

ENGELLİ BİREYLERE ERİŞİM ÇÖZÜMLERİNDE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE AĞ ANALİZ YÖNTEMLERİNİN KULLANIMI; ESKİŞEHİR ÖRNEĞİ

Muammer Tün¹, Emrah Pekkan¹, Onur Kurt², Hakan Uyguçgil¹

1- Eskişehir Teknik Üniversitesi Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü

2- Anadolu Üniversitesi Engelliler Araştırma Enstitüsü

Özet

Uluslararası afet veri tabanına göre (United Nations Office for Disaster Risk Reduction-“UNISDR” / the Emergency Events Database-“EM-DAT”) 2018 yılı içinde doğa kaynaklı afetlerden etkilenen kişi sayısı 61,772,617 kişi olarak raporlanmıştır. Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization- WHO) (2011) verilerine göre, dünya nüfusunun yaklaşık %15'i engelli bireylerden oluşmaktadır. Afet ve acil durum olaylarında, zarar görme olasılıkları diğer bireylere kıyasla çok daha yüksek olmasına karşın, risk azaltma çalışmalarında göz ardı edilen engelli bireyler için uluslararası sözleşmelere uygun çözümlerin geliştirilmesi son derece önemlidir. Afet yönetimi çalışmalarında afetten etkilenen alanın ve nüfusun hızlı bir şekilde belirlenmesine yönelik çalışmalar kriz yönetimi evresinde önem taşımaktadır. Ayrıca olası bir afet öncesinde tehlike alanlarının belirlenmesi, risklerin ve afetlerden etkilenebilecek nüfusun ortaya konması, afetin boyutunu azaltmaya yönelik zarar azaltma çalışmalarının ilk aşaması olarak değerlendirilebilir. Bu çalışmada, afetlerde özel gereksinimli bireylere erişme konusu coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Eskişehir il örneğinde, engelli bireylerin yaşadığı adresler coğrafi konum bilgisi (enlem, boylam) ile ilişkilendirilmiş ve diğer öznitelik bilgileri ile birlikte veri tabanına aktarılmıştır. Bu verinin saklanması, sorgulanması ve analiz edilmesi aşamalarında Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) çözüm tekniklerinden yararlanılmıştır. CBS, ağ analiz yöntemleri kullanılarak zihinsel engelli, bedensel engelli, işitme engelli ve görme engelli bireylerin acil toplanma merkezlerine en hızlı erişebilecekleri ulaşım güzergahları belirlenmiştir. Bu kapsamda ağ analiz yöntemlerinden hizmet alanı yöntemiyle yol ağı üzerinde belirli zaman dilimleri içerisinde afet toplanma merkezlerine ulaşılabilirlik alanları oluşturulmuş ve bu alanlar içerisindeki engelli bireylerin konumları ve sayıları tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar sayısal haritalar oluşturularak yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Engelli Bireyler, mekansal veri, erişim, coğrafi bilgi sistemi.

USING a GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM and NETWORK ANALYSIS METHOD to DEVELOP ACCESSING SOLUTIONS for INDIVIDUALS with DISABILITIES: THE CASE of ESKİŞEHİR

The international disasters database (United Nations Office for Disaster Risk Reduction "UNISDR"/the Emergency Events Database "EM-DAT") estimated the number of people affected by natural disasters in 2018 to be 61,772,617. According to (1), approximately 15% of the global population comprises people with disabilities. Despite being the most vulnerable group during emergencies and disasters, people with disabilities tend to be ignored in risk mitigation efforts, making it vital that solutions be developed for them within the framework of international conventions. Efforts to identify the area and population affected during a disaster are important aspects of disaster management. Prior identification of danger zones and segments of society who would be at the greatest risk in the event of a disaster could be considered as the first step in damage mitigation and disaster impact reduction. This study investigated the issue of accessibility among individuals with special needs during a disaster using a geographic information system (GIS)-based approach. In this study, addresses of individuals with disabilities in Eskişehir were collected along with their geographic location coordinates (latitude and longitude), and the data were compiled into a database along with other attributes. GIS analysis techniques were used to store, query, and analyze the data. Using GIS and network analysis methods, the fastest routes to emergency assembly points were identified for individuals with intellectual, physical, hearing, or visual disabilities. The service area network analysis method was used to establish accessible routes on the road network that would allow the focus population group to reach disaster assembly points in the shortest time. The number of individuals with disabilities in these areas and their locations were identified to aid the analysis. Digital maps were created to interpret the results.

Keywords: Individuals with disabilities, spatial data, accessibility, geographic information systems.

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Dr. Öğr. Üyesi Muammer Tün
Eskişehir Teknik Üniversitesi, Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye.
e-posta: mtun@eskisehir.edu.tr

Geliş tarihi / Received : 03.03.2019, **Kabul Tarihi / Accepted:** 05.04.2019

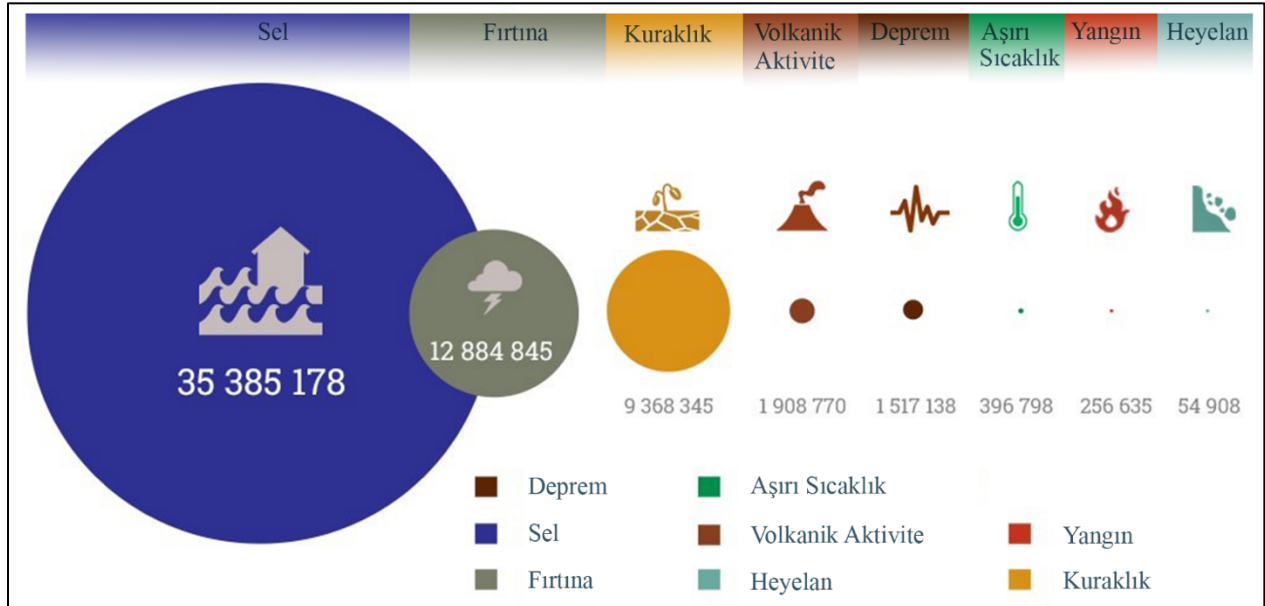
Nasıl Atıf Yapırım / How to Cite: Tün M, Pekkan E, Kurt O, Uyguçgil H. Engelli Bireylere Erişim Çözümlerinde Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Ağ Analiz Yöntemlerinin Kullanımı; Eskişehir Örneği. ESTÜDAM Halk Sağlığı Dergisi. 2019;4(2):88-104. <https://doi.org/10.35232/estudamhsd.534880>

Giriş

Dünya’da meydana gelen afet türleri, sayıları ve afetlerden etkilenen insan sayısı incelendiğinde görülen sonuçların sorunu açık bir şekilde ortaya koyduğu görülmektedir (Şekil 1). United Nations Office for Disaster Risk Reduction-UNISDR’ın yayımladığı istatistiklere göre, 2018 yılı içinde kaydedilen 281 afet olayında, 10773 kişi hayatını kaybetmiş; toplam 61,7 milyon insan bu afetlerden etkilenmiştir (Şekil 1) (<https://www.unisdr.org/archive/63267>).

Sendai Çerçevesi kapsamında Birleşmiş Milletler’e üye ülkelerin afet risklerinin azaltılması için evrensel değerlere uygun, ancak ulusal ve bölgesel gereksinimleri karşılayacak nitelikte önemler alınması gerektiği ifade edilmiş ve risk azaltmaya yönelik çalışmaların yapılması yönünde önerilere yer verilmiştir (2). Özel gereksinimli

bireylerin çeşitli afetler ve acil durumlar karşısında zarar görme olasılığının daha yüksek olduğu bilinmektedir. Özellikle engelli bireylerin daha yüksek düzeyli risk altında olduğunu gösteren örnekler rastlanmaktadır. Örneğin, 2004 Hint Okyanusu Depremi’nin ardından ortaya çıkan Tsunami nedeniyle Andaman Adalarında ortopedik yetersizliği olan 700 bireyin yüksek ve güvenli bölgelere ulaşamadığı için yaşamını yitirdiği belirlenmiştir (3). 2011 Yılında gerçekleşen Büyük Doğu Japonya depreminin ardından engelli bireylerde afete bağlı ölüm oranının toplumun diğer üyelerine kıyasla 4 kat daha fazla olduğu görülmüştür (4). Bu sonuçlar, engelli bireylerin çeşitli afetler ve acil durumlar karşısında zarar görme olasılığının diğer bireylere göre daha yüksek olduğunu göstermektedir.



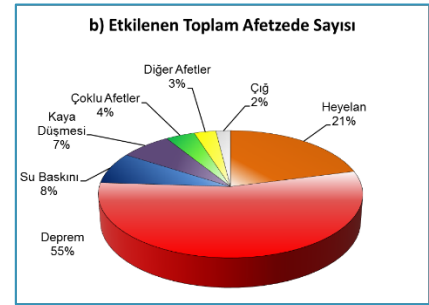
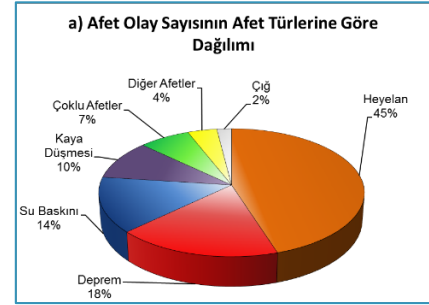
Şekil 1: 2018 yılı içinde meydana gelen afet türlerine göre etkilenen insan sayıları (*United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR), Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), EM-DAT (International Disaster Database)*; Erişim: <https://www.unisdr.org/archive/63267> Erişim Tarihi:11.12.2018)

Ülkemizde yaşanan afet ve acil durum olaylarının çeşitliliği ve meydana gelen olay sayısı dikkate alındığında (5) ortaya çıkan olay türleri ve sayıları (Tablo 1), dünya genelinde meydana gelen olay türleri ve sayılarıyla karşılaştırıldığında, oldukça önemsenmesi gereken rakamların karşımıza çıktığı görülmektedir. Sendai Afet Risk Azaltma

Çerçevesi, (2), “afet riskini anlamak” eylemini gerçekleştirebilmek için, risk haritaları dahil konum bazlı afet risk bilgilerini geliştirmek, periyodik olarak güncellemek ve karar mercilerine, kamuya ve afet riski altındaki topluluklara uygun formatla yaymayı önem arz eden konular arasına almıştır.

Tablo 1: 1950-2008 yılları arasında ülkemizde meydana gelen afet türleri, sayıları ve afetlerde sayıları (5).

	a) Afet Olay Sayısının Afet Türlerine Göre Dağılımı		b) Etkilenen Toplam Afetlerde Sayısı	
	%	Sayı	%	Sayı
Heyelan	45	13494	21	59345
Deprem	18	5318	55	158241
Su Baskını	14	4067	8	22157
Kaya Düşmesi	10	2956	7	19422
Çoklu Afetler	7	2024	4	12210
Diğer Afetler	4	1175	3	9237
Çığ	2	731	2	4384



Tehlikeli durumlar bireyler ya da çeşitli gruplar üzerinde farklı etkiler yaratabilmektedir. Örneğin, yüzme bilen ve hazırlıklı biri için sel ciddi bir tehlike oluşturmazken tekerlekli sandalye kullanan bir birey için yaşamı tehdit eden bir duruma dönüşebilmektedir. Benzer biçimde bir yangın, sigorta hizmeti alan ve evinde yangın alarmı olan biri için bir felaketle sonuçlanmayabilir; ancak, alternatif bir uyarı sistemine sahip olmayan işitme engelli biri için ölümcül olabilir (6). Bu ve benzeri koşullar dikkate alındığında, afet ve acil durum hallerinde engelli bireylerin güvenli alanlara erişimi önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bireyler arasındaki farklılıklar; kimi zaman ek ve/veya farklı önlemler, uyarlamalar ya da müdahaleler

gerektirebilir. Dolayısıyla, afet ve acil durum yönetimi bakımından “özel gereksinimli birey” ifadesi bu noktada karşımıza çıkmaktadır.

Afet ve acil durum yönetimi hizmetlerinin ulaştırılacağı özel gereksinimli gruplar arasında öne çıkan gruplardan birinin engelli bireyler olduğu söylenebilir. Bu çalışma kapsamında ele aldığımız erişebilirlik konusu, sosyal hayata katılabilme ve hayatı bireysel olarak yaşayabilme açısından engelliler için son derece önemli bir konudur. Özellikle kentsel yerleşim alanlarımızda, engelli bireylerin ulaşım sistemlerine erişebilirliğine yönelik yapılan düzenlemelerin eksikliği ve standartlara uygun olarak yapılmayan örnekler

içermesi (7) bu problemi daha da büyüten bir neden olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tüm bu bilgilerden yola çıkarak, bu çalışma kapsamında Eskişehir ili örneğinde, farklı kurum ve kuruluşlardan engelli birey kayıtlarına ulaşılmış ve genel anlamda risk değerlendirmesi

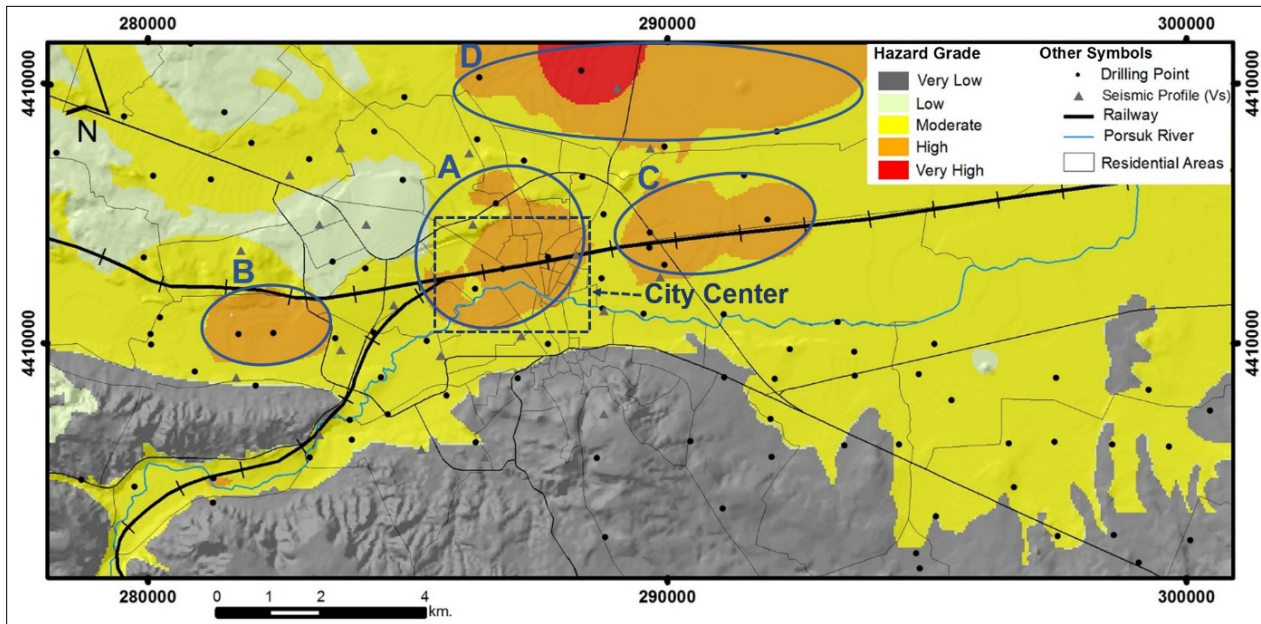
yapılmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak elde edilen bu kayıtların mekânsal veri tabanına kaydedilmesi, gerektiğinde sorgulanması ve bazı jeostatistiksel değerlendirmelerle mevcut durum analizleri yapılmıştır.

Eskişehir İli Deprem Tehlikesi ve Karşılaşılabilecek Riskler

Çalışma alanında, deprem tehlikesinin belirlenmesi için 1900-2018 yılları arasında meydana gelmiş deprem konumları ve bölgedeki aktif fayların uzunlukları ile yaratabileceği deprem büyüklükleri kullanılarak Sismik Tehlike Analizleri yapılmış ve sismik tehlike haritaları üretilmiştir (8). Çalışma bölgesindeki Eskişehir Fay Zonu (EFZ), Anadolu levhasında yer alan iç fay zonlarından biridir (9-12) ve Eskişehir Grabeni (EG) ile yakından ilişkilidir (13-15). Mevcut literatürde, EFZ içindeki aktif

segmentlerin konumları ve bölgedeki ana sismik olaylardan biri olan, 20 Şubat 1956'da Ms=6.4 büyüklüğünde meydana gelen depremin kaynağı detaylı bir şekilde tartışılmıştır (11, 14, 16-18).

Bölgede deprem kaynaklı karşılaşılabilecek önemli risklerin başında sıvılaşma ve zemin büyütmesi gelmektedir. Eskişehir kent merkezi zemin büyütmesi ve sıvılaşma riskleri açısından değerlendirildiğinde (Şekil 2), yüksek, orta ve düşük riskli bölgeler önceki çalışmalarda haritalanmıştır (19).



Şekil 2: Sıvılaşma ve zemin büyütmesi açısından riskli alanları gösteren harita:

Yüksek sismik risk: A bölgesi; yüksek nüfus oranı ve yüksek sismik tehlike, Orta Sismik Risk: B ve C Bölgesi; yüksek olmayan nüfus oranı ve yüksek sismik tehlike, Düşük Sismik Risk: D Bölgesi; Çok az nüfus oranı ve çok yüksek sismik tehlike (19).

Önceki çalışmalarda ortaya konulan bu tehlike ve risk miktarları, bölgede yaşayan engelli bireylerin olası bir afet anında güvenli bölgelere

ulaştırılmasına yönelik risk azaltma planlamalarının yapılmasını gerektirmektedir. Bu çalışmadaki amaç, olası bir afet ve acil durum anında,

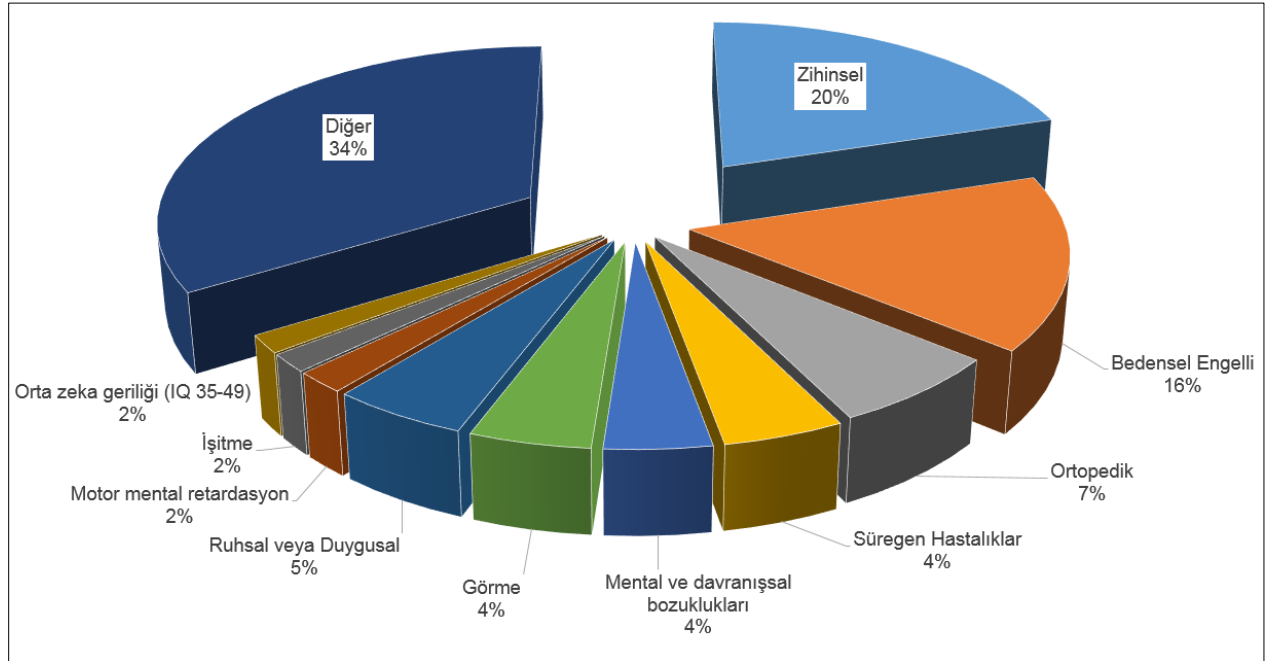
bölgede yaşayan engelli bireylere yönelik arama-kurtarma faaliyetlerinin sağlıklı bir şekilde yönetilmesine yönelik risk azaltma planlamalarına altlık oluşturabilecek mekânsal veri analizlerinin yapılmasıdır. Bu kapsamda, coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak, bu

bireylerin yaşadığı yerlerin sayısal harita üzerinde görüntülenmesi, coğrafi dağılımlarının jeostatistiksel yöntemler ile analiz edilmesi ve ağ analiz yöntemleri kullanılarak çeşitli sorgulamaların yapılmasına yönelik çalışmalar yürütülmüştür.

Gereç ve Yöntem

Bu çalışmada, Eskişehir ilinde 2017 yılında yürütülen “Afetlere Karşı Engelleri Birlikte Aşalım” adlı AB Erasmus+ Projesi kapsamında (20) toplanan engelli bireylere yönelik veriler kullanılarak, engelli bireylerin ikamet adresleri ve gereksinim türleri değerlendirilmiştir. Eskişehir ilinde yaşayan özel gereksinimli bireylerin kayıtlarına bakıldığında toplam 6111 bireyin bilgisine ulaşılmıştır. Bu kayıtların 3170’inin Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler İl Müdürlüğü tarafından tutulduğu, diğer kayıtların ise belediyeler, muhtarlıklar, ilgili sivil toplum kuruluşları gibi farklı kurum ve kuruluşlar tarafından tutulduğu görülmüştür. Toplam kayıt

içinde %20 oranıyla en fazla zihinsel engelli bireylerin olduğu, onu takip eden %16’lık bir oranla bedensel engelli bireylerin geldiği görülmüştür (Şekil 3). İlgili kurumlardan alınan bu konum ve öznel verileri tablo ve metin olarak word, pdf, excell gibi farklı dosya formatlarında olduğundan çeşitli dönüşümlere ihtiyaç duyulmuştur. Ülkemizde konuyla ilgilenen kurumlarda özel gereksinimli bireylere ilişkin herhangi bir konumsal veritabanının olmadığı görülmüştür. Dolayısıyla, format dönüşümünde her bir birey kaydında yer alan adres bilgileri coğrafi koordinatları ile ilişkilendirilmiştir.



Şekil 3: Eskişehir ili özel gereksinimli bireylerin sınıflarına göre yüzde oranları (20).

CBS, mekansal verilerin depolandığı, sorgulandığı ve analiz edilebildiği bir sistem bütünü olarak

geliştirilmiştir (21, 22). CBS, kişi-çevre etkileşiminin mekansal yapısını aktif olarak değerlendirmek için risk altındaki

engelli kişilerin tespit edilmesinin ve tanımlanmasının ötesinde kapasite sağlar (23). Bu kapasitenin biçimi ve etkisinin, afet yönetiminin her evresinde farklı olmakla birlikte geliştirilmesi mümkündür. Günümüzde de birçok alanda kullanılmakta olan CBS'nin en önemli bileşenlerinden birisi veridir. Daha önceden tanımlanmış veri sınıfları dahilinde, öznitelik bilgileri ile birlikte oluşturulan veri tabanının doğru olarak

tasarlanması son derece önemlidir. Coğrafi veri tabanı (Geodatabase) coğrafi veri kümelerini kullanan bir katmandır. Coğrafi veri tabanı, detay sınıf (feature class), öznitelik tabloları (attribute tables), görüntü veri kümesi (raster dataset), ağ veri kümesi (network dataset), topolojiler (topologies) gibi birçok tipte coğrafi veriyi depolayabilir (24).

Konumsal İstatistik Değerlendirme Yöntemi

Çalışmada kullanılan, genellikle Getis Ord G^* istatistiği olarak bilinen Hot Spot Analizi "birçok farklı disiplinleri içeren çalışmalarda (25-30) kullanılmıştır. Bu çalışmada ifade edilen hot spot (sıcak nokta) bölgeleri, Özel Gereksinimli Bireylerin mahalle nüfusları içerisindeki oranlarının, istatistiksel olarak anlamlı şekilde kümelendiği bölgeleri ifade etmektedir. "Cold spot" terimi ise bunun tersi olarak çevresine göre daha düşük orana sahip Özel Gereksinimli Bireylerin bulunduğu bölgeleri ifade etmektedir. Hot spotlar, gözlenen paternin rassal süreçleri

sonucu oluşmadığı; paternin oluşmasında, konumsal süreçlerin etkili olduğu bölgeleri temsil etmektedir (31). Diğer bir değişle yüksek orana sahip değerlerin bulunduğu bölgelerin, konumu ile ilişkili süreçlerden (düşük gelir grubunun, hastanelerin vb. o bölgede kümelmesi gibi) etkilendiğini ifade etmektedir. Çalışmada ArcGIS Dekstop, Hot Spot Analiz (Getis Ord G^*) aracı kullanılmıştır. Bu yöntem, konumsal otokorelasyonun derecesini belirlemek için kullanılan Genel $G(G^*(d))$ eşitliğinin (Eşitlik 1), bölgeselleştirilmiş (Local Autocorrelation) halidir (31).

$$G_i^*(d) = \frac{\sum_j w_{ij}(d)x_j}{\sum_j x_j} \quad (\text{Eşitlik 1})$$

$G^*(d)$ değeri "d" mesafe bandındaki Genel G değerini vermektedir. Eşitlik 1'deki genel G eşitliğindeki x_j her bir komşu özellik sınıfının öznitelik değeri, $w_{i,j}$ ise hedef ve komşu çiftinin (i ve j) konuma bağlı ağırlığıdır. Genel G istatistiği konumsal

otokorelasyonun belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Genel G istatistiğinin, (32) tarafından geliştirilerek, z testinin eklenmesi sonucu, sonuçların istatistiksel olarak anlamlılığı da ortaya çıkarılmıştır. Getis Ord G^* istatistiği, Eşitlik 2'de verilmektedir.

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{i,j}x_j - \bar{X} \sum_{j=1}^n w_{i,j}}{S \sqrt{\frac{n \sum_{j=1}^n w_{i,j}^2 - (\sum_{j=1}^n w_{i,j})^2}{n-1}}} \quad (\text{Eşitlik 2})$$

G_i^* değeri, d mesafesindeki detay (i) nin z skoruna göre standartlaştırılmasının hesabıdır (33). X_j her bir komşunun öznitelik değerini, w_i, j ise hedef komşu i ve j çifti için ağırlık değeri, n , toplam veriseti sayısını, S

Ağ Analiz Yöntemleri

Coğrafi Bilgi Sistemleri'nde ağ analizleri altyapı hizmetleri ve ulaşım için ayrı iki model üzerinde yapılandırılır ve yönetilir. Ulaşım için geliştirilen ağ modeli, ağ veri kümesi (network dataset) olarak tanımlanmaktadır (34). Ulaşım ağ analizleri, en kısa yol, bulunduğum yerden şu adrese nasıl giderim gibi sorulara yanıt aldığımız, akıllı cep telefonları ve navigasyon cihazları ile günlük hayatımızda sıkça kullandığımız bir yöntemdir. Ağ veri kümeleri ulaşım ağlarının gerçekçi biçimde modellenmesini ve bu modeller üzerinde güzergâh analizleri gerçekleştirilmesini sağlar. Ağ veri kümesine yol (yol orta çizgisi) ve kavşaklardan oluşan ağ yapısına ek olarak dönüş kurallarına da gereksinim duyar. Yollar ve kavşaklar ağ

Bulgular ve Analizler

Bu çalışmada, öncelikli olarak engelli bireylerin mevcut kayıtlardaki adres bilgileri kullanılarak, coğrafi konumları enlem ve boylam olarak belirlenmiştir. Elde edilen sayısal harita üzerinde, bireyler engelli gruplarına göre farklı simgeler ile gösterilmiştir. Mevcut veri tabanındaki 6111 kayıt yeniden derlenmiş ve sadece bedensel, zihinsel, görme, işitme engelli olarak tanımlanan 4 grup jeoistatistiksel değerlendirmelerde kullanılmıştır. Bu 4 engelli grupta yer alan toplam kişi sayısı 3541'dir. Bu kişiler arasında sayısı en fazla olan grup %48 oranı ile bedensel engelliler, ardından %42 oranı ile zihinsel engellilerdir. Görme

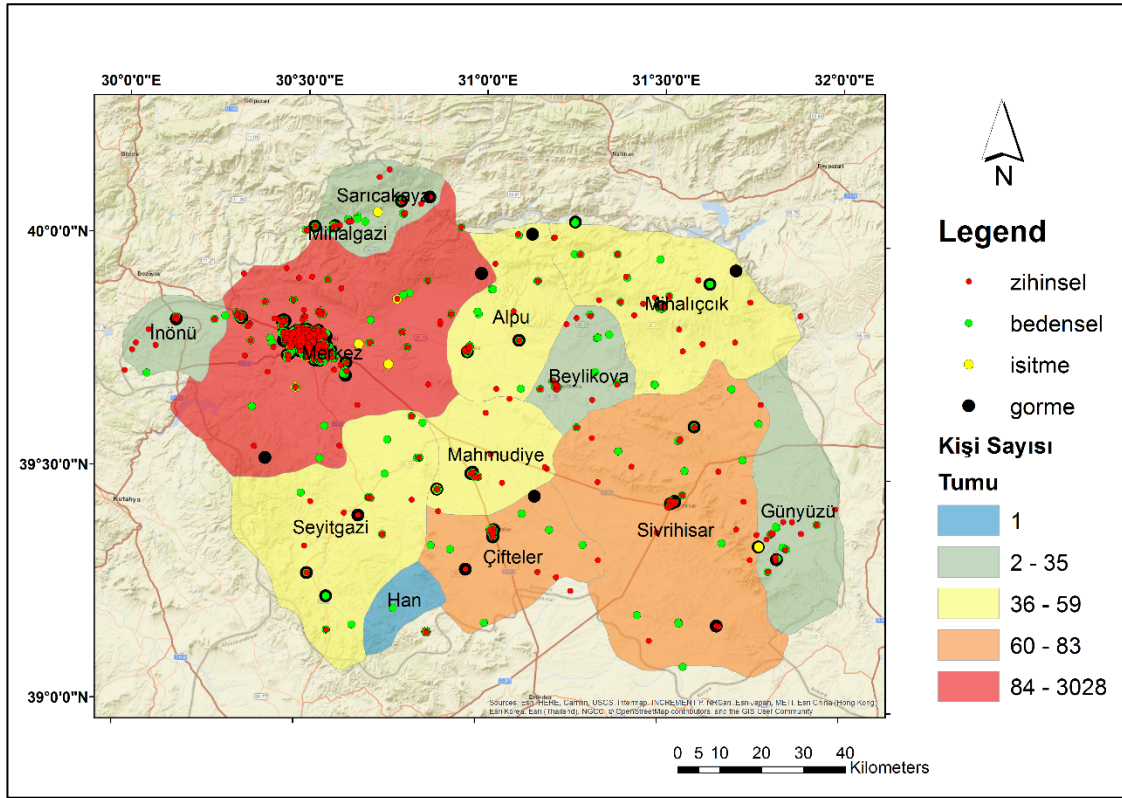
standart sapma değerini, X^- ise ortalamayı ifade etmektedir. Bu çalışma kapsamında w_i, j değerleri için ağırlıklı yakınlık matrisi oluşturulmuş ve kullanılmıştır.

veri kümesinin temel yapısını oluşturur. Ulaşım ağı analizlerinde maliyet (cost); uzaklık, sürüş zamanı, yürüme zamanı, yakıt maliyeti vb. öznitelik değerleridir. Örneğin en kısa yol analizinde, maliyet uzaklık değeri olurken, en çabuk yol analizi için sürüş ya da yürüme zamanı kullanılır (35).

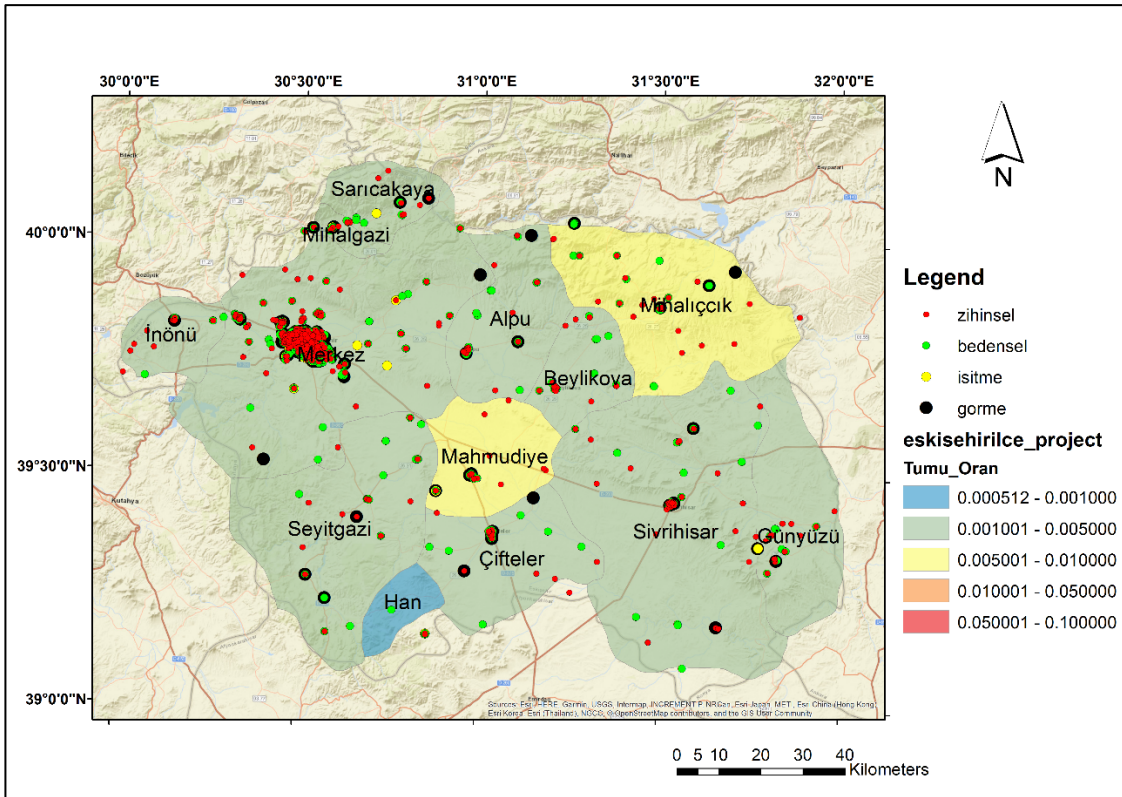
Coğrafi Bilgi Sistemleri ulaşım ağı analizlerinde en kısa yol analizlerinin yanı sıra, en çok kullanılan ağ analizleri dağıtım-toplama araçları için rota planlama ve optimizasyonu, en yakın hizmet yeri tespiti ve hizmet alanı analizleri sıralanabilir. Çalışmada maliyet olarak zaman ve mesafe kullanılarak rota optimizasyonu ve hizmet alanı analizleri yapılmıştır.

engelli oranı %7, işitme engelli oranı ise %3'tür.

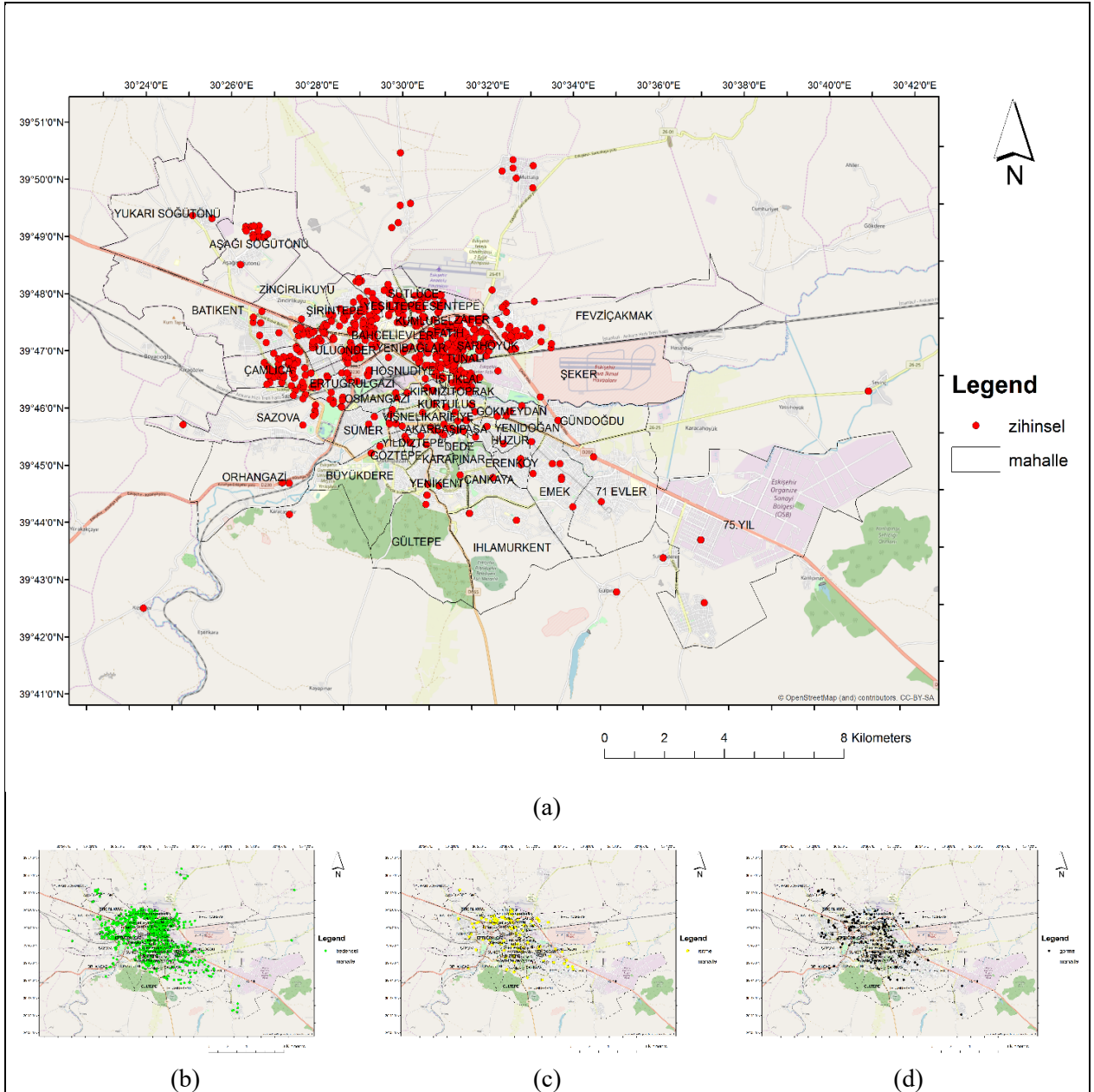
İlk olarak bu kişilerin, Eskişehir ilindeki ilçelere göre sayıları haritalanmıştır (Şekil 4). Çalışmada ele alınan engelli bireylerin toplam sayılarının ilçe nüfusuna oranına göre dağılımlarına bakıldığında, Mihaliçcık ve Mahmudiye ilçelerinde diğer ilçelere göre daha yüksek bir oran olduğu görülmüştür (Şekil 5). Mevcut verilere göre, engelli bireylerin kent merkezindeki sayısının 3028 kişi olduğu görülmüş ve bu bireylerin kent merkezindeki mahallelere göre dağılımları haritalanmıştır (Şekil 6).



Şekil 4: Engelli birey sayılarının ilçelere göre dağılımını gösteren harita



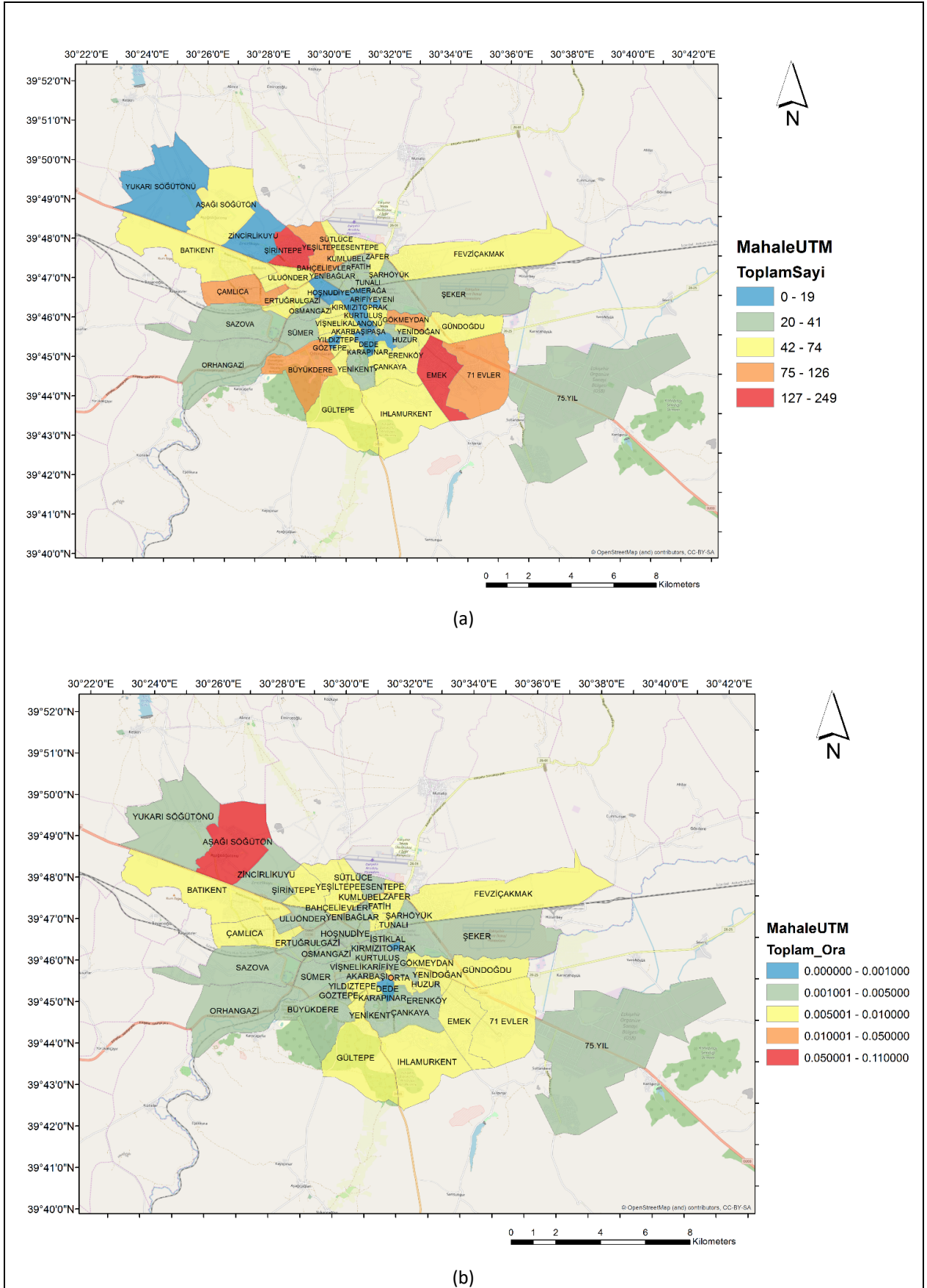
Şekil 5: Engelli birey sayılarının tüm ilçe nüfusuna oranının ilçelere göre dağılımını gösteren harita.



Şekil 6: Eskişehir kent merkezinde yaşayan engelli bireylerin yaşadıkları yerlerin mahallelere göre dağılım haritası a. Zihinsel engelli; 1490 kişi, b. Bedensel engelli; 1707 kişi, c. İşitme engelli; 115 kişi d. Görme engelli; 229 kişi

Engelli bireylerin mahalle sınırları esas alınarak her bir mahalledeki toplam sayıları incelendiğinde Emek ve Şirintepe mahallelerinde engelli birey sayısının diğer mahallelere göre daha fazla olduğu

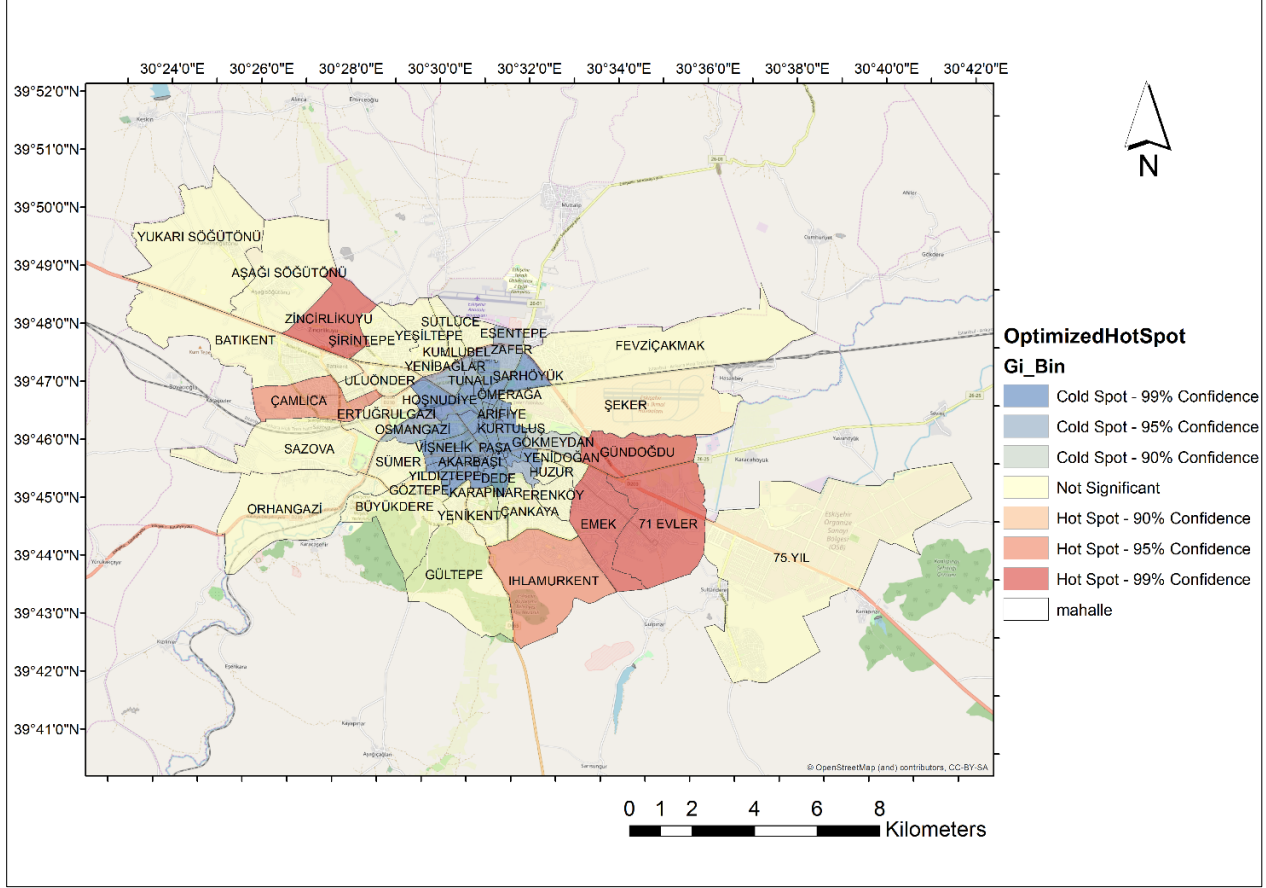
görülmüştür (Şekil 7a). Mahalledeki toplam engelli birey sayısının toplam mahalle nüfusuna oranına baktığımızda Aşağı Söğütönü mahallesindeki oranın %11'e kadar yükseldiği görülmüştür (Şekil 7b).



Şekil 7: Eskişehir kent merkezinde yaşayan engelli bireylerin mahallelere göre dağılımlarını gösteren harita (a) Her bir mahalleye düşen toplam engelli birey sayısını gösteren harita (b) Her bir mahalleye düşen engelli birey sayısının toplam mahalle nüfusuna oranını gösteren harita.

Mahallelerdeki toplam engelli sayılarının toplam mahalle nüfusuna oranı dikkate alınarak hot spot – cold spot analizi yapılmıştır. Bu analizde bir mahalledeki engelli birey oranının komşu mahalledeki engelli birey oranı ile olan

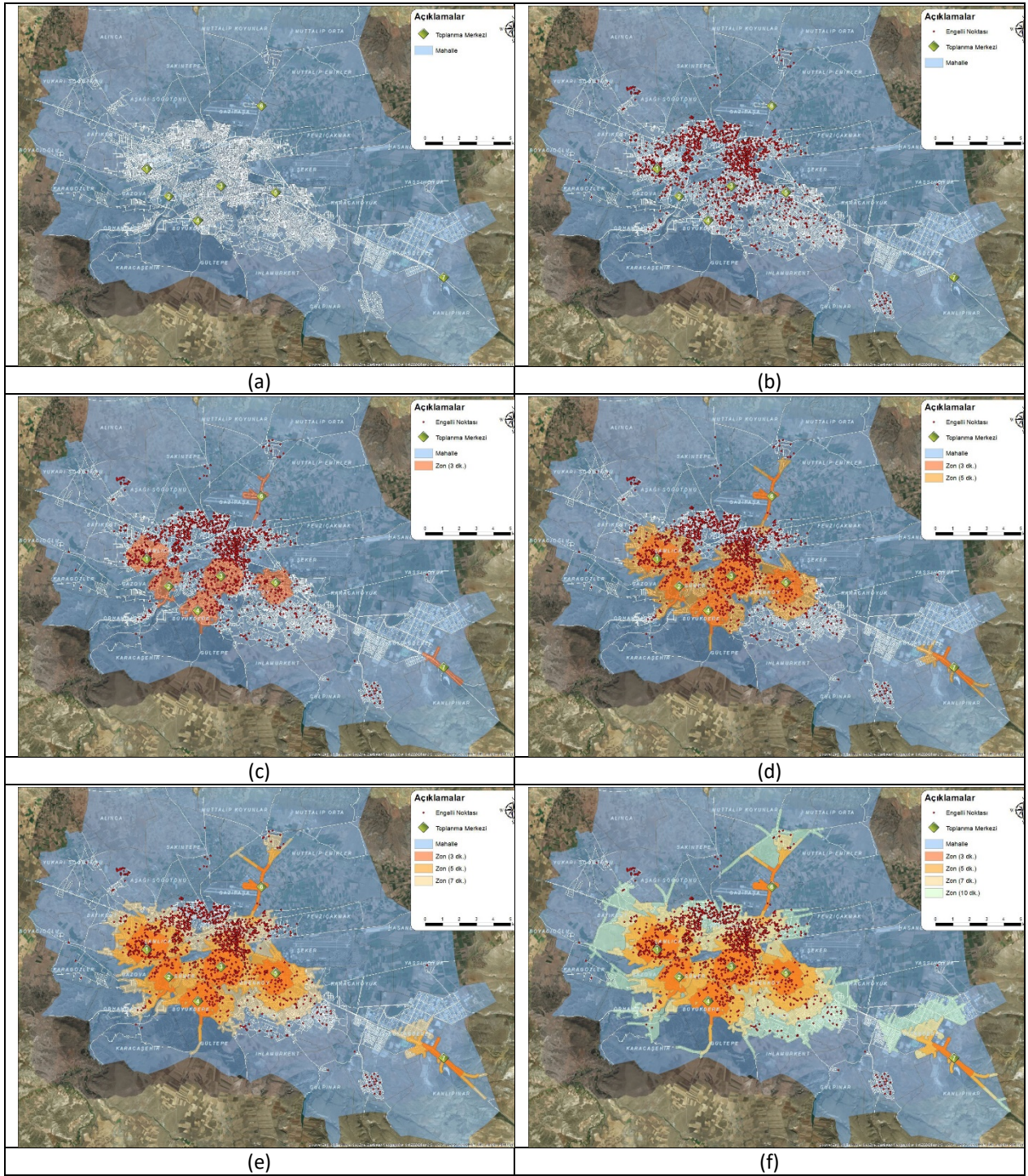
ilişkileri incelenmiş olup yüksek engelli oranına sahip mahallerin yan yana bulunduğu bölgeler (Hot Spot) ve düşük engelli oranına sahip mahallerin yan yana bulunduğu bölgeler (Cold Spot) belirlenmiştir.



Şekil 8: Eskişehir kent merkezinde yaşayan engelli bireylerin farklı mahallelere göre oransal dağılımları için hot spot-cold spot analiz sonucu haritası.

Son olarak, CBS ağ analiz yöntemleri kullanılarak 4 farklı engelli birey grubunun acil toplanma merkezlerine en hızlı erişebilecekleri ulaşım güzergahları belirlenmiştir. Bu kapsamda ağ analiz yöntemlerinden hizmet alanı yöntemi ile yol ağı üzerinde belirli zaman dilimleri içerisinde daha önceden tanımlanan acil toplanma alanlarına 3 dk, 5 dk, 7 dk ve 10 dk içinde ulaşılabilirlik zonları oluşturulmuş ve bu zonlar içerisindeki engelli bireylerin konumları ve sayıları tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar sayısal haritalar oluşturularak yorumlanmıştır (Şekil 9). Hizmet alanı yöntemi ile afet ve acil durum anında operasyonel bir faaliyetin

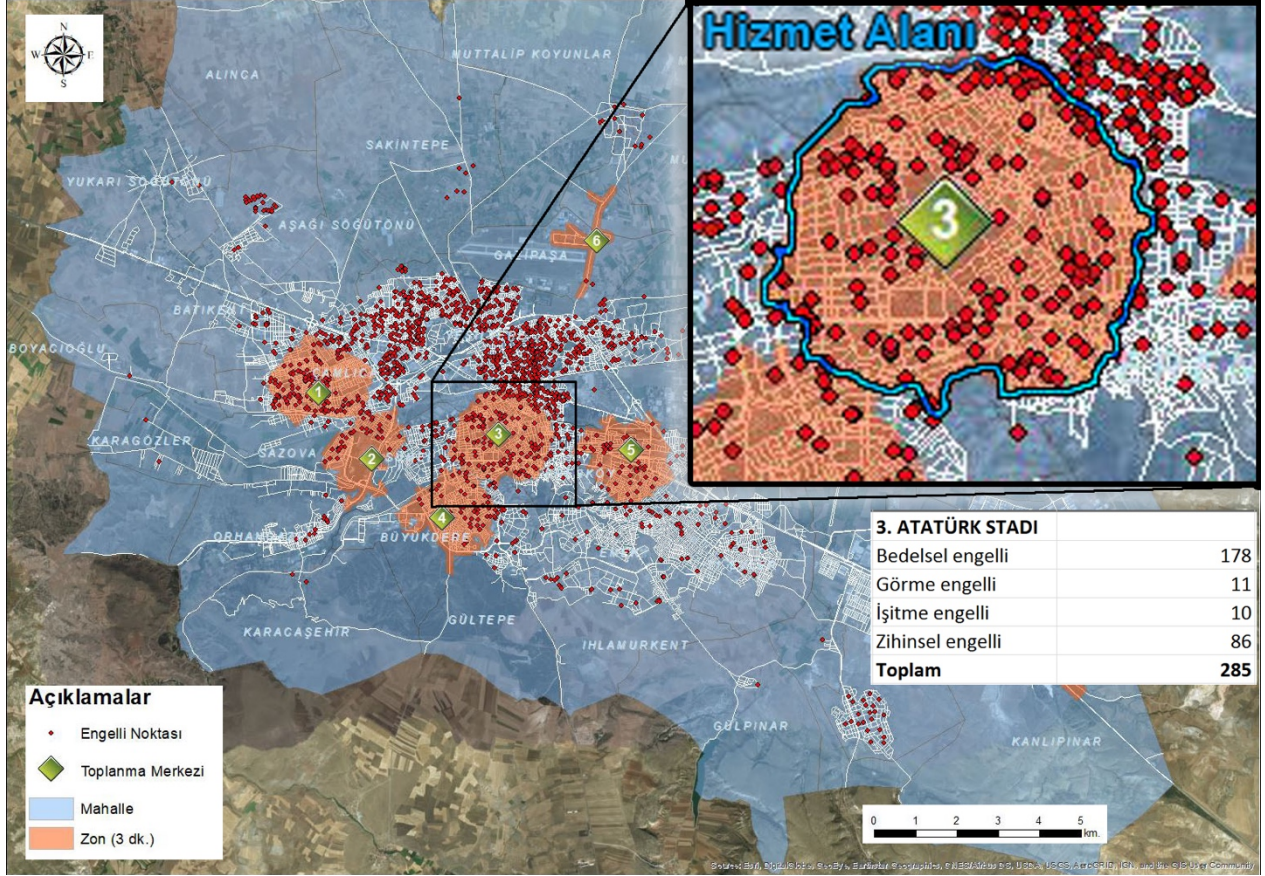
planlanması aşamasında ulaşılabilirlik, kapsayıcılık ve hedef kitle sayıları gibi oldukça önemli değerlendirmelerde bulunma imkânı sağlar. Özellikle afet ve acil durum öncesi yapılacak bu çalışmalar acil toplanma alanlarının etkinliğinin ve kapasitesinin belirlenmesinde önemli çıktılar sağlar. Bu analizin sonrasında yapılacak rota optimizasyonu, hizmet alanındaki bireylere en ideal yol güzergahı üzerinden ulaşılması ve etkin zaman planlaması yapmaya imkân sağlayacaktır. Bu çalışmada tanımlanan hizmet alanları için ayrıca bir rota optimizasyonu yapılmamıştır.



Şekil 9: Eskişehir kent merkezi mahalle sınırları (mavi alan), acil toplanma alanları (yeşil numaralı noktalar), engelli bireylerin coğrafi konumları ve farklı zaman dilimleri içinde acil toplanma alanlarına mevcut yol ağı üzerinden ulaşılabilirlik zonlarını gösteren haritalar.
 (a) Acil toplanma alanları (yeşil noktalar),
 (b) Engelli bireyler,
 (c) 3 dk içinde ulaşılabilirlik zonları,
 (d) 3, 5 dk içinde ulaşılabilirlik zonları,
 (e) 3, 5, 7 dk içinde ulaşılabilirlik zonları
 (f) 3, 5, 7 ve 10 dk içinde ulaşılabilirlik zonları

Örneğin, 3 nolu acil toplanma alanı için ideal koşullarda mevcut yol ağı kullanılarak 3 dk içinde ulaşılabilir hizmet alanı için yukarıda açıkladığımız sorgulamaları yaptığımızda toplam 285

engelli bireyin bu alan içinde kaldığı görülmektedir (Şekil 10). Tüm bu sorgulamalar her bir acil toplanma alanı için farklı zaman aralıkları için ayrı ayrı yapılmıştır.



Şekil 10: 3 nolu acil toplanma alanı için 3 dk içinde ulaşılabilir hizmet alanını ve bu alan içine giren engelli birey sayısını gösteren harita.

Sonuç ve Öneriler

Engelli bireylerin çeşitli afet ve acil durumlar karşısında zarar görme olasılığının diğer bireylere kıyasla çok daha fazla olduğu dikkate alınarak bu bireylere yönelik risk azaltma çalışmalarının kaçınılmaz bir gereksinim olduğu düşünülmektedir. Bu kapsamda çalışmada coğrafi bilgi sistemi çözüm tekniklerinden yararlanılması gerektiği Eskişehir ili örneklemini üzerinden detaylı bir şekilde tartışılmıştır.

Ülkemizde yaşanan afet olay türlerinin sayısı ve coğrafi dağılımları konusunda sağlıklı bir veri tabanı bulunmamakla birlikte, bu afetlerden etkilenen engelli birey sayısına yönelik

mevcut literatürde kayda değer bir bilgiye de rastlanılmamıştır. Dolayısıyla, engelli bireylerin afetlerde yaşadığı sorunlar ve bu alandaki gereksinimlerinin neler olduğuna ilişkin yeterli düzeyde bilgi bulunmamaktadır.

Ayrıca, engelli bireylerin ve afet ve acil durum yönetimi bakış açısıyla özel gereksinimli olduğu düşünülebilecek yaşlılar, kimsesiz çocuklar gibi diğer bireylerin kayıtlarının yetkilendirilmiş bir kurum tarafından tanımlanmış bir mekânsal veri tabanında tutulması, bu kayıtların belirli bir standartta ve güncellenebilir bir alt yapıda toplanması, bu iş ve işlem sürecine ilişkin mevzuatın

oluşturulması önerilmektedir. Ülkemiz genelindeki acil toplanma alanlarının etkinliğinin ve kapasitesinin güncel veriler ile CBS kullanılarak yapılmasının, özel

gereksinimli bireyler için afet risklerinin azaltılmasına yönelik çalışmalara önemli bir girdi sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Teřekkür

Adrese dayalı verilerin coğrafi koordinatlarıyla ilişkilendirilmesi çalışmalarına katkıda bulunan Yüksek

Lisans öğrencilerimiz Kadriye Kırkoca, şule Ergül ve Nurgül Hiçyılmaz Malal'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- 1- WHO, World Bank. *World health statistics 2011*. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2011.
- 2- UNISDR U, editor *Sendai framework for disaster risk reduction 2015–2030*. Proceedings of the 3rd United Nations World Conference on DRR, Sendai, Japan; 2015.
- 3- Han SC, Sauber J, Luthcke SB, Ji C, Pollitz FF. Implications of postseismic gravity change following the great 2004 Sumatra - Andaman earthquake from the regional harmonic analysis of GRACE intersatellite tracking data. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*. 2008;113(B11).
- 4- UNESCAP. *Disability at a Glance 2012: Strengthening the Evidence Base in Asia and the Pacific*. Social Development Division, Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, United Nations, Bangkok, at http://www.unescapsdd.org/files/document/s/PUB_Disability-Glance-2012.pdf. 2012.
- 5- Gökçe O, Özden Ş, Demir A. Türkiye'de afetlerin mekansal ve istatistiksel dağılımı afet bilgileri envanteri: Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü; 2008.
- 6- Robinson A. *Disability inclusion and disaster risk: Principles and guidance for implementing the Sendai Framework*. . Norwegian Association of Disabled (NAD) in partnership with the Federation of Disability Organisations in Malawi (FEDOMA) and the National Union of Disabled People of Uganda (NUDIPU). 2017.
- 7- Tiyek R, Eryiğit BH, Baş E. Engellilerin erişilebilirlik sorunu ve TSE standartları çerçevesinde bir araştırma. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 2016;12(2):225-61.
- 8- Özmen HB. Eskişehir ili sismik tehlike analizi. *Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı: Anadolu Üniversitesi*; 2018.
- 9- Ketin I. Relations between general tectonic features and the main earthquake regions in Turkey. *MTA Bull*. 1968;71:129-34.
- 10- Şaroğlu F, Emre Ö, Boray A. Active faults and sismicity in Turkey (Report No. 8174). MTA; 1987. Contract No.: 8174.
- 11- Ocakoğlu F. A re-evaluation of the Eskişehir Fault Zone as a recent extensional structure in NW Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*. 2007;31(2):91-103.
- 12- Koçyiğit A. The Denizli graben-horst system and the eastern limit of western Anatolian continental extension: basin fill, structure, deformational mode, throw amount and episodic evolutionary history, SW Turkey. *Geodinamica Acta*. 2005;18(3-4):167-208.
- 13- Koçyiğit A. Orta Anadolu'nun genel neotektonik özellikleri ve depremselliği. *Haymana-Tuzgölü-Ulukışla Basenleri Uygulamalı Çalışma (WORKSHOP)*, TPJD özel sayı2000a. p. 1-26.
- 14- Ocakoğlu F, Altunel E, Yalçınar Ç. Eskişehir bölgesinin neotektonik dönemdeki tektono-stratigrafik ve sedimentolojik gelişimi. *Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu: Osmangazi Üniversitesi*; 2005.
- 15- Tokay F, Altunel E. Neotectonic activity of Eskişehir fault zone in vicinity of İnönü–Dodurga area. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey*. 2005;130:1-15.
- 16- Gözler MZ, Cevher F, Küçükayman A. Eskişehir civarınının jeolojisi ve sıcak su kaynakları. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*. 1985;103(103,104).
- 17- Altunel E, Barka A. Eskişehir fay zonunun İnönü-Sultandere arasında neotektonik aktivitesi. *Geological Bulletin of Turkey*. 1998;41(2):41-52.
- 18- Seyitoğlu G, Ecevitoglu GB, Kaypak B, Güney Y, Tün M, Esat K, et al. Determining the main strand of the Eskişehir strike-slip fault zone using subsidiary structures and seismicity: a hypothesis tested by seismic reflection studies. *Turkish Journal of Earth Sciences*. 2015;24(1):1-20.
- 19- Pekkan E, Tun M, Guney Y, Mutlu S. Integrated seismic risk analysis using simple weighting method: the case of residential Eskişehir, Turkey. *Natural Hazards and Earth System Science*. 2015;15(6):1123-33.
- 20- Bayar R, Turhan A, Çetin O, Akkurt M, Gürbüz DG, Eryiğit V, et al. Let's overcome disabilities together against disasters. *Afet ve Acil Durum İl Eskişehir Müdürlüğü*; 2018. Report No.: 2016-1-TR01-KA204-034345.
- 21- Clarke K. *Getting started with GIS*. 1999.

- 22- Aronoff S. Geographic information systems: A management perspective. *Geocarto International*. 1989;4(4):58-.
- 23- Enders A, Brandt Z. Using geographic information system technology to improve emergency management and disaster response for people with disabilities. *Journal of Disability Policy Studies*. 2007;17(4):223-9.
- 24- Rigaux P, Scholl M, Voisard A. *Spatial databases: with application to GIS*: Elsevier; 2001.
- 25- Aben J, Adriaensen F, Thijs KW, Pellikka P, Siljander M, Lens L, et al. Effects of matrix composition and configuration on forest bird movements in a fragmented Afromontane biodiversity hot spot. *Animal Conservation*. 2012;15(6):658-68.
- 26- Chopin P, Blazy J-M. Assessment of regional variability in crop yields with spatial autocorrelation: Banana farms and policy implications in Martinique. *Agriculture, ecosystems & environment*. 2013;181:12-21.
- 27- Iisobe A, Uchida K, Tokai T, Iwasaki S. East Asian seas: a hot spot of pelagic microplastics. *Marine pollution bulletin*. 2015;101(2):618-23.
- 28- Lepers E, Lambin EF, Janetos AC, DeFries R, Achard F, Ramankutty N, et al. A synthesis of information on rapid land-cover change for the period 1981–2000. *BioScience*. 2005;55(2):115-24.
- 29- Prasannakumar V, Vijith H, Charutha R, Geetha N. Spatio-temporal clustering of road accidents: GIS based analysis and assessment. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2011;21:317-25.
- 30- Menteşe S, Tağıl Ş. Türkiye’de Depremlerin Mekânsal Dağılımı: Jeo-İstatistiksel & Mekansal İstatistiksel Bir Yaklaşım. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, C: 9, S. 2016:45.
- 31- Getis A, Ord JK. The analysis of spatial association by use of distance statistics. *Perspectives on Spatial Data Analysis*: Springer; 2010. p. 127-45.
- 32- Ord JK, Getis A. Local spatial autocorrelation statistics: distributional issues and an application. *Geographical analysis*. 1995;27(4):286-306.
- 33- Peeters A, Zude M, Käthner J, Ünlü M, Kanber R, Hetzroni A, et al. Getis–Ord’s hot-and cold-spot statistics as a basis for multivariate spatial clustering of orchard tree data. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2015;111:140-50.
- 34- Zeiler M. *Modeling our world: the ESRI guide to geodatabase design*: ESRI, Inc.; 1999.
- 35- Uyguçgil H. Konumsal veritabanında ağ elemanları: Konumsal veritabanı-II. Uyguçgil H, editor: *Anadolu Üniversitesi Yayın No: 3357, Açıköğretim Fakültesi Yayın No:2221*; 2016.