlendirme süreci, mekânsal ağırlık matrisini ve nitelik değerlerinin kovaryansını hesaplar ve sonuç olarak -1 ile 1 arasında standartlaştırılmış komşu nokta arasındaki korelasyon değerini sağlar (Gedamu et al., 2024). Başka bir ifadeyle AYM I indeksi dağılım grafiği, her bir gözlemin komşularıyla olan ilişkisine göre nasıl sınıflandırılacağını gösterir (Bone et al., 2013). Eğer Pozitif bir AYM I değeri var ise bu düşük-düşük (DD) veya yüksek-yüksek (YY) bir değer kümesini tanımlar. Öte yandan, negatif bir AYM I değeri bulunursa veri noktasının öznelik değeri ile komşu noktalar arasında anlamlı bir fark olduğunu, yani noktanın aykırı değer aldığını gösterir (Ma et al., 2021). Böylelikle küme değeri yüksek-düşük (YD) veya düşük-yüksek (DY) olarak ifade edilir.

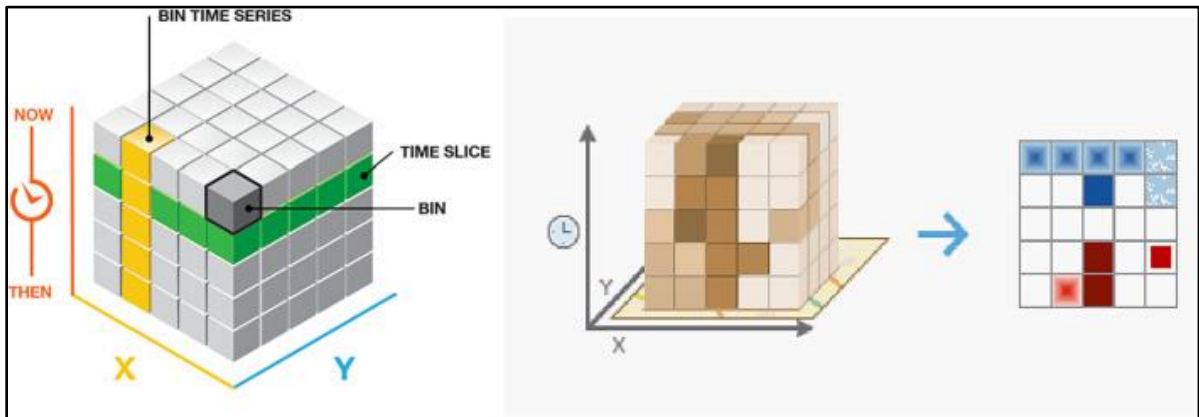
2.3. Mekân-zaman küpü analizi

ÇYT ve sıcak nokta analizi (AYM) trafik kazalarının yoğunlaştığı yerleri görmemizde bize yardımcı olur ancak bu kazaların zamansal değişimini ortaya koymada yetersizdir. Dolayısıyla çalışma amaçlarından birini oluşturan kazaların zamansal analizini mekânla sentezleyerek ortaya koymak ve bunu görselleştirebilmek için “mekân-zaman küpü” (MZK) analizine çalışmada yer verilmiştir.

MZK analizi, mekân-zaman verilerini bir küp biçiminde haritalayan bir 3B jeo-görselleştirme yaklaşımını ifade eder. Şekil 3'te görüldüğü gibi 3B mekân-zaman küpünün x ve y boyutları mekânı, t boyutu ise zamanı temsil eder (Khan et al., 2023). Bu çalışmada 3 yıl süre ile günlük kazalar değerlendirilmiştir.

Şekil 3

Mekân ve Zaman Küpünün 3 Boyutlu Yapısı (Solda) Sıcak Nokta Analizi Çalıştırılarak 2 Boyutlu Oluşturulmuş Kutular



Kaynak: Esri, 2024








1970'lerin başında Hägerstrand (1970) İnsanların mekân ve zamanda nasıl etkileşime girdiğini göstermek için mekân-zaman küpü adı verilen üç boyutlu bir diyagram geliştirdi (Gatalisky et al., 2004). Çalışma kapsamında KTK'lerin zamansal eğilimlerini görebilmek için sözü edilen mekân-zaman küpü analizinde önemli araçlarından biri olan “yükselen sıcak nokta tekniği” kullanılmıştır. Bu analiz aracı, Getis-Ord Gi analizi ve Mann-Kendall eğilim testi kombinasyonunu kullanarak mekân-zaman kalıplarını değerlendirir. İlk olarak Getis-Ord Gi istatistiği, her kaza noktası için Z puanları (standart sapmalar) ve P değerleri (istatistiksel olasılıklar) üretir; bu değerler,

belirli alanda toplanan KTK'lerin, diğer komşu bölgelerindeki trafik kazalarına göre istatistiksel olarak kümelenip kümelenmediğini gösterir. Z puanının 1,96'nın üzerinde veya -1,96'nın altında olması, $P < 0,05$ anlamlılık seviyesinde (Harris et al., 2017) trafik kazalarında istatistiksel olarak anlamlı bir sıcak veya soğuk noktanın olduğu anlamına gelir.

İkinci olarak, yükselen sıcak nokta analizi aracı, Getis-Ord'dan kaynaklanan her bir kutunun Mann-Kendall istatistiğinden yararlanarak 3 yıl boyunca istatistiksel olarak anlamlı bir zamansal eğilimin mevcut olup olmadığını test etmiştir. İkinci zaman adımındaki Z-skoru birinci zaman adımından büyüğe +1 artan eğilimi, küçüğe -1 azalan eğilimi işaret ederken toplamın sıfır olması herhangi bir eğilimin olmadığını göstermektedir (Harris et al., 2017). Yükselen sıcak nokta analizi aracı, her çalışma alanı konumunu 14 kategorilere ayırır. Aşağıdaki tabloda sadece çalışma alanında ortaya çıkarılan desen kalıpları gösterilmiştir (Tablo 3). Diğer desenlere Esri kuruluşunun internet sitesinden ulaşılabilir (Esri, 2024).

Tablo 3

Uzay-Zaman Küpü Modellerinin Adları ve Tanımları

Desen adı	Tanım	Açıklama
	Desen Algılanmadı	Aşağıda tanımlanan sıcak veya soğuk nokta modellerinden hiçbirine girmez.
	Kalıcı Sıcak Nokta	Bu konum, zaman adımı aralıklarının %90'ında istatistiksel olarak anlamlı bir "sıcak nokta" olarak belirlenmiştir. Bu, söz konusu konumda yoğunlaşma seviyesinin yüksek olduğunu ve bu yoğunluğun zaman içinde önemli ölçüde değişmediğini gösterir
	Azalan Sıcak Nokta	Bu konum, son zaman aralığını da içeren zaman aralıklarının %90'ında istatistiksel olarak anlamlı bir "sıcak nokta" olarak belirlenmiştir. Buna ek olarak, her zaman aralığında kümelenme yoğunluğunda genel bir azalma gözlemlenmiştir ve bu azalma istatistiksel açıdan da anlamlıdır.
	Aralıklı Sıcak Nokta	Bu konum, son zaman aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir "sıcak nokta" olarak belirlenmiştir. Bu, söz konusu konumda yoğunlaşma seviyesinin yüksek olduğunu ve bu yoğunluk seviyesinin zaman içinde tekrar tekrar arttığını ve azaldığını gösterir. Zaman aralıklarının %90'ından azı istatistiksel olarak anlamlı sıcak nokta olarak belirlenmiş ve hiçbirisi istatistiksel olarak anlamlı soğuk nokta olarak belirlenmemiştir.
	Yoğunlaşan Soğuk Nokta	Bu konum, son zaman aralığını da içeren zaman aralıklarının %90'ında istatistiksel olarak anlamlı bir "soğuk nokta" olarak belirlenmiştir. Buna ek olarak, her zaman aralığında düşük sayıların kümelenme yoğunluğunda genel bir artış gözlemlenmiştir ve bu artış istatistiksel açıdan da anlamlıdır.
	Kalıcı Soğuk Nokta	Bu konum, zaman adımı aralıklarının %90'ında istatistiksel olarak anlamlı bir "soğuk nokta" olarak belirlenmiştir. Bu, söz konusu konumda sayıların düşük olduğunu ve bu sayıların zaman içinde önemli ölçüde değişmediğini gösterir.
	Aralıklı Soğuk Nokta	Bu konum, son zaman aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir "soğuk nokta" olarak belirlenmiştir. Bu, söz konusu konumda sayıların düşük olduğunu ve bu durumun zaman içinde tekrar tekrar gerçekleştiğini göstermiştir. Zaman aralıklarının %90'ından azı istatistiksel olarak anlamlı soğuk nokta olarak belirlenmiş ve hiçbirisi istatistiksel olarak anlamlı sıcak nokta olmamıştır.

Kaynak: Esri (2024)

3. Bulgular

3.1. Zamansal analiz

Zamansal analizlerin gösteriminde radar ve 3 boyutlu grafiklerden yararlanılarak KTK'nin genel zamansal dağılımı incelenmiştir. Daha sonra trafik kazalarının saat, gün ve aylara göre zamansal dağılımı yapılmıştır. Böylelikle trafik kazalarının günlük aktivitelerle ve iklimle, ilişkisine dikkat çekilmiştir.

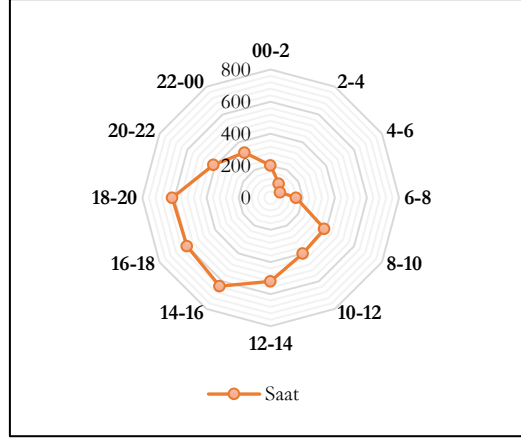
3.1.1. Genel zamansal dağılım

Samsun şehrinde 2018-2020 yılları arasında trafik kazaları gün boyunca değişim göstermiştir. Gece 00:00 ile sabah 8:00 saat aralığı trafik yoğunluğundaki azalmaya ve sürücülerin başka bir araca çarpma olasılığının düşük olmasına bağlı olarak %12 ile en az kazanın gerçekleştiği zaman aralığı olmuştur (Şekil 4). Buna ışık koşulları ve karanlık da eklenebilir. Ancak ışık koşullarının veya karanlığın KTK'lara ne derece etki ettiği henüz kesin değildir (Ivan et al., 2000, Savolainen & Mannering, 2007). Alkolün ise gece geç saatlerde KTK'lara neden olan başlıca

faktörlerden biri olabileceğini göstermiştir (Cho et al., 2004). Sabah 8:00'den sonra ise KTK da artışlar meydana geldiği görülmüştür. Özellikle 12:00-20:00 aralığında bu artışlar zirve yaparken (%54) 08:00-12:00 ve 20:00-00:00 saat aralıklarında ise artışlar nispeten daha az olmuştur (%34).

Şekil 4

Çalışma Sabasında Saat Aralıklarına Göre KTK'lerin Dağılışı

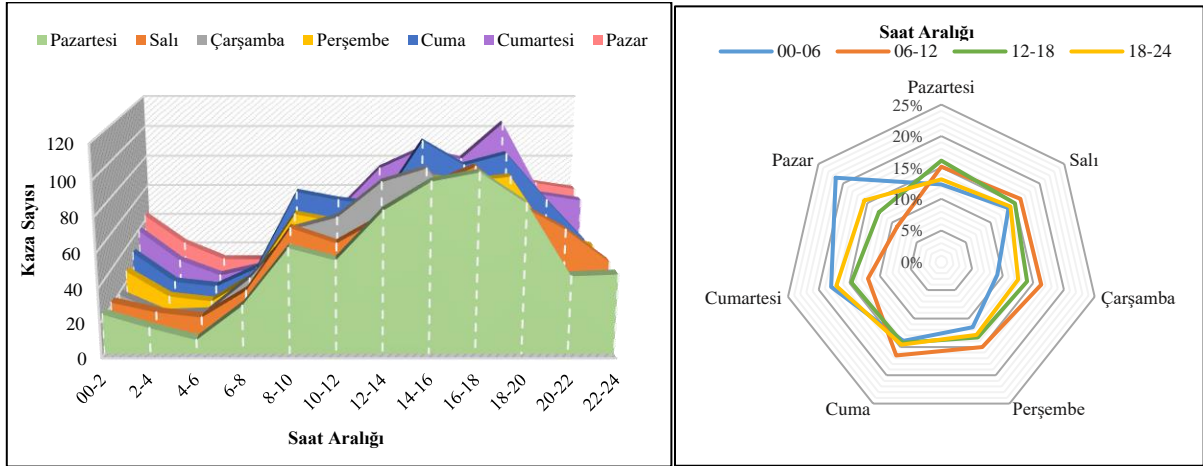


3.1.2. Haftanın günleri

Kaza sıklığının zamansal dağılımı haftanın günlerine göre değişiklik göstermiştir. Özellikle hafta içi ve hafta sonlarının farklı bir desen sergilediği açıktır. Nitekim günlere göre kaza sayılarında ciddi farklar olmasa da kaza sayısının en fazla olduğu gün hafta sonunun ilk günü olan Cumartesi, en az kaza ise hafta içi günlerinden Perşembe olmuştur (Şekil 5).

Şekil 5

Çalışma Sabasında Haftanın Günlerine ve Saatlerine Göre KTK'lerin Dağılımı



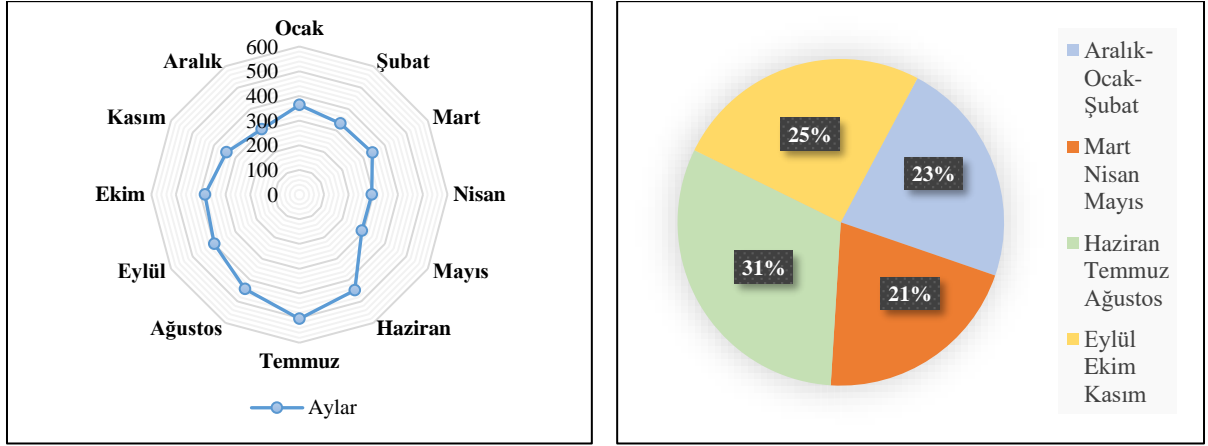
KTK'lerde hafta içi ve hafta sonları arasındaki en belirgin farklar ise kaza saatlerinde olmuştur. Hafta içinde trafik kazaları okula ve işe gidiş-dönüş saatlerinde trafik yoğunluğuna da bağlı olarak daha fazla olurken, okulların ve bazı iş yerlerinin kapalı olduğu hafta sonlarında ise özellikle trafik yoğunluğunun daha seyrek olduğu sabah saatlerinde kaza sayısı daha azdır. Bunların yanı sıra tatil günlerinde (cuma öğleden sonradan pazar gecesine kadar olan zaman aralığında) trafik kazalarının öğlen, akşam ve gece saatlerinde daha fazla olduğu dikkat çekicidir. Nitekim bu günlerde 12:00-00:00 saatleri arasında günlük ortalama KTK sayısı hafta içi günlere kıyasla yaklaşık %54'ü, bulurken, 06:00-12:00 saat aralığında ise bu oran %43'tür.

3.1.3. Kara yolu trafik kazalarının aylara göre dağılımı

Samsun'da KTK'lerin aylara göre dağılımında yaz ayları haricinde birbirine yakın değerlere sahip olduğu görülmüştür. Aralık-mayıs ayları aralığında KTK oranları %7 ile %8 arasında değişim gösterirken, haziran ayı itibariyle ağustos ayına kadar bu değerler %11'e ulaşmıştır. Eylül ve ekim ayında ise KTK sayıları nispeten düşmüştür. Bu aylarda oran %9'dur. Samsun'da en az KTK %6 ile mayıs ayında gerçekleşmiştir. Yaz aylarında gerek ülke içinden gelen tatileciler gerekse ülke dışından araçlarıyla gelen gurbetçilerle birlikte artan nüfus gözle görülebilir bir trafik yoğunluğu oluşturmuştur. Bu da söz konusu aylarda daha sık KTK'lara neden olmuştur (Şekil 6).

Şekil 6

Çalışma Sahasında Aylara ve Dönemlere Göre KTK'lerin Dağılımı



3.2. Mekânsal Analiz

Çalışma kapsamında yapılan analizler Samsun'da KTK'lerin daha yüksek araba hızına ve hacmine sahip çok şeritli yollar üzerinde kümelenmiş olduğunu doğrulamıştır. Daha önceki çalışmaların sonuçlarında da benzer ilişkiler görülmüştür (Sultani & Askari, 2017 p. 652). Dolayısıyla KTK'lar konut ve ticari arazi kullanım alanları ile kamu ve özel kurumların toplandığı şehir merkezleri ve anayollar boyunca meydana gelmiştir. KTK'lerde sözü edilen şehir merkezlerinde ise Samsun'un en fazla nüfusa sahip ilçesi olan İlkadım öne çıkmıştır. Gerçekleştirilen ÇYT analizinde de anlaşıldığı üzere İlkadım, kentsel aktivite alanlarında KTK'lerin yoğunluğu çok yüksek olmuştur (Şekil 7).

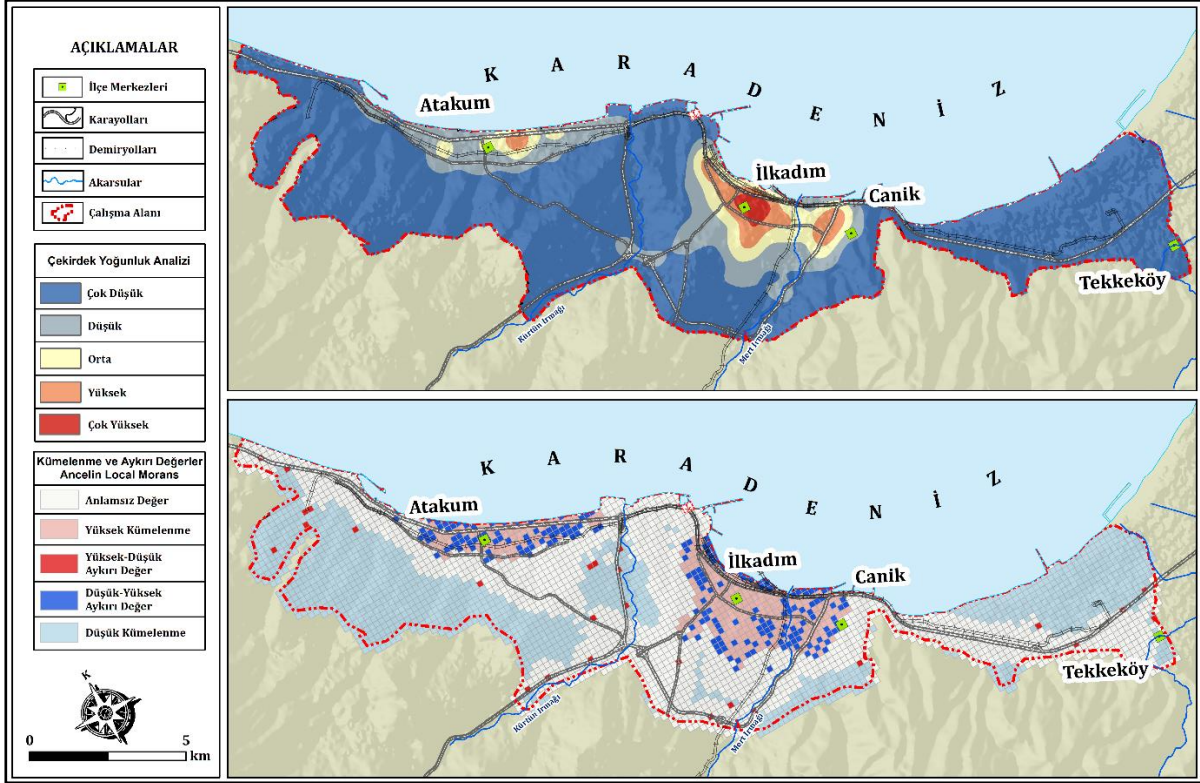
İlkadım ilçesinden Mert Irmağıyla ayrılan Canik ilçesinde büyük alış-veriş merkezlerinin ve sanayi sitelerinin toplandığı alanlar da trafik kazaların yoğunluk değeri yüksek olmuştur. Nitekim KTK'lerin İlkadım ilçe merkezinden Canik ilçe merkezine kadar neredeyse aralıksız bir şekilde ağırlıklı olarak çok şeritli anayollar üzerinde kümelenmiş olduğu görülmüştür. Her iki yerleşim yerinde ticaret alanlarının diğer ilçelere göre daha sık olması ve bu iki ilçe arasındaki gelişmiş ticaret ağı, trafik yoğunluğuna dolayısıyla daha sık gerçekleşen trafik kazalarına sebebiyet vermiştir.

KTK'lerin sık gerçekleştiği bir diğer merkez ilçe Atakum'dur. Samsun şehrinin yeni yerleşim yeri olan ve özellikle konut alanlarının geniş yer kapladığı ilçenin, özellikle merkezinde Atatürk Bulvarı üzerinde ve bu yoldan güneye yerleşim yerlerine bağlantı sağlayan kavşak noktalarında KTK'lerin yüksek yoğunlukta olduğu görülmüştür. Ayrıca ilçede kentsel aktivitenin daha yoğun olduğu İsmet İnönü, Alparslan, Mimarşinan bulvarları ile Nişantaşı ve Gaffar Okan caddeleri KTK'lerin orta ve yüksek yoğunlukta yoğun olduğu diğer yollardır.

Samsun'un merkez ilçelerini birbirine bağlayan, bölünmüş yol özelliğine sahip olan Atatürk Bulvarı, şehirler arası önemli bir yol olup en riskli trafik koridorlarından birini oluşturmaktadır. Bununla birlikte, araç trafiğinin yoğun olduğu Barış Bulvarı, 100. Yıl Bulvarı ve İlkadım Bulvarı da diğer yüksek kaza riskine sahip trafik koridorlarıdır.

Şekil 7

Ancelin Local Moran'ın I ve Çekirdek Yoğunluk Tabmini Analizlerine Göre KTK'lerin Dağılışı



Çalışma alanında kümelendirme değerlerinin sonuçları sırasıyla yüksek ve düşük kümelendirmeyi gösteren Yüksek-Yüksek (YY), Düşük-Düşük (DD) ile aykırı kümelendirmeleri ifade eden Düşük-Yüksek (DY) ve Yüksek-Düşük (YD) olarak harita ve grafikler üzerinde gösterilmiştir. Özellikle YY ve DD kümelerinin oluşumlarının, YD ve DY konumlarından daha ağır bastığı görülmüştür. Dolayısıyla yüksek KTK'lerin çevresinde düşük kazaların veya tersi durumun gerçekleştiğini ifade eden aykırı kümelendirme daha az konumlanmıştır. YY konumları Atakum kıyı kesiminde ana yol güzergâhında, İlkadım'da kıyı kesimi ile birlikte şehrin güneyinde iç kesimlerde çok şeritli yollarda ve Canik ilçesinin sanayi ve ticari alanlarının çevresindeki yollarda kümelendirilmiştir. YY kümelendirme değerinin ise en yüksek olduğu merkez ilçe İlkadım olmuştur (Şekil 8). DD konumları ise daha çok Samsun şehrinin güneyinde eğimin ve yükseltinin arttığı, yolların daraldığı hız sınırının düştüğü yerleşim alanlarında görülmüştür. En düşük kümelendirmenin görüldüğü merkez ilçeler ise nispeten seyrek nüfuslu olan Tekkeköy ile Samsun'un yeni yerleşim alanı olan Atakum olmuştur. Tekkeköy sanayi bölgesinde, Atakum'un güneyinde ve batısında yerleşim alanlarının seyrekleştiği konumlar düşük kümelendirme göstermiştir.

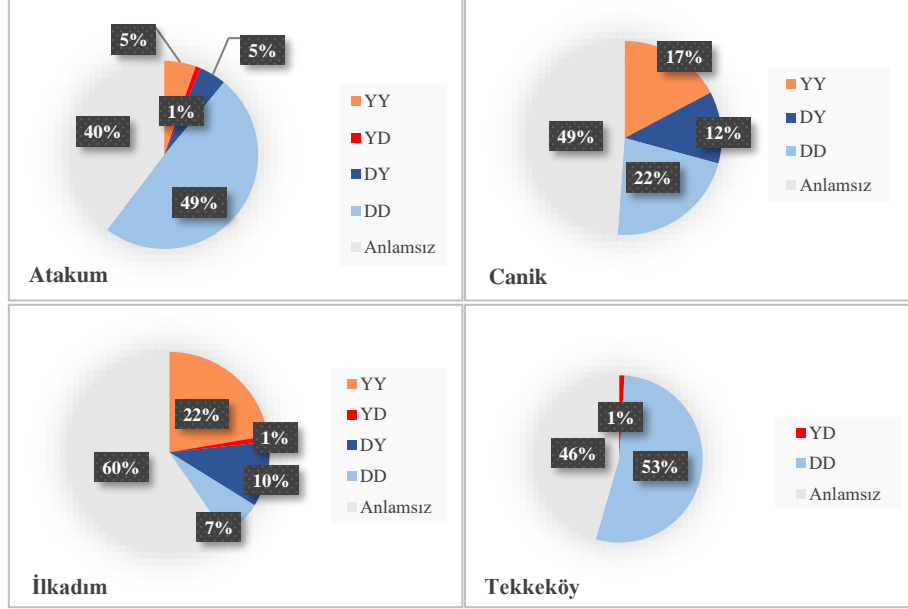
3.2.1. Trafik kazalarının karayollarına göre dağılışı

Çalışma kapsamında AYM ve ÇYT analizlerinde de tespit edilen sıcak ve yoğun alanların karayollarına göre kaza sayılarıyla büyük oranda uyumluluk gösterdiği görülmüştür. Nitekim en fazla KTK sayısı, yapılan analizlerde kümelendirme ve yoğunluğun yüksek olduğu saptanan yollardan biri olan Atatürk Bulvarı'nın (4. Kısım) Atakum kısmında (%16) gerçekleşmiştir. KTK'lar yerleşim yerlerinin ve rekreasyonel faaliyetlerin toplandığı (Denizevleri Mahallesi ile Yenimahalle arasındaki güzergâhta) bu çok şeritli kara yolunun doğusunda ve merkezi kesiminde kümelendirilmiştir. Sabah işe gidiş ve akşam dönüş vakitlerinde trafikteki tek yönlü akış KTK'lerin bu yol üzerinde kümelendirmesinde önemli rol oynamıştır. KTK'lerin en fazla olduğu bir diğer nokta söz konusu

caddenin İlkadım ilçesi sınırları içerisinde kalan 3. kısmında gerçekleşmiştir. Atatürk Bulvarı'nın Canik ve Tekkeköy'de kalan kısımlarındaki KTK'lerin oranı ise sırasıyla %3 ve %4'tür (Şekil 9).

Şekil 8

Ancelin Local Moran'ın I Analizinin Kümeleme ve Aykırı Değer Sonuç Grafiği



Atatürk Bulvarı 3. ve 4. Kısım'dan sonra en fazla KTK'lerin gerçekleştiği yollar %6 ile İlkadım Bulvarı ve 100. Bulvarı'dır. Bunlardan İlkadım Bulvarı alışveriş merkezi ve sanayi sitelerinin güzergâhında yer alan aynı zamanda Samsun-Çorum yoluna bağlanan çok şeritli bir yoldur. İlkadım şehir merkezinde yer alan 100. Yıl Bulvarı ise kent meydanı ile birlikte okul ve hastanelere bağlanan önemli bir güzergâhtadır. Sözü edilen yollarda yoğun trafikle ilişkili olarak çok sayıda kaza gerçekleşmiştir. Bunun yanı sıra bu yollarda özellikle bazı kavşak noktalarında trafik ışığının bulunmaması KTK'lerin sayısının artmasında önemli rol oynamıştır.

3.2.2. Sürücü kusurlarının mekânsal analizi

Samsun'da meydana gelen KTK'lerde sürücüler çeşitli yönlerden kusurlu görülmüştür. Bunlardan yol, hava, trafiğin gerektiği şartlara uymadan hızlı araç kullanımına bağlı olarak gerçekleşen kazalar %34 ile sürücülerin başta gelen kusuru olarak öne çıkmıştır. Nitekim çalışma kapsamında gerçekleştirilen analizler neticesinde de görüldüğü üzere daha fazla hıza ulaşılabilen çok şeritli yollar, söz konusu kusurdan kaynaklı kazalarda başı çekmektedir. Gerçekten KTK'ler %42'si Atatürk Bulvarı başta olmak üzere, İlkadım Bulvarı ve 100. Yıl Bulvarı'nda gerçekleşmiştir (Şekil 10).

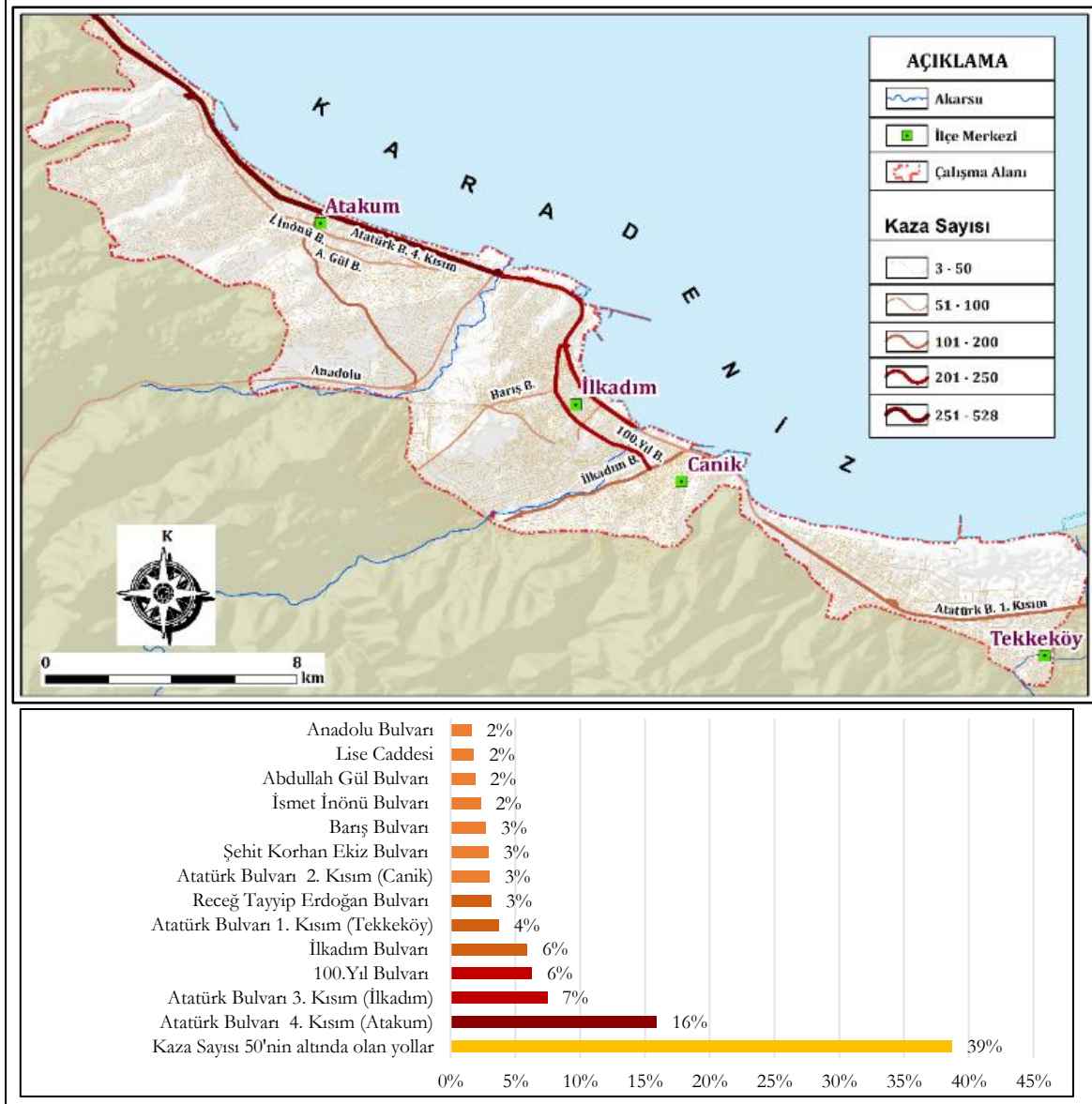
Kavşak, geçit ve kaplamanın dar olduğu yerlerde geçiş önceliğine uymayan sürücülerden kaynaklı KTK'lar %16 ile ikinci sırada yer almıştır. İlkinde olduğu gibi çok şeritli yollarda ağırlıklı olarak gerçekleşen kazalarda özellikle kavşak noktalarında kazaya sebebiyet veren söz konusu hatalara daha fazla rastlanmıştır. Atatürk Bulvarı %23 ile bu tür kazalarda öne çıkarken Recep Tayyip Erdoğan Bulvarı %5, 100. Yıl Bulvarı %3 ile bu yolu takip etmiştir.

Bir diğer KTK kusuru şerit izleme ve değiştirme kuralına uymamaktan kaynaklanmıştır. Bu kazalara da çok şeritli yollarda daha fazla rastlanmıştır. Özellikle gün içerisinde en yoğun trafiğin yaşandığı Atatürk Bulvarı üzerinde gerçekleşen trafik sıkışıklığından kurtulmak isteyen sürücüler bu tür KTK'lara neden olmuştur. Nitekim bu da kazaların %23'ünü teşkil etmektedir. Bu tür kazalarda diğer öne çıkan çok şeritli yollardan İlkadım Bulvarı %7 ile ikinci sırada yer alırken Üçüncü sırada ise %4 ile Barış Bulvarı, Şehit Korhan Ekiz Bulvarı ve Lise Caddesi yer almıştır. Sözü edilen

kazaların dışında diğer öne çıkan kusurlu kazalar arkadan çarpma ve dönüş kurallarına uymamadan kaynaklı olmuştur.

Şekil 9

Trafik Kazalarının Karayollarına Göre Dağılım Haritası



3.3. Mekân-zaman analizi

Çalışmanın bu kısmında KTK'lerde mekânsal ve zamansal dağılımdaki değişimi sentezleyerek mekânsal dağılımın zamansal dalgalanmaya maruz kalıp kalmadığını incelemek için AYM, ÇYT ve benzerlik analiz tekniklerinden yararlanılmıştır. Bu kısımda araçların birbirine veya herhangi bir nesneye çarpışması ile yaya çarpması birlikte değerlendirilip karşılaştırılması yapılmıştır

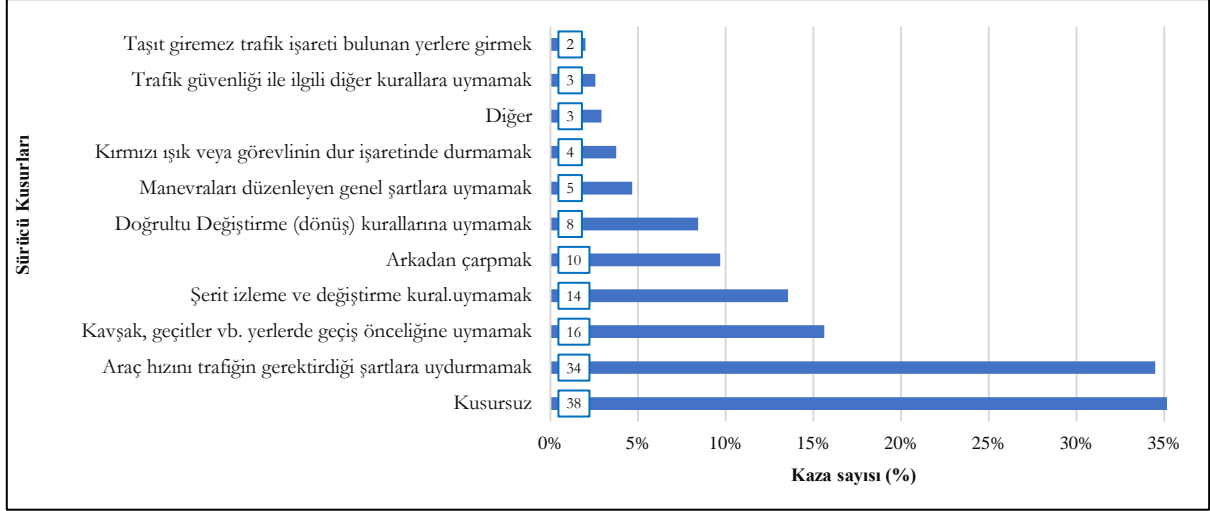
3.3.1. Günün saatine göre trafik kazaları

Trafik kazalarının daha çok araç yoğunluğunun fazla olduğu ilçe merkezlerinde ve anayollar boyunca meydana geldiği daha önce ifade edilmişti Bunun yanı sıra KTK'lerin gün içerisindeki dağılımında farklılar olduğu görülmüştür. KTK'lerin Radar grafiğinde gösterildiği (Şekil 4) gibi sabah 8:00 gibi özellikle işe ve okula gidiş saatlerinde trafik yoğunluğunun artmaya başladığı, öğlen 14:00 ve akşam 20:00'da ise gerek dönüş saatlerine denk gelmesi gerekse rekreatif faaliyette

bulunma amaçlı trafiğe katılanların artmasıyla zirveye ulaşmıştır. Öğleden sonra KTK'lerin sabah saatlerinde kaza sayısının nispeten az olmasında özellikle hafta sonları sabah saatlerinde trafiğe çıkan araç sayısının az olması da önemli rol oynamıştır.

Şekil 10

Çalışma Sahasında Kara Yolu Trafik Kazalarında Sürücü Kusurlarının Dağılımı (2018-2020)



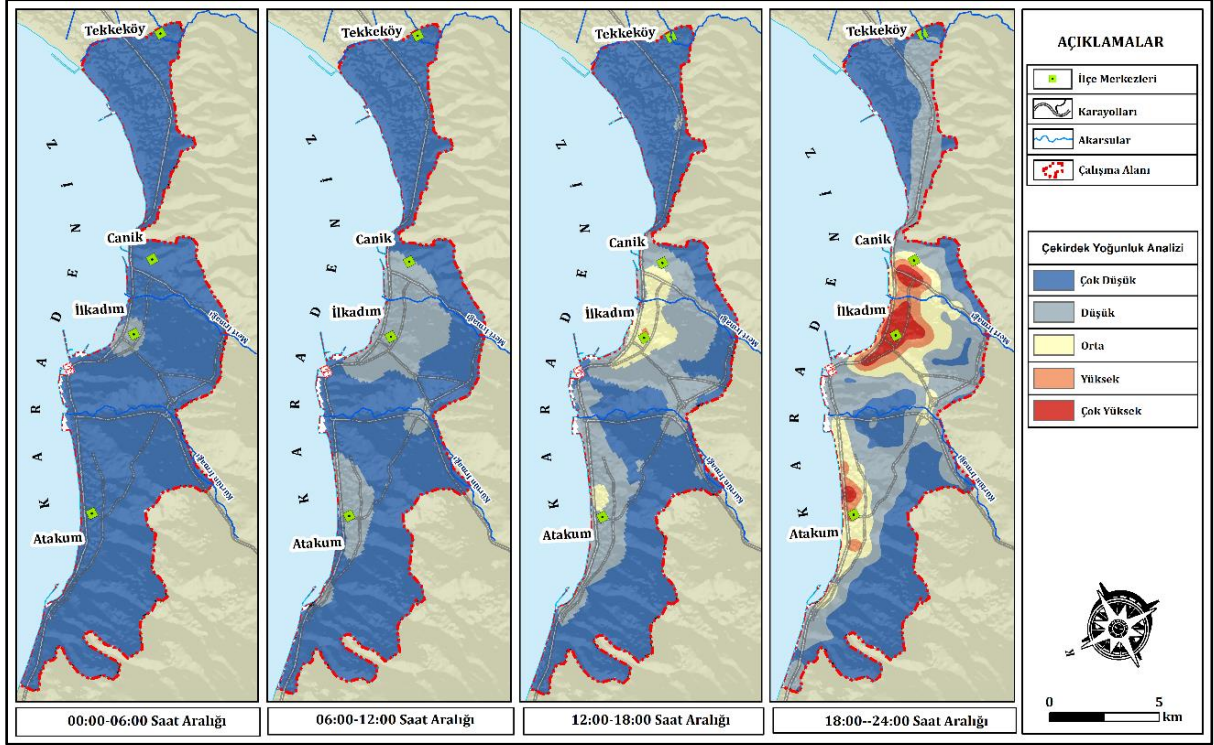
Kaynak: Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Başkanlığı

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen ÇYT analizi incelendiğinde 00:00-06:00 saatleri aralığında KTK'lerin düşük ve çok düşük yoğunlukta gerçekleştiği görülmüştür. İlkadım ilçe merkezinde kaza sayısı nispeten daha yoğun olmuştur. Bunun yanı sıra Atakum sahil kesiminde eğlence mekânlarının yakınlarda da KTK'lara rastlanmıştır. 06:00-12:00 saat aralığına geçildiğinde KTK'lerin yoğunluğu Tekkeköy haricindeki diğer ilçelerde artmaya başlamış, ancak yine de diğer saat aralıklarına göre yoğunluk düzeyi düşük olmuştur. Bu saat aralığında KTK'lar işyeri, okul ve hastane yollarındaki güzergâhlar başta olmak üzere şehrin geneline dağılmıştır. Sözü edilen saat aralığında Canik'te sanayi sitelerinin ve alışveriş merkezlerinin yer aldığı İlkadım Bulvarı, İlkadım'da iş yerleri ile birlikte hastanelere ve okullara erişimde önemli bir güzergâh olan 100. Yıl Bulvarı, Barış Bulvarı ve çevresindeki caddeler, Atakum'da Atatürk Bulvarı ve buradan şehir içine bağlanan kavşak ve caddeler KTK'lerde öne çıkan yollar olmuştur (Şekil 11).

12.00-16.00 saat aralıklarında KTK'lerde kısmen artış olsa da kaza yerlerinde sabah saatlerindekiyle benzerlik göstermiştir. 16:00-20:00 saat aralıklarında ise KTK'lerin Tekkeköy haricindeki tüm ilçelerde çok yoğun düzeye ulaştığı görülmüştür. Araç trafiğinin ve nüfusunun daha seyrek olduğu Tekkeköy'de ise yoğunluk düzeyi düşük seviyede kalmıştır. Söz konusu saat aralığındaki KTK'lerin diğer merkez ilçelerde okul, hastane başta olmak üzere birçok kamu kurumu ile bazı özel kurumların ve işyerlerinin kapanış vakitlerine denk gelmesi araç trafiğindeki artışla orantılı olmuştur. Nitekim KTK'lerin şehir merkezlerinin yakın çevresindeki yollar ile sektörlere bağlanan yol güzergâhlarında kümelenildiği görülmüştür. Örneğin hastanelere, okullara ve şehir merkezine ulaşmada önemli koridor vazifesi gören 100.yıl Bulvarı, Osmaniye Caddesi ve Lise Caddesi 16:00-20:00 aralığında sabah ve öğlen saatlerine göre nispeten kaza sayısının arttığı yerler olmuştur. Samsun ilinin yeni yerleşim yerleri olan Atakum'da, işten dönüşlerde Atatürk Bulvarı ve buradan iç kesimlere bağlantı vazifesi gören ve aynı zamanda Atakum'un ticari mekânların toplandığı Gaffar Okan, Nişantaşı caddeleri ile Mustafa Kemal ve Alparslan bulvarları KTK'lerin kümelenildiği diğer yerler olmuştur. Trafikte oluşan yoğunluğun yanı sıra ve günün yorgunluğunun verdiği dikkatsizlik de bu kazalarda yüksek olasılıktır.

Şekil 11

Kara Yolu Trafik Kazalarının Saat Aralıklarına Göre Çekirdek Yoğunluk Tabmini Haritası



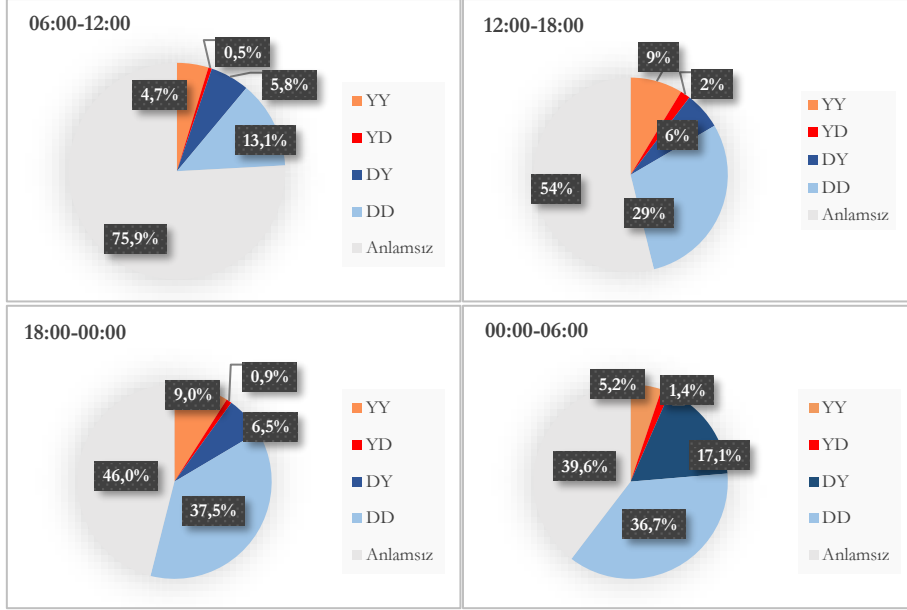
Bir diğer saat aralığı olan 20:00-00:00'da KTK'lerin dağılışı gün içindeki diğer saatlerle benzerlik (gece saatleri hariç) gösterse de bu aralıkta trafikteki araç sayısının da azalmasıyla kazalar biraz daha seyrekleşmiştir. Bununla birlikte Atakum'da Atatürk Bulvarının Denizevleri mahallesinden Körfez mahallesine kadar uzanan kesiminde KTK'lerin yoğunluğunun nispeten devam ettiği görülmüştür. Bunda Atakum sahil kesimindeki gece eğlence mekânlarının ve sahil yürüyüş alanlarının varlığı önemli rol oynamıştır.

AYM analizi sonuçlarına göre KTK'lerinin mekânsal dağılımında dikkate değer bir desen gözlemlenmiş ve bu değerlerin ÇYT analiziyle de uyumlu olduğu görülmüştür. Nitekim KTK'lerin en yoğun olduğu bölgelerdeki trafik kazalarının diğer bölgelerle benzer özellikler gösterdiği ve bu bölgelerdeki kazaların birbirlerini etkilediği "YY" küme konumuna en fazla 12.00-00:00 (20:00'dan sonra kaza kümeleri seyrekleşmeye başlamıştır) aralıklarında ulaşılmıştır. Sabah saatlerinde ise (06:00-12:00) nispeten daz az "YY" konumu görülürken, trafiğin oldukça seyrekleştiği gece saatlerinde (00:00-06:00) ise bu kümeye rastlanmamıştır. Düşük yoğunluklu KTK'leri temsil eden "DD" konumunun ise akşam ve gece saatlerinde daha belirgin olduğu görülmüştür. En düşük "DD" konumu ise sabah saatlerinde gerçekleşmiştir (Şekil 12-13).

Düşük yoğunluklu noktaların yüksek yoğunluklu noktaların çevresinde olduğunu ya da tersi durumunu ifade eden aykırı değerler ("YD" ve "DY") en fazla gece saatlerinde görülmüştür. Nitekim söz konusu saat aralığında rastgele dağılım gösteren ve herhangi bir bölgede kümelenmeyen KTK'lerin varlığına işaret etmiştir. Bunun yanında AYM analizinin dikkate değer sonuçlarından bir diğeri de beklenenlerden sapmış olan noktaları temsil eden, belirli bir desen göstermeyen ve diğer kategorilerle ilişkilendirilemeyen kazaları temsil eden "anlamsız" değerler olmuştur. Bu değerlere de en fazla sabah saatlerinde ulaşılmıştır. Sabah saatlerinde daha geniş alan kaplamakla birlikte "anlamsız" konumlar trafik akışının daha seyrek olduğu kentsel aktivite alanlarının dışında olmuş, buda trafik yoğunluğuyla ilişkili olarak anlamlı bir küme oluşturacak KTK'lerin olmadığı doğrulanmıştır.

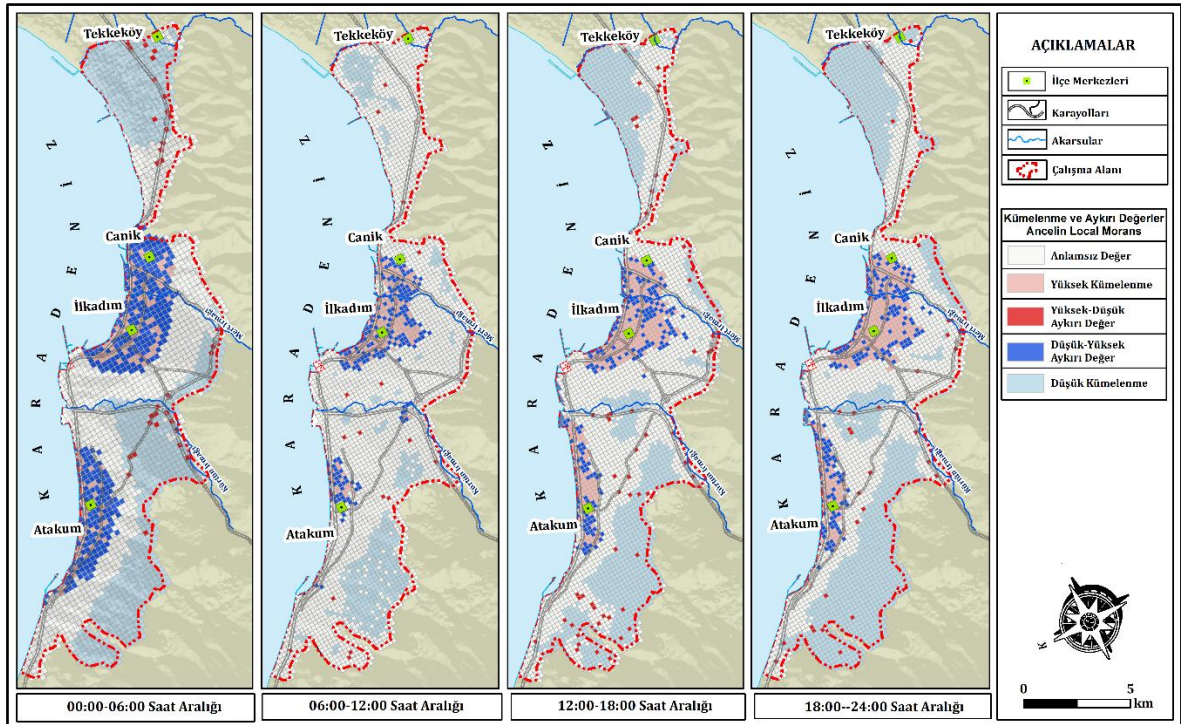
Şekil 12

Ancelin Local Moran'ın I Analizinin Saat Aralıklarına Göre Kümelenme ve Aykırı Değer Sonuç Grafiği



Şekil 13

Kara Yolu Trafik Kazalarının Saat Aralıklarına Göre Ancelin Local Moran'ın I Kümelenme Analiz Haritası



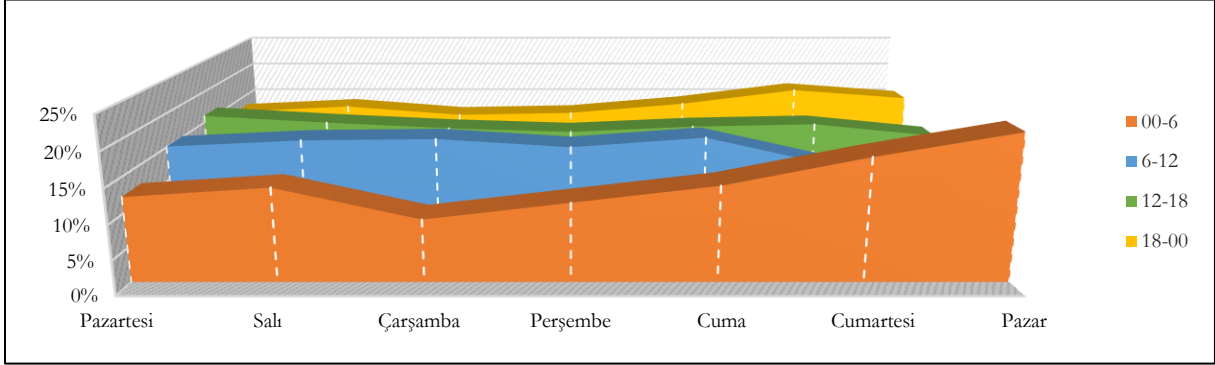
3.3.2. Haftanın Günlerine Göre Kara Yolu Trafik Kazalarının Mekânsal Analizi

KTK'lerin dağılımında gün içerisinde ve haftanın günlerine göre tutarsızlık söz konusudur. Hafta sonlarında trafik kazalarının rekreasyon alanlarında, şehirlerarası yol güzergahlarında, araç sıklığına bağlı olarak hafta içine nispeten daha fazla olduğu yapılan mekânsal benzerlik analizinde ortaya çıkarılmıştır (Şekil 14). Atakum şehrini Samsun Çorum yoluna bağlayan güzergahta hafta

sonları kaza sıklığının daha fazla olduğu görülmüştür. Hafta sonu tatilinde kafelerin, restoranların, barların, mağazaların, gece hayatının, kültürel etkinliklerin ve alışveriş merkezlerinin varlığı özellikle Atakum sahil kesimini sosyalleşme, yeme-içme ve alışveriş için çekici bir yer yapmış, bu da hafta sonları kaza sıklığının bu alanlarda sık olmasına neden olmuştur. Ayrıca Samsun-Çorum yoluna bağlanan Barış Bulvarı, Ankara Bulvarı ve Recep Tayyip Erdoğan Bulvarı gibi güzergahlarda KTK'lerin hafta içine nispeten daha sık olduğu görülmüştür.

Şekil 14

Çalışma Sabasında Kara Yolu Trafik Kazalarının Haftanın Günlerine ve Saat Aralıklarına Göre Dağılışı

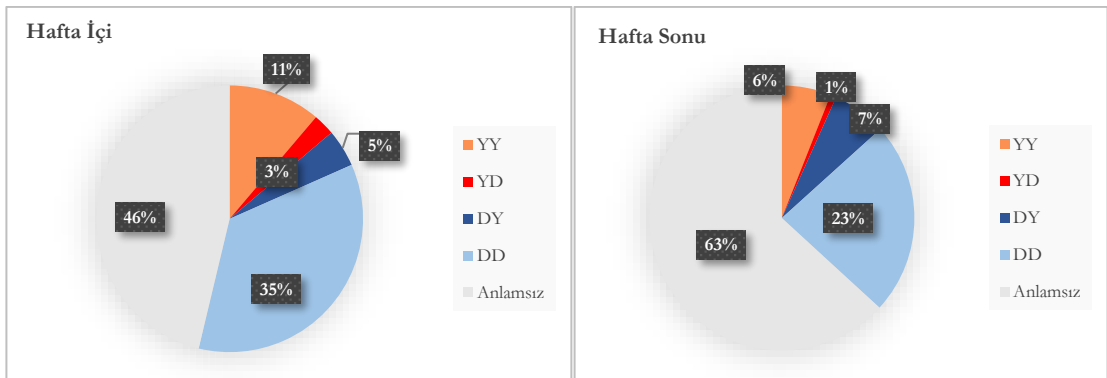


Hafta içi KTK'lar kentsel aktivitenin daha yoğun olduğu ticari alanların ve küçük sanayi sitelerinin kümelendiği yerler ile okul, hastane, kamu ve bazı özel kurumların güzergâhındaki yollarda daha sık meydana gelmiş ve bu yönüyle da hafta sonundan ayrılmıştır.

Hafta içi ve hafta sonunda Samsun şehrinde gerçekleşen KTK'lerin kümelendiği konumların tespitinde AYM analizinden yararlanılmıştır. Analiz neticeleri hafta içi KTK'lerin genellikle şehir merkezlerinde ve yakın çevrelerinde meydana geldiğini göstermiştir. Bu nedenle, kazaların sıkça yaşandığı bu bölgelerde "YY" küme değerlerine hafta sonuna kıyasla hafta içinde daha fazla rastlanmıştır. Hafta sonları ise daha düzensiz bir dağılıma sahip olan KTK'lerde, "Anlamsız" kümeler geniş bir alanı kaplamıştır. Aynı zamanda daha seyrek kazaların kümelendiği konumu gösteren "DD" değerlerinin de hafta içine oranla daha dar alanda konumlandığı görülmüştür.

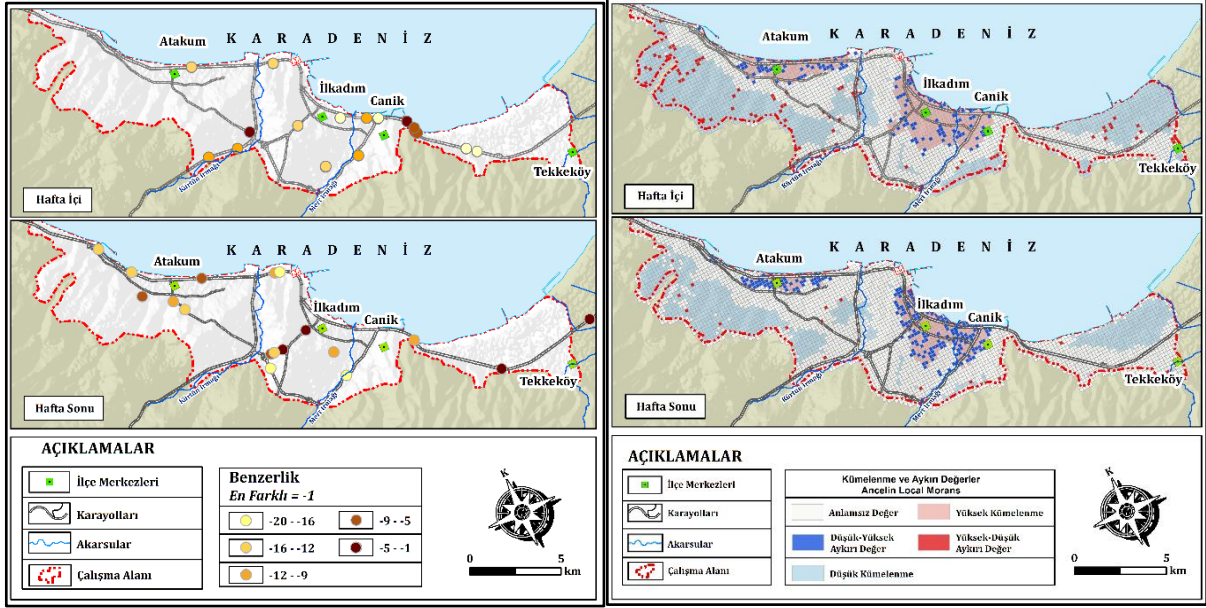
Şekil 15

Ancelin Local Moran'ın I Analizinin Haftanın Günlerine Göre Kümelene ve Aykırı Değer Sonuç Grafiği



Şekil 16

Kara Yolu Trafik Kazalarının Haftanın Günlerine Göre Benzerlik (Solda) Analizi ve Ancelin Local Moran'ın I Kümeleme Analizi (Sağda) Haritaları



3.3.3. Aylara Göre Trafik Kazalarının Dağılımı

Samsun'daki KTK'lerin aylara göre dağılımının mekânsal analizi aralık ayının başından itibaren 3'er aylık gruplar halinde, yani güz, kış, bahar ve yaz olmak üzere toplamda 4 ayrı döneme ayrılarak gerçekleştirilmiştir. Bu gruplandırma, incelenen dönemdeki ayların benzer KTK değerlerine sahip olması nedeniyle yapılmıştır. Radar grafikte ise KTK sayıları her ay için değerlendirilmiştir. Söz konusu tekniklerden yararlanılarak varılan sonuçlarına göre, en fazla KTK'nın yaz döneminde gerçekleştiği belirlenmiştir ve bunu güz dönemi takip etmiştir. Özellikle, Eylül ayının yaz dönemindeki aylara benzer bir KTK sayısına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumun nedeni, yaz döneminde artan trafik yoğunluğunun Eylül ayında da devam etmesidir, çünkü bu dönemde yaz turistlerinin gelmesiyle trafik yoğunluğu artmaktadır.

KTK'lerin aylara göre mekânsal dağılımının tespitinde AYM ve ÇYT teknikleri birlikte değerlendirilmiştir. Buna göre KTK'lerde yoğunlukların dönemlere göre farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir. Nitekim KTK'lerde çok yüksek yoğunluğun en geniş alana yayıldığı Yaz dönemi diğerlerinden ayrılmıştır (Şekil 17).

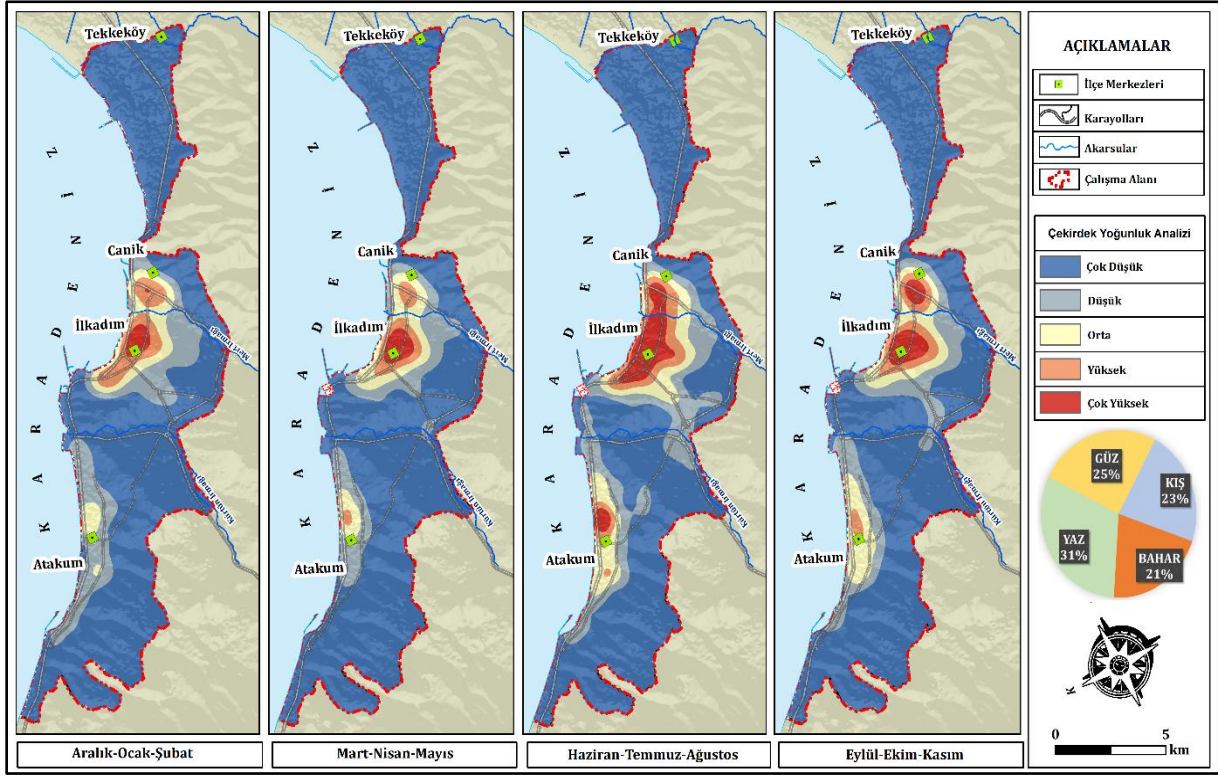
Yaz döneminde Samsun şehrinin çok sayıda ziyaretçiye ev sahipliği yapıyor olması trafik yoğunluğuyla birlikte KTK sayısının artmasına neden olmuştur. Ayrıca KTK'lerin %23'ünün gerçekleştiği Atatürk Bulvarı'nın batıda Sinop, Doğu'da Sarp sınır kapısı arasında şehirlerarası yol vazifesi gören Karadeniz sahil yolunun bir parçası olması da yaz dönemindeki artışta önemli rol oynamıştır. Güz dönemi diğer dönemlere göre nispeten fazla olsa da KTK yoğunluk oranlarının yaz dönemi dışında benzerlik gösterdiği görülmüştür.

KTK'lerin dönemlere göre Mekânsal dağılımında yararlanılan bir diğer teknik olan AYM analizinin "YY" konumlanmış küme değerleri ile ÇYT analizinin yüksek yoğunluk değerlerinin benzerlik gösterdiği görülmüştür. Ancak KTK'lerin dönemlere göre "YY" küme değerlerinde fark daha az olmuştur. Bu da tüm dönemlerde trafik kazalarının sık yaşandığı yerlerin belirli alanlarda yığıldığını göstermiştir. Bununla birlikte bir diğer pozitif kümeleme değeri olan ve en seyrek KTK'lerin toplandığı yeri ifade eden "DD" konumunda dönemler arasında ciddi farklılıklar olduğu görülmüştür. Nitekim yaz mevsimi dışındaki mevsimlerde DD kategorisindeki değerler daha düşük olmuştur. Yaz döneminde özellikle Tekkeköy'ün doğusundaki yerleşim yerlerinin daha seyrek

olduğu sanayi alanlarının yakınında “DD” konumu daha geniş alan kaplamıştır. Bunların yanında “anlamsız” küme değerlerin oranının her dönem için yüksek olması bu alanlarda trafik kazalarının düzensiz bir dağılıma sahip olduğu veya diğer bölgelerle belirgin bir ilişki göstermediği anlaşılmıştır.

Şekil 17

Kara Yolu Trafik Kazalarının Aylara Göre Çekirdek Yoğunluk Tabmini Haritası



3.4. Mekân Zaman Küpü Analizi

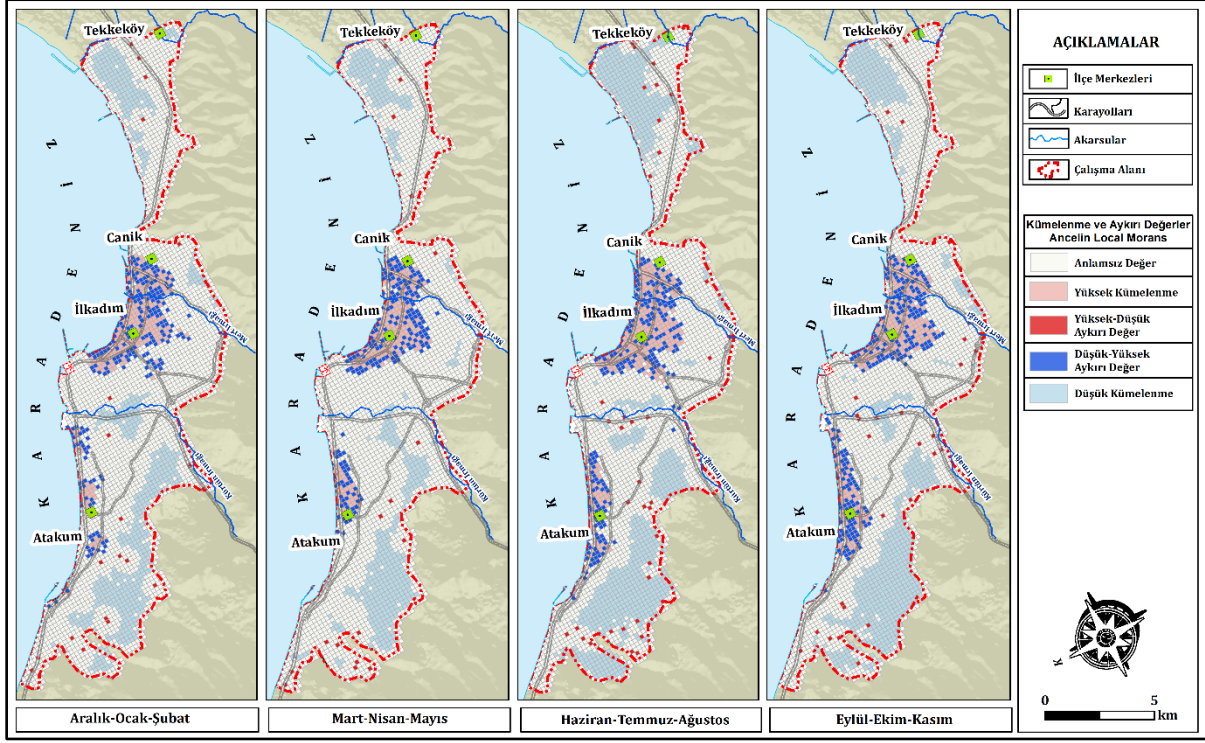
Bu çalışmada, 4.339 tek veya birden fazla araç çarpma kazalarının mekân-zaman küp analizi (MZK) gerçekleştirilmiştir. Bu analiz neticesinde, Şekil 20'de görüldüğü gibi 6 tip model ortaya çıkmıştır. Bu modellerde zaman içinde sıcak noktalar KTK'lerin sık gerçekleştiği konumu, soğuk noktalar ise KTK'lerin en seyrek olduğu konumu göstermiştir. Bunların dışında kalan noktalar ise istatistiksel olarak anlamsız noktaları oluşturmuştur (Şekil 20).

Samsun şehrinde MZK analizi neticesinde zaman içinde KTK'lerin kümelenme gösterdiği sıcak noktalar içerisinde en geniş alana yayılan model “azalan sıcak noktalar” olmuştur. Bu model İlkadım ilçesinin kentsel alanı ile Canik ilçesinin batısındaki İlkadım Bulvarı'nın çevresinde kümelenmiştir. Buna göre sözü edilen konumda son zaman adımı da dahil olmak üzere, zaman adımı aralıklarının %90'ında istatistiksel olarak anlamlı bir sıcak nokta görülmüş, ancak sıcak noktalarda bir azalma eğilimi de gözlemlenmiştir. Bu azalmada bazı kamu kurumlarının Atakum ilçesine taşınması, ticari alanların son zamanlarda Atakum'da da gelişim göstermesi, Atakum'un kentsel gelişimi ile birlikte İlkadım'dan buraya doğru olan kent içi nüfus hareketleri ve tüm bunların trafik yoğunluğunun nispeten düşmesine etkisi muhtemel nedenler olmuştur.

Bir diğer sıcak model, zaman adımı aralıklarının %90'ında istatistiksel olarak anlamlı bir sıcak nokta olan “kalıcı sıcak noktalar”dır. Bu modele göre Tekkeköy dışındaki tüm merkez ilçelerin kümelenme yoğunluğunda zaman içinde fark edilebilir bir artış veya azalma eğilimi görülmemiştir. Bu sıcak noktalar Atakum ilçesinin merkezinde, İlkadım'ın güneyinde ve Canik'te İlkadım Bulvarı çevresinde de kümelenmiştir.

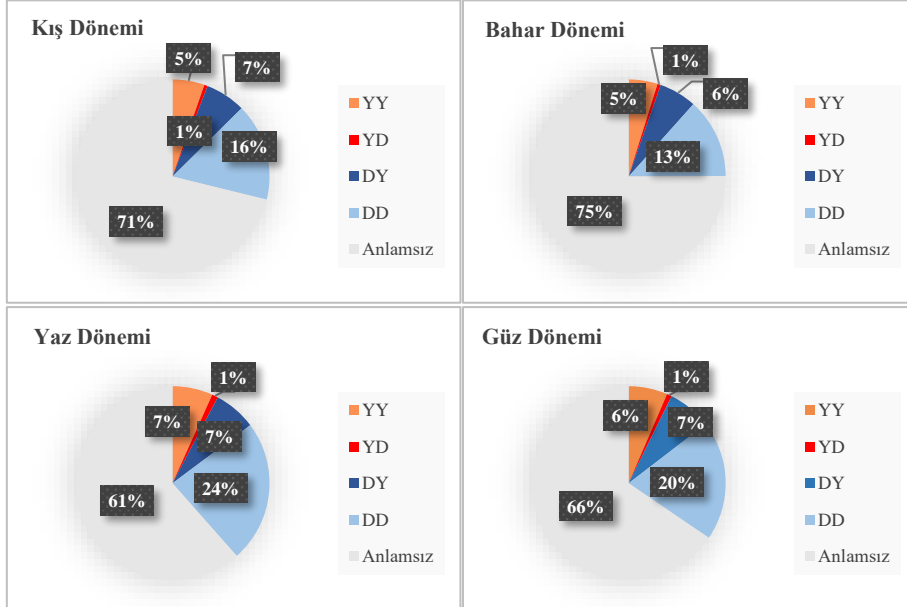
Şekil 18

Kara Yolu Trafik Kazalarının Aylara Göre Ancelin Local Moran'ın I Kümelene Analiz Haritası



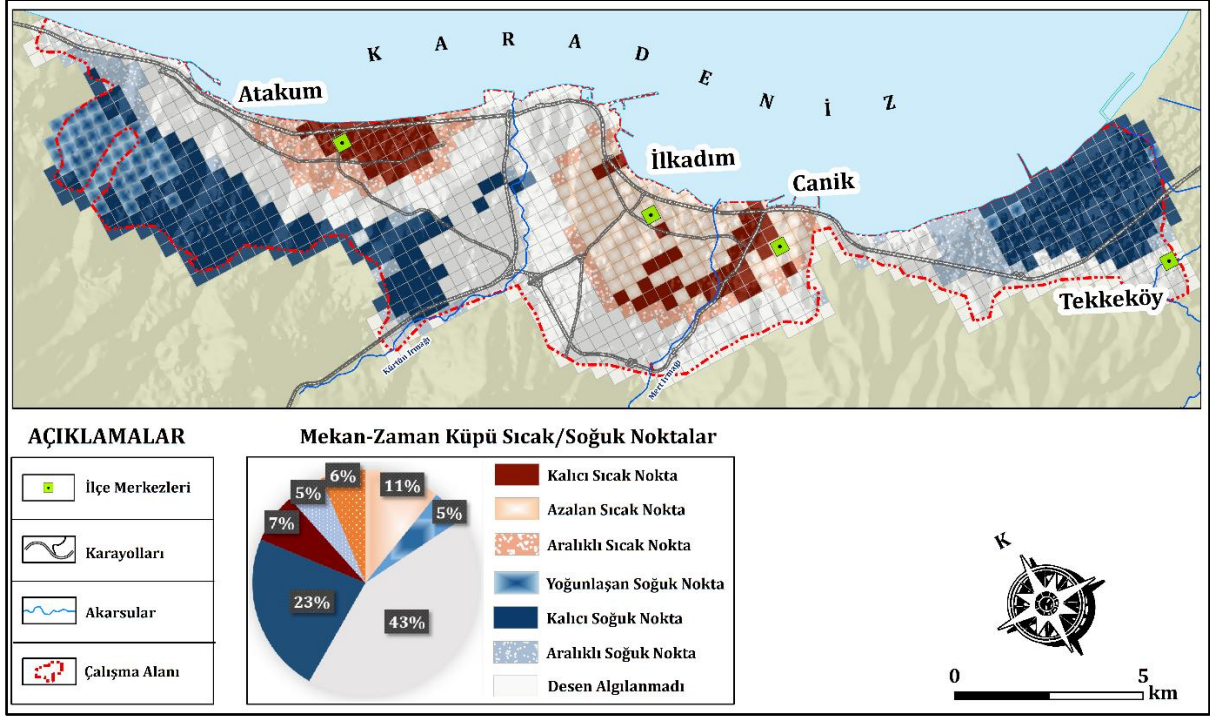
Şekil 19

Ancelin Local Moran'ın I Analizinin Haftanın Günlerine Göre Kümelene ve Aykırı Değer Sonuç Grafiği



Şekil 20

Mekân-Zaman Küpü Sıcak/Soğuk Nokta Analiz Haritası ve Dağılım Grafiği



Samsun şehrinde görülen bir diğer sıcak küme “aralıklı sıcak noktalar” olmuştur. Bu modele göre Samsun şehrinde son adım dâhil zaman zaman kazaların yoğunlaştığı noktaları gösteren bir küme alanı oluşmuştur. Bu kümede süreklilik olmadığından %90'ının azı istatistiksel olarak anlamlıdır. Buradaki soğuk noktaların ise istatistiksel olarak bir anlamı yoktur. Samsun şehrinde en az alan kaplayan bu sıcak noktalar Atakum ilçesinde “kalıcı sıcak noktalar”ı çevreleyen konumda ilçenin yerleşim yerlerinin ve araç trafiğinin nispeten seyrekleştiği kesimde görülmüştür. Diğer merkez ilçelerde ise oldukça dar alanda toplanmıştır.

MZK analizine göre çalışma sahasında yoğunlaşmış, kalıcı ve aralıklı soğuk noktalar (%33). Sıcak noktalara nispeten daha dar alanda kümelenmiştir. En fazla kümelenmenin olduğu model ise “kalıcı sıcak nokta”nın zıttı olan “kalıcı soğuk noktalar olmuştur. Buna göre Atakum ilçesinin ticari ve konut alanlarının biraz daha seyrekleştiği, eğim ve yükselti değerlerinin arttığı güney kesimi ile Tekkeköy ilçesinin kuzey doğusundaki sanayi bölgesinin olduğu alanlarda zaman içinde çok fazla değişim göstermeyen soğuk noktalar kümelenmiştir.

Son zaman adımı da dahil olmak üzere zaman adımı aralıklarının yüzde 90'ı için istatistiksel olarak anlamlı olan ve istatistiksel olarak anlamlı artışı sürdüren bir konumu ifade eden bir diğer model yoğunlaşmış soğuk nokta, Atakum'un güney doğusunda kümelenmiştir. Dolayısıyla burada KTK'lar oldukça seyrek gerçekleşmiş ve bu kazalar zaman içinde azalmaya devam etmiştir. Bir diğer soğuk küme ise sıcak noktanın zıttı olan aralıklı soğuk nokta olup, Tekkeköy ilçesinde kalıcı soğuk noktaların bulunduğu konumun yakın çevresinde küçük bir alanda kümelenmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada, (KTK)'nın kümelendiği sıcak noktaları tespit etmek için zamansal ve mekânsal görselleştirme analizleri kullanılmıştır. İlk olarak, KTK'lerin saat, gün ve aya göre zaman içindeki dağılımları radar ve 3 boyutlu grafikler oluşturularak açıklanmıştır. ÇYT ve AYM analizleri kullanılarak KTK'lerin önce mekânsal analizi gerçekleştirilmiş, ardından bu noktalardaki kazaların saat, gün ve aya göre dağılışı analiz edilmiştir. Böylelikle mekân-zaman sentezinde, kazaların nedenleri üzerinde durulmuştur. Son olarak, “mekân zaman küpü” analizinden yararlanılmıştır.

Böylelikle 2018-2020 yılı içindeki KTK'lerin sıcak ve soğuk noktaları belirlenerek trafik kazalarının azalma veya artma eğiliminde olduğu noktalar tespit edilmiştir. Ayrıca kazaya sebep olan sürücü kusurlarının da mekânsal analizi gerçekleştirilmiştir.

Samsun'da KTK'lerin en sık olduğu saat aralığı okul ve iş çıkışına denk gelen ve trafik yoğunluğunun artış gösterdiği 14:00-20:00'da olmuştur. En fazla KTK'lerin gerçekleştiği gün ise Cumartesi olmuştur. Hafta sonlarında kazalar rekreasyon alanlarında, şehirlerarası yol güzergahlarında, araç sıklığına bağlı olarak hafta içine nispeten daha fazla olmuştur. Nitekim Atakum sahil kesiminde ve Atakum şehrini Samsun Çorum yoluna bağlayan güzergâhta hafta sonları kaza sıklığının daha fazla olduğu görülmüştür. Hafta içi ise KTK'lar ticari alanların ve küçük sanayi sitelerinin kümelendiği yerler ile resmî kurumların güzergâhındaki yollarda daha sık meydana gelerek hafta sonundan ayrılmıştır. KTK'lerin kümelendiği aylar ise Haziran Temmuz ve Ağustos olmuştur. Yaz tatili için gelen ziyaretçilerle birlikte artan trafik yoğunluğu bu kümelenmede önemli rol oynamıştır.

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen analizler KTK'lerin kümelendiği sıcak noktaların araba hacminin ve hızının yüksek olduğu çok şeritli yollarda eğilim gösterdiğini doğrulamıştır. Analizler KTK'lerin kentsel aktivitelerin daha yoğun olduğu kesimlerde yoğunlaştığını göstermiştir. Samsun ilinin nüfus yoğunluğunun en fazla olduğu merkez ilçesi olan İlkadım'da bölünmüş yolların geneli KTK'lerinin sıcak noktaları olarak tespit edilmiştir. Ticari ve yerleşim alanlarının yanı sıra okul ve hastane gibi kamusal alanlarında ilçede sayıca fazla olması bunda önemli rol oynamıştır. Samsun şehrinde Canik ve Atakum'da nispeten sıcak nokta alanları daha seyrek. Canik'te KTK'lar sanayi sitelerinin ve alışveriş merkezlerinin toplandığı yerlerde kümelenirken Atakum'da kentsel alanların yoğunlaştığı Denizevleri Mahallesi ile Yeni Mahalle arasındaki Samsun-Sinop yolu üzerinde (Atatürk Bulvarı) sıklaşmıştır. Bir diğer merkez ilçe Tekkeköy'de ise KTK'lerin kümelendiği alanlar sınırlı kalmıştır.

Ticari, konut, kamu, hastane ve kültürel alanları birbirine bağlayan kavşak noktaları KTK'lerin kümelendiği önemli sıcak noktalar olarak tespit edilmiştir. Özellikle İlkadım'da Atatürk Bulvarı ve 100. Yıl Bulvar söz konusu kentsel aktivite alanlarında kaza riskinin yüksek olduğu kavşak noktalarına sahip yollar olarak öne çıkmıştır. Ayrıca Samsun şehrinin yeni gelişim alanı olan ve konut alanlarının yoğunlukta olduğu Atakum'da Atatürk Bulvarı ve kavşak noktaları da öne çıkan sıcak noktalar olmuştur. KTK'lerin kümelendiği bir diğer riskli yerler Canik ilçesinde alışveriş merkezlerine, sanayi sitelerine ve şehirler arası yollara bağlanan İlkadım bulvarı ve kavşak noktalarıdır. Bu bulvar üzerinde bazı kavşaklarda trafik ışıklarının kullanılmaması (bugün (2024) bu kavşak noktalarında ışıklı trafik işaretleri kullanılmaktadır) veya trafik işaretlerinde fasıllı olarak yanıp sönen kırmızı ya da sarı ışık kullanılması buradaki trafik kazalarının önemli nedenlerinden olmuştur.

MZK analizine göre zaman adımı aralıklarının %90'ında istatistiksel olarak anlamlı bir sıcak nokta olan kalıcı sıcak noktalar, Samsun'da sadece Atakum ilçesinde kentsel aktivite alanlarının daha yoğun olduğu Denizevleri ve Güzelyalı mahallesi arasındaki anayol (Atatürk Bulvarı) üzerinde kümelenmiştir. Samsun'da zaman içinde KTK'lerin kümelenme gösterdiği ve sıcak noktalar içerisinde en geniş alana yayılan bir diğer model "azalan sıcak noktalar"dır. Bu sıcak noktalar İlkadım ilçesinin kentsel alanı ile Canik ilçesinin batısındaki İlkadım Bulvarı'yla sınırlı alanda kümelenmiştir.

Samsun'da trafik yoğunluğunun fazla olduğu alanlarda daha fazla KTK'lar ile karşılaştığı gözlemlenmiştir. Dolayısıyla trafik yoğunluğunu azaltmaya yönelik alınacak tedbirler kazaların azalmasında da önemli rol oynayacaktır. Bu önlemlerden bazıları şunlar olabilir.

En yüksek KTK sayısına sahip olan güzergâh, şehir içinden geçen Atatürk Bulvarıdır. Bu yol aynı zamanda Ordu ve Sinop gibi şehirlerarası yollara da bağlanmaktadır. Dolayısıyla, şehirler arası yolun şehir merkezinin dışına taşınması gerekmektedir. Bu önlem, trafik yoğunluğunu azaltmanın yanı sıra ana yoldaki kaza riskini de düşürecektir.

Toplu taşıma ağlarının güçlendirilmesi, yaygınlaştırılması, daha yüksek kapasitede yolcu taşıyabilecek alternatiflere yönelmesi ve toplu taşımaların teşvik edici ücretlendirmeye sahip olması gibi önlemler bireysel araç kullanımını azaltarak trafik yoğunluğu düşürebilir. Ayrıca Toplu taşıma araçları yol içinde, sağ şeritteki duruklarda mevcut trafik akımını yavaşlatmakta veya kaza riskini arttırmaktadır. Söz konusu riskleri en aza indirmek için otobüslerin yol şeridi dışında yolcu indirip bindirmelerini sağlayacak otobüs cepleri oluşturulmalıdır.

Trafikteki araç sayısı azaltılmasına yönelik bir diğer tedbir trafik akışını zamana yaymakla mümkün olabilmektedir. Bunun için esnek çalışma saatleri, özel veya resmî kurumların işe başlangıç ve çıkış saatleri ile ilgili yapılacak düzenleme işe gidiş ve dönüş zamanlarını yayararak trafik yoğunluğunu azaltabilir.

Samsun'da hız sınırlarının ihlalleri, trafik kazalarının başta gelen sebebidir. Bu ihlallerin önüne geçmek amacıyla, özellikle sıcak noktalara hız tespit kameraları yerleştirilebilir. Ayrıca mevcut ekonomik ve teknolojik altyapının yetersiz olduğu koşullarda bile, gelecekte akıllı araçların trafiğe daha fazla katılması beklenmektedir. Bu araçlar, hız sınırlarını aştıklarında ilgili birimlere (örneğin, Trafik Bölge Trafik Denetleme Şube Müdürlüğü'ne) bildirimde bulunarak caydırıcılıkta önemli bir rol oynayabilirler. Ayrıca mevcut durumda şehirlerarası yolcu otobüslerinde yolcuların güvenliğini sağlamaya yönelik uygulamaya geçirilen hız takip sistemleri mali şartlarda dikkate alınarak toplu taşıma ve bireysel araçlar içinde düşünülebilir. Hız ihlallerinde cezaların caydırıcılığı konusuna da odaklanılmalı ve bu cezalar araç sınıfına göre belirlenmelidir. Böylelikle cezaların, toplumun her kesimi için daha etkili bir caydırıcılığı olacaktır.

Samsun'da meydana gelen KTK'lerin kümelendiği alanların başında hız ihalelerinin ardından kavşak noktaları gelmektedir. Dolayısıyla özellikle çok şeritli yollarda bu sıcak noktalarda araç ve yol güvenliğini sağlayacak tedbirler alınmalıdır. Örneğin sinyalizasyon kavşaklar, köprülülük kavşaklar, ışık ve hız ihlal tespit sistemleri ile kavşaklarda gece aydınlatmaları gibi önlemlerin alınması kaza riskini azaltacaktır.

Samsun'un son yıllarda maruz kaldığı hızlı büyüme, 50 km'yi aşan uzunlukta tek merkezli, çizgisel bir kent yapısının oluşmasına yol açmıştır. Bu durum, hâlihazırda kentte önemli ulaşım problemlerine neden olmakta ve gelecekte de daha da karmaşık sorunlara yol açma potansiyeline sahiptir.

Samsun, son yıllarda hızlı bir büyüme ve gelişme sürecine girmiştir. Bu gelişmenin doğal bir sonucu olarak kent, 50 kilometreyi aşan bir uzunluğa sahip tek merkezli bir çizgisel kent yapısına bürünmüştür. Bu durum, kentte hâlihazırda önemli ulaşım problemlerine yol açmakta ve gelecekte de daha karmaşık sorunlara yol açma potansiyeline sahiptir. Kentin en kısa sürede çok merkezli bir yapıya dönüştürülmesi ve bu sayede özellikle sabah ve akşam saatlerinde yoğunlaşan trafik yükünün dengeli bir şekilde dağıtılması gerekmektedir (Yılmaz, 2011 s. 16). Çok merkezli kent modeli ile kentten farklı bölgelere yayılmış birden fazla çekim merkezi oluşturmak ve bu merkezler arasında güçlü bir ulaşım ağı kurmak amaçlanmalıdır. Modelin uygulanmasıyla birlikte trafik yükünün dengeli bir şekilde dağıtılması, seyahat sürelerinin kısalması ve hava kirliliğinin azalması mümkün olacaktır.

Samsun'un ulaşım sorununu çözmek için tüm paydaşların (belediye, sivil toplum kuruluşları, akademisyenler, vatandaşlar) birlikte hareket etmesi ve kapsamlı bir planlama yapılması gerekmektedir. Bu çalışmanın, Samsun'un ulaşım sorununa çözüm bulma yolunda önemli bir adım teşkil etmesi ve kentin daha yaşanabilir bir hale gelmesine katkıda bulunması umut edilmektedir.

Kaynakça

- Abdel-Aty, M. A. & Radwan, A. E. (2000). Modeling traffic accident occurrence and involvement. *Accident Analysis & Prevention*, (32), 633–642. [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(99\)00110-1](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(99)00110-1)
- Anderson, T. (2007). Comparison of spatial methods for measuring road accident 'hotspots': A case study of London. *Journal of Maps*, 3(1), 55-63. <https://doi.org/10.1080/jom.2007.9710827>

- Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association. *Geographical Analysis*, 27(2), 93-115. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>
- Bailey, T. C. & Gatrell, A. C. (1995). *Interactive spatial data analysis*. Longman Scientific & Technical.
- Bakırcı, M. (2020). Ulaşım ve coğrafya: Türkiye'de ulaşım coğrafyası literatür analizi. *Türkiye Araştırmaları Literatür Dergisi*, 17(34), 381-420. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1112476>
- Berhanu, G. (2004). Models relating traffic safety with road environment and traffic flows on arterial roads in Addis Ababa. *Accident Analysis & Prevention*, 36(5), 697-704. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2003.05.002>
- Bone, C., Wulder, M. A., White, J. C., Robertson, C. & Nelson, T. A. (2013). A GIS-based risk rating of forest insect outbreaks using aerial overview surveys and the local Moran's I statistic. *Applied Geography*, (40), 161-170. <https://doi.org/10.1016/J.APGEOG.2013.02.011>
- 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(11), 2450-2458. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2016.09.002>
- Doğanay, H. & Deniz, M. (2015). Ulaşım sistemleri ve Uşak. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 19(32), 1-26. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/27065>
- Doğru, E. & Aydın, F. (2018, 3-6 Ekim). *Coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla trafik kazalarının analizi: Karabük merkez ilçe örneği* [Bildiri sunumu]. TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, Ankara, Türkiye. http://tucaum.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/280/2018/12/30.Y%C4%B1l.TamMetin27Eseng%C3%BCl-Do%C4%9Fru-Fatih-Ayd%C4%B1n-T%C3%9CCAUM-2018_Bildiri.pdf
- Erdoğan, S. (2009). Explorative spatial analysis of traffic accident statistics and road mortality among the provinces of Turkey. *Journal of Safety Research*, 40(5), 341-351. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2009.07.006>
- Erdoğan, S., Yılmaz, I., Baybura, T. & Gullu, M. (2008). Geographical information systems aided traffic accident analysis system case study: city of Afyonkarahisar. *Accident Analysis & Prevention*, 40(1), 174-181. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2007.05.004>
- Esri. (2024). *Visualize the space-time cube*. <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.4/tools/space-time-pattern-mining-toolbox/emerginghotspots.htm>
- Gatalsky, P., Andrienko, N., & Andrienko, G. (2004, 16-16 July). *Interactive analysis of event data using space-time cube* [Paper presentation]. Eighth International Conference on Information Visualisation, Proceedings, IEEE, London, UK. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1320137>
- Gedamu, W. T., Plank-Wiedenbeck, U. & Wodajo, B. T. (2024). A spatial autocorrelation analysis of road traffic crash by severity using Moran's I spatial statistics: A comparative study of Addis Ababa and Berlin cities. *Accident Analysis & Prevention*, (200), 107535. <https://doi.org/10.1016/J.AAP.2024.107535>
- Harirforoush, H. & Bellalite, L. (2019). A new integrated GIS-based analysis to detect hotspots: a case study of the city of Sherbrooke. *Accident Analysis & Prevention*, (130), 62-74. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.08.015>
- Harris, N. L., Goldman, E., Gabris, C., Nordling, J., Minnemeyer, S., Ansari, S., ... & Potapov, P. (2017). Using spatial statistics to identify emerging hot spots of forest loss. *Environmental Research Letters*, 12(2), 024012. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa5a2f>
- Haybat, H., & Karakaş, E. (2018). An analysis of traffic accidents with spatial statistical methods in Izmir Province. *SSD Journal*, 3(13), 599-617. <https://doi.org/10.31567/ssd.126>

- Ivan, J. N., Wang, C. & Bernardo, N. R. (2000). Explaining two-lane highway crash rates using land use and hourly exposure. *Accident Analysis & Prevention*, 32(6), 787-795. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2006.12.016>
- Kazmi, S. S. A., Ahmed, M., Mumtaz, R. & Anwar, Z. (2022). Spatiotemporal clustering and analysis of road accident hotspots by exploiting GIS technology and kernel density estimation. *The Computer Journal*, 65(2), 155-176. <https://doi.org/10.1093/comjnl/bxz158>
- Karayolları Genel Müdürlüğü. (2022). Yıllık ortalama günlük trafik değerleri. <https://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Istatistikler/Trafik veUlasimBilgileri/22TrafikUlasimBilgileri.pdf>
- Karayolları Genel Müdürlüğü. (2023). Satih cinslerine göre yol ağı. <https://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Bolgeler/7Bolge/IIler/IIISamsun.aspx>
- Levine, N., Kim, K. E. & Nitz, L. H. (1995). Spatial analysis of Honolulu motor vehicle crashes: I spatial patterns. *Accident Analysis & Prevention*, 27(5), 663-674. [https://doi.org/10.1016/0001-4575\(95\)00017-T](https://doi.org/10.1016/0001-4575(95)00017-T)
- Ma, Q., Huang, G. & Tang, X. (2021). GIS-based analysis of spatial-temporal correlations of urban traffic accidents. *European Transport Research Review*, 13(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s12544-021-00509-y>
- Mohammed, S., Alkhereibi, A. H., Abulibdeh, A., Jawarneh, R. N. & Balakrishnan, P. (2023). GIS-based spatiotemporal analysis for road traffic crashes; in support of sustainable transportation Planning. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, (20), 100836. <https://doi.org/10.1016/J.TRIP.2023.100836>
- Osman, A., Owusu, A. B., Adu-Boahen, K. & Atamey, E. (2023). Space-time cube approach in analysing conflicts in Africa. *Social Sciences & Humanities Open*, 8(1), 100557. <https://doi.org/10.1016/J.SSAHO.2023.100557>
- O'sullivan, D. & Unwin, D. (2003). *Geographic information analysis*. John Wiley & Sons.
- Plug, C., Xia, J. C. & Caulfield, C. (2011). Spatial and temporal visualisation techniques for crash analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 43(6), 1937-1946. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.05.007>
- Özçelebi, M. A. & Yılmaz, C. (2020). Samsun'da çeltik üretimi ve pirinç imalat sanayi, *Kesit Akademi Dergisi*, 6(24), 324-349. <http://dx.doi.org/10.29228/kesit.45864>
- Purwanto, P., Utaya, S., Handoyo, B., Bachri, S., Astuti, I. S., Sastro, K., Utomo, B. & Aldianto, Y. E. (2021). Spatiotemporal Analysis of COVID-19 Spread with emerging hotspot analysis and Space-time cube models in East Java, Indonesia. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 2021, 10(3), 133. <https://doi.org/10.3390/IJGI10030133>
- Reddy, C.S., Bird, N.G., Sreelakshmi, S. et al. (2019). Identification and characterization of spatio-temporal hotspots of forest fires in South Asia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(3), 791. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7695-6>
- Sabel, C. E., Kingham, S., Nicholson, A. & Bartie, P. (2005, 24-25 November). *Road traffic accident simulation modelling-a kernel estimation approach* [Paper presentation]. In the 17th annual colloquium of the spatial information research Centre University of Otago, Dunedin, New Zealand. ISBN 1-877139-90-4. http://www.business.otago.ac.nz/SIRC05/conferences/2005 /03_hales.pdf
- Savolainen, P. & Mannering, F. (2007). Probabilistic models of motorcyclists' injury severities in single-and multi-vehicle crashes. *Accident Analysis & Prevention*, 39(5), 955-963. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2006.12.016>
- Shafabakhsh, G. A., Famili, A. & Bahadori, M. S. (2017). GIS-based spatial analysis of urban traffic accidents: Case study in Masyad, Iran. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 4(3), 290-299. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2017.05.005>

- Silverman, BW (2018). *İstatistik ve veri analizi için yoğunluk tahmini*. Routledge.
- Siyavuş, A. E. (2022). Üsküdar'da meydana gelen trafik kazalarının coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla analizi. *Trafik ve Ulaşım Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 65-82.
- Sultani, A. & Askari, S. (2017). Exploring spatial autocorrelation of traffic crashes based on severity. *Injury*, 48(3), 637-647. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.01.032>
- Steenberghen, T., Aerts, K. & Thomas, I. (2010). Spatial clustering of events on a network. *Journal of Transport Geography*, 18(3), 411-418. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2009.08.005>
- Şirin, M. & Ocak, F. (2020). Gümüşhane şehrinde afet ve acil durum toplanma alanlarının coğrafi bilgi sistemleri ortamında değerlendirilmesi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 25(44), 85-106. <https://doi.org/10.17295/ataunidcd.790893>
- Tümertekin, E. & Özgüç, N. (2007). *Ekonomik coğrafya*. Çantay Kitabevi, İstanbul.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2023). *Kara yolu trafik kaza istatistikleri*. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Kara-yolu-Trafik-Kaza-Istatistikleri-2022-49513>
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2023). *Motorlu kara taşıtları istatistikleri*. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=89&locale=tr>
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2024) *Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi*. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>
- Vural, E. (2019). Viranşehir (Şanlıurfa) Şehir merkezi'ndeki trafik kazalarının coğrafi analizi (2013-2017). *Kent Akademisi*, 12(2), 340-363. <https://dergipark.org.tr/download/article-file/784318>
- World Health Organization. (2018) Global status report on road safety 2018 (ISBN: 9789241565684). Social Determinants of Health (SDH). <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684>
- Yılmaz, C. (2011, 13-16 Ekim). *Samsun şehri; kuruluş yeri, nüfus ve kentsel gelişim özellikleri*. [Bildiri sunumu]. Samsun Sempozyumu, Samsun. <https://www.cevdetyilmaz.com.tr/wp-content/uploads/2011-SAMSUN-SEHRI-KURULUS-YERI-VE-KENTSEL-GELISIM-OZELLIKLERI.pdf>
- Yılmaz, C. & Zeybek H. İ. (2016) *Samsun coğrafyası*. Canik Belediyesi Kültür Yayınları. ISBN: 978-605-65683-4-3.
- Xie, Z. & Yan, J. (2008). Kernel density estimation of traffic accidents in a network space. *Computers, Environment and Urban Systems*, 32(5), 396-406. <https://doi.org/10.1016/j.compenurbsys.2008.05.001>