

## İstanbul Bakırköy İlçesinin Geçici Barınma Alanlarının Uzaktan Algılama Yöntemi ile Analizi

### *Analysis of Temporary Shelter Areas of Istanbul Bakırköy District with Remote Sensing Method*

Aslı Sabuncu<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Enfield, London/United Kingdom.

#### ARAŞTIRMA MAKALESİ

##### \*Sorumlu yazar:

Aslı Sabuncu  
aslisabuncu01@gmail.com

doi: 10.48123/rsgis.1268813

##### Yayın süreci

Geliş tarihi: 21.03.2023  
Kabul tarihi: 14.06.2023  
Basım tarihi: 28.09.2023

#### Özet

Kuzey Anadolu Fay Zonu Türkiye'deki en aktif tektonik yapılardan biridir. 1894 Büyük İstanbul depremi ve 1999 Kocaeli-Gölcük depremi sonrası Marmara bölgesinde yıkıcı bir deprem meydana gelmemiştir. Bilim insanları tarafından 1894 Büyük İstanbul depremi ve 1999 Kocaeli-Gölcük depremi sonrası Marmara sismik boşluğu boyunca başta İstanbul olmak üzere Marmara bölgesini etkileyecek bir deprem öngörülmektedir. Bu sebeple, beklenen olası İstanbul depremi sonrası kullanılmak üzere geçici barınma alanlarına dair ayrıntılı araştırmalara gereksinim duyulmaktadır. Bu çalışmada, olası İstanbul deprem sonrası afetzedelerin kullanabileceği ve ulaşabileceği alanlarının uzaktan algılama ile tespiti amaçlanmıştır. Bu çerçevede, İstanbul ili Bakırköy ilçesi pilot bölge olarak seçilmiş ve bölgeye ait ortofotolar belediyeden temin edilmiştir. Geçici barınma alanlarının seçiminde sıklıkla kullanılan büyüklük ve kapasite kriterleri pilot alanların tespitinde göz önünde bulundurulmuştur. Ortofotolardan nesne tabanlı sınıflandırma sonucu çıkarılan uygun büyüklükteki dört farklı pilot bölgenin kapasiteleri ve bölgelerde kurulacak çadır sayısı ile kalacak kişi sayısı çalışmada tartışılmıştır. İlçenin nüfusu ve bina stoğu göz önüne alındığında belirlenen alanların genişletilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Geçici barınma alanları, Olası İstanbul depremi, Uzaktan algılama, 1894 büyük İstanbul depremi, Marmara sismik boşluğu

#### Abstract

The North Anatolian Fault Zone is one of the most active tectonic elements in Turkey. After the 1894 Great Istanbul earthquake and 1999 Kocaeli Gölcük earthquake no destructive earthquake occurred in the Marmara region. After the 1894 Great Istanbul earthquake and 1999 Kocaeli-Gölcük earthquake, scientists predict an earthquake that will affect the Marmara region, especially Istanbul, along the Marmara seismic gap. For this reason, there is a need for detailed research on temporary shelter areas to be used after the expected possible Istanbul earthquake. In this study, it is aimed to determine the temporary shelter areas that the disaster victims can use and reach after the possible Istanbul earthquake by remote sensing. In this framework, Bakırköy district of Istanbul province was chosen as the pilot region and orthophotos of the region were obtained from the municipality. Size and capacity criteria, which are frequently used in the selection of temporary shelter areas, were taken into consideration in the selection of pilot areas in the region. In the study, the capacities of four different pilot regions of suitable size, which were obtained as a result of object-based classification from orthophotos, and the number of tents to be set up in the regions and the number of people to stay were discussed. It was concluded that the temporary shelter areas should be expanded when the population and building stock of Bakırköy district are considered.

**Keywords:** Temporary shelter areas, Possible İstanbul earthquake, Remote sensing, 1894 Great İstanbul earthquake, Marmara seismic gap

## 1. Giriş

Son yirmi yılda coğrafi bilgi sistemleri, uzaktan algılama, bilgi ve uydu teknolojisinde yaşanan olumlu gelişmeler, farklı bilimsel çalışma ve uygulamalarının yapılmasına yol açmıştır. Afet yönetimi de bu araştırma konularından biridir. Toplumların sosyolojik ve ekonomik faaliyetlerini negatif yönde etkileyen ve aksatan, insanlara, canlılara ve çevreye önemli zararlar veren, büyük oranda can ve mal kayıplarına ve bunun yanı sıra ağır ve travmatik yaralanmalara neden olan insanların kontrolü dışında meydana gelen olaylar doğa kaynaklı afet olarak tanımlanmaktadır. FEMA'nın (Federal Emergency Management Agency) yapmış olduğu çalışmaya göre afetler, doğal ve teknolojik olmak üzere iki sınıf altında incelenmektedir (FEMA, 2023). Jeofiziksel, meteorolojik, hidrolojik, iklimsel ve biyolojik afetler doğal afet sınıfında iken kazalar, patlamalar, savaşlar teknolojik afet sınıfına girmektedir. EM-DAT'a (The Emergency Events Database) göre doğal afetler altı alt başlıkta gruplandırılmıştır. Bunlar sırasıyla jeofiziksel (deprem, volkanik hareketler, toprak kayması vb.), hidrolojik (sel, ıslak toprak kayması vb.), iklimsel (kuraklık, aşırı sıcaklık, yangınlar (orman yangınları)), meteorolojik (fırtına, şiddetli yağış vb.), biyolojik (salgın hastalık, böcek istilası vb.) ve dünya dışı (meteor düşmesi, güneş patlamaları) afetlerdir (Şekil 1) (EM-DAT, 2023).



Şekil 1. EM-DAT'a göre doğal afetlerin sınıflandırılması (EM-DAT, 2023).

Günümüzde Çevre ve Şehircilik Bakanlığının eski adıyla Bayındırlık ve İskân Bakanlığının yaptığı çalışmaya göre afetin büyüklüğü, can kayıpları, yaralanmalar, binalardaki hasarlar, sosyal ve ekonomik kayıpların büyüklükleri ile ölçülmektedir (BİB, 2004). Doğal afetlerin birçoğunun ne zaman olacağı tam olarak bilinmemekle birlikte yapılan ve yürütülen bilimsel çalışmalar sayesinde bilim insanları doğal afetler öncesi ve sırasında gerekli önlemleri alabilmek ve oluşabilecek riskleri en aza indirmek için araştırmalarını devam ettirmektedir. Dünyanın en aktif tektonik yapılarından biri olan Alp-Himalaya fay sistemi üzerinde yer alan Türkiye, yüzyıllardır depremlere maruz kalmaktadır. 36 ülkeyi kapsayan OECD'nin ("Organisation for Economic Co-operation and Development") hazırlamış olduğu rapora göre Türkiye, bir yıl içinde yaşanan afet sayısı bakımından dördüncü, afetlerin yol açtığı hasarlar bakımından ise yedinci sıradadır. Ayrıca meydana gelen her bir afet, Türkiye ekonomisine 1,67 milyar dolar zarara neden olmaktadır (Shelterprojects, 2022).

Türkiye'nin bir afet ülkesi olması sebebi ile olası bir doğal afet sonrasında, kentsel alanlardaki toplanma ve geçici barınma alanlarının stratejik olarak planlanması ve eğer var ise eksikliklerinin bir an önce giderilmesi gerekmektedir. İstanbul genelinde toplanma alanlarına ve geçici barınma alanlarına dair yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Gerçekleştirilen uygulamaların sonuçları incelendiğinde olası İstanbul depremi için geçici barınma alanlarının, İstanbul nüfusu göz önüne alındığında yeterli olmadığı görülmektedir. Bu nedenle, uygun özelliklere sahip geçici barınma alanlarının afetlerin yaşanmasından daha önce belirlenmesi ihtiyacı doğmaktadır.

Toplanma alanı ve geçici barınma alanı kavramları sıklıkla karıştırılan kavramlar olup Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı'nın (AFAD) 2020 yılında yapmış olduğu açıklama ile aralarındaki fark ortaya konulmuştur. Toplanma alanları, afet ve acil durum sonrası geçici barınma alanlarının hazır olana kadar geçen sürede halkın tehlikeli bölgelerden uzaklaşarak kendini güvende hissedeceği ve ilk müdahalelerin yapılacağı güvenli alanlardır. Geçici barınma alanları ise afet veya acil durum sonrası halkın kalıcı konutlara geçmeden önce barınabileceği ve çadırkent ile konteyner kentlerin kurulabileceği ve belirli kriterlere sahip olan alanlardır (AFAD, 2020). Ancak zaman zaman ulusal ve uluslararası literatürde bu iki farklı kavram karıştırılmakta ve bu kavram bazı çalışmalarda toplanma alanı olarak geçmektedir.

Bu sebeple yapılmış ve yayınlanmış önceki bilimsel çalışmalarda geçici barınma alanı değil toplanma alanı ifadesi kullanılmıştır. Ancak İstanbul ili Bakırköy ilçesi sınırları içinde gerçekleştirilen bu çalışmada ise toplanma alanı değil halkın afet veya acil durum sonrası kalıcı konutlara geçmeden konaklayabileceği ve barınabileceği geçici barınma alanlarının hesaplamaları yapılmış ve uygunlukları ortaya konulmuştur.

Toplanma ve geçici barınma alanlarıyla ilgili yapılmış çalışmalar için literatür taraması yapıldığında mühendislik disiplinin yanı sıra sosyal bilimler disiplini ile de çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Afet yönetimi kapsamında literatürde sıklıkla karşılaşılan Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemi ile yapılmış birçok çalışma mevcuttur. Gökğöz vd., (2020) yapmış olduğu çalışmada acil durum toplanma alanlarının belirlenmesinde ÇKKV yönteminin Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ile toplanma alanlarının büyüklüklerini irdelemiştir. ÇKKV yönteminin AHP ile afet yönetiminde oldukça sıklıkla kullanıldığı literatür taramasında açıkça görülmektedir. Bu çalışmalardan bazıları sırasıyla AHP yöntemi ile acil lojistik merkezi seçimi Hong ve Xiaohua (2011), AHP yöntemi ile deprem acil barınağının değerlendirilmesi Cheng ve Yang (2012), AHP ve coğrafi bilgi sistemi yöntemleri ile heyelan duyarlılık haritalarının değerlendirilmesi (Aghlmand vd., 2020) gelmektedir. Rezaei (2014) İstanbul ilindeki geçici barınma alanlarının yer seçiminin belirli bir model ile belirlendikten sonra AHP yöntemi ile değerlendirmesini yapmıştır.

Afet sonrası toplanma alanlarının belirlenmesi uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi (CBS) teknolojileri ile de gerçekleştirilmektedir. Özkılıç (2020) yapmış olduğu çalışmada İstanbul ilinde deprem sonrası kullanılacak toplanma alanlarının kapasitelerinin ve ulaşılabilirliklerini coğrafi bilgi sistemleri ile irdelemiştir. Şahin (2022) tezinde Malatya ilinde beklenen bir deprem sonrası belirlenmiş acil durum toplanma alanlarının yeterliliklerini incelemiştir. Aman (2019) doktora tezinde İstanbul ili Bağcılar ilçesini pilot bölge olarak seçmiş ve olası İstanbul depremi sonrası toplanma alanlarının yeterliliklerini incelemiştir.

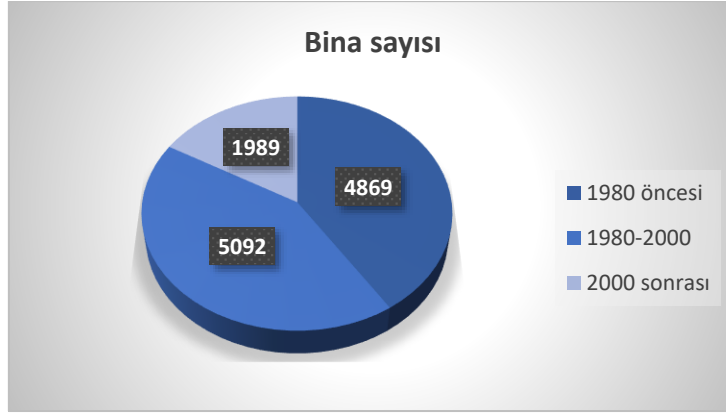
Uzaktan algılama ile topoğrafik harita üretimi, arazi örtüsü ve arazi kullanımı haritaları, deprem araştırmaları, jeotermal araştırmalar, fay, çizgisellik ve kırıkların tanımlanması, deniz, göl, akarsu kirliliğinin tespiti, sel, baskın haritaları ve hasar tespiti, orman yangınının izlenmesi ve müdahalesi, toprak haritalarının çıkartılması, rekolte tahmini, böceklenme vb. konularda çok çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Sözü edilen bu çalışmalarda veri seti olarak uydu verileri ve ortofotolar kullanılmaktadır. Bu çalışmaların çıktıları tematik haritalar olup bu haritaları elde etmek için uzaktan algılamanın sıklıkla başvurduğu teknik olan sınıflandırma tekniği uygulanmaktadır. Görüntü sınıflandırma, piksel tabanlı ve nesne tabanlı sınıflandırma olmak üzere iki ana başlık altında incelenmektedir. Piksel tabanlı sınıflandırmada görüntü üzerindeki piksellerin spektral değerleri ile çalışılırken nesne tabanlı sınıflandırmada görüntü üzerindeki tekil pikseller değil aynı veya yakın spektral özelliklere sahip piksel gruplarıyla oluşmuş nesne gruplarının homojen olarak oluşması ve bu nesne gruplarının sınıflandırılması ile yapılmaktadır. Ayrıca sınıflandırma yöntemleri ise kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma olmak üzere iki başlık altında toplanmaktadır. Kontrolsüz sınıflandırmada genelde arazi hakkında bir ön bilgiye sahip değilken kontrollü sınıflandırmada arazi hakkında eğitim verisine sahip olunur.

Literatürde yapılmış çalışmalar incelendiğinde gerçekleştirilmiş tüm çalışmalarda toplanma ve/veya geçici barınma alanlarının tespitinin farklı algoritmalar ile yapıldığı ya da mevcutta hazır olan toplanma ve/veya geçici barınma alanlarının yeterliliklerinin araştırıldığı görülmektedir. Bu çalışmada ise olası İstanbul depremi sonrası en çok etkilenmesi beklenen ilçe olan Bakırköy pilot bölge olarak seçilmiş ve bölgede afet sonrası kurulması planlanan geçici barınma alanlarının belirlenmesi işlemi önceki bilimsel çalışmalardan farklı olarak uzaktan algılama teknikleri kullanılarak belirlenmiştir. Ortofoto verilerinden geçici barınma alanlarının tespiti nesne tabanlı sınıflandırma ile yapılmış ve ardından alanların hesaplanması ve ne kadar kişinin barınabileceği hesaplanmıştır. Geçici barınma alanlarının tespitinde büyüklük ve kapasite kriterleri göz önüne alınmıştır. Literatür taraması yapıldığında toplanma veya geçici barınma alanlarının belirlenmesinde daha önce ortofotolar kullanılarak nesne tabanlı sınıflandırılma ve tespit edilen alanların hesaplanması işlemleri yapılmamıştır. Gerçekleştirilen bu çalışmanın sonuçları öncül sonuçlar olup, coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama yöntemleri yardımı ile daha farklı katmanları katarak optimum sonuçlara ulaşılması hedeflenmektedir.

## 2. Çalışma Bölgesi

İstanbul, Türkiye'nin kuzeybatısında, Marmara denizine komşu ve Boğaziçi boyunca konumlanmış Türkiye'nin en kalabalık şehridir. Çalışma bölgesi olarak seçilen Bakırköy ilçesi, İstanbul'un 39 ilçesinden biri olup, İstanbul'un Avrupa yakasında yer almaktadır. Konumu gereği kuzeyinde Bahçelievler, güneyinde Marmara Denizi, doğusunda Zeytinburnu ve batısında Küçükçekmece ilçesi bulunmaktadır (Şekil 2). 29,22 km<sup>2</sup> alana kurulu olan Bakırköy 15 mahalleden oluşmaktadır. Bakırköy ilçesinin son nüfus sayımına göre toplam nüfusu 226.685 olarak hesaplanmıştır (TUIK, 2022). Beklenen İstanbul depremi sonrası kırılması öngörülen Kuzey Anadolu Fay hattına en yakın mesafedeki ilçelerden biri olan Bakırköy ilçesi çalışma alanı olarak seçilmiştir. Bu bölgenin seçilmesinin ana nedeni Kuzey Anadolu Fay hattına en yakın ilçe olması ve ilçenin yapı stoğunun eski tarihli olmasıdır. Meydana gelecek olan olası İstanbul depremi sonrası bölgedeki yaşlı binaların ağır hasar alması nedeniyle ilçede afetzedeler için geçici barınma alanlarına ihtiyaç duyulacağı öngörülmektedir.





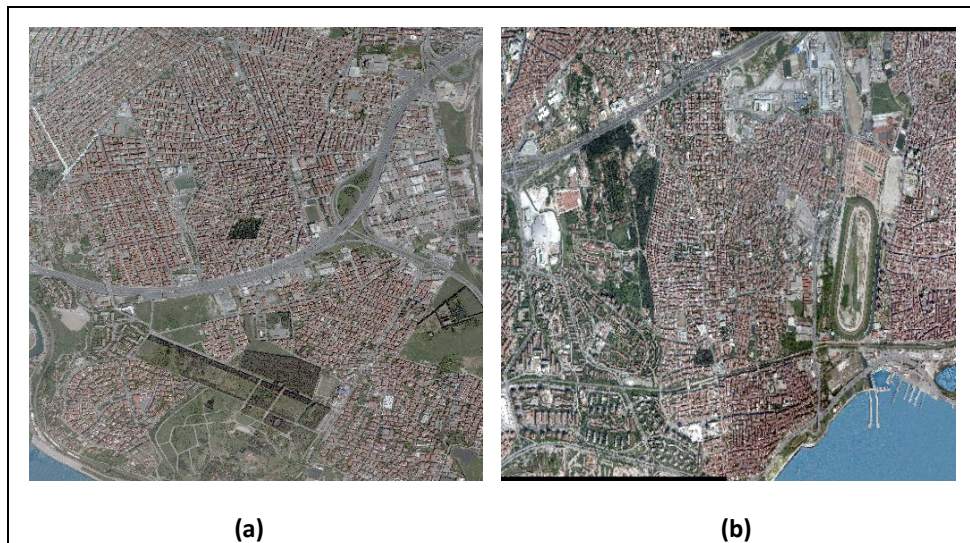
Şekil 4: İstanbul ili Bakırköy ilçesi binaların yapım yılları ve sayısı

Bakırköy ilçesinde analiz edilmiş 11.950 adet bina kat sayıları bakımından incelendiğinde ise 6372 adet bina (% 53) 1-4 katlı, 5388 adet bina (% 45) 5-8 katlı olup geri kalan 190 adet bina (%2) 9-19 katlıdır. Binaların yapılış yılları baz alındığında ise yaklaşık % 84'ünün 2000 ve öncesinde yapıldığı görülmektedir. Ayrıca yapılmış olan çalışmada Mw:7.5 büyüklüğünde senaryo depremi üzerine çalışılmış ve yukarıda bahsedilen bina stoklarının durumları da göz önüne alındıktan sonra çıkan sonuçlara göre 28.910 hanenin acil olarak barınma ihtiyacı ortaya çıkacağı öngörülmüştür. Haneler ortalama olarak 3 kişi olarak hesaplandığında ise 86.730 kişinin acil barınma ihtiyacı olacağı öngörülmektedir (İBB, 2023). Bu sebeple de geçici barınma alanlarının ivedilikle iyileştirilmesi gerekmektedir. Sadece Bakırköy belediyesi sınırları dahilinde bile yapılmış senaryo depremlerin çıktıkları incelendiğinde yaklaşık 28.910 çadıra ve bunun akabinde bu çadırların kurulabileceği geçici barınma alanlarına ihtiyaç bulunmaktadır.

İstanbul ili Bakırköy ilçesi olarak seçilen bu çalışmada da geçici barınma alanlarının sınırları belirlendikten sonra alansal olarak hesaplamaları yapılmış ve her bir bölgeye kaç adet afet çadırının kurulabileceği bulunmuştur. Çıkan sonuçlar İBB'nin hazırlamış olduğu senaryo depremi sonuçları ile tutarlı olduğu gözlenmiştir.

#### 4. Veri Seti

İstanbul ilinin Bakırköy ilçesi çalışma için pilot bölge olarak seçilmiştir. Seçilen bölgeye ait ortofotolar, İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından 2010 yılında alımı yapılmış olup verilerin işlenmesinde kullanılmıştır. İlçe sınırlarının tamamı 10 adet ortofotodan oluşmaktadır. Ortofotolar 1/5000 ölçekli olup 30 cm mekânsal çözünürlüklü ve 3 (KYM) bantlıdır. Şekil 5'te ilçeye ait 2 farklı bölgenin ortofoto görüntüleri verilmiştir.



Şekil 5: Bakırköy ilçesinin iki farklı alanın ortofotoları: a) Basınköy ve Şenlikköy mahalleleri, b) Ataköy, Cevizlik, Kartaltepe, Osmaniye mahalleleri

## 5. Geçici Barınma Alanlarının Belirlenmesindeki Kriterler ve Standartlar

Afet sonrası halkın kolaylıkla ve ivedilikle ulaşması gereken, insanların kendilerini ve ailelerini güvende hissedebilecekleri ve afet riski taşımayan güvenli ve geniş alanlar toplanma alanı olarak tanımlanmaktadır (Çınar vd., 2018). Afet öncesi belirlenmiş toplanma alanları halkın kısa süreli ihtiyaçlarını karşılayan yerlerdir. Meydana gelen bir doğal afet sonrası ilk 12-24 saatlik zaman dilimi, afetzedelerin önceden belirlenmiş ve korunaklı toplanma alanlarına ulaşabilmesi ile yerel sağlık kuruluşları ve yetkililerin halkı bilgilendirmesi ve olası kaosa neden olacak olayların önüne geçilmesi açısından önem teşkil etmektedir. Ancak afetzedelerin kalıcı konutlarda yaşamaya başlayana kadar geçen sürede konaklayacağı ve barınacağı alanlar geçici barınma alanlarıdır. Bu sebeple geçici barınma alanlarında elektrik, su, kanalizasyon, haberleşme, iletişim vb. temel altyapılarının kurulması gereklidir.

Kentsel alanlar ile büyük şehirlerde olası bir doğal afet karşısında geçici barınma alanlarının konumlarının afet öncesi stratejik olarak tespit edilmesi gereklidir. Tespit edilen yerler incelendiğinde eksiklikleri var ise giderilmeye çalışılmalıdır. Geçici barınma alanlarının afet öncesi belirlenmesi için literatür taraması yapıldığında birçok çalışma görülmektedir. Aman (2019) yapmış olduğu çalışmada geçici barınma alanlarıyla ilgili daha önce gerçekleştirilmiş bilimsel çalışmaları derlemiş ve en sık kullanılan kriterleri belirlemiştir. Gerçekleştirilmiş bilimsel çalışmalar çerçevesinde geçici barınma alanlarının belirlenmesinde 34 adet kriter olduğu görülmüş ancak bu 34 kriterden en önemli ve her çalışmada karşımıza çıkan 10 adet kriter aşağıda sıralanmıştır.

- Ulaşılabilirlik,
- Alansal büyüklük ve kapasite
- Yol aksları ve bağlantıları,
- Kullanılabilirlik ve çok fonksiyonluluk,
- Su kaynaklarına uzaklık
- Altyapı
- Jeolojisi ve fay hatlarına uzaklık
- Mülkiyet hakkı
- Asayiş ve güvenlik
- Tehlikeli yapılara uzaklık, (Aman, 2019; Anand vd., 2015; Aksoy vd., 2009; Çelik vd., 2017; JICA, 2002; Soltani vd., 2014; Tarabanis ve Tsionas, 1999, Wei vd., 2012).

Bir afet sonrası geçici barınma alanlarında, barınak alanındaki her kişiye en az 3,5 m<sup>2</sup> kapalı yaşam alanı tahsis edilmelidir. Ortalama dört kişilik bir ailenin yaşayabileceği standart çadırın kapladığı alan ise 16.5 m<sup>2</sup> (Türk Kızılayı, 2023). Ayrıca, eğer altyapı tesisleri, yollar, okullar, çarşılar, eczaneler, depolama tesisleri, barınak yerleri vb. kısımları da geçici barınma alanlarına katıldığında dört kişilik bir haneye düşen alan 45 m<sup>2</sup> olarak hesaplanmaktadır. (Çınar vd., 2018; Anhorn ve Khazaj, 2015).

Yukarıda belirtilen on farklı kriterden alansal büyüklük ve kapasite kriteri bu çalışmada göz önüne alınarak Bakırköy ilçesi için afet sonrası olası geçici barınma alanları belirlenmiştir.

## 6. Yöntem

Olası İstanbul depremi için geçici barınma alanlarının tespitinin uzaktan algılama yöntemi ile incelenmesini içeren çalışma şeması şekil 6'da verilmiştir.



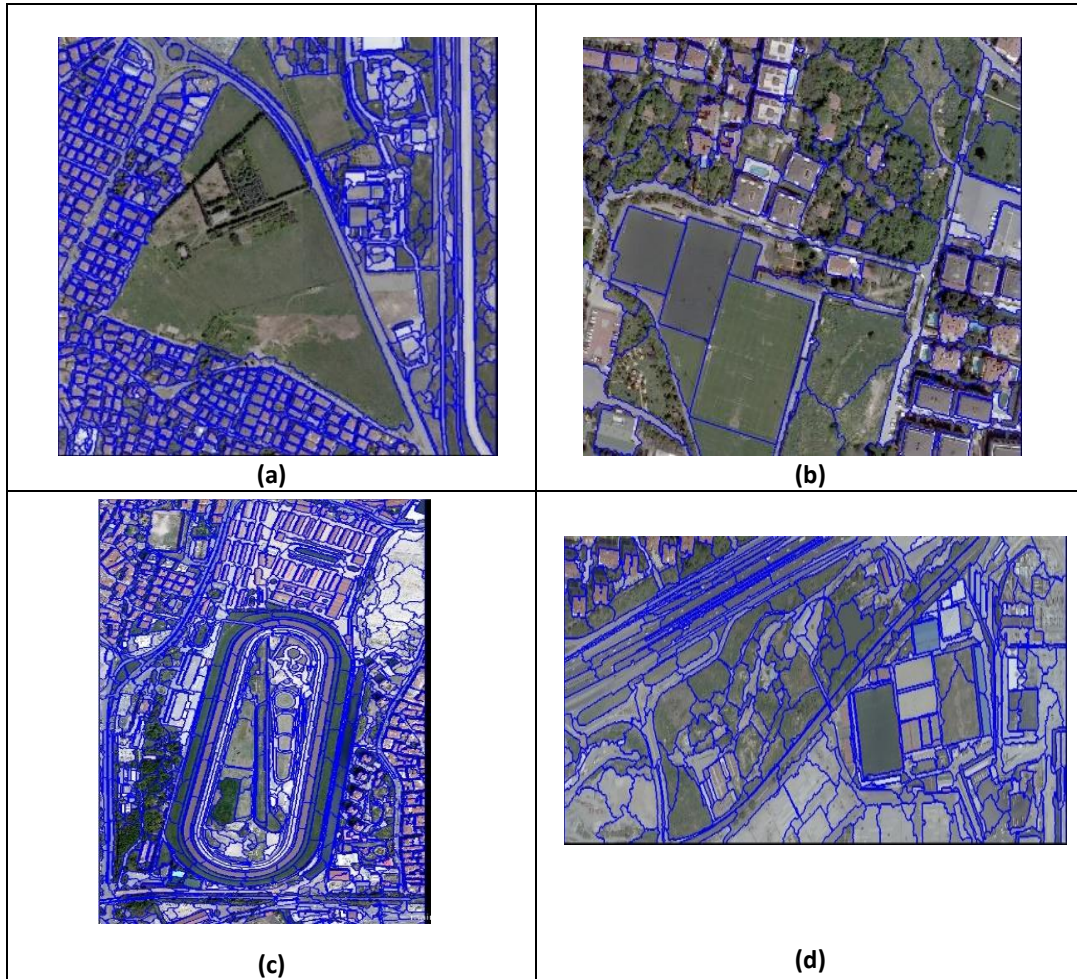
Şekil 6. İş akış şeması

İlk olarak çalışmada kullanılacak pilot bölge seçilmiştir. Bu bölgeye ait veri seti olarak ortofoto seçilmiş ve bölgeye ait ortofotolar belediyeden temin edilmiştir. Elde edilen verilere ön işlemler yapılması gerekmektedir. Bu sebeple verilerin birleştirilmesi, çalışma alanlarının kesilip bütün veriden çıkarılması işlemi iş akışının üçüncü aşaması olarak uygulanmıştır. Çalışmada olası geçici barınma alanlarının tespiti için uzaktan algılama tekniklerinden nesne tabanlı sınıflandırma algoritması iş akışının dördüncü aşaması olarak uygulanmıştır. Son aşama ise belirlenen alanların kaç metre karelik alan olduğunun hesaplanması işlemidir.

### 6.1. Nesne Tabanlı Sınıflandırma

Uzaktan algılamada sınıflandırma nesne tabanlı ve piksel tabanlı sınıflandırma yöntemleri ile gerçekleştirilmektedir. Uygulamada temin edilen ortofotolara gerekli ön işlemler yapılmış ve nesne tabanlı sınıflandırma adımına geçilmiştir. Nesne tabanlı sınıflandırma işleminin amacı görüntü üzerinde yer alan tekil pikselleri değil aynı veya yakın spektral özelliklere sahip piksellerin gruplandırılarak nesne gruplarının homojen olarak oluşturulması ve bu nesne gruplarının sınıflandırılması temeline dayanmaktadır (Fisher, 1997; Blaschke, 2010).

Nesne tabanlı sınıflandırma işlemi farklı adımlardan oluşmaktadır. İlk adım segmentasyondur. Bu adımda benzer veya aynı spektral özelliklere ait pikseller gruplandırılarak yeni ve anlamlı nesne grupları elde edilmiş olur (Myint vd., 2011). Segmentasyon, “yukarıdan-aşağıya (topdown) ve aşağıdan-yukarıya (bottom-up)” olmak üzere iki farklı yöntem olarak çalışmalarda uygulanır (Definiens, 2012). Bu çalışmada aşağıdan-yukarıya yöntemi uygulanmıştır. Ayrıca “aşağıdan- yukarıya” yönteminde en çok çoklu çözünürlüklü segmentasyon (“Multiresolution Segmentation”) kullanılmaktadır. Çoklu çözünürlüklü segmentasyonda kullanıcı, uygulamadaki değişkenleri belirlemektedir ve bu değişkenler gerçeğe en yakın şekilde seçilmelidir. Bu değişkenler ölçek, renk-şekil, yumuşaklık-yoğunluktur (Sabuncu, 2018). Uygulamada kullanılan değişkenler tablo 1’de verilmiştir. Ayrıca seçilen değişkenler sonucu elde edilen segmentasyonlar şekil 7’de gösterilmiştir. Çalışmada sınıflandırma Definiens eCognition yazılımında gerçekleştirilmiştir.



**Şekil 7:** Bakırköy ilçesinde seçilen 4 farklı pilot bölgenin segmentasyon sonuçları: a) Bakırköy 1.bölge, b) Bakırköy 2.bölge, c) Bakırköy 3.bölge, d) Bakırköy 4.bölge

**Tablo 1:** Pilot bölgelerde uygulanan segmentasyon değişkenleri ve değerleri

Pilot Bölge	Girilen değişkenler ve değerler				
	Ölçek	Renk	Şekil	Yumuşaklık	Yoğunluk
Bakırköy 1.bölge	120	0.3	0.7	0.6	0.4
Bakırköy 2.bölge	120	0.2	0.8	0.5	0.5
Bakırköy 3.bölge	150	0.3	0.7	0.5	0.5
Bakırköy 4.bölge	120	0.3	0.7	0.6	0.4

## 6.2 En Yakın Komşuluk Algoritması ile Sınıflandırma

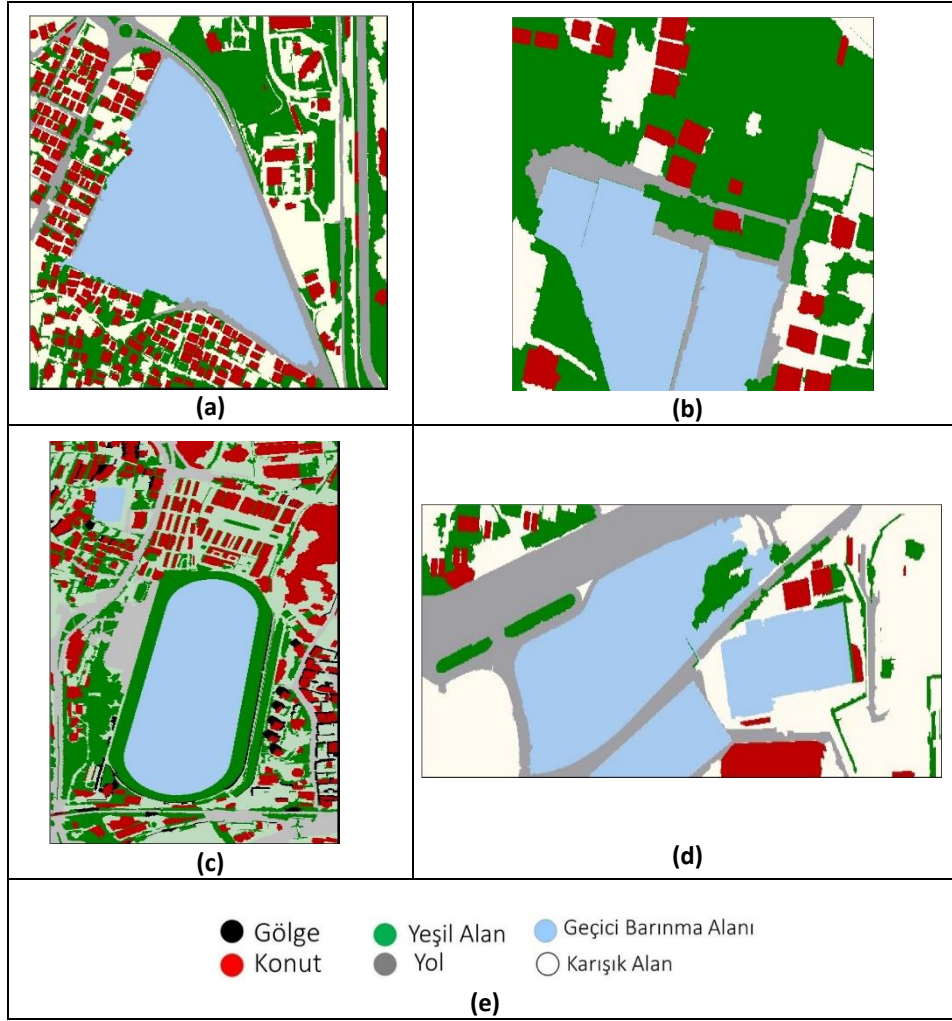
Çoklu çözünürlüklü segmentasyon adımı tamamlandıktan sonra ikinci aşama olan sınıflandırma adımına geçilmiştir. eCognition yazılımının içinde iki temel sınıflandırma algoritması bulunmaktadır: Bunlar Bulanık üyelik (Fuzzy membership) ve En yakın komşuluktur (Nearest Neighbour). En yakın komşuluk algoritmasının amacı kullanıcının her sınıf için örnek nesnelere kullanıp sınıf tanımlamaları yapması ve sınıflandırmayı gerçekleştirmesidir. Bu çalışmada da en yakın komşuluk algoritması ortofotolarla uygulanmıştır.

Ortofoto görüntülerine uygulanan en yakın komşuluk yönteminde üç farklı özellik (“şekil, spektral ve doku”) göz önüne alınarak pilot bölgelerde altı sınıf belirlenmiştir. Bu sınıflar; gölge, karışık alan, konut, geçici barınma alanı (olası), yeşil alan ve yoldur. Kullanılan veriler üç bant içerdiği için sadece bantlarla değil aynı zamanda görüntülerdeki doku, şekil özelliklerinden de yararlanılmıştır. Sınıflandırma sonucu elde edilen sınıfların ve kullanılan algoritmaları tablo 2’de gösterilmiştir. Sınıflandırma sonuçları ise şekil 8’de verilmiştir.

**Tablo 2:** Nesne tabanlı sınıflandırma sonucu elde edilen sınıflar ve kullanılan algoritmalar

Sınıf	Kullanılan Algoritma ve Yöntem
Gölge	Spektral özelliği - Parlaklık değişkeni ile nesnelere parlaklık eşliğine göre sınıflandırılır. Tanımlanmış eşik değerinin üstündeki nesnelere gölge sınıfına atanmıştır.
Karışık Alan	Doku özelliği- Görüntüde karışık piksellerin ve hangi sınıfa ait olduğu belli olmayan segmentlerin atandığı sınıftır.
Konut	Şekil özelliği- Dikdörtgensel uyum değişkeni. Görüntüdeki binalar kare veya dikdörtgen ise bu sınıfa atanmıştır.
Geçici Barınma Alanı	Şekil özelliği ve spektral özelliği. Bu sınıfı tanımlamada öncelikle yeşil alanların tespiti için 2. bantın ortalaması alınmıştır. İkinci aşamada ise alan değişkeni ile belli bir eşik değerinin üstündeki nesnelere bu sınıfa atanmıştır.
Yeşil Alan	Spektral özelliği- Yeşil alanların tespitinde 2. bantın ortalaması alınarak belirli eşik değerindeki nesnelere yeşil alan olarak bu sınıfa atanmıştır.
Yol	Şekil özelliği – Görüntüde uzunluk değişkeni ve-veya uzunluk/en oranı ile yollar diğer sınıflardan kolaylıkla ayrılmış ve yollar bu sınıfa atanmıştır.





**Şekil 8:** Belirlenen test bölgelerin nesne tabanlı sınıflandırma sonuçları: a) Bakırköy 1. Bölge, b) Bakırköy 2. Bölge, c) Bakırköy 3. Bölge, d) Bakırköy 4. Bölge, e) Sınıfların gösterimi

### 6.3 Doğruluk Analizi

Uydu verileri veya ortofoto verilerin sınıflandırma sonuçlarının doğruluğunun kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu sebeple sınıflandırma işlemi sonrası doğruluk analizi işlemi yapılmalıdır. Doğruluk analizinde sınıflandırma sonucu doğruluğu kabul edilen referans yani yer gerçeği verisi ile karşılaştırılır. Doğruluk analizinde doğruluğun yüksek olması için hatanın düşük olması gerekir.

Gerçekleştirilen sınıflandırmaların doğruluklarını test etmek için hata matrisleri hesaplanmıştır. Doğruluk analizinde elde edilen “Genel Doğruluk (GD; yüzde olarak)” her bir sınıfın doğruluğunun ortalama değeridir. “Kappa Katsayısı (KK)” sınıflandırma doğruluğunu istatistiksel olarak hesaplandığı ve ölçüt alınan değeridir. Yapılan nesne tabanlı sınıflandırma sonuçlarının her bir pilot bölge için hesaplanmış genel doğruluk ve Kappa katsayıları tablo 3’de verilmiştir.

**Tablo 3:** Ortofotoların kontrollü sınıflandırma sonrası doğruluk analizi

Veri	Test Bölgeleri	Genel Doğruluk (%)	Kappa Katsayısı
Ortofoto	Bakırköy 1	91	0.89
	Bakırköy 2	88	0.85
	Bakırköy 3	83	0.79
	Bakırköy 4	80	0.75

## 7. Bulgular ve Sonuçlar

Çalışma bölgesinde nesne tabanlı sınıflandırma algoritması ile tespit edilen afet sonrası kullanılması planlanan geçici barınma alanları büyüklükleri göz önüne alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Çelik vd. (2017) yapmış olduğu çalışmada ideal geçici barınma alanının büyüklüğünün ne olması gerektiği incelenmiş ve pek çok afetzedenin birlikte yararlanabileceği 50.000 m<sup>2</sup> ve daha büyük alanların geçici barınma alanı olması gerektiği sonucuna varılmıştır. Belirlenen alanların kapasiteleri büyüklük olarak uygun olanlarının kapladıkları alanlar ve ayrıca çadır kapasitesi ve çadırda kalacak kişi sayısı göz önüne alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Kamu kurumlarının afetzedelere tedarik edeceği çadır boyutları 16.5 m<sup>2</sup>'dir. Sağlıklı olarak bu tip çadırda 4 kişilik bir ailenin kalabileceği öngörülmektedir.

Sınıflandırma sonucu belirlenen bölgelerin kapladıkları alanlar ve her bölgede ne kadar çadır kurulabileceği hesaplanmıştır. İncelenen dört farklı pilot bölgenin toplam alanı 677.730 m<sup>2</sup> bulunmuştur. Geçici barınma alanlarının projelendirilmesinde çadır başına en az 45 m<sup>2</sup>'lik bir alan bulunmalıdır. Çadır başına düşecek olan 45 m<sup>2</sup>'nin içinde altyapı tesisleri, tüm sosyal donatılar, ara yollar, eğitim yerleri, çarşı, sığınma yerleri, depolama tesisleri vb. dahil olmaktadır. Bu durumda kurulabilecek en fazla çadır sayısı, 677.730/45=15.059 adettir. Her çadırda maksimum dört kişinin kalacağı göz önüne alındığında seçilen pilot bölgelere kurulabilecek çadır kentlerde toplamda 60.236 kişi kalabilecektir (Tablo 4).

**Tablo 4.** Afet sonrası olası geçici barınma alanlarının nesne tabanlı sınıflandırma algoritması ile alansal olarak hesaplanmış alan ve çadır/ kişi sayısı

Yer	Alan (m <sup>2</sup> )	Çadır (adet)	Kişi
<b>Bakırköy 1. Bölge</b>	167.730 m <sup>2</sup>	3727	14908
<b>Bakırköy 2. Bölge</b>	89.900 m <sup>2</sup>	1997	7988
<b>Bakırköy 3. Bölge</b>	285.000 m <sup>2</sup>	6333	25332
<b>Bakırköy 4. Bölge</b>	135.100 m <sup>2</sup>	3002	12008
<b>Toplam</b>	677.730 m <sup>2</sup>	15059	60236

Olası İstanbul depremi sonrası Bakırköy ilçesinde belirlenen pilot bölgelerdeki çadır sayısı ve konaklayabilecek kişi sayısı 2022 yılında yapılmış nüfus sayımı verileri göz önüne alındığında (226.685 kişi) tespit edilen geçici barınma alanlarının yeterli olmadığı görülmektedir. Ayrıca İBB'nin yapmış olduğu çalışmanın çıktıları göz önüne alındığında etkilenecek ve ilk etapta acil barınmaya ihtiyaç duyacak hane sayısı 28.910'dur. Bu sebeple yerel yönetimlerin acil olarak afet sonrası barınma alanlarını gözden geçirmesi ve gerekli düzenlemeleri ivedilikle yapması gerekmektedir.

## 8. Tartışma

Dünyada her yıl doğal ve teknolojik kaynaklı afetler meydana gelmektedir. Bu afetler sonucunda on binlerce insan hayatını kaybederken yüzbinlerce insan evsiz kalmakta, milyarlarca dolar maddi kayıp oluşmaktadır. Doğal afetler arasında yer alan deprem, en kısa sürede en fazla can ve mal kaybına neden olan doğal afet olarak ilk sırada yer almaktadır. Dünya nüfusunun yaklaşık % 7.5'i (~600 milyon insan) depremler açısından riskli sayılabilecek yerlerde yaşamaktadır. Türkiye ise bu açıdan incelendiğinde toplam nüfusunun % 98'inin deprem riski altında yaşadığı görülmektedir.

Son yıllarda yüksek mekânsal çözünürlüğe sahip uydu görüntüleri ile ortofoto görüntülerin daha fazla hayata geçirilmesi ile birlikte, yeryüzüne ait nesnelere ilişkin gerek mekânsal gerekse spektral açıdan daha detaylı bilgiler elde edilebilmektedir. Uzaktan algılamada kullanılan uydu verileri ile ortofotolar doğal afetler öncesi zararı azaltmaya yönelik olarak risk haritalarının hazırlanması, kriz yönetimi ve kurtarma çalışmaları, planlama vb. çalışmalarda sıklıkla başvurulan kaynaklardır. Bunun yanı sıra doğal afet sonrası hasar tespit ve tahmin çalışmalarında hızlı, güvenilir ve düşük maliyetli veriler olması nedeni ile de uzaktan algılama yöntemleri etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

Bu çalışmada afet sonrası afetzedelerin kullanabileceği geçici barınma alanlarının tespitini ortofotolar kullanılarak nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda belediyeden temin edilen ortofotolardan nesne tabanlı sınıflandırma sonucu çıkarılan uygun büyüklükteki dört farklı pilot bölgenin kapasiteleri ve bu bölgelerde kurulacak çadır sayısı ile kalacak kişi sayısı çalışmada hesaplanmıştır. Literatüre bakıldığında toplanma ve/veya geçici barınma alanlarının tespiti, analizi ve yeterlikleri için farklı algoritmaların uygulandığı gözlenmektedir. Özellikle Çok Kriterli Karar Verme ve Analitik Hiyerarşi Prosesi ile bu alanların tespiti ve yeterlilikleri incelenmiştir. Ancak son yirmi yılda uydu ve uçak platformlarında yaşanan olumlu gelişmeler ile birlikte uzaktan algılama tekniklerinin afet yönetimi konusuna daha fazla katılması sonucu etkili sonuçlar alınabileceğini göstermektedir. İstanbul ili bir mega kent olması ve yaklaşık yüz yıldır bölgede yıkıcı bir deprem meydana gelmemesi bölgeyi oldukça kırılgan yapmaktadır.

Toplanma ve geçici barınma alanlarının tespiti için uzaktan algılama tekniklerine daha fazla önem verilmesi ve hatta gerekirse uzaktan algılama, CBS ve istatistik biliminin birbirine entegre olarak geniş kapsamlı çalışmaların hayata geçirilmesi oldukça önemli bir adım olacaktır.

1999 yılında Kocaeli ve Düzce illerinde meydana gelen iki büyük deprem sonrası, afet yönetimi düzgün çalışmadığı için geçici barınma alanlarının bir kısmı sular altında kalmış, kapasitelerinin yetersiz olduğu gözlenmiş, altyapı problemleri ve ulaşım sorunları ile kurumlar arası koordinasyon sağlanamadığı için afetzedeler için yaşamsal gerekliliğin yerine getirilemediği gözlenmiştir. Ayrıca ülkemizde 2023 yılının şubat ayında yaşanan Kahramanmaraş ve Gaziantep depremleri sonrasında da toplanma ve geçici barınma alanlarının önemi ortaya açıkça çıkmıştır.

Afet sonrası bölgeye profesyonel ekipler ulaşana kadar ilk üç gün en önemli zaman dilimidir. Afet sonrası afetzedelerin kullanabileceği acil toplanma alanları ve geçici barınma alanlarının yerlerinin önceden belirlenmesi, gerekli altyapı hazırlıklarının hazırlanmış olması, halkın bilinçlendirilmesi özellikle ilk üç günde can kayıplarını önemli ölçüde azaltacaktır. Bu bağlamda ülkemiz başta olmak üzere doğal afetlere sıklıkla maruz kalan ülkelerin uydu, uçak bazlı teknolojiler ve bilgi teknolojilerini birbirine entegre etmeleri ve etkin bir afet yönetim sistemini oluşturmaları gereklidir. Bu teknolojilerin afet yönetiminin her aşamasında etkin kullanılması afet sonrası meydana gelen zararların azaltılmasında önemli rol oynamaktadır. Uzun yıllardır doğal afetler konusunda büyük sınavlar veren ülkemizin, olası İstanbul depremi öncesi geçici barınma alanları için somut ve doğru adımlar atması afet sonrası meydana gelebilecek olumsuz olayları azaltacağı düşünülmektedir.

## Teşekkür

Çalışma için kullanılan ortofoto görüntüler Bakırköy Belediyesi'ne bedeli verilerek temin edilmiştir.

## Kaynaklar

- AFAD. (2020, Aralık 8). *Toplanma alanları hakkında basın açıklaması*. Retrieved from <https://www.afad.gov.tr/toplanma-alanlari-hakkinda-basin-aciklamasi-15112020>.
- Aghlmand, M., Onur, M. İ., & Talaei, R. (2020). Heyelan duyarlılık haritalarının üretilmesinde analitik hiyerarşi yönteminin ve coğrafi bilgi sistemlerinin kullanımı. *European Journal of Science and Technology*, (Özel Sayı), 224-230. doi: 10.31590/ejosat.araconf28.
- Aksoy, Y., Turan, A.Y., & Atalay, H. (2009). İstanbul Fatih ilçesi yeşil alan yeterliliğinin Marmara depremi öncesi ve sonrası değerleri kullanılarak incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 14(2), 137-150.
- Aman, D. D. (2019). *Olası Marmara depreminde toplanma alanları yer seçimi kriterlerinin belirlenmesi: İstanbul Bağcılar örneği* (Doktora Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Anand, A., Jethoo, A.S., & Sharma, G. (2015). Selection of temporary rehabilitation location after disaster: A review. *European Scientific Journal*, 11(10), 161-169.
- Anhorn, J., & Khazai, B. (2015). Open space suitability analysis for emergency shelter after an earthquake. *Natural Hazards and Earth System Science*, 2, 4263-4297.
- BİB. (2004). *Deprem şurası, kurumsal yapılanma komisyonu raporu*. Ankara: Bayındırlık ve İskân Bakanlığı.
- Blaschke, T. (2010). Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65(1), 2-16.
- Cheng, H., & Yang, X. K. (2012, June). A comprehensive evaluation model for earthquake emergency shelter. In *Ninth Asia Pacific Transportation Development Conference, 2012. Proceedings*. (pp. 412-422). ASCE.
- Çelik, H. Z., Özcan, N. S., & Erdin, H. E. (2017, Ekim). Afet ve acil durumlarda halkın toplanma alanlarının kullanılabilirliğini belirleyen kriterler. In *4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 2017*. TDMD.
- Çınar, A.K., Akgün, Y., & Maral, H. (2018). Afet sonrası acil toplanma ve geçici barınma alanlarının planlanmasındaki faktörlerin incelenmesi: İzmir-Karşıyaka örneği. *Planlama*, 28(2), 179-200.
- Definiens. (2012). *Definiens Developer XD 2.0.4 Reference Book*. Retrieved from <https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/medicine/facilities/film/Definiens-Developer-Reference-Book-XD-2.0.4.pdf>
- EM-DAT. (2023, Ocak 18). *The Emergency Events Database- The International Disaster Database Centre for Research on the Epidemiology of Disasters*. Retrieved from <https://www.emdat.be/>.
- Fisher, P. (1997). The pixel: A snare and a delusion. *International Journal of Remote Sensing*, 18(3), 679-685.
- FEMA. (2023, Ocak 22). *Federal Emergency Management Agency*. Retrieved from <https://www.ready.gov/be-informed>.
- Gökçöz, B. İ., İlerisoy, Z. Y. & Soyuluk, A. (2020). Acil Durum Toplanma Alanlarının AHP Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 19, 935-945.
- Hong, L., & Xiaohua, Z. (2011). Study on location selection of multi-objective emergency logistics center based on AHP. *Procedia Engineering*, 15, 2128-2132.

- İBB. (2023, Ocak 10). *İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Deprem ve Zemin İnceleme Şube Müdürlüğü*. Retrieved from <https://depremezemin.ibb.istanbul/guncelcalismalarimiz/#olasi-deprem-kayip-tahminler-le-ktapiklari>.
- İPKB. (2022, Eylül 01). *İstanbul Deprem Risk Haritası*. İstanbul Proje Koordinasyon Birimi (İPKB). Retrieved from <https://www.guvenliyasam.org/ismep-2/>.
- JICA. (2002, Kasım 20). *Türkiye Cumhuriyeti İstanbul ili sismik mikro-bölgeleme dahil afet önleme/azaltma temel planı çalışması*. Retrieved from <http://www.ibb.gov.tr/tr-TR/SubSites/DepremSite/PublishingImages/JICA-TUR.pdf>.
- Myint, S. W., Gober, P., Brazel, A., Grossman-Clarke, S., & Weng, Q. H. (2011). Per-pixel vs. object-based classification of urban land cover extraction using high spatial resolution imagery. *Remote Sensing of Environment*, 115(5), 1145-1161.
- Özkılıç, E.N. (2020). *İstanbul'da deprem sonrası toplanma alanlarının kapasitelerinin ve erişebilirliklerinin CBS yardımıyla analizi ve değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Rezaei, S. (2014). *Development of a decision support model for the optimum shelter location following a disaster* (MSc Thesis). İstanbul Technical University, İstanbul, Türkiye.
- Sabuncu, A. (2018). *Yüksek mekânsal çözünürlüklü uydu/uçak platformlu görüntüler ve CBS teknolojisi kullanılarak Van-Erciş depremi sonrası bina hasar tespiti* (Doktora Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Soltani, A., Ardalan, A., Bolorani, A. D., Haghdoost, A., & Hosseinzadeh-Attar, M. J. (2014). Site selection criteria for sheltering after earthquakes: A systematic review. *PLOS Currents Disasters*, 6(1). doi: 10.1371/currents.dis.17ad1f98fb85be80785d0a81ced6a7a6
- Şahin, İ. K. (2022). *Afet sonrası toplanma alanlarının mevcut durumunun irdelenmesi: Malatya kent merkezi örneği* (Yüksek Lisans Tezi). İnönü Üniversitesi, Malatya, Türkiye.
- Tarabaniş, K., & Tsionas, I. (1999). Using network analysis for emergency planning in case of earthquake. *Transactions in GIS*, 3(2), 187–197.
- TUİK. (2022, Ağustos 18) *Türkiye İstatistik Kurumu*. Retrieved from <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>.
- Türk Kızılayı. (2023, Ocak 7). *Afet çadırı*. Retrieved from <https://www.kizilaycadirtekstil.com.tr/urunlerimiz/cadir/afet-cadiri/>.
- Shelterprojects. (2022, Aralık 10). *Sharing experience in humanitarian shelter and settlements responses*. Retrieved from <https://shelterprojects.org/index.html>.
- Wei, L., Li, W., Li, K., Liu, H., & Cheng, L. (2012). Decision support for urban shelter locations based on covering model. *Procedia Engineering*, 43, 59-64.