



Assessing accessibility to gathering areas in the event of an earthquake: Bursa Doğanbey National Garden, Türkiye case

Mahşid Mikaili^{ID}, Onur Aksoy*^{ID}

Department of Landscape Architecture, Faculty of Architecture and Design, Bursa Technical University, 16310, Bursa, Türkiye

Highlights:

- Rapid access to safe assembly areas is vital
- Transportation network and earthquake risk should be evaluated together
- This study contributes to disaster management and urban planning

Keywords:

- Public space
- Earthquake susceptibility
- Accessibility
- Gathering areas

Article Info:

Research Article

Received: 17.05.2025

Accepted: 31.08.2025

DOI:

10.17341/gazimmfd.1701508

Correspondence:

Author: Onur Aksoy
e-mail: onur.aksoy@btu.edu.tr
phone: +90 224 300 3508

Graphical/Tabular Abstract

In the event of an earthquake, it is of great importance for individuals to get out of the buildings as soon as possible and reach the pre-determined assembly areas safely. These areas offer shelter against aftershocks with their locations away from open and vertical structural elements. To provide safe and fast access, individuals need to know the closest assembly area to their location in advance, identify risky structures on the route and plan their walking routes accordingly. In this context, pre-disaster information and accessibility analyses directly affect the effectiveness of disaster response strategies. In this context, Figure A shows access to assembly areas outside of earthquake risk areas using the fastest and most reliable routes in the event of a possible earthquake (Figure A).

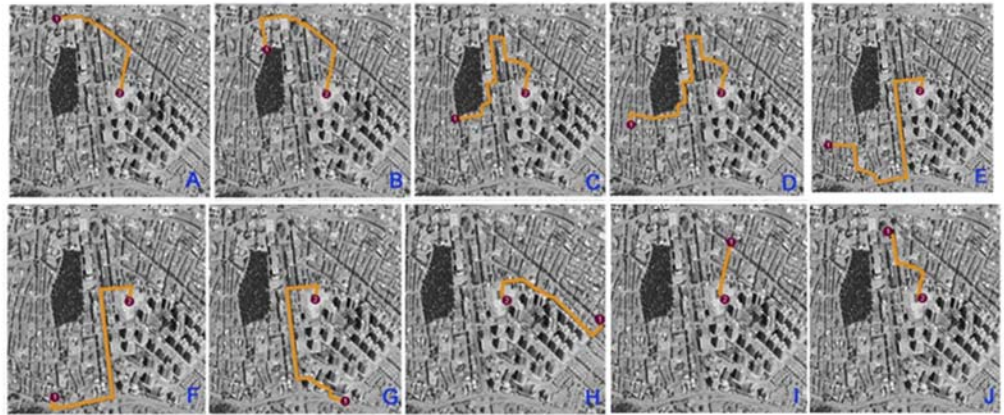


Figure A. Routes that will provide safe access to assembly areas from areas at high risk of earthquakes

Purpose:

This study aims to ensure quick and reliable accessibility to gathering areas with minimal earthquake risk.

Theory and Methods:

Doğanbey Nation Garden in Bursa and five surrounding neighborhoods were selected for the study. Initially, a natural and cultural inventory of the area was conducted. ArcGIS software was then used to analyze earthquake susceptibility and assess risk. Additionally, the HQIS plugin in QGIS software conducted Network Analysis to determine the accessibility of gathering areas.

Results:

The analysis identified ten locations within the five neighborhoods, being moderately risky in terms of earthquake susceptibility but accessible within a 3-10 minute walk.

Conclusion:

This research emphasizes transportation and earthquake risk in planning gathering areas. By highlighting the importance of easy access to safe zones during earthquakes, it offers valuable insights for urban planning and disaster management strategies.



Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi

Journal of The Faculty of Engineering
and Architecture of Gazi University

Elektronik / Online ISSN : 1304 - 4915
Basılı / Printed ISSN : 1300 - 1884

Deprem durumunda toplanma alanlarına erişilebilirliğin değerlendirilmesi: Bursa Doğanbey Millet Bahçesi, Türkiye örneği

Mahşid Mikaili^{ID}, Onur Aksoy^{ID}

Bursa Teknik Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 16310, Bursa, Türkiye

ÖNEÇIKANLAR

- Güvenli toplanma alanlarına hızlı erişim hayati öneme sahiptir
- Ulaşım ağı ve deprem riski birlikte değerlendirilmeli
- Bu çalışma afet yönetimi ve şehir planlamasına katkı sağlamaktadır

Makale Bilgileri

Araştırma Makalesi

Geliş: 17.05.2025

Kabul: 31.08.2025

DOI:

10.17341/gazimmfd.1701508

Anahtar Kelimeler:

Kamusal alan,
deprem duyarlılığı,
erişilebilirlik,
toplanma alanları

ÖZ

Depremler, önlem alınmadığında afete dönüşebilen doğal tehlikelerdir. Bu tür durumlarda insanlar, çökme riski taşıyan binalardan uzaklaşarak güvenli alanlara yönelme eğilimindedir. Bu nedenle, kamuya açık alanlar deprem anlarında korunma sağlayan ve insanların bir araya gelebileceği önemli toplanma noktaları haline gelir. Bu çalışma, deprem riski düşük olan toplanma alanlarına hızlı ve güvenli erişimin sağlanmasını amaçlamaktadır. Araştırma kapsamında, Bursa'daki Doğanbey Millet Bahçesi ve çevresindeki beş mahalle incelenmiştir. İlk olarak, çalışma alanının doğal ve kültürel özelliklerini ortaya koymak amacıyla bir envanter çalışması yapılmıştır. Ardından, bölgedeki deprem duyarlılığını analiz etmek için ArcGIS yazılımı kullanılmıştır. Ayrıca, QGIS yazılımındaki HQIS eklentisi aracılığıyla yapılan Network Analizi ile toplanma alanlarının erişilebilirliği incelenmiştir. Analiz sonucunda, beş mahalle içinde deprem açısından orta düzey risk taşıyan ancak 3 ila 10 dakikalık yürüme mesafesi içinde ulaşılabilen on farklı nokta belirlenmiştir. Bu araştırma, toplanma alanlarının planlanmasında hem ulaşım ağının hem de deprem riskinin birlikte değerlendirilmesinin önemini ortaya koymaktadır. Deprem anında güvenli alanlara hızlı erişimin hayati öneme sahip olduğunu vurgulayan çalışma, şehir planlaması ve afet yönetimi stratejilerine katkı sağlayacak nitelikte önemli bulgular sunmaktadır.

Assessing accessibility to gathering areas in the event of an earthquake: Bursa Doğanbey National Garden, Türkiye case

HIGHLIGHTS

- Rapid access to safe assembly areas is vital
- Transportation network and earthquake risk should be evaluated together
- This study contributes to disaster management and urban planning

Article Info

Research Article

Received: 17.05.2025

Accepted: 31.08.2025

DOI:

10.17341/gazimmfd.1701508

Keywords:

Public space,
earthquake susceptibility,
accessibility,
gathering areas

ABSTRACT

Earthquakes are natural hazards that can turn into disasters if precautions are not taken. People instinctively seek refuge in safe areas away from buildings at risk of collapsing. Public open spaces often become crucial gathering points during earthquakes, offering safety from falling debris. This study aims to ensure quick and reliable accessibility to gathering areas with minimal earthquake risk. Doğanbey Nation Garden in Bursa and five surrounding neighborhoods were selected for the study. Initially, a natural and cultural inventory of the area was conducted. ArcGIS software was then used to analyze earthquake susceptibility and assess risk. Additionally, the HQIS plugin in QGIS software conducted Network Analysis to determine the accessibility of gathering areas. The analysis identified ten locations within the five neighborhoods, being moderately risky in terms of earthquake susceptibility but accessible within a 3-10 minute walk. This research emphasizes transportation and earthquake risk in planning gathering areas. By highlighting the importance of easy access to safe zones during earthquakes, it offers valuable insights for urban planning and disaster management strategies.

1. Giriş (Introduction)

Oxford İngilizce Sözlüğü'ne [1] göre afet, yıkıcı veya çok üzücü bir olay; ani bir kaza ya da büyük hasara neden olan doğal bir oluşumdur. Bu bağlamda, depremler tek başına bir afet değil, uygun önlemler alınmadığında büyük yıkımlara ve can kayıplarına neden olarak afete dönüşebilen doğal tehlikelerdir. Depremler sırasında binaların muazzam tehdit ve çökme potansiyeli göz önüne alındığında, depremlerin yaratacakları tehlikelerin azaltılması büyük ölçüde mühendislik yapılarına, altyapıya ve inşa edilmiş çevreye bağlıdır. Bir deprem, felaketin iki tanımını gösterir. Birincisi, bir felaketin büyüklüğü doğal faktörlerden ziyade sosyal faktörlere bağlıdır ve ikincisi, bir toplumun tehlikeleri yönetme ve onlarla başa çıkma becerisi, tehlikelere karşı savunmasızlığını değiştirebilir.

Depremler doğal afetler olsa da yalnızca dünyanın mekanizmasından kaynaklanmazlar. Depremler, hızlı kentsel büyüme, yüksek yoğunluklu kentsel alanlar, yoğun nüfuslu alanlar, plansız kentsel gelişme ve sınırlı kentsel açık alanlar nedeniyle geçmişe kıyasla daha fazla tehlike yaratmıştır [2-4]. Kentsel açık ve yeşil alanları, inşa edilmiş çevrenin bir bileşeni olarak ihmal etme eğilimi olmasına rağmen, peyzaj mimarisi doğal afetlerle bir arada yaşamının ve günlük yaşamlarımız üzerindeki etkilerini azaltmanın yeni yollarını sunmaktadır [5]. Kentsel kamusal açık ve yeşil alanlar, bir depremden sonra temel yaşam desteği sağlayabilir ve ayrıca bir felaket durumunda acil tahliye ve kurtarma için kullanılabilir.

Günümüzde, tehlike eğilimli alanlardaki kentsel açık ve yeşil alanların sismik dayanıklılığı desteklemede aktif bir bileşen olarak kullanılmasına yönelik artan bir ilgi bulunmaktadır. Afet sonrası güvenlik ve barınma ihtiyaçlarını karşılayan kentsel kamusal açık ve yeşil alanlar da bu alanların mevcudiyetine bağlıdır [6]. Bir deprem sırasında, insanların içgüdüsel olarak kaçmak ve güvende hissetmek, ilk şokun etkilerini atlatmak ve sevdikleriyle bir araya gelip iletişim kurmak için açık alanlara yönelmektir [7]. Bir depremi takip eden kaos ve yıkımın ardından, bir şehrin kentsel dokusu şehrin devam eden faaliyetleri ve toparlanma sürecinin başlangıcı için kritik alanlar sağlar [8]. Örneğin, tahliye, acil bakım, iletişim, sosyal toplantı, barınak, sanitasyon, yiyecek ve su dağıtımı için alanlar sunarlar [4, 9]. Bu alanların sağladığı ağlar, mülteciler ve yerel acil durum müdahale ekipleri için daha güvenli yerler yaratmada önemli roller oynar [10].

Kentsel açık ve yeşil alanlar, bir depremden sonra "ikinci şehir" rolünü üstlenir. İkinci şehir, bir felaketten sonra aktif hale gelen, tahliye edilenlerin toplanıp geçici barınak araması için alanlar sağlayan, aktif olmayan bir açık ve yeşil alan ağını ifade eder [8]. Kentsel alanlardaki deprem felaketi azaltma yaklaşımına dayanan duyarlı tasarım vizyonu, şehrin yapısı içindeki açık ve yeşil alanların önemini vurgular ve böylece felaket azaltmada kritik bir rol oynar [11].

Kentleşme, küresel ölçekte artan bir eğilim göstermeye devam etmektedir. Dünya nüfusunun kentsel alanlara yoğunlaşması, 2018 yılında %55 iken, 2024 yılı itibarıyla yaklaşık %57,4'e ulaşmıştır. Mevcut eğilimler doğrultusunda, bu oranın 2050 yılına kadar %68'e yükselmesi beklenmektedir [12]. Bu nüfus artışının sonucu olarak kentsel alanlardaki binalar ve kentleşmeye atfedilen diğer varlıklar artmakta ve böylece doğal afetlere maruziyet artmaktadır [13]. Birleşmiş Milletler Afet Riskini Azaltma Ofisi'ne [14] göre yaklaşık 3 milyar insan sismik olarak aktif alanlarda yaşamaktadır. Son yirmi yılda, bu alanlardaki artan kentsel yayılma ve yüksek nüfus artışı nedeniyle depremlerde ve tsunamilerde yaklaşık 750.000 kişi hayatını kaybetmiştir.

2023 yılında Türkiye ve Suriye'de meydana gelen depremlerin ardından Dünya Bankası, doğa temelli, dayanıklı ve kapsayıcı yeşil kalkınma yaklaşımlarını entegre ederek kalıcı iyileşme ve büyümeye

öncelik vermiştir [15]. Dünya Risk Raporu'na [16] göre Türkiye, %16,17'lik dünya risk endeksinde 30. sırada olup, çok yüksek doğal afet riski olan bir bölgede yer almaktadır. Rapora göre, bu yüksek riskli alanlar deprem, tsunami, kıyı taşkını, nehir taşkını, siklon, kuraklık ve deniz seviyesinin yükselmesi gibi çeşitli doğal afetlere maruz kalmaktadır. Ancak, kentsel kamusal açık ve yeşil alanların depremlere yanıt verme yeteneği, dayanıklılık seviyelerine göre değişmektedir. Kentsel kamusal açık alanlardaki dayanıklılık kavramı, depremlere etkili bir yanıt sağlamada ve bu alanların günlük yaşamda kullanılabilirliğini artırmada önemli bir rol oynamaktadır.

Literatür, kamusal açık ve yeşil alanlardaki iyileştirmelerin sismik dayanıklılık üzerinde olumlu etkileri olabileceğini gösterse de [17], bir deprem sonrasında müdahale çabalarını desteklemek için kamusal açık ve yeşil alanların nasıl tasarlanacağına ilişkin çok az araştırma vardır [18]. Bazı araştırmacılar tarafından vurgulanan önemli kriterlerden biri, yeşil alanların dağılımı veya bu alanların mekânsal ve işlevsel çeşitliliği ile deprem sonrası durumları yönetme kabiliyetleri arasındaki ilişkidir [8]. Yoğun kentsel alanlardaki küçük ve dağınık parklar, merkezi bir parktan daha fazla depremden sonra tahliye fırsatı sunar [19]. Japon planlama yönergeleri, kentsel açık alanların birbirine iki kilometre mesafede ve küçük ölçekte konumlandırılması gerektiğini önermektedir [20]. Küçük yeşil alanlar genellikle depremden sonra toplanma alanları olarak kullanılır. Kentsel alanlarda deprem planlaması için küçük ve orta ölçekli yeşil alanların dahil edilmesi, kentsel dokuda önemli değişiklikler gerektirmez ve mevcut kentsel yapıyı koruyabilir [21]. Ancak bazı çalışmalar, büyük yeşil alanların deprem müdahale çabaları için daha değerli olduğunu göstermiştir [22]. Tokyo Metropolitan Hükümeti Afet Önleme Rehberi'ne göre [23], depremden sonraki ilk aşamada okulların açık alanları, yakındaki bir park veya yeterli alana sahip benzer yerler toplanmak için güvenli alanlardır. İkinci aşamada, büyük parklar ve Afet Önleme Parkları tahliye için en iyi yerlerdir. Rehber göre, Afet Önleme Parkları, büyük depremlere karşı önlemler için bir etkinlik üssü olarak belirlenmiş belediye parklarıdır ve tahliye alanı ile kurtarma ve yardım birimleri olarak kullanılır. Bu parklar, güneş enerjisi üretimi gibi aydınlatma güç kaynakları, yer altı tuvalet tanklarına bağlı afet tuvaletleri ve acil durum araçlarının kolayca ulaşabileceği geniş yollarla donatılmıştır.

Japonya İnşaat Bakanlığı, 1998 yılında Japonya'daki afet önleme parklarının tanımını, özelliklerini, standart belirlemesini ve ilgili tesislerini beş kategoride ayrıntılı olarak açıklayan "Afet Önleme Park Planları ve Yönergeleri"ni formüle etmiştir.

1. Eyalet parkları veya büyük parklar (50 hektardan fazla) ilk yardım, ev yeniden inşası, kentsel yenileme ve diğer afet müdahale faaliyetleri için güçlü kaleler olabilir.
2. Ana parklar (10 hektardan fazla) yakındaki sakinleri alabilir ve onları afetlerden koruyabilir.
3. Şehir parkları (1 hektardan fazla) yakındaki sakinler için acil barınak görevi görebilir veya deprem ve yangın felaketleri durumunda geniş barınaklara taşınabilen geçiş yerleri olabilir.
4. Sokak parkları (yaklaşık 500 m²) normal günlerde önleme faaliyetleri için güçlü kaleler olabilir. 5-10 metreden büyük yeşil yollar sığınma veya tahliye yeri olarak işlev görebilir.

Erişilebilirlik, bir deprem sonrasında müdahale çabalarında önemli rol oynayan ikinci kriterdir. Ulaşım ve tahliye sistemlerindeki kesintiler, sismik olayların neden olduğu doğrudan kayıplara eklenen ikincil riskler yaratabilir. Erişilebilirlikle ilgili olarak, bazı araştırmalar depremler sırasında tahliye merkezlerine ulaşmak için gereken sürenin önemine odaklanmıştır [24], diğerleri ise en kısa ağ yolları, erişim süresi, verimlilik ve yeşil alanların ölçeği gibi faktörlere dayalı olarak erişilebilirliği ve ağ bağlantısını incelemiştir [25]. Erişilebilirlik kavramı üç farklı kriter gerektirir: ana yollara uzaklık, binalara yürüme mesafesi ve üçüncü olarak sağlık

ocakları, güvenlik istasyonları ve itfaiye istasyonları gibi hizmet merkezlerine uzaklık [26].

Bu çalışma, Türkiye'nin dördüncü büyük şehri olan Bursa Büyükşehir'de bulunan Doğanbey Milli Parkı'nın depremlere etkili bir şekilde müdahale edebilecek bir afet önleme parkı olarak kapasitesini belirlemeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın ilk aşaması, bilimsel literatürün sistematik bir incelemesine dayanarak kentsel sismik dayanıklılığı desteklemek için kentsel kamusal açık ve yeşil alanların tasarımına ilişkin içgörü elde etmeyi amaçlamaktadır. Daha sonra, literatür araştırmasına ve çalışma alanının mekânsal karakterlerine dayanarak, ArcGIS ve QGIS programları yöntemini kullanarak parkın kentsel afet önleme parkı olarak potansiyelini incelenecektir. Şekil 3, çalışma alanının doğal ve kültürel peyzaj öğelerini ve bunların çevredeki alanlarla mekânsal ilişkilerini incelemeye odaklanan çalışmanın kavramsal bir modelini veya genel akış diyagramını göstermektedir.

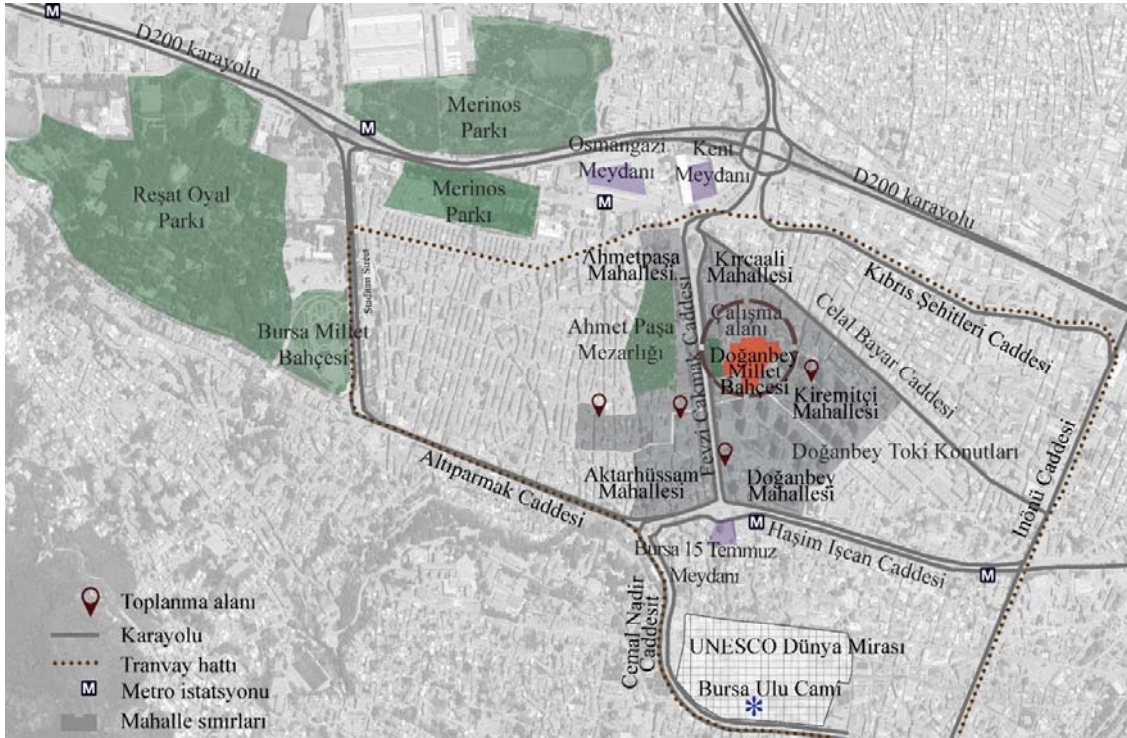
2. Materyal ve Yöntem (Material and Method)

2.1. Çalışma Alanı ve Yakın Çevre Özellikleri (Study Area And Surrounding Features)

Bursa ili, Türkiye'nin en gelişmiş bölgesi olan Marmara Bölgesi'nde, 40° boylam ve 28-30° enlem arasında yer almaktadır [27]. Bursa, her yıl ülkenin ve dünyanın farklı yerlerinden göç almaktadır. Yoğun göç

alan Bursa'nın 2007 yılı nüfusu 2.439.876 kişi iken, 2023 yılı nüfusu 3.214.571 kişidir [28]. Göç sonucu oluşan nüfus yoğunluğu, Bursa'nın eski kent dokusuyla birleşince, şiddetli depremler sonrasında tehlike riskini artırmaktadır. Bu durum Bursa ilinde deprem riskinin yüksek olması nedeniyle özellikle önemlidir. Özellikle Osmangazi ve Yıldırım ilçelerinde, çoğunlukla eski kent yapıları ve yıpranmış yapılardan oluşan plansız yapılaşma nedeniyle tehlike olasılığı yüksektir. Çalışma alanı olan Doğanbey Millet Bahçesi, Bursa'nın Osmangazi ilçesinin Kırcaali Mahallesi'nde yer almakta olup, yaklaşık 17.700 m²'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1). Çevresinde Kiremitçi, Doğanbey, Ahmetpaşa ve Aktar Hüsam Mahalleleri bulunmaktadır. Doğanbey Millet Bahçesi'nin çalışma alanı olarak seçilmesinin temel nedeni, bu alanda olası bir deprem durumunda deprem önleme parkı olarak özel olarak belirlenmiş kentsel bir kamusal açık veya yeşil alanın bulunmamasıdır.

Nüfus yoğunluğu açısından Kırcaali Mahallesi'nin nüfusu 1.387 kişi, Kiremitçi Mahallesi 2.978 kişi, Doğanbey Mahallesi'nin nüfusu 2.641 kişi, Ahmetpaşa Mahallesi 1.731 ve Aktar Hüsam Mahallesi'nin nüfusu 1.433 kişidir [28]. Kiremitçi ve Doğanbey mahallelerindeki yüksek nüfus yoğunluğu, TOKİ Konutları yüksek katlı binalarından kaynaklanmaktadır. Kırcaali mahallesi ise ağırlıklı olarak ticari ve kamusal alanlardan oluşmaktadır. Tablo 1'de çalışma alanını çevreleyen mahallelerdeki nüfus yoğunluğu, kamusal açık alanlar ve binaların ortalama kat yüksekliklerine ilişkin genel bir bakış sunulmaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanı ve yakın çevresi (Study area and its immediate surroundings)

Tablo 1. Çalışma alanının yakın mahallelerdeki nüfus, kamusal alan ve kat yüksekliği [28]
(Population, public space and floor heights of the neighborhoods near the study area)

	Nüfus	Kamusal alan (m ²)	Genel bina yüksekliği
Kırcaali Mahallesi	1387	27,471	5-6 kat
Kiremitçi Mahallesi	2978	7,128	21 kat
Doğanbey Mahallesi	2641	2,000	21 kat
Ahmetpaşa Mahallesi	1781	460	4-8 kat
Aktar Hüsam Mahallesi	1433	0,0	4-7 kat

Çalışma alanı, merkezi konumunun yanı sıra, çok sayıda ulaşım seçeneğine sahiptir. Metro, tramvay, otobüs, minibüs ve araba ile çalışma alanına ulaşım sağlanabilmektedir. Bu çeşitli ulaşım ağı hareket kolaylığı sağlarken, kentsel peyzajın genel erişilebilirliğine ve işlevselliğine katkıda bulunmaktadır. Ulaşım olarak incelendiğinde çalışma alanının batısında Fevzi Çakmak Caddesi (genişlik 20 m), doğusunda Celal Bayar Caddesi (genişlik 8 m) ve güneyinde Haşım İşcan Caddesi (genişlik 25 m) yer almaktadır. D200 karayolu (genişlik 30 m) (Şekil 1) çalışma alanının kuzeyden geçmektedir. Çok sayıda sokak ve cadde çalışma alanına kolay erişim sağlarken, bazı ana yolların darlığı erişilebilirlik açısından zorluklar yaratmaktadır. Sismik aktivite potansiyeli taşıyan bölgelerde, deprem anında bina çökmesi riski nedeniyle bazı ulaşım ve erişim güzergâhlarında ciddi güvenlik riskleri oluşabilir. Potansiyel sismik aktivitenin bulunduğu bölgelerde, deprem anında yapıların kısmen veya tamamen çökme riski, belirli ulaşım ve erişim güzergâhlarında ciddi güvenlik tehditleri oluşturmaktadır; bu durum, afet anı ve sonrasında lojistik ve tahliye süreçlerini olumsuz yönde etkilemektedir.

Sismik olaylara hazırlıklı olmak için kentsel açık ve yeşil alanlar potansiyel toplanma noktaları olarak ortaya çıkmaktadır. Çalışma alanı yakınındaki kamusal açık alanlar deprem sonrası toplanma alanı olarak iki gruba ayrılmıştır. Birinci grup Osmangazi Belediyesi tarafından belirlenmiş açık alanlardan oluşmaktadır. Şekil 1 çalışma alanını, beş mahalle sınırını, toplu taşıma sistemini ve afet sonrası dört toplanma alanını göstermektedir. Bu dört küçük açık alan Doğanbey Mahallesi'ndeki Suluki Cami Çevre Rekreasyon Alanı (1.240 m²), Ahmetpaşa Mahallesi'ndeki Hoca Hasan Çocuk Oyun Alanı (520 m²), Kiremitçi Mahallesi'ndeki Sinanbey Cami (1.700 m²) ve Aktar Hüsam Mahallesi'ndeki İstiklal İlkokulu'dur (1.660 m²) [29]. Aktar Hüsam Mahallesi'nde belirlenmiş bir toplanma alanı bulunmamaktadır. İkinci grup olası bir deprem durumunda kullanılabilecek açık yeşil alanları içermektedir. Şekil 1'de görüldüğü gibi, çalışma alanının etrafındaki yeşil alanlar, 3 kilometre doğuda bulunan 34,4 hektarlık Reşat Oyal Kültür Parkı ve 2 kilometre batıda bulunan Bursa Millet Bahçesi'dir. Ayrıca, çalışma alanının 2 kilometre kuzeybatısında 16 hektarlık Merinos Kültür Parkı yer almaktadır. Çalışma alanının yakınında birkaç başka yeşil alan daha bulunmaktadır. Bunlar arasında çocuk oyun alanları, mahalle parkları, mezarlıklar ve cep parkları yer almaktadır. Kent Meydanı ve Osmangazi Meydanı'nın kuzeyde, 15 Temmuz Meydanı'nın ise güneyde yer aldığı kamusal meydanlar da uygun toplanma noktaları olarak hizmet verebilir. Çalışma alanını çevreleyen beş mahalledeki toplanma alanlarının metrekaresel büyüklükleri Tablo 1'de ayrıntılı olarak gösterilmektedir. Bu nispeten küçük alanların aksine, Kırcaali İlçesi, yakın zamanda geliştirilen Doğanbey Millet Bahçesi'ni de kapsayan 27.471 m²'lik bir alana sahiptir. Mahalle ölçeğindeki toplanma alanları ise Şekil 5'de görülmektedir.

2.2. Bursa'daki Depremler (Earthquakes in Bursa)

Bursa bölgesi, Marmara bölgesinin güneyinde ve Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun (KAFZ) orta kolunda yer almaktadır. Bursa kentinin de bu

fay hattı üzerinde gelişmiş olması ve Bursa fayının varlığının jeolojik oluşumunda önemli bir etken olması dikkat çekicidir. Bu fay doğuda Derekızık-Burhaniye köylerinden batıda Uluabat Gölü'ne kadar yaklaşık 45 km kadar uzanmaktadır. Bursa'yı etkileyen diğer önemli fay hatları arasında Marmara Denizi'ndeki Geyve-İznik-Gemlik fayı ve Yenişehir-Bursa-Manyas fayı yer almaktadır [29, 31]. Çalışma alanının 400 m güneyinde de aktif bir fay hattı bulunmaktadır. Ayrıca çalışma alanı Türkiye deprem haritasına göre 1. derece riskli alan kategorisine girmektedir. Türkiye Deprem Tehlike Haritası'na göre Bursa ili için maksimum tepe yer ivmesi (PGA) değeri 475 PGA olup 0,3-0,5g arasında değişmektedir [32]. Çalışma alanının jeolojik durumu incelendiğinde 41,2 ha'lık çalışma alanının 39,5 ha'ı yamaç molozu, 0,6 ha'ı alüvyonlu arazi ve 0,1 ha'ı travertendir [33].

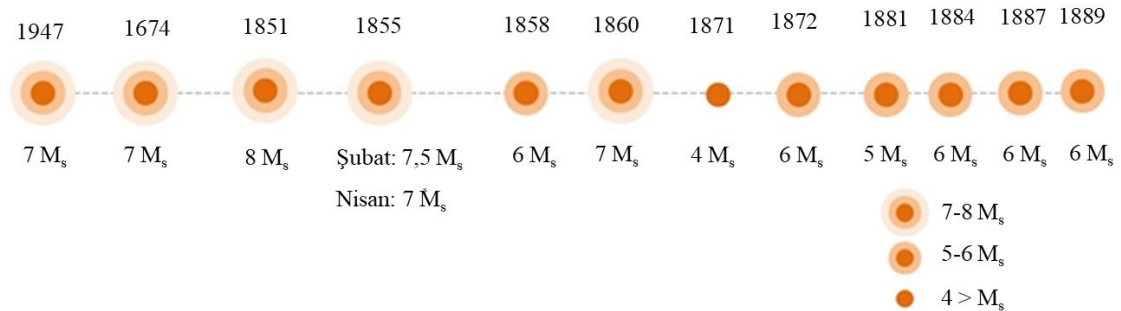
Bursa ili tarihinde kaydedilen en yıkıcı deprem, Richter ölçeğine göre 7,5 büyüklüğünde olan (Şekil 2) ve 1.600 can kaybına neden olan 28 Şubat 1855 depremidir [34]. Bu deprem Mustafakemalpaşa merkezli olup Bursa ve çevre illerde yaygın yıkıma neden olmuştur. İlk deprem 300 can kaybına ve binlerce eve büyük hasara neden olmuş, ayrıca Ulu Cami de dahil olmak üzere çok sayıda tarihi anıt ve yapının yıkılmasına neden olmuştur. On iki gün sonra, 11 Nisan'da, Richter ölçeğine göre 7.0 büyüklüğündeki bir artçı sarsıntı Gemlik'ten Mudanya'ya kadar olan bölgeyi daha da etkilemiş ve 1.300 kişinin daha hayatını kaybetmesine neden olmuştur [35]. Bu tarihten önce ve sonra Bursa'da birçok deprem meydana gelmiştir. Şekil 3, Bursa'da kaydedilen önemli depremleri, depremlerin meydana gelme ve magnitudünün kronolojik sırasına göre düzenlenmiş olarak göstermektedir.

Bölgeyi etkileyen bir diğer önemli deprem ise 17 Ağustos 1999'da Kuzey Anadolu Fay Hattı üzerinde meydana gelen ve büyüklüğü 7,4 MW olan Gölcük depremidir [36]. Deprem Düzce, Gölcük'te meydana gelmesine rağmen Bursa şehrini de etkilemiştir. Bu depremde Bursa'da 268 kişi hayatını kaybetmiştir. Bursa'da yaşanan sismik olaylar ve şehrin 3 milyonu aşan nüfusuyla Türkiye'nin dördüncü büyük şehri olarak hızla büyümesi [28] göz önüne alındığında, afet yardımıyla şehir planlamasının, mimarlığın ve peyzaj tasarımının kritik önemi ortaya çıkmaktadır.

2.3. Method (Method)

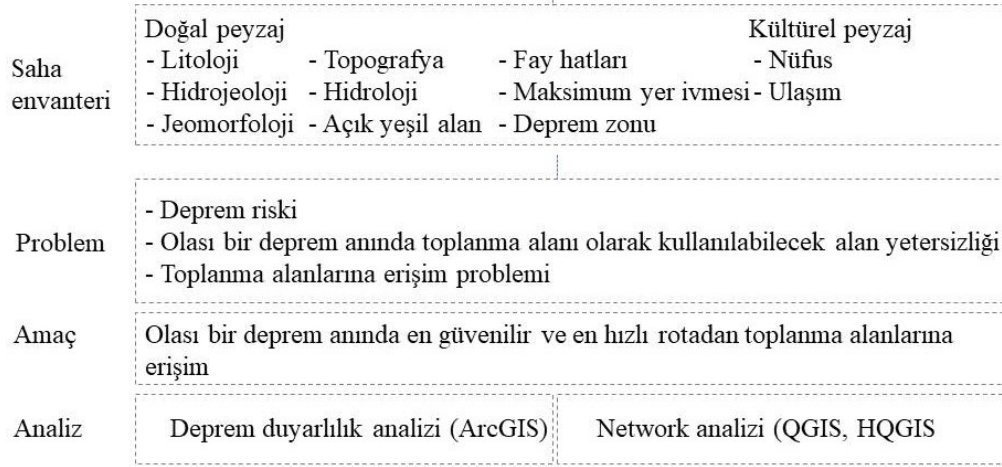
Bu çalışma, Doğanbey Milli Parkı'nın deprem sonrası toplanma alanı veya deprem önleme parkı olarak potansiyelini araştırmak için ArcGIS ve QGIS (HQGIS eklentisi) programlarını kullanmıştır. İlk adım, Doğanbey Milli Parkı'nın doğal peyzajını ve kültürel peyzaj bileşenlerinin incelenmesidir. Daha sonraki aşama litoloji, hidroloji, hidrojeoloji, topoğrafya ve jeomorfolojik verilerin bütüncül bir şekilde analiz edilecektir (Şekil 3).

Kültürel peyzaj bileşenleri ulaşım ağları ve nüfus katmanlarını içermektedir. Şekil 3, bu çalışmanın genel akış diyagramını göstermektedir. Çalışma, deprem duyarlılığını belirlemek için



Şekil 2. Bursa'da meydana gelen önemli depremler (Important earthquakes that occurred in Bursa)

Çalışma alanının belirlenmesi



Şekil 3. Çalışmanın genel akış diagramı (General flow diagram of the study)

Tablo 2. Deprem duyarlılığı analizi kapsamında değerlendirilen parametreler ve ağırlık değerleri [37-41]
(Parameters and weight values evaluated within the scope of earthquake susceptible analysis)

	5 puan (Çok yüksek)	4 puan (Yüksek)	3 puan (Orta)	2 puan (Düşük)	1 puan (Çok düşük)
Litoloji (%36,9)	Alüvyal	-	-	-	Travertine
Fay hattına uzaklık (m) (%21,8)	<-60	60,01-120	120,01-180	180,01-240	240,01->
Deprem bölgeleri derecelendirmesi (%13,7)	1.derece	2.derece	3. derece	4. derece	5. derece
Maksimum yer ivmesi (%9,2)	1.2->	1.0-1.2	0.8-1.0	-	<-0.8
Hidrojeoloji (%6,5)	Geçirgen	-	Orta geçirgen	-	Geçirgen değil
Jeomorfoloji (%4,9)	Ova	-	Plato	-	Dağ
Eğim (%3,9)	0-15	15,01-25	25,01-35	35,01-45	45,01->
Akarsuya yakınlık (m) (%3,10)	< - 50	50,01 - 100	100,01 - 150	150,01 - 200	200,01 - >

ArcGIS 10.8.1 yazılımını kullanırken, güvenilir ve en hızlı rotaların bulunması için Network analizi (QGIS yazılımında bir HQGIS eklentisi) kullanılmıştır. Analiz uygulandıktan sonra, bir deprem durumunda çalışma alanına en kısa ve en güvenilir mesafeden erişilebilmesini sağlamak için uygun rotalar belirlenmiştir.

2.3.1. Deprem tehlikelerinin doğal peyzaj bileşeni analizi (Natural landscape component analysis of earthquake hazards)

Çalışma alanı ve çevresindeki deprem duyarlılığını değerlendirmek için, ArcGIS ortamında "Ağırlıklı Çakıştırma" yöntemi kullanılarak çeşitli veri katmanları üst üste bindirilerek kapsamlı bir analiz yürütülmüştür. Analiz, litoloji, fay hatlarına uzaklık, maksimum yer ivmesi, deprem bölgesi derecesi, hidrojeoloji, jeomorfoloji, eğim ve akarsulara uzaklık gibi doğal bileşen parametrelerini içermektedir. Çalışmada kullanılan ağırlık değerleri, Özşahin [36] tarafından Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yönteminden üretilmiştir.

Eğim haritasının oluşturulması sürecinde, Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) verileri kullanılmıştır. Eğim değerlerinin kategorizasyonu, Özşahin [37] tarafından çalışmada belirtilen yöntem ve sınıflandırma dikkate alınarak uygulanmıştır. "Spatial Analyst Tools" sekmesi içindeki "Surface" sekmesindeki "Contour" komutunu kullanarak,

jeomorfolojik haritayı oluşturmak için DEM verilerinden izohips eğrileri üretilmiştir. Elde edilen jeomorfolojik yapı daha sonra daha ileri analiz için yorumlanmıştır. Litoloji, deprem bölgesi sınıflandırması, maksimum yer ivmesi ve fay hatlarına olan mesafe verileri Maden Teknik Arama [33]'dan temin edilmiştir. Hidrojeolojik yapı için ise jeolojik yapı haritasının geçirgenlik sınıflarına bakılmıştır. Daha sonra hidrojeolojik yapı Türkiye Hidroloji Haritası referans alınarak sayısallaştırılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılmak üzere belirlenen tüm haritalar raster formatına dönüştürülmüş ve Tablo 2'deki ilgili değerler "Açık Öznitelik Tablosu"na kaydedilmiştir. Son olarak Tablo 2'de belirtilen ağırlıklar dikkate alınarak "Spatial Analyst Tools" sekmesi altındaki "Overlay" sekmesi altında "Weighted Overlay" komutu kullanılarak ağırlıklara yüzdelere atanmıştır. Bu işlem, çalışma alanı içindeki deprem duyarlılığının kapsamlı bir değerlendirmesini elde etmek için birden fazla veri katmanının ve bunların ağırlıklandırılmış değerlerinin entegre edilmesine olanak sağlamıştır.

2.3.2. Deprem tehlikelerinin kültürel bileşen analizi (Cultural component analysis of earthquake hazards)

Çalışma alanındaki beş mahalle ve yakın çevresi için nüfus yoğunluğu analizi yapılmıştır. Bu nüfus yoğunluğu analizi için Tablo 1'deki

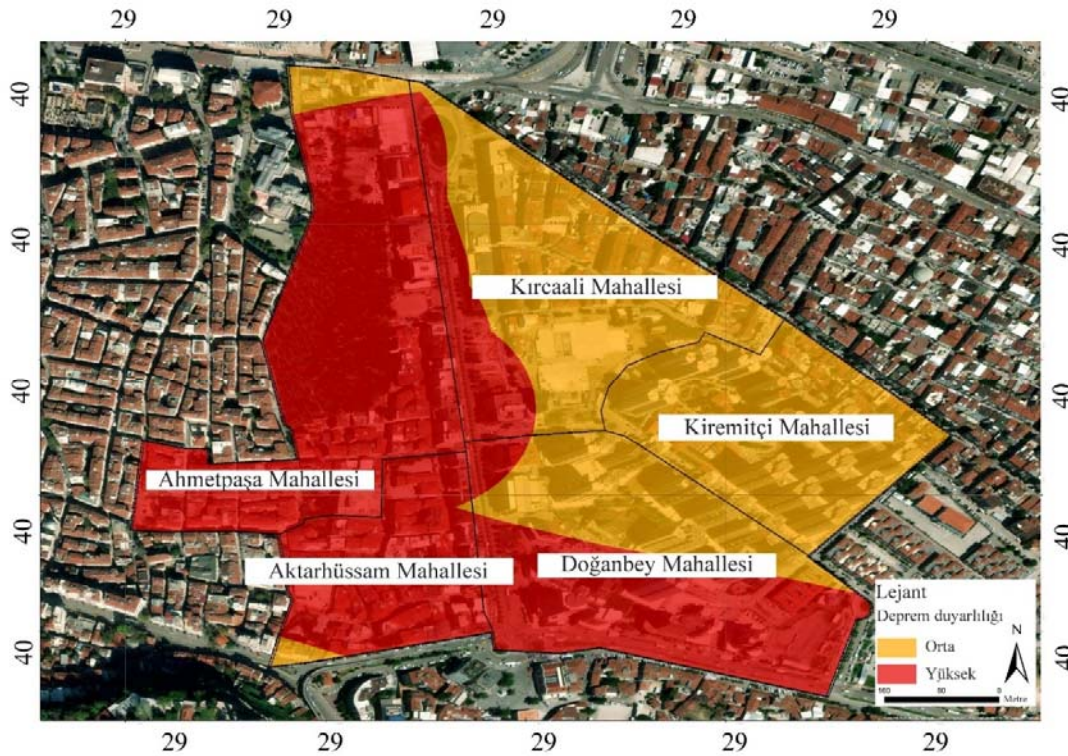
nüfus verileri ArcGIS 10.8.1 programındaki "Create Random Points" uzantısı kullanılarak yazılıma girilmiştir. Çalışmada, bir diğer kültürel parametre olan ulaşım için Ağ Analizi kullanılmıştır. Bu çalışma bağlamında, ağ analizi hizmetlerin mekânsal dağılımını değerlendirmek, işlevsel erişimlerini ve erişilebilirliklerini değerlendirmek ve kapsama yarıçaplarının ötesindeki alanları belirlemek için hayati bir araç görevi görmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemlerinden (CBS) yararlanan ağ analizi, kapsamlı ve çeşitli veri kümelerinin koordineli ve eş zamanlı bir şekilde incelenmesini ve karşılaştırılmasını sağlamaktadır [42]. Çalışma kapsamında QGIS uygulamasında HQGIS eklentisi kullanılarak en kısa yol analizi yapılmıştır. Uygulamanın çalışması için önce QGIS ekranına Açık Sokak Haritası eklenmiştir. Daha sonra HQGIS eklentisindeki "Rotalama" sekmesine tıklanarak başlangıç ve bitiş yerleri programa girilmiştir. Başlangıç ve bitiş yerleri girildikten sonra HQGIS eklentisi hızlı ve yavaş erişim için iki seçenek sunmaktadır. Olası bir deprem durumunda erişimin hızlı olması gerektiğinden hareketle "hızlı" seçeneği tercih edilerek erişimin ne şekilde sağlanacağı (yaya, araç veya bisiklet gibi) ile ilgili sekme de "yaya" seçeneği seçilmiştir. Son olarak eklenti trafik ve zaman hakkında bilgi girilmesini istenmiştir. Ancak erişim yürüyerek olacağı için bu bölüm boş bırakılmıştır. Daha sonra en kısa rota oluşturulmuştur. Bu analitik yaklaşım olası bir deprem durumunda kamusal alanlara güvenli ve en kısa erişim yollarının oluşturulmasına olanak sağlamaktadır.

Çalışmada başlangıç noktası olarak Doğanbey Millet Bahçesi'ni çevreleyen 5 mahallede 10 farklı nokta işaretlenmiştir. Hem toplanma alanı hem de çalışma alanı olarak nitelendirilebilecek Doğanbey Millet Bahçesi bitiş noktası olarak işaretlendi. HQGIS eklentisinde mesafe ve süre verilerine ulaşılamadığından, ağ analizinde başlangıç ve bitiş noktaları dikkate alınarak Google Haritalar kullanılarak mesafe ve süreler hesaplanmıştır.

3. Sonuçlar ve Tartışmalar (Results and Discussions)

3.1. Doğal Peyzaj Bileşenleri Analiz Sonuçları (Natural Landscape Components Analysis Results)

Çalışmada incelenen parametrelere göre, 41,2 hektarlık litolojik kaya yapısı ve yakın çevresini kapsayan çalışma alanı ve yakın çevresi Talus kaya oluşumuna sahiptir. Aktar Hüssam ve Doğanbey Mahalleleri'nin kuzey kesimleri, 1 dereceli deprem bölgeleri olarak sınıflandırılan fay hattından 0-60 metre uzaklıkta yer almaktadır. Maksimum yer ivmesi 0,3 ila 0,5 g arasındadır. Ayrıca, alanın 41,3 hektarı geçirgen yüzeylerden oluşmaktadır ve arazi çoğunlukla düzdür. 34,8 hektarlık bölgede eğimler %0-15 arasında değişmektedir ve dereye olan mesafe alanın %0-15'ini kaplamaktadır. Genellikle bu özelliklerin 200 metrenin ötesine uzandığı görülmüştür. Deprem duyarlılığı analizi tüm bu girdiler dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.



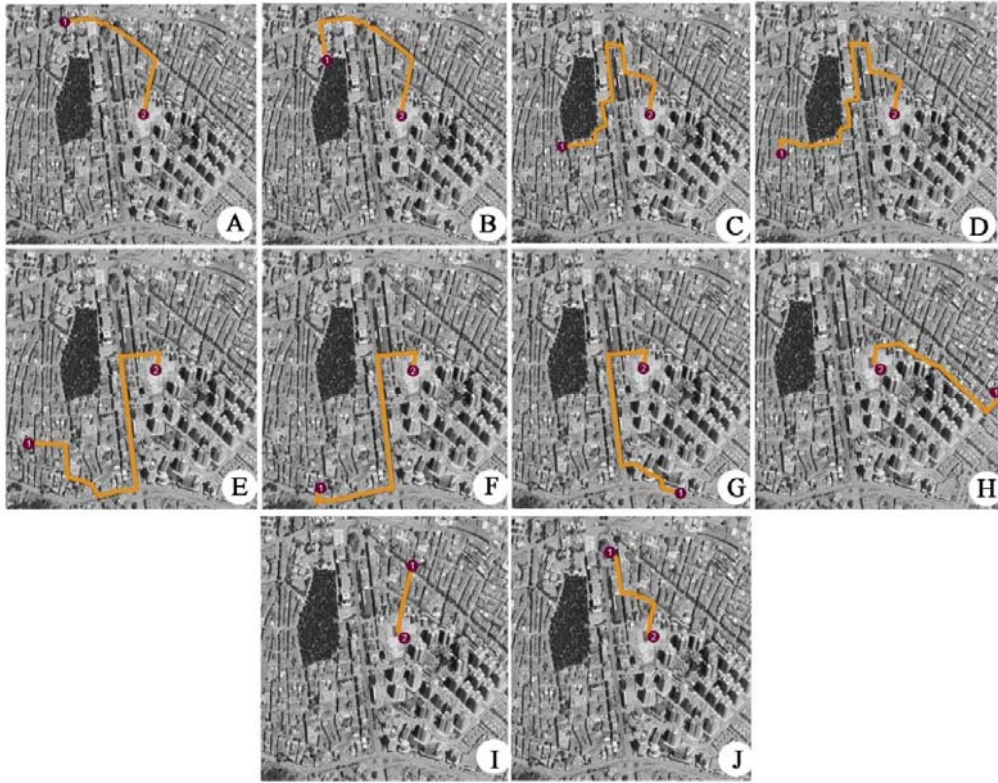
Şekil 4. 5 mahalledeki deprem duyarlılığı analizi (Earthquake susceptibility analysis in 5 neighbors)

Tablo 3. Mahalle bazında deprem duyarlılığı değerleri (Earthquake susceptibility values on a neighborhood basis)

	Orta (ha)	Yüksek (ha)	Toplam alan (ha)
Kırcaali Mahallesi	7,4	2,1	9,5
Kiremitçi Mahallesi	6,6	0,0	6,6
Doğanbey Mahallesi	3,8	7,4	10,1
Ahmetpaşa Mahallesi	0,5	10	10,5
Aktar Hüssam Mahallesi	0,1	4,4	4,5



Şekil 5. Beş mahallenin nüfus yoğunlukları ve bu mahallelerdeki toplanma alanları [28, 29]
(Population densities of five neighborhoods and gathering area in these neighborhoods)



Şekil 6. Network analizinin sonuçları (Locations considered as starting and ending points in network analysis)

Tablo 4. Ağ analizi sonucunda başlangıç ve bitiş noktaları belirlenen 10 lokasyonun en kısa yollarının uzaklıkları ve bu mesafeleri kat etmek için gereken süreler

(The distances of the shortest paths of 10 locations whose starting and ending points were determined as a result of the network analysis and the times they will take to cover these distances)

Rota	Mesafe (m)	Zaman (minutes)	Rota	Mesafe (m)	Zaman (minutes)
A	500	8	F	900	13
B	650	10	G	750	11
C	900	13	H	550	9
D	1200	17	I	200	3
E	1100	16	J	350	5

Analiz, 41,2 ha çalışma alanının %56,79'unun (23,4 ha) 'riskli' kategorisinde yer aldığını, %43,21'inin (18,6 ha) ise depreme orta derecede duyarlı olduğunu ortaya koydu (Şekil 4). 5 mahalleyi kapsayan analiz sonuçlarına göre, "çok az riskli", "daha az riskli" ve "çok riskli" kategorilerine giren bir alan bulunmamaktadır.

Çalışma alanı Doğanbey Millet Bahçesi'nin yer aldığı Kırcaali İlçesi'nde 7,4 hektarlık alan depreme karşı orta duyarlılıkta, 2,1 hektarlık alan ise çok hassastır. Özellikle depreme karşı yüksek duyarlılıkta olan bölgelerde ticari yapılar bulunmaktadır. TOKİ konutlarının bir kısmının yer aldığı Kiremitçi Mahallesi'nin tamamı 'orta duyarlı' kategorisine girmektedir. TOKİ konutlarının da yer aldığı Doğanbey İlçesi'nde ise 3,8 hektarlık alan depreme karşı orta duyarlılıkta, 7,4 hektarlık alan ise çoğunlukla ticari amaçlı kullanılan çok hassastır. TOKİ konutları ise orta derecede deprem duyarlılığına sahiptir. Ahmetpaşa İlçesi'nde 0,5 hektarlık alan orta deprem duyarlılığında, 10 hektarlık alan ise yüksek deprem duyarlılığında olduğu tespit edilmiştir. Yüksek riskli alanların büyük çoğunluğu konut alanı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca Ahmetpaşa Mezarlığı mahallenin %28,57'sini (3 hektar) kaplamaktadır. Son olarak Aktar Hüsam İlçesi'nde 0,1 ha'lık orta düzeyde deprem duyarlılığına sahip bir alan ile 4,4 ha'lık yüksek düzeyde deprem duyarlılığına sahip bir alan tespit edilmiştir. Tablo 3, tüm mahallelerin hektar (ha) cinsinden ölçülen büyüklüklerinin ve deprem duyarlılıkları yer almaktadır.

3.2. Kültürel Peyzaj Bileşenleri Analiz Sonuçları (Cultural Landscape Components Analysis Results)

ArcGIS programında yapılan nüfus analizinin sonucu Şekil 5'te gösterilmiştir. Şekil 5'e göre, en yoğun nüfuslu mahalleler Kiremitçi ve Doğanbey Mahalleleridir. En az yoğun mahalle ise Doğanbey Milli Bahçesi'ni de içinde barındıran Kırcaali Mahallesidir.

Deprem duyarlılık analizinden sonra ağ analizi yapılmıştır. Çalışmada başlangıç noktası olarak Doğanbey Milli Bahçesi'ni çevreleyen 5 mahallede 10 farklı nokta işaretlenmiştir. Toplanma alanı ve aynı zamanda çalışma alanı olarak da tanımlanabilen Doğanbey Millet Bahçesi bitiş noktası olarak işaretlenmiştir. Ağ Analizi sonucu ve 10 farklı nokta Şekil 6'da gösterilmiştir. Ayrıca çalışma alanındaki 10 farklı lokasyona ait erişim süreleri Tablo 4'te dakika olarak verilmiştir. Bu süreler yayalar dikkate alınarak yapılmıştır.

Depremler, oluş zamanları belirsiz, büyük tehdit oluşturan kaçınılmaz doğal tehlikelerdir. Günümüzde hızlı kentsel büyüme, yüksek yoğunluklu kentsel alanlar, çok katlı konut alanları ve binalar plansız kentsel gelişim, eski yapılar ve aşınmış kentsel doku nedeniyle depremlerin yarattığı tehlikeler geçmişe göre daha büyük görünmektedir. Çalışma alanı olan Doğanbey Millet Parkı, Bursa Kentinin tarihi merkezinde, çoğunlukla eski ve aşınmış kentsel dokuya sahip yüksek yoğunluklu bir alanda yer almaktadır. Bursa Kenti, Marmara Bölgesinin güneyinde ve Kuzey Anadolu Fay Hattı'nın orta kolunda yer almaktadır. Bu alan konumu nedeniyle yüksek riskli olup deprem afeti potansiyeline sahiptir. Çalışma alanının 400 m güneyinde aktif bir fay hattı bulunmaktadır ve Türkiye

deprem haritasına göre çalışma alanı 1. risk kategorisine girmektedir. Çalışma alanı ve çevresi kompakt bir biçimde yüksek nüfus yoğunluğu ve kamusal açık alanların eksikliği göstermektedir. Çalışma alanı, toplam 41,2 hektarlık alanına karşılık, 10220 kişi için yaklaşık 2500 m²'lik halka açık alandan oluşmaktadır. Çalışma alanının etrafında çok sayıda küçük toplanma alanı olmasına rağmen, bu yerler nüfusu kaldırmayacak büyüklükte olması açısından yetersizdir. Ayrıca, çalışma alanının etrafında büyük yeşil alanlar olmasına rağmen, Afet Önleme Parkları gibi kentsel halka açık alanların eksikliği olası deprem tehlikelerini artırmaktadır. Beş mahallenin afet risk analizlerinin sonuçları, alanın yarısından fazlasının (%56,79) yüksek deprem duyarlılığı bölgelerinde yer aldığını göstermektedir. Dahası, yaklaşık 23,4 hektar veya alanın %43,21'i orta düzeyde deprem riski göstermektedir.

Kentsel yapıdaki Afet Önleme Parkları, deprem dayanıklılığını desteklemek için tehlike eğilimli alanlardaki yeşil alanları aktif bileşenler olarak atayabilir. Bu alanlar, ilk yaşam desteği, acil tahliye, iletişim, sosyal toplantı, barınma, sanitasyon ve depremden sonra yiyecek ve su dağıtımı için yerler olarak işlev görmektedir. Ancak kentsel açık ve yeşil alanların ölçeği ve erişilebilirliği, olası bir deprem sonrasında "ikinci şehir" rolünü üstlenmeleri nedeniyle Afet Önleme Parkları olarak rollerinde önemli faktörlerdir. Dolayısıyla açık ve yeşil alanların ağı, kentsel tasarım ve yenileme planlaması arasındaki ortak noktalar. Bu alanlar bir yandan insanların günlük yaşamlarının destekleyen alan olarak, öte yandan büyük bir depremin öngörülemeyen sonuçları için çok işlevli açık ve yeşil alanlar olarak bilinirler. Ayrıca bu alanların, farklı ölçeklerde kentsel dokuda erişilebilir ve okunabilir olması önemlidir. Kentsel dokuda farklı ölçekli açık ve yeşil alanları ağı, kentin diğer altyapı tesisleri ile bütüncül ağ oluşturarak, afet sonrası kentsel erişilebilirliği sağlar. Kentsel açık ve yeşil alanların dağılımı ve konumu, riske maruz kalma ve nüfus yoğunluğuna göre ayrılmalıdır. Öte yandan, Afet Önleme Parkları planlama ve tasarım süreçleri sosyal etkileşim fırsatlarını sağlayan, topluluk, yerel paydaşlar ve mekânla birlikte çalışmaya olanak sağlar. Üstelik çalışma alanının konumu, Merin Park, Reşat Oyal Park ve Millet Bahçesi gibi yeşil alanlar ve kentin diğer kamusal alanlara yakınlık açısından güçlü bir potansiyel olarak görülür. Bu faktörler, bir Afet Önleme Parkı için yeşil ağ oluşumu, erişilebilirlik ve altyapı açısından önemli faktörlerdir.

Çalışma sırasında, Doğanbey Millet Parkı'nın doğal ve kültürel bileşenleri analiz edilerek alanın Afet Önleme Parkı olarak işlev görme potansiyeli değerlendirilmiştir. Öncelikle, yaklaşık 17500 metrekarelik bir alanı kaplayan Doğanbey Millet Parkı'nın ölçeği, onu yakın çevredeki sakinler için acil barınak veya geçiş yeri olarak işlev görebilecek bir Şehir Parkı (1 hektardan fazla) olarak nitelendirmekte ve etkili bir şekilde bir Afet Önleme Parkı işlevi görmektedir. Ayrıca, Doğanbey Milli Parkı, bu yeşil açık alana kolay erişim sağlayan ana dolaşım kentsel yollarla çevrilidir.

Dolayısıyla, bu faktörler olası bir deprem sonrasında Doğanbey Millet Parkı'nın Afet Önleme Parkı olarak kullanılma şansını artırmaktadır. Çalışma alanının bir fay zonuna yakın olmasına rağmen, doğal bileşen

litolojisi (%36,9), fay hatlarına uzaklığı (m) (%21,8), deprem bölgesi derecesi (%13,7), maksimum yer ivmesi (%9,2), hidrojeoloji (%6,5), jeomorfoloji (%4,9), eğim (%3,9) ve akarsuya uzaklığı (%3,10) bir Afet Önleme Parkı olarak işlev görme potansiyeline işaret etmektedir.

Ayrıca, erişilebilirlik bir depremden sonra kritik bir güvenlik faktörüdür. Alanın ağ analizlerine göre, açık alan olarak en yakın noktalara 5-10 dakika veya 200 metre içinde ulaşılabilenken, en uzak noktalara maksimum 17 dakika veya 1100 metre içinde ulaşılabilir. Bu, özellikle geniş bir yüksek riskli alan olarak sınıflandırılması göz önüne alındığında, bu alanda bir Afet Önleme Parkı kurulmasının önemini vurgulamaktadır. Örneğin, Akar vd. [43], İstanbul'da olası bir deprem senaryosu altında tahliye rotalarını belirlemek için CBS tabanlı Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi kullanmış ve toplanma alanlarına en kısa erişimin yapı yoğunluğu düşük, yol ağı geniş ve eğim oranı düşük bölgelerde mümkün olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada, tahliye sürelerinin %30 oranında azaltılabileceği vurgulanmıştır. Yıldırım ve Şişman [44] ise Samsun/Atakum ilçesinde yürüttükleri çalışmada, toplanma alanlarının sadece %22'sinin 500 metrelik yürüme mesafesi içinde olduğunu belirlemiş; toplanma alanı sayısının artırılması ve erişim analizlerinin CBS tabanlı yeniden yapılandırılması gerektiğini vurgulamışlardır. Sun vd. [45] tarafından Çin'de yapılan bir başka araştırma CBS yardımıyla, kalabalık yaya hareketliliğinin kontrol altına alınabildiğini ve bariyer etkisi olan bina kümelerinin kaçış süresini %15'e kadar uzattığını ortaya koymuştur. Bu bulgu, rotaların sadece mesafe değil, yapısal çevre özelliklerine göre de modellenmesi gerektiğini kanıtlamaktadır. Mimari açıdan incelendiğinde ise, açık yeşil alanlara entegre edilebilecek küçük ölçekli konteyner sistemlerinin estetik, kaliteli, güvenli ve yaşanabilir çözümler sunması gerekmektedir. Örneğin, Avlar vd. [46] tarafından deprem sonrası geçici barınma için geliştirilen CLT E-BOX modeli; kolay taşınabilirliği, hızlı kurulumu, defalarca sökülüp yeniden kullanılabilirliği, optimum kullanım alanı sağlaması ve farklı aile büyüklüklerine uyurlanabilir iç mekân düzenleriyle öne çıkmaktadır. Ayrıca, konforlu yaşam koşulları sunarak depremezelerin temel ihtiyaçlarını (barınma, temizlik, su, sağlık vb.) karşılamakta; çevre dostu, sürdürülebilir, seri üretime uygun ve ekonomik açıdan avantajlı olmasıyla da dikkat çekmektedir. Böylece, hem yaşamın hızla normale dönmesine katkı sağlamakta hem de kullanıcıların psikolojik ve sosyal iyileşmesine destek olmaktadır.

5. Sonuçlar (Conclusions)

Doğanbey Milli Bahçesi ve yakın çevresindeki 5 mahalle için olası bir deprem durumunda güvenli ve hızlı bir şekilde ulaşılacak ortak alanları belirlemeyi amaçlayan bu çalışmanın çıktıları şunlardır:

- Toplanma alanları depreme duyarlı olmayan alanlarda bulunmalıdır. Deprem duyarlılık analizine göre Doğanbey Milli Bahçesi "orta" riskli bir bölgede yer almaktadır.
- Olası bir deprem durumunda ulaşım planlaması kritik hale gelmektedir. Toplanma alanlarına erişimin en kısa ve en güvenilir yollarla sağlanması esastır. Çalışma alanında, zaman açısından erişilebilirlik ve ulaşım ağları incelenmiştir. Çalışma alanını çevreleyen beş mahalleden A, B, H, I ve J yolları toplanma alanına en kısa ve en güvenilir erişimi sunmaktadır.
- Olası deprem durumunda, çalışma alanı kentin diğer açık yeşil alanlarına yakınlık açısından ağ oluşumu, erişilebilirlik ve alt yapı açısından güçlü konumdadır.

Bu bilgiyle, nicel verilere dayalı bir tasarım süreci kullanarak daha hızlı ve daha güvenilir erişime sahip toplanma alanları oluşturabiliriz. Bu süreç, üniversitelerden, ilgili bakanlıklardan, yerel yönetimlerden, uzmanlardan ve kentsel tasarım ve planlama çalışmalarındaki diğer paydaşlardan gelen girdileri içermektedir.

Kaynaklar (References)

1. Oxford English Dictionary. <https://www.oed.com/search/dictionary/?scope=Entries&q=disaster>. 2023. Erişim tarihi Kasım 16, 2023.
2. Gülgün, B., Yazici, K., Dursun, S. T. Tahta, B., Earthquake park design and some examples from the world and Turkey, *Journal International Environmental Application & Science (JIEAS)*, 11 (2), 159-165, 2016
3. UN. United Nations World Urbanization Prospects: Population Division, United Nations. <https://population.un.org/wup/>. 2018 Erişim tarihi Kasım 2 Şubat, 2024.
4. French, E. L., Birchall, S.J., Landman, K., Brown, R.D., Designing public open space to support seismic resilience: A systematic review. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 34, 1-10. 2019.
5. Fischer, J., Anticipating The Big One Exploring the Role of Landscape Architecture in Preparing Wellington's CBD for a Major Earthquake (Master of Landscape Architecture). Victoria, University of Wellington. Access Address (15.09.2023):https://openaccess.wgtn.ac.nz/articles/thesis/Anticipating_the_Big_One_Exploring_the_role_of_landscape_architecture_in_preparing_Wellington_s_CBD_for_a_major_earthquake/17005354, 2023.
6. Nakabayashi, I., Urban Planning Based on Disaster Risk Assessment. In: Disaster Management in Metropolitan Areas for the 21st Century. Proceedings of the IDNDR Aichi/Nagoya International Conference, Nagoya, Japan, UNCRD Proceedings Series, No. 1. Nagoya, Japan: United Nations Centre for Regional Development, 225-239, 1-4 November, 1994.
7. Allan, P., Bryant, M., The Critical Role of Open Space in Earthquake Recovery: A Case Study. NZSEE Conference: New Zealand Society for Earthquake Engineering. Paper Number 34. <https://db.nzsee.org.nz/2010/Paper34.pdf>. 26-28 Mart, 2010. Erişim tarihi Ocak 29, 2024.
8. Allan, P., Bryant, M., Wirsching, C., Garcia, D., Rodriguez, T. M., The influence of urban morphology on the resilience of cities following an earthquake., *Journal of Urban Design*, 18, 242-262, 2013.
9. Jayakody, R.R.J.C., Amaratunga, D., Haigh, R., Plan and Design Public Open Spaces Incorporating Disaster Management Strategies with Sustainable Development Strategies: A Literature Synthesis. MATEC Web of Conferences 229, ICDM 2018, Indonesia, 2-4 Mayıs, 2018.
10. EPA. Environmental Protection Agency. Disaster-Resilient Design Concepts. Publication No. 230K22001, 2023.
11. Mikaili, M., Earthquake Resistant Cities and Disaster Management, Editörler: Karadağ, A.A. ve Ertaş, Ş., Chapter-3, IKSAD Publishing House, ISBN: 978-625-367-633-9, 2024.
12. UN. United Nations. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Urbanization Prospects 2024. Birleşmiş Milletler, 2024.
13. He, Ch., Huang, Q., Bai, X., Robinson, D.T., Shi, P., Dou, Y., Zhao, B., Yan, J., Zhang, Q., Xu, F., Daniell, J., A global analysis of the relationship between urbanization and fatalities in earthquake-prone areas. *International Journal of Disaster Risk Science*, 12, 805-820, 2021.
14. UNISDR. How can we make earthquakes less deadly?. 2023. <https://www.undrr.org/>. Erişim tarihi Kasım 16, 2024.
15. World Bank. Disasters Risk Management. 2023. <https://www.worldbank.org/en/topic/disasterriskmanagement/overview#1>. Erişim tarihi Kasım 16, 2024.
16. World Risk Report. Focus: Diversity. Bündnis Entwicklung Hilft, Ruhr University Bochum, Institute for International Law of Peace and Armed Conflict (IFHV), 2023.
17. Tumini, I., Villagra-Islas, P., G. Herrmann-Lunecke., Evaluating reconstruction effects on urban resilience: a comparison between two chilean tsunami-prone cities. *Natural Hazards*, 85 (3), 1363-1392, 2017.
18. Turer Başkaya, F.A., Disaster Sensitive landscape planning for the coastal megacity of Istanbul. *Journal of Coastal Conservation*. 19 (5), 729-742, 2015
19. Ishikawa, M., Landscape planning for a safe city *Annals of Geophysics*, 45 (6), 833-841, 2002.
20. Masuda N., Disaster refuge and relief urban park system in Japan. *Landscape Architecture Frontiers*, 2 (4), 52-60, 2014.
21. Chou, J.S., Ou, Y.C., Cheng, M.Y., Lee, C.M., Emergency shelter capacity estimation by earthquake damage analysis. *Nat. Hazards, Dordrecht*, 65, 1 (3), 2031-2061, 2013.

22. Dionisio, M.R., The Importance of Public Space for Sustainable Urban Rehabilitation. In Proceedings of the Constructed Environment International Conference, Tokyo, Japan, 17-19 November, 2010.
23. Tokyo Metropolitan Government. Tokyo Metropolitan Government Disaster Prevention Guide Book. Tokyo 163-8001 Japan, 2020.
24. Alawi, M., Chu, D., Hammad, S., Resilience of public open spaces to earthquakes: a case study of chongqing, China., Sustainability, 15 (1092), 1-20, 2023.
25. Lam, C., Shimizu, T., A., Network analytical framework to analyze infrastructure damage based on earthquake cascades: a study of earthquake cases in Japan. International Journal of Disaster Risk Reduction, 54, 10, 2025.
26. Mikaeili, M., Earthquake Resistant Cities and Disaster Management. Chapter 3: The Importance of Green Public Open Spaces in Earthquake Disaster Management, 63-82. Ankara, Turkey, ISBN: 978-625-367-633-9, 2024.
27. Kılıç, M. Y., Adalı, S., Çalışma ofislerinin enerji ihtiyacının güneş pilleri kullanılarak karşılanması, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10 (2), 716-728, 2022.
28. TÜİK. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayal%C4%B1-N%C3%BCfus-Kay%C4%B1t-Sistemi-Sonu%C3%A7lar%C4%B1-2023-49684&dil=1>. 2024. Erişim tarihi Nisan 2, 2024.
29. OB, Osmangazi Belediyesi. <https://osmangazi.bel.tr/osmangazi-barinma/>. 2024. Erişim tarihi Nisan 11, 2024.
30. Gök, E., Investigation of earthquake hazard and seismic site characteristic in the examples of Bursa and Izmir. (Doctor of Philosophy Degree), Dokuz Eylül University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, İzmir, 2011.
31. Çakır, E., Uzel, B., Strain partitioning between extensional and transcurrent systems: Field relationship and kinematic of the North Anatolian Fault Zone in the Bursa Basin, NW Turkey. Journal of Asian Earth Sciences, 251, 105669, 2023.
32. AFAD. İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü. <https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml>. 2024. Erişim tarihi Mart 11, 2023.
33. MTA. Maden Teknik Araba. <https://www.mta.gov.tr/>. 2024. Erişim tarihi Mart 14, 2023.
34. Miller, A. D., Türkiye's Earthquakes: A Humanitarian Catastrophe 2023. Türkiye'nin Depremleri: Bir İnsani Felaket, IJSDR - International Journal of Scientific Development and Research, 8 (3), 311-336, 2023.
35. Seyitoğlu, G., Esat, K., Tün, M., Oruç, B., Pekşen, E., Aktuğ, B., ... Çetinkaya, D., Newly discovered, the Kayapa-Yenişehir cross-basin fault: As revealed by geological and geophysical studies along the southern branch of the North Anatolian Fault Zone, a possible source of the destructive 1855 Bursa earthquakes. Journal of Structural Geology, 179, 105028, 2024.
36. Arslan Kaya, T. N., Sarı, E., Çağatay, M. N., Kurt, M. A., Kösesakal, T., Kılıç, Ö., Acar, D., The effects of the 1999 Gölcük earthquake (Mw 7.4) on trace element contamination of core sediments from İzmit Gulf, Turkey. Natural Hazards, 116 (1), 1189-1208, 2023.
37. Özşahin, E., Earthquake damage risk analysis in Tekirdağ province using Geographic Information Systems (GIS) and Analytic Hierarchy Process (AHP) Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kullanılarak Tekirdağ ilinde deprem hasar riski analizi. Journal of Human Sciences, 11 (1), 861-879, 2014.
38. Zhu, Z., An earthquake-induced landslides risk assessment model using the modelBuilder of ArcGIS. In 2010 18th International Conference on Geoinformatics, Beijing, China, 1-4, 18-20 Haziran, 2010.
39. Nyimbili, P. H., Erden, T., Karaman, H., Integration of GIS, AHP and TOPSIS for earthquake hazard analysis. Natural Hazards, 92, 1523-1546, 2018.
40. Yariyan, P., Zabihi, H., Wolf, I. D., Karami, M., & Amirian, S., Earthquake risk assessment using an integrated Fuzzy Analytic Hierarchy Process with Artificial Neural Networks based on GIS: A case study of Sanandaj in Iran. International Journal of Disaster Risk Reduction, 50, 101705, 2020.
41. Ocak, F., Bahadır, M., CBS teknikleri kullanılarak deprem duyarlılık analizi için Analitik Hiyerarşi Prosesi: Samsun Ladik Gölü Havzası örneği, Türkiye. Kesit Akademi Dergisi, 8 (33), 322-348, 2022.
42. Deliry, S. I., Uyguçgil, H., Accessibility assessment of urban public services using GIS-based network analysis: a case study in Eskişehir, Türkiye. GeoJournal, 88, 4805-4825, 2023.
43. Akar, A., Akar, Ö., & Konakoğlu, B., Analysis of emergency assembly points for post-earthquake disaster management: a case study of Erzincan, Türkiye. Natural Hazards, 120 (13), 11791-11824, 2024.
44. Yıldırım, R. E., Sisman, A., Spatial Decision Support for Determining Suitable Emergency Assembly Places Using GIS and MCDM Techniques. Sustainability, 17 (5), 2144, 2025.
45. Sun, H., Hu, L., Shou, W., & Wang, J., Self-organized crowd dynamics: research on earthquake emergency response patterns of drill-trained individuals based on GIS and multi-agent systems methodology. Sensors, 21 (4), 1353, 2021.
46. Avlar E., Limoncu S., Tızman, D., Post-earthquake temporary housing unit: CLT E-BOX, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 38 (1), 471-482, 2023.

