



Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Kentsel Alanlardaki Sıcak Noktaların Haritalanması, Ankara Örneği

Beyza Nur TANRIVERDİ¹, İlker ATMACA^{1*}

¹ Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Yozgat, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihleri:

Geliş tarihi

03.05.2023

Kabul tarihi

23.10.2023

Yayın tarihi

29.12.2023

Anahtar Kelimeler:

Coğrafi Bilgi Sistemleri

Sıcak Nokta Analizi

Nokta Yoğunluğu

Kent Planlama

ÖZET

Coğrafi bilgi sistemleri, coğrafi referanslı kentsel verilerin işlenmesine olanak sağlamaktadır. Kent planlama ve yönetiminde sıklıkla kullanılan coğrafi referanslı veri analizleri gerçek dünya ile odaklanılan konular arasında köprüler kurar, gerçeklik bilgisini geliştirir ve bilgileri mekânsallaştırarak, organize ederek ve normalleştirerek analiz etme, karar geliştirme ve planlama işlemlerini kolaylaştırır.

Her kentte özellikle kalabalık kentlerde trafik kazalarından dolayı çok sayıda can ve mal kaybı meydana gelmektedir. Trafik kazalarının sıklıkla meydana geldiği ya da yoğun bir dizilim gösterdiği sıcak nokta (hot spot) verilerinin analizi ve haritalanması, kent plancıları ve karar vericiler açısından oldukça değerlidir. Bununla birlikte bu tür verilerin analizinde ve haritalandırılmasında kullanılan, kümelenme algoritmaları, yoğunluk değerleri ile karakterize edilen sıcak noktaları keşfetmek için en uygun yöntemlerdendir.

Bu makalede, Ankara ili merkez kentsel yerleşik alandaki trafik kazası sıcak noktaları farklı haritalandırılma yöntemleri ile karşılaştırmalı biçimde sunulmaktadır.

Mapping of Hot Spots in Urban Areas with Geographic Information Systems, Case of Ankara

ARTICLE INFO

Article history:

Received

03.05.2023

Accepted

23.10.2023

Published

29.12.2023

Keywords:

Geographical Information Systems

Hot Spot Analysis

Point Clustering

Urban Planning

ABSTRACT

Geographic information systems enable the processing of geo-referenced urban data. Often used in urban planning and management, geo-referenced data analysis bridges the gap between the real world and the issues of focus, enhances knowledge of reality, and facilitates analysis, decision-making and planning by spatializing, organizing and normalizing information.

In every city, especially in crowded cities, traffic accidents result in the loss of life and property. The analysis and mapping of hot spot data, where traffic accidents occur frequently or show a dense sequence, is very valuable for urban planners and decision makers. However, clustering algorithms, which are used in the analysis and mapping of such data, are one of the most suitable methods to discover hot spots characterized by density values.

In this paper, traffic accident hotspots in the central urban built-up area of Ankara province are presented comparatively with different mapping methods.

1. GİRİŞ

Kentler sanayileşme, ekonomik büyüme ve yeni iletişim ve ulaşım teknolojilerinin gelişimi gibi faktörler nedeniyle sürekli bir gelişim içindedir. Bu gelişim özellikle 21. yüzyılın ilk yıllarından itibaren büyük bir ivme kazanmıştır. Yaşanan hızlı gelişim süreci, önemli ekonomik, sosyal ve çevresel değişiklikleri beraberinde getirmekte ve kentsel gelişim, kamusal politikalar ve kaynakların yönetiminde yeni sorunlar ortaya çıkarmaktadır [1, 2]. Bu tür sorunlar ile başa çıkılabilmesi için ise coğrafi referanslı verilerin toplanması, analiz edilmesi ve karar vericiler için süreci kolaylaştıracak şekilde görselleştirilmesi gereklidir.

ORCID: ilker ATMACA: 0000-0001-9950-2833

*Sorumlu yazar(lar)/Corresponding author(s): ilker ATMACA, Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Yozgat, Türkiye
E-mail: ilker.atmaca@yobu.edu.tr

Bu makaleye atıfta bulunmak için/To cite this article: B. N. Tanrıverdi, İ. Atmaca, "Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Kentsel Alanlardaki Sıcak Noktaların Haritalanması, Ankara Örneği"
Bozok Journal of Engineering and Architecture, vol. 2, no. 2, pp. 44-52, December 2023.

Kentsel alanlarda her gün çok büyük miktarda coğrafi referanslı veri oluşmaktadır. Kentlerin karşı karşıya olduğu trafik kazaları, hava kirliliği, suç olayları ve hastalık ya da virüs yayılımı gibi önemli sorunlarla başa çıkmada bu verilerin kullanılabilir hale gelmesi ile öngörücü ve açıklayıcı veri odaklı modellerin keşfedilmesi çok daha kolay hale gelmektedir [3, 4].

Coğrafi referanslı veriler göz önüne alındığında, veri kümesindeki kentsel sorunların diğer bölgelere göre daha yüksek yoğunlukta meydana geldiği alanların ya da noktaların tespit edilmesi faydalıdır. Bu tür veriler analiz edilirken kentteki yüksek yoğunluk değerine sahip sıcak noktaların (hot spot) tespit edilmesi sık yapılan bir uygulama olarak ortaya çıkmaktadır.

Sıcak noktaların tespit edilmesi, bir kentsel alanın çok boyutlu ve kapsamlı öznelik bilgilerini detaylandırmak için yararlı bir düzenleme tekniği olarak kullanılmaktadır. Düzenlenmiş olan veriler karar vericiler, bilim insanları ve kent plancıları için değerli olan üst düzey mekânsal bilgi özetleri sağlayabilmektedir [5, 6]. Örneğin, bir yerleşim yerinde yaşanan trafik kazalarına ait, kaza türü, kaza sebebi, etkilenen kişi sayısı gibi verilerin sınıflandırılması ve analizi sayesinde o yerleşim yerindeki potansiyel kaza noktaları tespit edilebilir ve gerekli önlemler kolaylıkla alınabilir.

Veri analizleri ile ilgili olarak, sıcak noktaların konumlarının yoğunluklarının ya da büyüklüklerinin ve sıcak noktalar arası etkileşimin görsel olarak ifade edilmesi de önemli bir konudur. Örneğin sıcak noktaların konumlarında ya da yoğunluklarında zaman içinde meydana gelen değişiklikler görselleştirilerek belirli bir sıcak noktanın ortaya çıkmasının farklı bir alandaki diğer sıcak noktanın oluşumunu nasıl etkileyebileceğini yorumlanabilir [7, 8].

Sıcak noktaların mekânsal dağılımının araştırılmasını kolaylaştıran en etkili araçlardan biri Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)'dir [6]. CBS, karar vericilerin, bilim insanlarının ve kent plancılarının kolayca depolanabilen, paylaşılabilen ve yönetilebilen büyük miktarda veriyi muhafaza etmelerine olanak sağlar, veriler arasındaki yakınlığı incelemek üzere veri analizi ve görselleştirme için bir platform sunar ve grafiksel ya da grafiksel olmayan sonuçlar sağlayabilir. CBS kullanımı sıcak noktaların mekânsal olarak dağılım gösteren yapılarına bağlı olarak, verilerin depolanması, güncellenmesi, karşılaştırılması ve mekânsal olarak görüntülenmesi kabiliyetini sağlar [9]. CBS, çeşitli veri ve harita türleri arasındaki bağlantıyı desteklemenin yanı sıra, analiz sonuçlarını görsel olarak gösterebilir, böylece gelişmiş analiz ve hızlı karar verme imkânı sağlar.

2. MATERYAL VE METOT

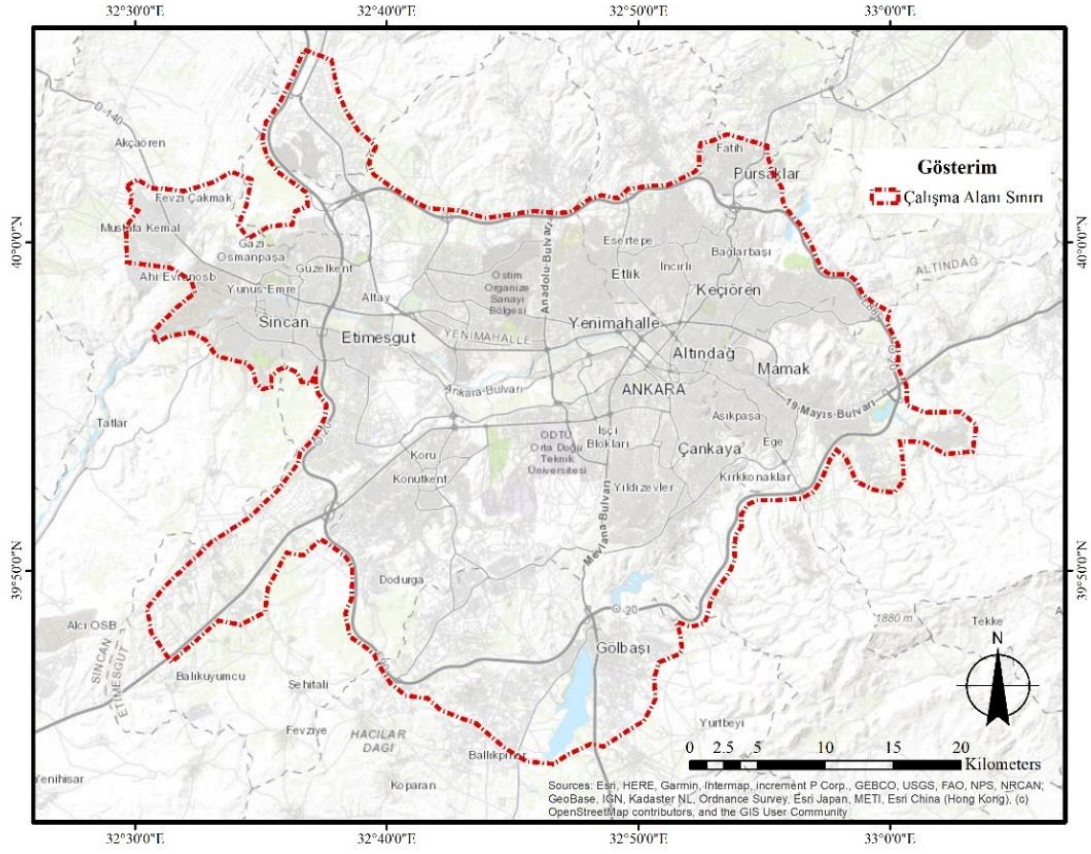
Bu bölümde çalışma alanı için sıcak nokta haritası oluşturma süreçleri detaylı biçimde açıklanmıştır. Bu süreçler aşağıda sunulmuştur.

2.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanını oluşturan Ankara ili merkez kentsel yerleşik alanı $39^{\circ} 55' 31.9188''$ kuzey enlemi ve $32^{\circ} 51' 58.6332''$ doğu boylamının kesişim noktasında bulunmaktadır (Şekil 1.).

Çalışma alanında 2022 yılı verilerine göre toplam 5.187.949 kişi yaşamaktadır. Bu sayı toplam il nüfusunun %89,71'ini oluşturmaktadır.

Ankara il genelinde 2022 yılı itibarıyla 2.387.460 kayıtlı araç bulunmaktadır. Araç sayısı il toplam nüfusu ile kıyaslandığında her 2 kişiye 1 araç düşmekte olup bu değer Türkiye ortalamasının üzerindedir. Bu durum çalışma alanında yaşanan can ya da mal kayıplı trafik kazası sayılarının da görece yüksek olmasına sebep olmaktadır. Sigorta Bilgi Gözetim Merkezi ve Ankara İl Emniyet Müdürlüğü Trafik Denetleme Şube Müdürlüğü verilerine göre son 1 yıl içerisinde çalışma alanında toplam 1091 adet trafik kazası gerçekleşmiştir [10, 11].



Şekil 1. Çalışma alanı

2.2. Veri Oluşturma

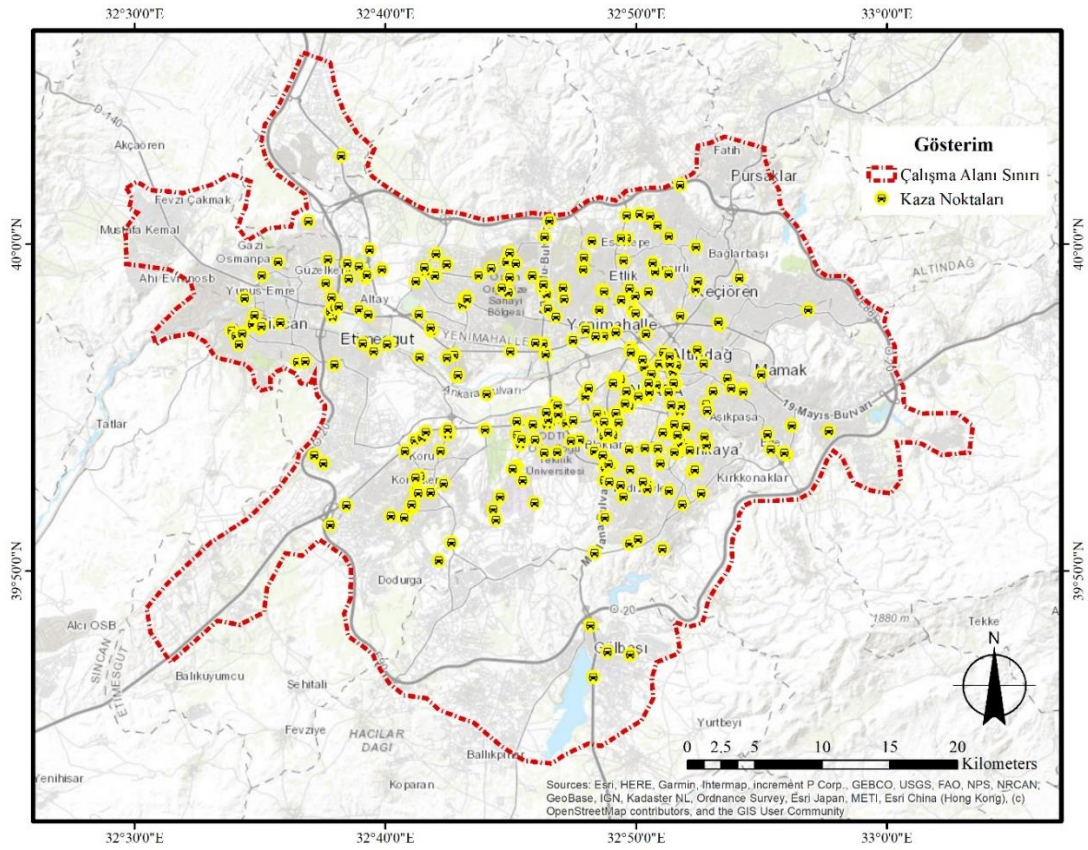
Sıcak nokta haritası oluşturabilmek için öncelikle veri öğelerinin oluşturulması ya da temin edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmadaki sıcak nokta analizleri aşağıdaki veri türlerini içerir:

- Nokta verileri – Bir çalışmada meydana gelen olayların konumları (Trafik kaza noktaları)
- Nokta öznitelikleri – Olayları daha fazla tanımlayan kategorik veya sürekli değişkenler (Kaza türü, etkilenen kişi sayısı, can/mal kaybı bilgileri)
- Tarih bilgisi – Olayların tarihi veya saati
- Diğer değişkenler – Her türden açıklayıcı değişkenler

2.3. Analiz ve haritalama

Sıcak nokta haritaları için gerekli olan analiz adımları şu şekilde sıralanmaktadır.

- Veri setinin oluşturulması: Çalışma alanında son 6 ayda yaşanmış, kayıtlı 292 trafik kazasına ait veriler Sigorta Bilgi Gözetim Merkezi ve Ankara İl Emniyet Müdürlüğü Trafik Denetleme Şube Müdürlüğü'nden temin edilmiştir (Şekil 2.). Veri seti trafik kazalarına ait kaza nokta bilgileri, kaza türü (maddi hasarlı/yaralanmalı/can kaybılı), çarpışma şekli (kafa kafaya/yandan çarpma vb.), etkilenen kişi sayısı gibi konumsal ve istatistik bilgileri içermektedir. Veri seti ArcGis 10.7 yazılı kullanılarak oluşturulmuştur.



Şekil 2. Kaza noktalarının çalışma alanındaki dağılımı

- Temel harita dosyasının oluşturulması: Çalışmaya altlık oluşturacak olan harita ArcGis 10.7 yazılımında bulunan altlık haritalardan eklenmiştir.
- Verilerin mekânsal otokorelasyon ya da kümelenme için test edilmesi: Birbirine yakın noktaların benzer değerlere sahip olma eğilimleri test edilmiştir. Bu işlem için ArcGis 10.7 yazılımı kullanılmıştır.
- Sıcak nokta haritalarının oluşturulması: Kernel Density Estimation (KDE), Getis-Ord (G_i^*) ve Moran's I yöntemleri kullanılarak kaza noktaları ArcGis ortamında görselleştirilmiştir.

Sıcak noktaları harita(lar) kullanarak ifade etmek için farklı yöntemler kullanılmaktadır: Nokta gösterimi, mekânsal elipsler, tematik gösterim, enterpolasyon ve çekirdek yoğunluk tahmini bunların başlıcalarıdır [12, 13].

Nokta haritalamada, coğrafi olguların dağılımları aynı tür noktalar kullanılarak gösterilmektedir. Bu durumda, sıcak nokta belirli bir adresteki bir noktayı ifade etmektedir. Bir alandaki tekil olayların nokta olarak tanımlanması, gözlemcinin görsel algısına bağlı olduğundan algılanma açısından sorunlu olabilir.

Mekânsal elipsler, bir harita üzerinde sıcak noktaları görüntülemek için nokta kümelerinin etrafına standart sapmalı elipsler uygular. Ancak, analiz edilen sıcak nokta türü eliptik bir form izlemediğinde elipsler diğer haritalama teknikleri kadar bilgilendirici olmayabilir [14].

Tematik haritalarda coğrafi sınırlar kullanılarak veriler ve mekânsal ayrıntılar tematik alana göre etkin bir şekilde toplanır. Bu haritalama yaklaşımıyla tespit edilen sıcak noktalar tematik birimlerin şekliyle sınırlıdır; bu da yorumlama yaparken, özellikle de her bir alanın özellikleri hesaba katılmadığında sorunludur [15].

CBS kullanarak sıcak noktaların mekânsal otokorelasyon ya da kümelenme analizinde ve görselleştirilmesinde çeşitli araçlar kullanılmaktadır. Kernel Density Estimation (KDE), Getis-Ord (G_i^*) ve Moran's I bunlardan en sık kullanılanlarıdır [14]. Mekânsal örüntülerdeki sıcak noktaları saptamak için kullanılan bu üç yöntemin karşılaştırması aşağıda verilmiştir (Tablo 1.).

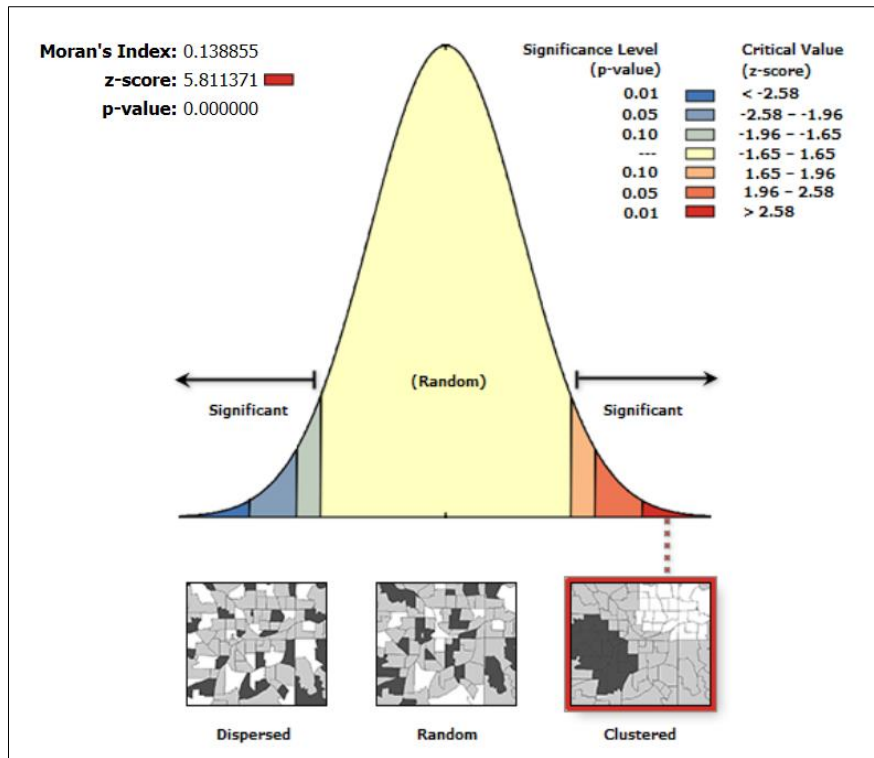
Tablo 1. KDE, Getis-Ord ve Morans's I metodlarının karşılaştırması

Kernel Density Estimation (KDE)	Getis-Ord (G_i^*)	Moran's I
Aykırı değerleri tanımlamaz.	Aykırı değerleri tanımlamaz.	Yüksek-düşük ve düşük-yüksek değerlere sahip aykırı değerleri belirler.
Olasılık yoğunluk fonksiyonunu ölçer, doğrusal mesafe birimi başına yoğunluk cinsinden yalnızca sıcak noktaları tanımlar	Mekansal korelasyonu ölçer, sıcak noktaları ve soğuk noktaları tanımlar	Mekansal korelasyonu ölçer, sıcak noktaları ve soğuk noktaları tanımlar
Merkez yoğunluğunun ölçülmesinde bir bölgenin kendisiyle değil, yalnızca komşularıyla etkileşimini içerir.	Mekansal korelasyonun ölçülmesinde bir bölgenin komşularına ek olarak kendisi ile etkileşimini içerir	Mekansal korelasyonun ölçülmesinde bir bölgenin kendisiyle değil, sadece komşularıyla etkileşimini içerir.
Kümelemenin istatistiksel önemini göstermez	Kümelemenin istatistiksel önemini gösterir	Kümelemenin istatistiksel önemini gösterir
Sıfırdan büyük değerler alabilir	Değerler 0,0 ile + 1,0 arasında değişir	Değerler -1.0 ile + 1.0 arasında değişir

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Kaza noktalarına ilişkin bulgular

Kaza sıcak noktalarını haritalandırmadan önce kaza istatistiklerinin dağılımlarının incelenmesi gereklidir. Bunun için mekânsal otokorelasyon testi yapılmış ve sıcak nokta modelinin kümelenmiş, dağılmış veya rastgele olup olmadığını değerlendirilmiştir (Şekil 3.).



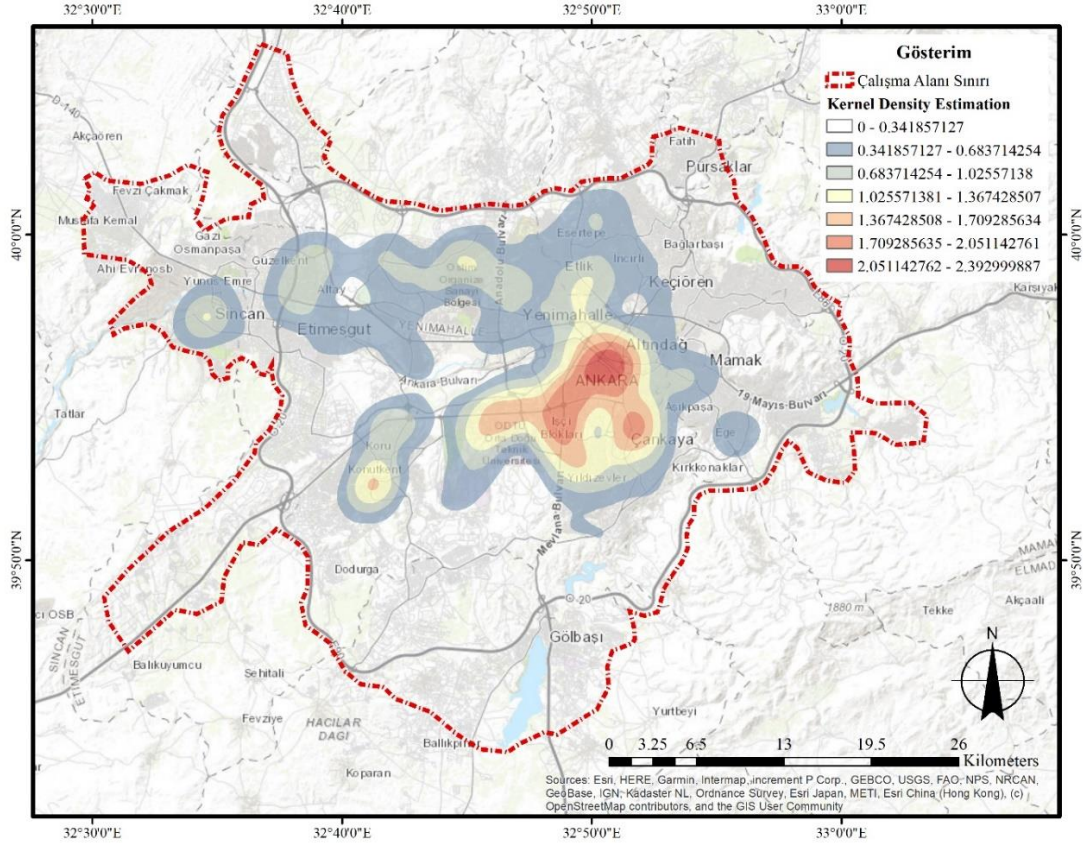
Şekil 3. Mekânsal otokorelasyon test sonuçları

Mekânsal otokorelasyon testi, endeksin önemini değerlendirmek için Moran's I Endeksi değerini ve hem z-değerini hem de p-değerini hesaplamıştır. Hesaplanan p-değerleri, test istatistiği ile sınırlı, bilinen bir dağılım için eğrinin altındaki alanın sayısal tahminlerinden oluşmaktadır. Buna göre 5,811371 hesaplanan z-skoru göz önüne alındığında, modelin rastgele oluşma olasılığının %1'den az olduğu ve modelin bir kümelenme oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır.

3.2. Kernel Density Estimation (KDE)

Çalışma alanındaki kaza noktaları KDE metoduna göre haritalandırıldığında kaza sıcak noktalarının Anıttepe yakın çevresi, Döğol Caddesi, Celal Bayar Bulvarı, Gazi Mustafa Kemal Bulvarı üzerinde en yüksek yoğunluk değerine ulaştığı ve bu yoğunluğun

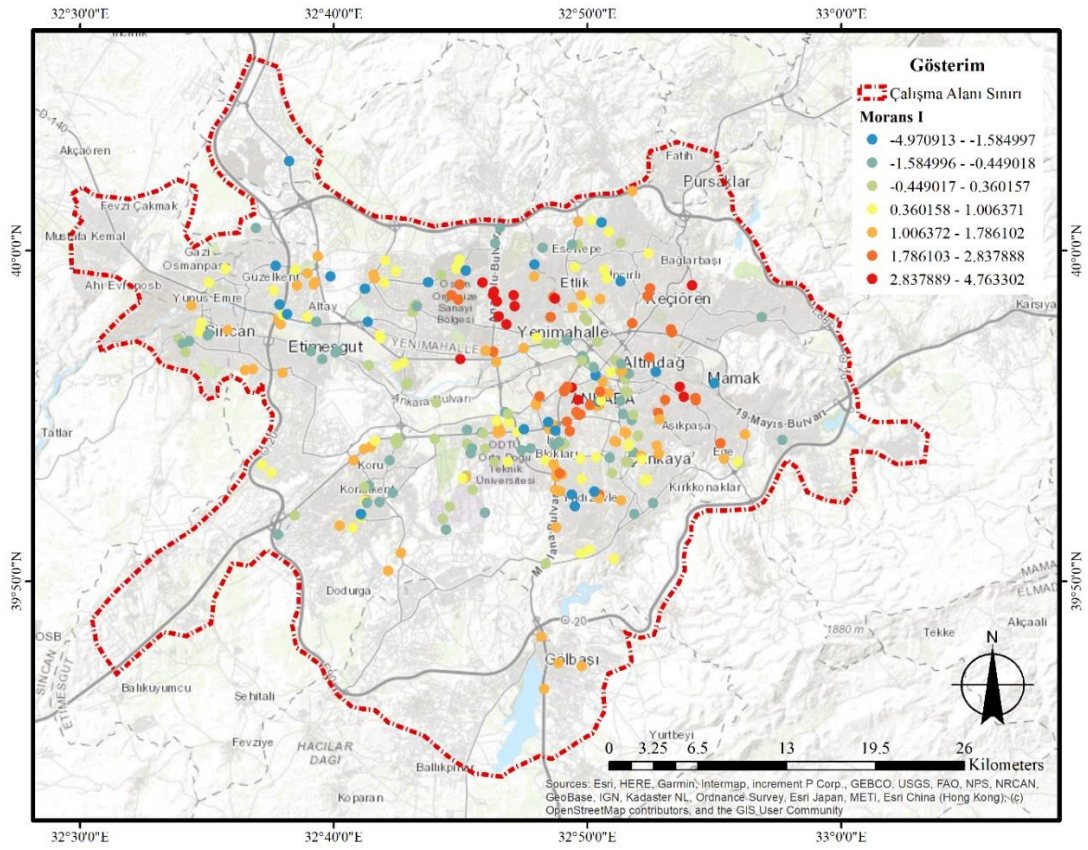
Dumlupınar Bulvarı ve Mevlâna Bulvarı istikametlerinde kademeli biçimde azalış gösterdiği görülmüştür. Kaza istatistiklerinin en düşük olduğu “soğuk” alanlar ise Çevreyolu yakın çevresi ve Gölbaşı yakın çevresidir (Şekil 4.).



Şekil 4. KDE metodu ile oluşturulmuş sıcak nokta haritası

3.3. Moran's I

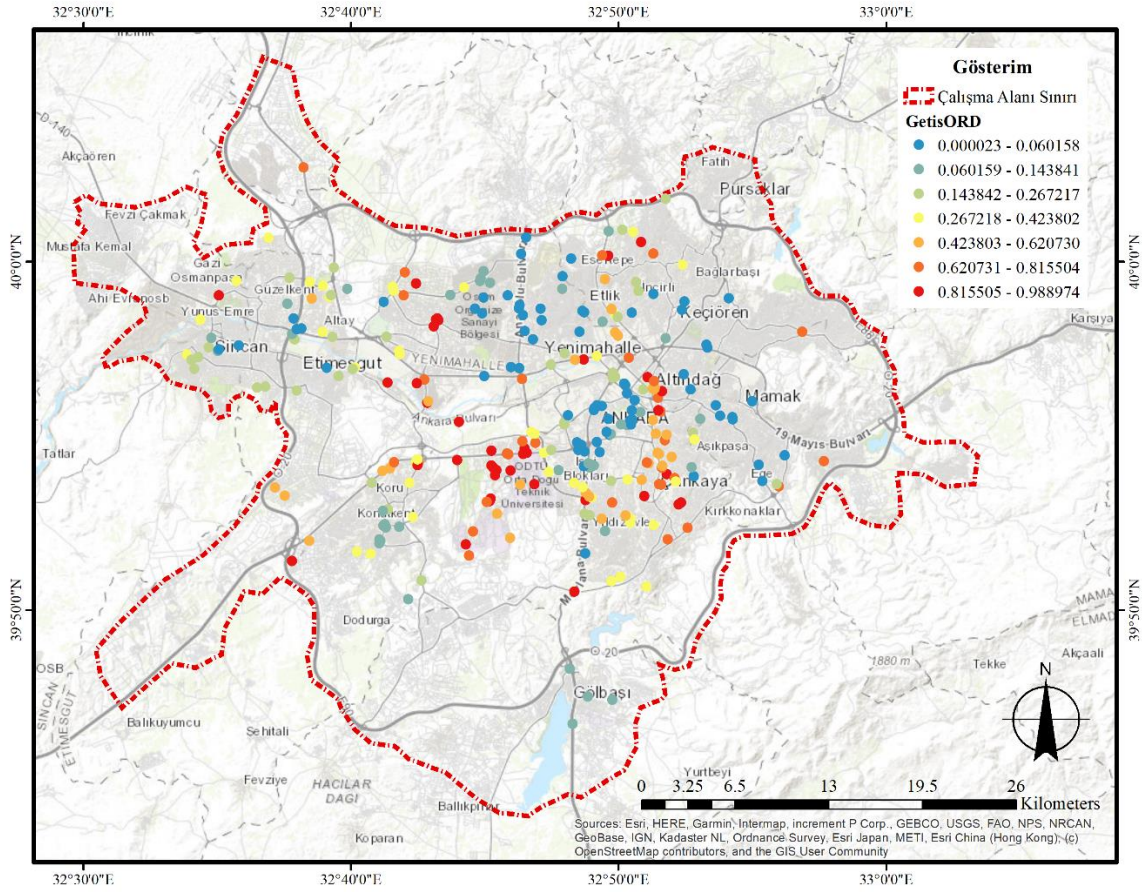
Moran's I yöntemine göre haritalandırılan kaza sıcak noktalarının çalışma alanındaki dağılımı incelendiğinde kaza sıcak noktalarının Anadolu Bulvarı ve yakın çevresi ile Anıttepe yakın çevresinde yoğunlaştığı görülmüştür. Buna karşın Çevreyolu batı bölümü ve İvedik OSB yakın çevresinin kaza istatistiklerinin en düşük olduğu “soğuk” alanlar oldukları görülmüştür (Şekil 5.).



Şekil 5. Moran's I metodu ile oluşturulmuş sıcak nokta haritası

3.4. Getis-Ord (G_i^*)

Getis-Ord (G_i^*) metoduna göre haritalandırılan kaza sıcak noktalarının çalışma alanındaki dağılımı incelendiğinde kaza sıcak noktalarının Altındağ ilçesinde Fatih Sultan Mehmet Bulvarı ve Hipodrom Caddesi yakın çevresinde ve ayrıca Dumlupınar Bulvarı üzerinde yoğunlaştığı görülmüştür. Buna karşın Anadolu Bulvarı, Mevlâna Bulvarı ve Anıttepe yakın çevresi kaza istatistiklerinin en düşük olduğu "soğuk" alanlardır (Şekil 6.).

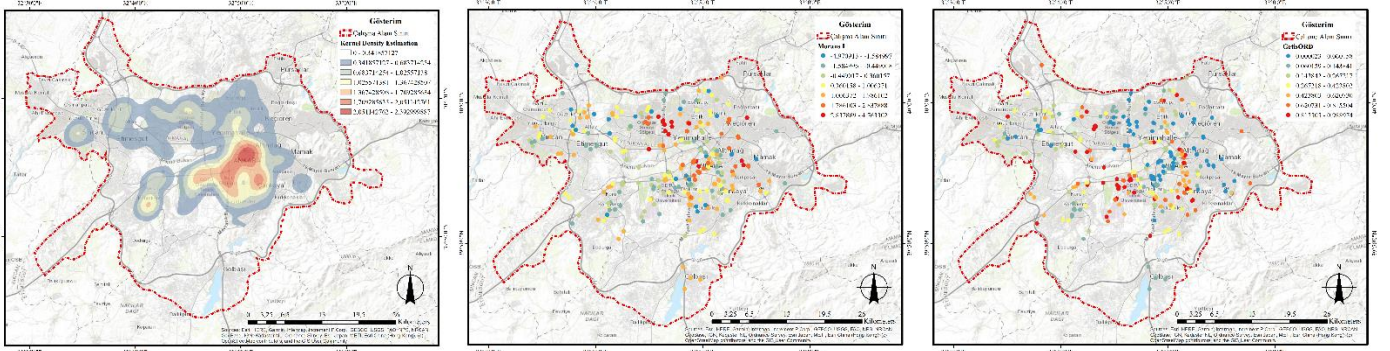


Şekil 6. Getis-Ord metodu ile oluşturulmuş sıcak nokta haritası

4. SONUÇLAR

Kentsel alanlar trafik kazaları gibi ulaşım açısından önemli sorunlarla yüzleşmek zorunda olan alanlardır. Bu ve benzeri önemli sorunlarla başa çıkabilmek için olaylara ait coğrafi referanslı verilerin derlenmesi ve bu verilerin kullanılabilir hale getirilerek analizler yapılması ve olay verilerinin anlamlandırılması kentsel karar vericilerin işini kolaylaştırabilecek bir süreçtir.

Bu çalışmada trafik kazaları sıcak noktalarının analizinde yaygın olarak kullanılan üç farklı yöntem ortaya konulmuş ve sıcak noktaların belirlenmesindeki doğrulukları karşılaştırılmıştır. Buna göre her bir yöntemin farklı bir kümeleme modeli tanımlamasından kaynaklı olarak kaza sıcak noktaları da çalışma alanının farklı noktalarında bulunmaktadır (Şekil 7.).



Şekil 7. Gi metodu ile oluşturulmuş sıcak nokta haritası

Örneğin KDE metoduna göre kaza sıcak noktaları Anıttepe ve çevresinde yoğunlaşmışken, Moran's I metoduna göre Anadolu Bulvarı ve yakın çevresi ile Anıttepe yakın çevresinde yoğunlaşmakta, Getis-Ord metoduna göre ise Fatih Sultan Mehmet Bulvarı ve Hipodrom Caddesi yakın çevresinde ve ayrıca Dumlupınar Bulvarı üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Bu durum sıcak nokta analizinde ya da tahmininde yalnızca bir yöntemle bağlı kalmanın sonuçları etkileyebileceğini göstermektedir. Sıcak nokta analizinde bu yöntemlerin bir kombinasyonunun kullanılması önerilmektedir. Bu yöntemlerden elde edilen karşılaştırılabilir sonuçlar, kümeleme modelleri arasında daha güvenilir yorumların üretilmesinde etkili olacaktır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Bu çalışmada çıkar çatışması bulunmamaktadır.

ETİK

Bu makalenin yayınlanmasında herhangi bir etik sorun bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] N. S. Partigöç, "Sürdürülebilir Kentsel Planlama Süreçlerinde Akıllı Şehir Yaklaşımının Rolü", *Çevre Şehir ve İklim Dergisi*, no. 3, pp. 174-189, 31 Ocak 2023.
- [2] F. F. Bilgili, "Küreselleşmenin Kentlerin Ekonomik Gelişimleri Üzerine Etkileri: Tr 72 Bölgesi Illeri Açısından Bir Karşılaştırma", *Dicle Üniversitesi İktisaid ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, no. 11, pp. 254-280, 10 Ağustos 2021.
- [3] S. K. Misra ve S. Sharma, "Site Suitability Analysis for Urban Development: A Review", *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, no. 3, pp. 3647-3651, 2015.
- [4] J. Martinez, J. Morales ve J. Flacke, "GIS in Sustainable Urban Planning and Management / A Collaborative Planning Framework to Support Sustainable Development", v. M. Martin, M. Javier ve F. Johannes , Dü, Taylor & Francis, 2019, pp. 29-45.
- [5] H. Harirforoush ve L. Bellalite, "A new integrated GIS-based analysis to detect hotspots: A case study of the city of Sherbrooke", *Accident Analysis & Prevention*, pp. 62-74, September 2019.
- [6] T. Grubestic ve A. Murray, "Detecting Hotspots Using Cluster Analysis and GIS", http://www.tonygrubestic.net/hot_spot.pdf. [Erişim Tarihi: April 2023].
- [7] F. Amin ve S. G. Choi, "Hotspots Analysis Using Cyber-Physical-Social System for a Smart City", *IEEE Access*, pp. 122197-122209, 2020.
- [8] M. Shariati, T. Mesgari ve K. Mahboobeh, "Spatiotemporal analysis and hotspots detection of COVID-19 using geographic information system (March and April, 2020)", *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, pp. 1499-1507, 2020.
- [9] C. Y. Chen ve Q. H. Yang, "Hotspot Analysis of the Spatial and Temporal Distribution of Fires", %1 içinde *GISTAM*, 2018.
- [10] Sigorta Bilgi ve Gözetim Merkezi, "Mobil kaza tutanağı yoğunluk raporu", Ankara.
- [11] Ankara İl Emniyet Müdürlüğü Trafik Denetleme Şube Müdürlüğü, "Kaza İstatistikleri", 2022-2023.
- [12] S. Chainey, L. Tompson ve S. Uhlig , "The Utility of Hotspot Mapping for Predicting Spatial Patterns of Crime", *Security Journal*, pp. 4-28, 2008.
- [13] D. Wang, W. Ding, H. Lo ve T. Stepinski, "Crime hotspot mapping using the crime related factors—a spatial data mining approach", *Applied Intelligence* , pp. 772-781, 2013.
- [14] M. Barthel, J. . A. Fava, C. A. Harnanan , P. Strothmann, . S. Khan ve S. Miller, "Hotspots Analysis: Providing the Focus for Action", %1 içinde *Life Cycle Management*, Springer, Dordrecht, 2015, pp. 149-167.
- [15] A. De Sherbinin, Mapping the unmeasurable." *Spatial Analysis of Vulnerability to Climate Change and Climate Variability*", University of Twente, 2014.