

Afet Yönetimi İçin Mobil Uygulama Tasarımı ve CBS ile Acil Durum Toplanma Alanlarının Uygunluğunun İrdelenmesi: Konya İli Örneği

Büşra Kart^{1*}, Ceren Yağcı², Büşra Gözgörür¹, Efsun Avcı¹, Fatih İşcan¹

¹Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 42100, Konya.

²Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 80000, Osmaniye.

Özet

Türkiye, Dünya'nın en aktif sismik kuşaklarından biri olan Alpin Deprem Kuşağı'nda bulunmaktadır. Bulunduğu konum itibarıyla toplum yapısı depremlerden büyük ölçüde etkilenmektedir. Özellikle 1999 Marmara depreminden sonra afet yönetimi kavramının önemi artarak komuyla ilgili mobil tabanlı teknolojilerin kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu çalışmada Android Studio yazılımı üzerinde Flutter programlama dili kullanılarak bir Deprem Bilgi Sistemi Mobil Uygulaması tasarlanmış ve CBS kullanılarak Konya iline ait acil durum toplanma alanlarının kent üzerindeki dağılımları incelenmiştir. Mevcut alanların uygunluğu yüzölçümü, nüfus, ulaşılabilirlik ve yerleşim yerlerine yakınlık kriterleri ele alınarak haritalar üzerinde değerlendirilmiştir. Bu uygulama ile toplumdaki afet yönetimi konusunda bir farkındalık yaratılması hedeflenmiştir. Tasarlanan uygulamada deprem öncesi, sonrası ve deprem anı bütün halinde ele alınarak deprem yönetimi konusunda çeşitli içerikler kullanılmıştır. Geliştirilen mobil uygulamanın ayrıcalıklı özelliği ise kullanıcıların ve acil durum toplanma alanlarının konum verisini anlık olarak sunmasıdır. Böylece uygulama ile panik anında bulunulan noktaya en yakın toplanma alanı bilgisine anlık ulaşılabilmektedir. Ayrıca uygulama, deprem sonrasındaki geçici barınma merkezleri hazır hale gelene kadar ki süreçte yaşanabilecek paniğin önlenmesi, etkin haberleşmenin sağlanması, yardımlaşma ve hızlı ilk acil müdahale sağlanmasını da olanaklı hale getirebilecektir. Bu çalışma ile Konya ilinde bulunan (ilçeler dahil) 125 tane toplanma alanının, olası bir afet durumunda çalışmada değerlendirilen kriterlere göre ihtiyaçlara cevap verebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Sözcükler

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Deprem Bilgi Sistemi, Acil Durum Toplanma Alanları, Mobil Cihaz Uygulaması

Design of a Mobile Application for Disaster Management and Examination of the Suitability of Emergency Meeting Areas with GIS: The Case of Konya Province

Abstract

Turkey is located in the Alpin Earthquake Belt, one of the most active seismic belts in the world. The community is greatly affected by earthquakes due to its location. Especially since the 1999 Marmara earthquake the role of disaster management has risen and, in this respect, use of mobile apps has grown in popularity in Turkey. In this study, an Earthquake Information System Mobile Application was designed using Flutter programming language on Android Studio software and distribution of emergency meeting areas of Konya province over the city was investigated using GIS. The suitability of existing emergency meeting areas was evaluated on the maps with the criteria of acreage, population, accessibility and proximity of settlements. The aim of this application is to raise disaster management awareness in the public. Various earthquake management contents were used in the mobile application before, during, and after the earthquake. The most different aspect of this application is represented by instant location data of users and emergency meeting areas. Thus, with mobile application the closest emergency meeting area information can be accessed instantly in a moment of panic. In addition, the application can help to avoid panic during the process until the temporary shelter is ready after the earthquake, allowing for more effective communication, collaboration, and providing a faster first emergency aid. With this study, it was concluded that 125 emergency meeting areas in Konya (including districts) will meet the needs according to the criteria of this study of settlements of a disaster.

Keywords

Geographic Information Systems (GIS), Earthquake Information System, Emergency Meeting Areas, Mobile Application

1. Giriş

Afetler; en genel tanımı ile çevreye, canlılara zarar verebilecek potansiyele sahip, önlenemeyen ve öngörülemeyen doğa olaylarıdır. Zaman ve mekân fark etmeden birçok biçimde meydana gelebilmektedir. Deprem, çığ, fırtına, sel, yangın vb. olaylar bu duruma örnek olarak gösterilebilmektedir (Kadıoğlu 2008). Doğal afetler, toplumun sosyal ve ekonomik dayanıklılığını zedeleyecek zorluklar meydana getirmektedir (Çoban vd. 2017).

* Sorumlu Yazar: Tel: +90 (332) 2051661 Faks: +90 (332) 2410635

E-posta: bussrakartt@gmail.com (Kart B), cerenavciyagci@gmail.com (Yağcı C)
busraa.gozgorer@gmail.com (Gözgörür B), efsunavc30@gmail.com (Avcı E)
fiscan@ktun.edu.tr (İşcan F)

Gönderim Tarihi / Received : 10/06/2021

Kabul Tarihi / Accepted : 09/05/2022

Afete eğilimli alanlarda yüksek kentleşme, çevresel bozulma ve endüstriyel gelişme oranları, bu tür felaketlerin kapsamını arttırmaktadır (Tseng ve Chen 2012). Ayrıca, her yıl kaydedilen doğal afet sayısı 1940'tan bu yana belirgin bir şekilde artış göstermektedir ve riskli bölgelerde meydana gelen ani nüfus artışı ve altyapı gelişimi gibi faktörler doğal afetlerin kayıp ve hasar riskini artırmıştır. Doğal afetlerin iklim değişikliği sebebiyle de sayısının ve öneminin önümüzdeki yüzyılda artış göstermesi muhtemeldir (Brown vd. 2018). Deprem, yerkabuğunda depolanan enerjinin aniden salınması sonucu meydana gelen ve oluşan sismik dalgaların dünya yüzeyinde sallanma ve yer değiştirme olarak hissedilmesi olayıdır. Doğal afetlerden biri olan ve yaşamı büyük ölçüde etkileyen depremler şiddetli bir şekilde meydana geldiklerinde insanların psikolojisini ve sosyal yaşantılarını derinden ve olumsuz bir biçimde etkileyerek can ve mal kaybına sebep olabilmektedir (Çoban vd. 2017). Doğal afetlerin insanları etkileme oranları afetin önem derecesini arttırmaktadır ve 20. yüzyılda depremin dünya çapında 2 milyona yakın insanın ölümüne neden olmuş olması sebebiyle deprem felaketi ilk sırada önem arz etmektedir (Yarıyan vd. 2020).

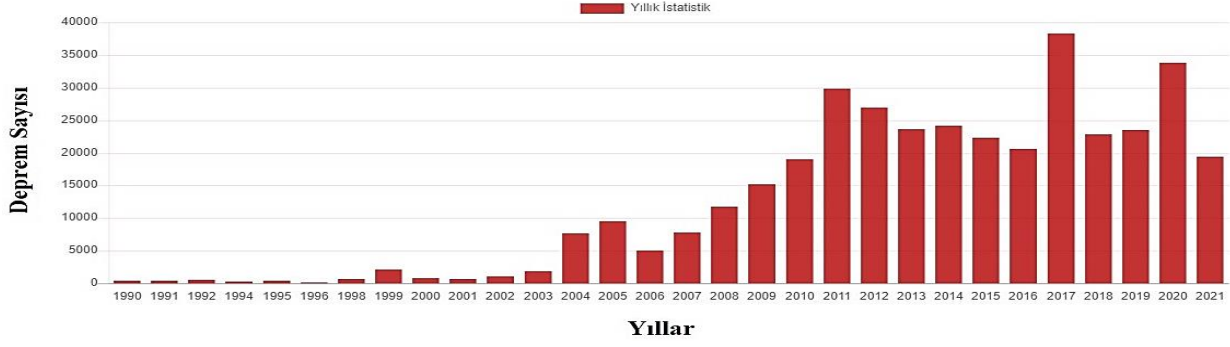
Dünya üzerinde her yıl milyonlarca insanı etkileyen depremler büyük yıkım ve acıya sebebiyet verirken aynı zamanda ekonomiye de sarsıcı etkilerde bulunmaktadır. Son 25 yılda meydana gelen afetlerden dolayı 3 milyon civarında insanın vefat ettiği ve bu afetlerin sonucunda trilyon dolarlık bir ekonomik kayıp yaşandığı dünya afet raporunda belirtilmiştir. (Şahin ve Kılınç 2016). Konumu itibarıyla Dünya'nın en etkin deprem kuşaklarından biri üzerinde bulunan Türkiye'de ise 1980'den 2014 yılına kadar ki süreçte meydana gelen depremlerin can, mal ve mali kayıpları üzerinde bir değerlendirme yapılacak olursa 21193 kişi hayatını kaybetmiş, 5972249 kişi ise etkilenmiştir. Yaklaşık 25 milyon dolarlık da mali kayıp söz konusudur.

Geçmişten günümüze çok sayıda deprem yaşanan Türkiye'de 1990 yılından itibaren meydana gelen ve önemli oranda can ve mal kaybına neden olan depremler Tablo 1.de özetlenmiştir. Gerekli veriler, Boğaz İçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Oktay (2007) ve Çınar vd. (2021) referanslarından alınmıştır.

Tablo 1: Türkiye'de 1990 Yılından İtibaren Meydana Gelen ve Önemli Oranda Can ve Mal Kaybına Neden Olan Depremler ((BDTİM 2022)¹, (AFAD 2020b)², (Oktay 2007)³ ve (Çınar vd. 2021)⁴).

OLAY	TARİH	MAG (Ms)	CAN KAYBI	YARALI SAYISI	HASARLI BİNA
Erzincan Depremi	13.03.1992	6.8 ¹	653 ¹	3850 ³	8057 ¹
Dinar (Afyon) Depremi	01.10.1995	6.1 ¹	90 ¹	240 ³	14156 ¹
Mecitözü (Amasya) Depremi	14.8.1996	5.6 ¹	1 ¹	6 ³	2606 ¹
Antakya Depremi	22.1.1997	5.4 ¹	1 ¹	- ³	1841 ¹
Ceyhan-Adana Depremi	27.06.1998	6.2 ¹	146 ¹	1600 ³	31463 ¹
Gölcük (KOCAELİ) Depremi	17.08.1999	7.8 ¹	17480 ¹	43953 ³	73342 ¹
Düzce Depremi	12.11.1999	7.5 ¹	763 ¹	4948 ³	35519 ¹
Çay-Sultandağı (AFYON) Depremi	03.02.2002	6.4 ¹	44 ¹	327 ³	622 ¹
Bingöl Depremi	01.05.2003	6.4 ¹	176 ¹	520 ³	6000 ¹
Van Depremi	23.10.2011	7.2 ¹	644 ¹	1966 ²	17005 ¹
İzmir Depremi	30.10.2020	6.9 ¹ 6.9 ²	113 ²	1035 ²	986 ⁴ 1376 ⁴

Son yüzyılın en büyük depremi olarak kayıtlara geçen; merkez üssü Kocaeli'nin Gölcük ilçesi olan, 7.8 şiddetindeki 17 Ağustos Marmara depreminde Tablo 1'de de belirtildiği gibi açıklanan resmi rakamlara göre 17 bin 480 kişi hayatını kaybetmiş, 43 bin 953 kişi yaralanmış, 505 vatandaş sakat kalmış, 73 bin 342 konutun da hasarlı olduğu tespit edilmiştir. 1999 Marmara depreminin ardından Türkiye çapında deprem riskini tespit etme ve zarar azaltma üzerine çalışmalara verilen önem artmış, özellikle İstanbul'da yaşanabilecek depremlerin olası etkilerinin kontrol altına alınabilmesi için önemli girişimlerde bulunulmuştur. Bu girişimler geneli itibarıyla bina ve altyapıya ait yapısal deprem risklerinin tespiti ve risk azaltma doğrultusunda olmuştur. Yapısal olmayan riskler üzerine yapılan çalışma sayısı ise göreceli olarak azdır (Durukal vd. 2008).



Şekil 1: Türkiye’de 1990-2021 yılları yıllık deprem hareketliliği istatistiği (AFAD 2020a)

Yaşanan depremler, mevzu bahis can ve mal kayıpları deprem gerçeğinin her geçen gün daha da ciddiye alınması gerektiğini gözler önüne sererken bu amaç doğrultusunda yapılan çeşitli çalışmalar (Tarhan ve Aydın 2017; Shaw vd. 2004; Açıklan 2017; Çoban vd. 2017; Yıldız vd. 2020) depremin toplum yapısı için üzerinde çalışılması gereken önemli bir konu olduğunu vurgulamaktadır. Dünyadaki depremlerin beşte birine kaynaklık eden Akdeniz’den Alpler’e oradan Himalaya’lara kadar uzanan dünyanın en sismik kuşağına bir köprü konumunda bulunan Türkiye afetlere karşı hazırlıklı ve dayanıklı bir ülke haline gelmelidir (Doğruyol 2021). Şekil 1’de de belirttiği gibi Türkiye 1990-2021 yılları yıllık deprem hareketliliği istatistiği de bu durumu gözler önüne sermektedir.

Afet öncesi bilinçlendirme çalışmaları ile afet anında ve sonrasında insan davranışları ve hareketliliği kontrol altına alınabilecektir. Özellikle afet sonrası afete maruz kalmış insanların kendini güvende hissedebileceği ve ilk şoku atlatabilecekleri önceden belirlenmiş acil durum toplanma alanlarının önemi büyüktür. Ayrıca bu alanlarda vatandaşın yakınlarıyla haberleşmesi ve ortak bir alanda buluşması sağlanarak yaşanabilecek kayıp vakalarının da önüne geçilebilecektir. İnsanların yoğunlukta yaşadığı büyük ve karmaşık alanlarda meydana gelen doğal afet durumlarında sosyal ve psikolojik yardımın yanı sıra güvenlik ihtiyaçlarının karşılanması da zaman almaktadır. Bu sebeple afet bölgelerinde bazı güvenlik sorunları ortaya çıkmaktadır (Akkuş ve Efe 2016). Yaşanılan felaketlerin ardından afet bölgesinde yağmacılık ve hırsızlık olayları meydana gelmekte yardımların gerçek ihtiyaç sahiplerine ulaşmadığı görülmektedir (Yılmaz 2012). Ayrıca yaşanan kimi afetten sonra bölgede çocuk kaçırma olayları meydana gelmiştir. Bunların önüne geçebilmek için afet bölgesinde asayiş ve güvenliğin sağlanması gerekmektedir ve bu doğrultuda acil durum toplanma alanları büyük ölçüde fayda verecektir. Acil durum toplanma alanları, afet ve acil durumlar sonrasında geçici barınma merkezleri hazır hale gelene kadar geçen süre zarfında yaşanacak paniği önlemek, etkin haberleşme ve yardımlaşmayı sağlamak amacıyla vatandaşın tehlike arz eden bölgeleri olabildiğince hızlı bir şekilde terk ederek toplanabileceği güvenli alanlardır (AFAD 2019). Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından hayata geçirilen ‘Afetlere Hazırlık Yılı’ projesi kapsamında 2019 Ekim ayı teması ‘Toplanma Alanı’ olarak belirlenmiştir (AFAD 2019).

Deprem ve acil durum toplanma alanları ile ilgili yapılan çalışmaları; acil durum toplanma alanları yer seçimi ve deprem bilgi sistemleri olarak 2 başlık altında toplamak mümkündür. Deprem acil durum toplanma alanı için yer seçimi, deprem felaketinde alanın güvenliğini ve hizmet kabiliyetini sağlamak için önemlidir (Chu ve Su 2011). AFAD tarafından Türkiye genelinde 15.984 adet toplanma alanı bulunduğu bildirilmiştir. Mevzu bahis toplanma alanlarının yer seçimlerinde AFAD tarafından belirlenen kriterler göz önünde tutulmuştur. Literatürde de alanların yer seçimi ve yeterliliği farklı yöntemler kullanılarak çeşitli çalışmalar ile irdelenmiştir (Çınar vd. 2018; Zekeng vd. 2019; Gökgöz vd. 2020; Öztürk ve Kaya 2020). AFAD tarafından 2019 Ekim ayında belirlenen toplanma alanları Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP) kapsamında 81 ilin il afet müdahale planında belirtilmiştir. Bu toplanma alanları bilgisi vatandaşlar ile e-devlet platformu üzerinden paylaşılmıştır. Bu platformda toplanma alanı bilgisine ulaşılacak istenildiğinde ikamet edilen yerin adres bilgileri (il, ilçe, mahalle, sokak vb.) girilmelidir. Olası acil durum sırasında bunun mümkün olmayacağı, platformun yetersiz oluşu ve pratik olmaması vatandaşın bilgiye erişimini zorlaştırmaktadır.

Kapsamlı bir afet yönetimi için öncelikli olarak toplumun acil durum ve afet yönetimi hususunda bakış açısı değiştirilerek yeniden şekillendirilmelidir. Ayrıca devlet eliyle de risk ve zarar azaltma konusunda kapsamlı çalışmalar yürütülmelidir.

Afet yönetimi döngüsünün yedi aşaması arasındaki temel amaç, savunmasızlığı azaltmak ve hayatları kurtarmaktır (Hossain vd. 2020). Deprem sonrası yetersiz ve kontrolsüz ilk acil müdahale yaşanabilecek can kayıplarının 10 katına kadar artmasına neden olabilmektedir (Tarhan vd. 2013). Son yıllarda AFAD tarafından oluşturulan AYS (Afet Yönetim Sistemi) doğrultusunda çalışmaların miktarı ve kapsamı arttırılmıştır. Afet ve acil durumlarda sürecin elektronik ortamda takip ve yönetim aşamalarının sürdürülmesi ve yöneticilere karar desteği sunması hedeflenerek Afet Yönetim ve Karar Destek Sistemi (AYDES) geliştirilmiştir.

Teknolojik gelişmeler ve beraberinde getirdiği verinin, afet yönetimi ve risklerin ölçülmesinde, tahmin ve öngörülme süreçlerinde; hazırlık, afeti izleme, erken uyarı sistemleri; müdahale aşamasında ise ihtiyaçları tespit etme ve koordinasyonun sağlanmasında etkili olduğu anlaşılmaktadır (Memiş ve Babaoğlu 2020). Bu sebeple AYS üzerine yapılan deprem bilgi sistemi çalışmalarının (Güngör vd. 2011; Tün vd. 2015; Tarhan vd. 2013; Ünsal vd. 2022) ortak bir amacı vatandaşı bilinçlendirerek risk ve zararı azaltmaktır.

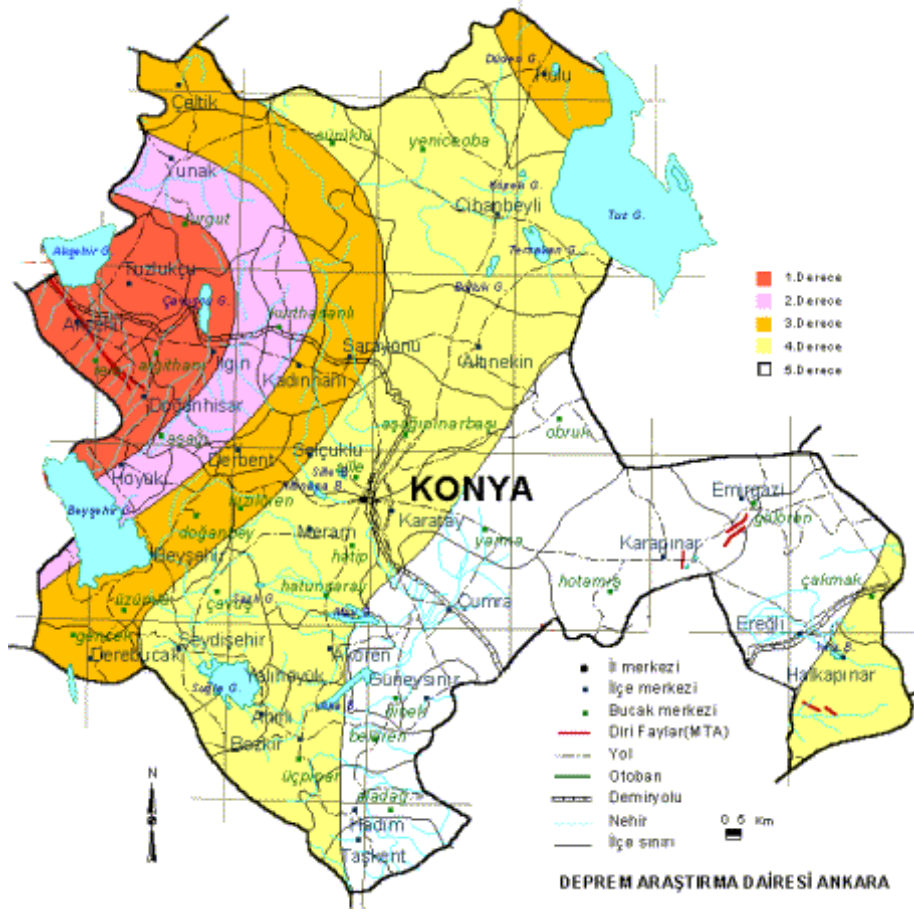
Bu çalışmada, önceden belirlenmiş deprem acil durum toplanma alan verilerinin, panik anında kullanıcıya daha kolay ulaştırılabilmesi üzerinde durularak afet öncesi, afet anı ve sonrasında kullanıcıyı yönlendirebilecek içeriklerle donatılmış bir deprem bilgi sistemi tasarlanmıştır. Böylece sistemin deprem konusunda kullanıcıya tam bir rehber olması hedeflenmiştir. Günümüzde meydana gelen depremlerde iletişim kesintilerinin yaşandığı görülmektedir. Bu durum deprem sonrası deprem bölgesiyle ve afetzedelerle bilgi alışverişini zorlaştırmaktadır (Ortaç ve Yılmaz Kaplan 2021). Özellikle nerede ve ne zaman yakalanılacağı bilinmeyen deprem felaketine yaşadığınız kentte günlük hayatınızın hangi anında yakalanacağınızın kesin olarak bilinmemesi ve bu nedenle deprem anında bulunacağınız konumun ikamet adresinizden farklı bir konum olabileceği fikrinden yola çıkılarak fikrinden yola çıkılarak yapılan çalışmada deprem sonrası güvenli bir alana geçilerek iletişim ve yardımlaşma ihtiyaçlarının karşılanması planlanmıştır. Bu gibi durumlarda telefon şebekelerinin yoğunluk sebebiyle iletişim sağlayamaması olası bir durumdur. Geliştirilen mobil uygulama ile deprem öncesinde toplanma alanları bilgisine sahip olunabilmekte, deprem anında ve sonrasında bu bilgiye sahip değil isek deprem anında bulunduğunuz bölgedeki toplanma alanlarına ulaşılabilir. Bu sayede deprem sonrası muhtemel artçı sarsıntıların oluşturabileceği tehlikelerden uzaklaşmak ve daha güvenli alanlara geçiş yapmak mümkün olabilecek ve özellikle deprem sonrasında haberleşme ve yardım gibi diğer ihtiyaçlar da karşılanabilecektir. Çalışmada temel gaye anlık, sürekli ve kolay ulaşılabilir veri paylaşımı sağlamaktır. Tasarlanan mobil uygulamaya anlık deprem haberleri, deprem ve acil durum anında yapılması gerekenler, alınması gereken önlemler, haberler, hava durumu gibi deprem yönetimi ile ilgili içerikler eklenmesi planlanarak; içerik bakımından zengin bir uygulama oluşturularak, kullanıcıları uygulamayı kullanmaya teşvik etmek amaçlanmıştır. Play Store'da bulunan 'Deprem Bilgi Sistemi', 'Deprem Bilgi Sistemi 3.0' vb. uygulamalar son depremler, şiddet haritası, deprem tarihçesi gibi hizmetler sunmakta iken 'e-AFAD' adlı uygulamada bu hizmetlerin yanı sıra toplanma alanları da harita üzerinde kullanıcıya sunulmuştur. Bu çalışmada geliştirilen mobil uygulamanın mevcut uygulamalardan farklı olarak yenilikçi yanı ise anlık konum bilgisi ile en yakın toplanma alanı verisine ulaşılmasıdır. Ayrıca, diğer uygulamalarda bu çalışmada bahsedilen deprem yönetimi ile ilgili içerikler bulunmadığı gibi mevcut konum çevresindeki toplanma alanları verisine de kolaylıkla ulaşılabilir. 'Ümraniye Belediyesi Afet Bilgi Sistemi (ABİS)' veya 'Beylikdüzü ABİS' gibi uygulamalar ise çalışma alanı olarak daha küçük alanlarla sınırlı kalmıştır. Depremler ve deprem sonrası tahliye sırasında insan davranışı, deprem güvenliği için çok önemlidir (Feng vd. 2020). Bu sebeple olası bir deprem felaketinde kontrollü davranış ve deprem yönetimi bilinci sağlanması hayati önem taşımaktadır.

Araştırmada çalışma alanı veri ulaşımı bakımından Konya ili olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda Konya AFAD'dan alınan veriler ile konum bazlı en yakın toplanma alanı bilgisine, deprem ve deprem yönetimi hakkında içeriklere sahip bir mobil cihaz uygulaması tasarlanmıştır. Ayrıca AFAD tarafından belirlenen toplanma alanlarının dağılımları ve yeterlilikleri CBS teknolojisinden faydalanılarak hazırlanan il ve ilçe haritalarının üzerinde incelenmiştir. Yerleşim yerleri, yollar ve nüfus verileri üzerinde dağılımı incelenen, yüzölçümleri ile nüfus ilişkisi irdelenen alanların yeterliliği ve uygunluğu konusunda yorumlamalar yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma Bölgesi

Çalışma alanı Konya ili olarak belirlenmiştir. Çalışma bölgesi olarak seçilen Konya ili Türkiye'nin yüzölçümü bakımından en büyük ili ve en kalabalık 7. şehridir. 31 ilçeden oluşmaktadır. Yerleşim yerleri deprem riskleri açısından derecelendirilerek 5 ayrı bölgeye ayrılmaktadır. 1. derece deprem bölgesi deprem riski açısından en fazla risk taşıyan bölge olarak tanımlanırken 5. derece bölge deprem tehlikesi açısından en az riskli bölge olarak nitelendirilmiştir. Konya ili Şekil 1'de görüldüğü gibi bünyesinde 5 ayrı derecedeki bölgeleri kapsamaktadır.



Şekil 2: Konya ili deprem bölge dereceleri (URL-1 2011)

2.2. Kullanılan Veriler

Konya AFAD ile yapılan görüşmeler ve gönderilen dilekçeler doğrultusunda bölgedeki nüfus yoğunluğu, alanın ulaşılabilirliği ve tahliye edilme durumu, engelli ve yaşlı bireylerin ulaşımına uygunluğu ikincil tehlikelerden uzaklığı, engebesiz düz arazilerde yer alması, yerleşim yerlerine yakın fakat yapısal ve yapısal olmayan faktörlerden etkilenmiyor durumda olması, elektrik, su, tuvalet gibi temel ihtiyaçlar vb. unsurların karşılanabileceği yapılara yakın olması olarak AFAD tarafından belirlenen 7 kritere uygun Konya iline ait 125 adet toplanma alanının enlem, boylam ve yüz ölçümü verisi elde edilmiştir. Toplanma alanlarının yerleşim birimleri ile ilişkisini irdelemek üzere OpenStreetMap ortamından alınan bina ve yol ağı verisi kullanılmıştır. Alanların bölgedeki nüfusa göre incelenmesi amacıyla ise TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu)'in resmi internet sitesinden alınan nüfus verisi kullanılmıştır.



Şekil 3: Konya şehir meydanı toplanma alanı

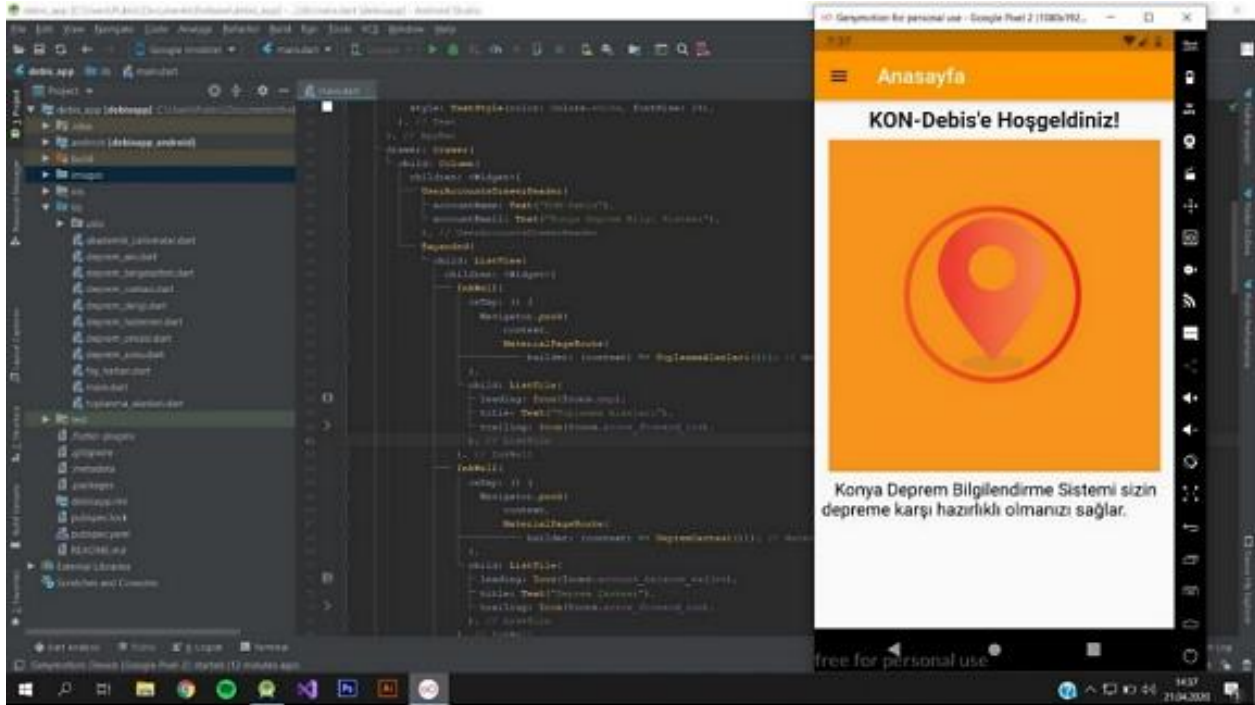
2.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

T.C. Milli Savunma Bakanlığı Harita Genel Müdürlüğü'nün resmi internet sitesinden alınan Türkiye Mülki İdare Sınırları verisi üzerinde ArcGIS ortamında çalışma bölgesi kesilerek il ve ilçe sınırları oluşturulmuştur. İlk aşamada toplanma alanlarının yerleşim birimleri ve yol güzergahları üzerindeki dağılımlarını incelemek üzere OpenStreetMap'den alınan bina ve yol verileri il ve ilçe sınırları ile çakıştırılmış ardından da Konya AFAD'dan alınan toplanma alanları verisi ArcGIS ortamında nokta verisi formatına dönüştürülmüş ve 'Konya Yerleşim Yerleri ve Toplanma Alanları Haritası' oluşturulmuştur. Aynı işlemler şehrin 3 merkez ilçesi içinde ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. İkinci aşamada ise toplanma alanlarının dağılımının bölgedeki nüfus yoğunluğu ile ilişkisini incelemek amacıyla TÜİK'in resmi internet sitesinden alınan nüfus verisi ile 'Konya İli Toplanma Alanları ve Nüfus Yoğunluğu Haritası' elde edilmiştir.

3. Uygulama Tasarımı

3.1. Amblem Tasarımı

Konum bazlı mobil uygulamamızın ismi çalışma bölgesi seçilen Konya ve deprem bilgi sistemleri kelimelerinin kısaltması olan KON-DEBİS olarak belirlenmiştir. Uygulamanın kimlik görevini gören amblemi ise konum bazlı bir uygulama olmasının getirdiği bir yer imleci ifadesini içinde barındıran bir tasarımdır.



Şekil 4: Program ve uygulama amblemi ekran görüntüsü

3.2. Konum

Önceden yapılmış bir belediye, ilçe veya semt gibi bölgeleri kapsayan çalışmalardan yola çıkılarak geliştirilen çalışmada konum bazlı olarak o an bulunulan yere en yakın toplanma alanı bilgisi kullanıcıya sunulmuştur.

- İlk olarak Android Studio programında Toplanma Alanları adlı başlık içerisinde Google Maps'i çalıştırmak için Google Consol'da proje oluşturularak API anahtarı elde edilmiştir. Bu anahtar kullanılarak Flutter'da harita tanımlanmasını sağlayacak kodlar oluşturulmuştur.
- İkinci aşama olarak Şekil 5'de belirtilen kodlar kullanılarak uygulamada kullanıcının anlık konum verisinin bulunabilmesi sağlanmıştır.
- Son aşama için Şekil 6'da verilen örnek kodlamalara uygun olarak Android Studio programında Flutter dili kullanılarak toplanma alanlarının enlem boylam bilgileri girilmiş ve harita üzerindeki konumları belirlenmiştir.

Yapılan çalışmalar ve gerekli kodların girilmesiyle beraber sonuç olarak anlık konum ve toplanma alanları konumları arasında ilişki kurularak konum bazlı en yakın toplanma alanları bilgisine ulaşılmıştır.

```

void _getLocation() async {
  var currentLocation = await Geolocator()
    .getCurrentPosition(desiredAccuracy: LocationAccuracy.best);

  setState(() {
    _markers.clear();
    final marker = Marker(
      markerId: MarkerId("curr_loc"),
      position: LatLng(currentLocation.latitude,
currentLocation.longitude),
      infoWindow: InfoWindow(title: 'Konumunuz'),
    );
    _markers["Current Location"] = marker;
  });
}

```

Şekil 5: Anlık konum bulma kodları

```

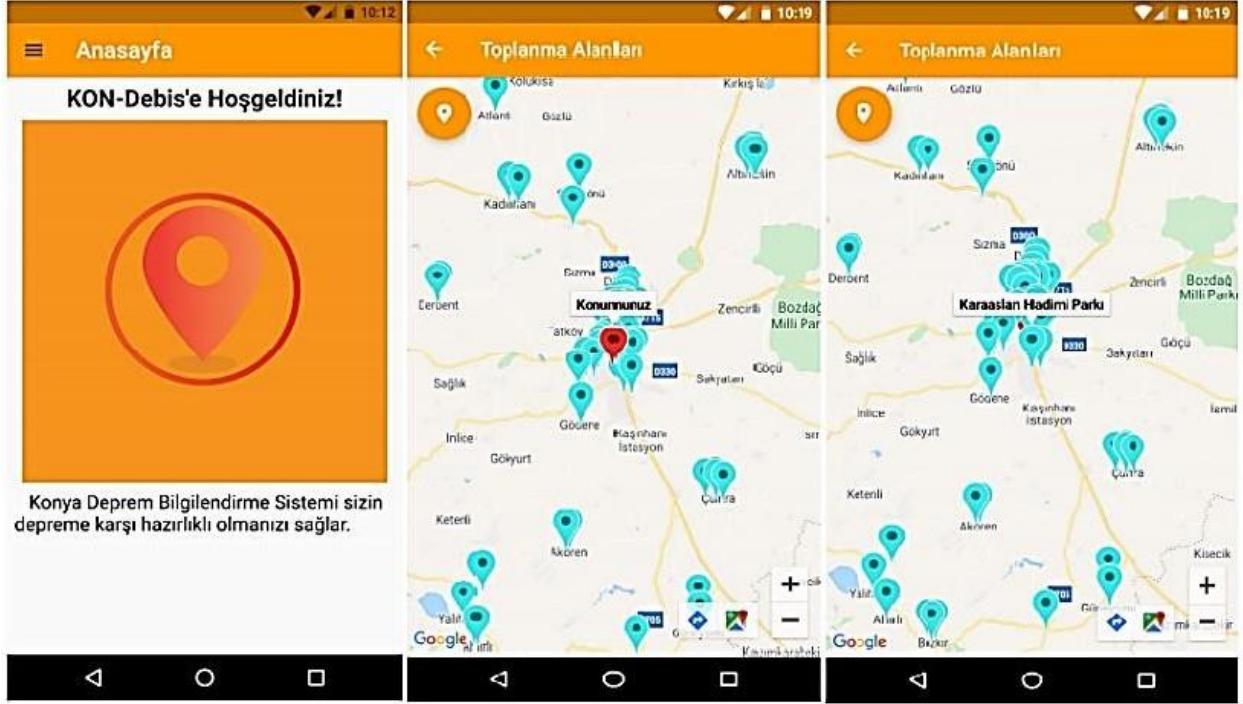
Set<Marker> _createMarker() {
  return <Marker>[
    Marker(
      markerId: MarkerId("markerKonum"),
      position: LatLng(37.872539, 32.492142),
      infoWindow: InfoWindow(title: "Konumunuz"),
      icon:
BitmapDescriptor.defaultMarkerWithHue(BitmapDescriptor.hueRed),
    ),
    Marker(
      markerId: MarkerId("marker1"),
      position: LatLng(37.23891, 32.11795),
      infoWindow: InfoWindow(title: "Ahırlı Şehit Samet Bütün
Ortaokulu"),
      icon:
BitmapDescriptor.defaultMarkerWithHue(BitmapDescriptor.hueCyan),
    ),
    Marker(
      markerId: MarkerId("marker2"),
      position: LatLng(37.36438, 32.13154),
      infoWindow: InfoWindow(title: "Akkise Atatürk İlkokulu"),
      icon:
BitmapDescriptor.defaultMarkerWithHue(BitmapDescriptor.hueCyan),
    ),

```

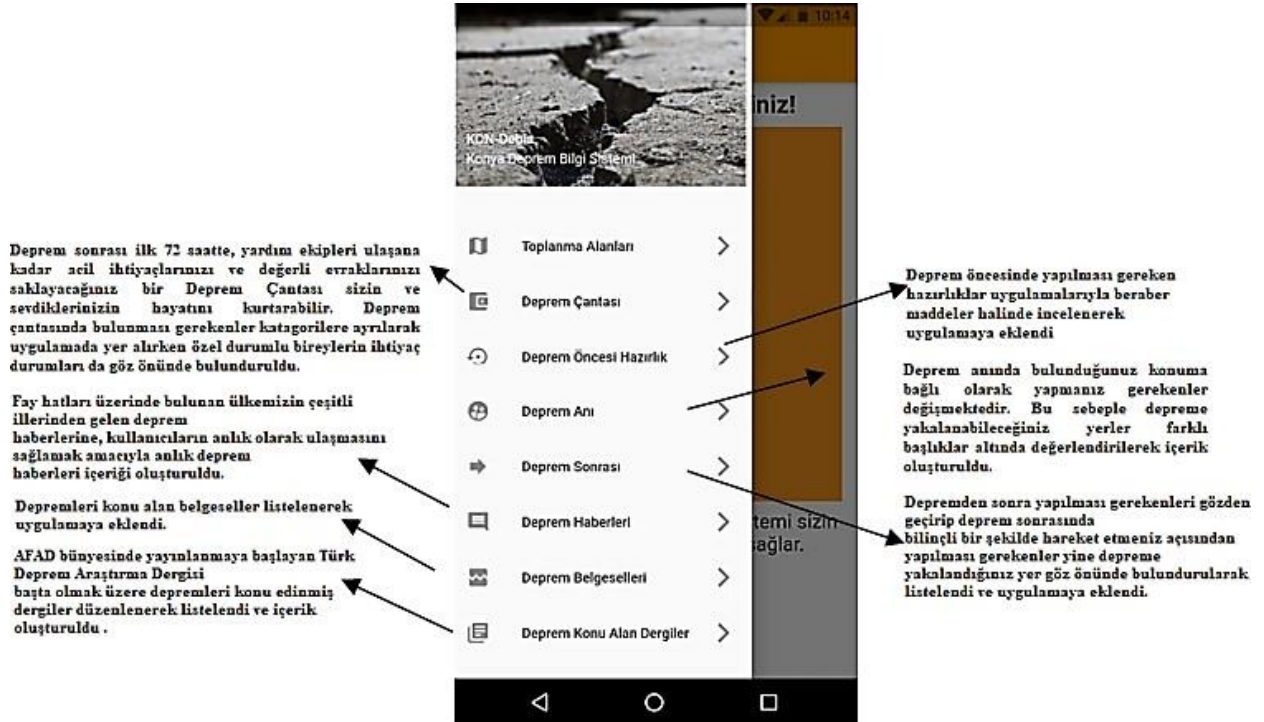
Şekil 6: Toplanma alanlarının konumlarının harita üzerine aktarılması kodları

3.3. İçerik

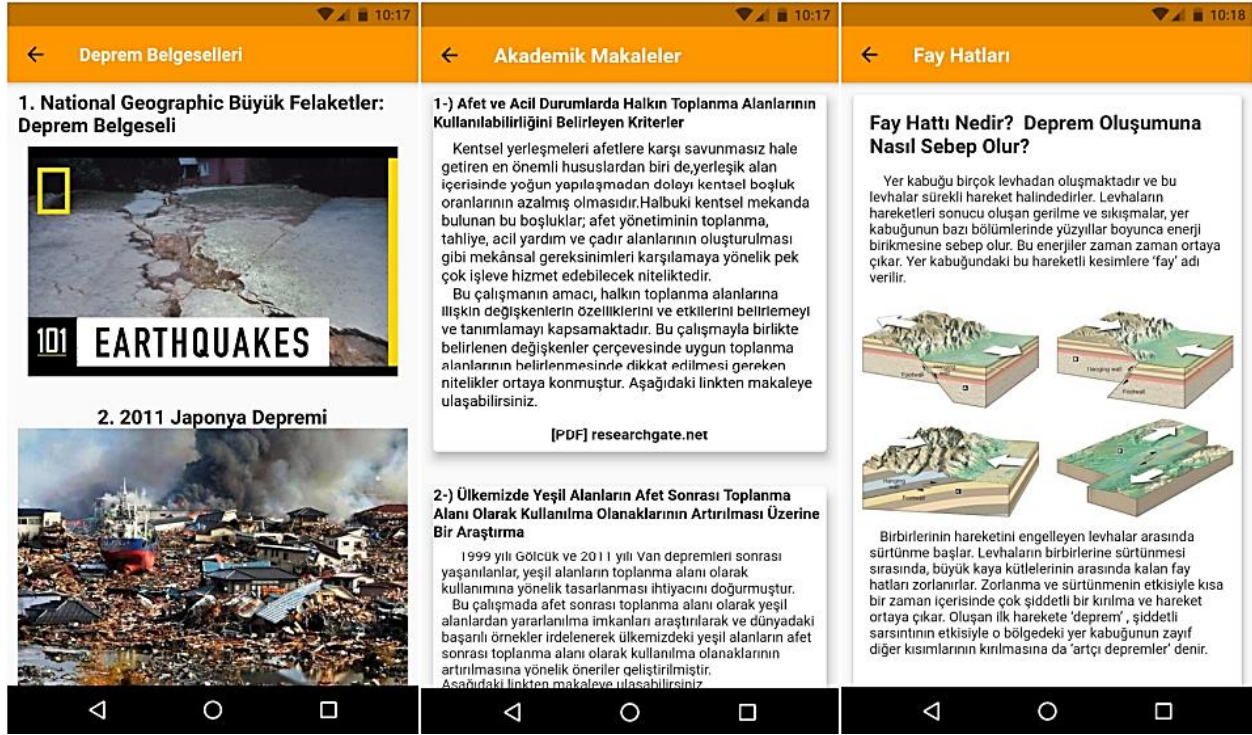
Uygulama genel hatlarıyla tasarlandıktan ve konum bazlı çalışmalar ile toplanma alanları uygulamaya işlendikten hemen sonra acil durum ve afet yönetimi çalışmalarının gerektirdiği konular göz önüne alınarak içerik çalışmalarına başlandı. Deprem Çantasında Bulunması Gerekenler, Deprem Öncesi Hazırlık, Deprem Anında Yapılması Gerekenler, Deprem Sonrası Yapılması Gerekenler, Fay Hatları, Akademik Makaleler, Deprem Belgeselleri, Depremleri Konu Alan Dergiler, Anlık Deprem Haberleri başlıkları altında araştırmalar yapılarak uygulamanın temel içerikleri eklendi. Şekil 8 ve Şekil 9'da belirtildiği gibi tasarlanan Deprem Bilgi Sistemi Mobil Uygulamasından alınan ekran görüntüsünde de deprem öncesi, sonrası ve deprem anı bir bütünlük içerisinde değerlendirilerek çeşitli içeriklere yer verilmiştir.



Şekil 7: Mobil uygulama ekran görüntüsü



Şekil 8: Mobil uygulama ekran görüntüsü



Şekil 9: Mobil uygulama ekran görüntüsü

4. Tartışma

Geçmişte çok sayıda depreme şahit olan Türkiye’de gelecekte de yaşanması muhtemel depremlerin getireceği kayıplardan kaçınmanın en iyi yolu risk azaltma hususunda önlemler alınmasıdır (Durduran vd. 2010). Bu sebeple depremlere hazırlıklı bir toplum bilinci oluşturulmalıdır. Deprem sonrası vatandaşın panik halinden kurtularak, gerekli bilgi paylaşımının sağlanabileceği ve ilk acil müdahalenin daha hızlı ve ulaşılabilir olmasını mümkün kılan acil durum toplanma alanlarının önemi son derece kritiktir. Bu bağlamda deprem öncesinde belirli kriterler göz önüne alınarak seçilmiş alanlardan beklenen faydanın alınabilmesi için acil durum toplanma alanlarının kullanım amaçları ve şekilleri, konum bilgisi ve olası bir afet sonrasında taşıdığı önem düzeyi vatandaş ile paylaşılmalıdır. Kentlerdeki boş alanlar, olası bir afet durumunda tahliye, toplanma, çadır ve acil yardım alanları gibi mekânsal ihtiyaçlara hizmet edebilecek durumdadır. Dünya’daki ve ülkemizdeki afet müdahale planlarında açık ve yeşil alanlar, spor alanları, meydanlar, yollar, pazaryerleri, açık alana sahip kamusal nitelikteki kentsel boşluklar acil durum toplanma alanı olarak belirlenmektedir (Çelik vd. 2017). Kadioğlu (2008), bu alanların ortak özelliklerini; Asıl tahliye güzergâhı üzerinde olmaları, halkın en yakın sağlık kuruluşlarına ulaşmasında köprü konumunda olmaları, vatandaşın sıklıkla kullandıkları alanlar üzerinde olmaları, alt yapı açısından insanların faydalanabileceği alanlarda olması şeklinde özetlemiştir. Kırçın vd. (2020), afet sonrasında kullanılacak açık alanlar belirlenirken yerleşim mevkilerine optimum uzaklıkta, kolay ulaşılabilen, denetlenen, süreklilik içinde ve yeterli yüzölçümüne sahip olmalarına dikkat edilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Bu çalışmada doğal afetlerden, depremin sık yaşandığı bir coğrafyada bulunan Türkiye için önemli bir konu olan deprem yönetimi kapsamında vatandaşın depremlerden maddi ve manevi olarak etkilenmesinin önüne geçmek için ülke bazında panik anında acil durum toplanma alanlarını kolay ulaşılabilir kılmak hedefi ile yola çıkılmıştır. Acil durum toplanma alanlarının birçok kritere sahip olması gerekliliği, bölge şartlarının bu kriterler üzerinde değişiklik yaratması dolayısıyla bu alanların belirlenmesinin yerel yönetimler tarafından yapılıyor olması çalışmanın gidişatında değişikliğe neden olmuştur. Yerel yönetimler tarafından belirlenen alanların konum verisinin tek bir çatı altında birleştirilmemesi ve tüm iller için bu verinin sağlanmamış olması çalışma alanını kısıtlamıştır. Bu nedenle Konya AFAD tarafından belirlenen 7 kritere göre seçilmiş acil durum toplanma alanları üzerinde CBS ve mobil tabanlı teknolojilerin afet yönetiminde birlikte kullanımı ile kolay ulaşılabilir ve anlık veri paylaşımını hayata geçirmekte olan bu çalışmada elde edilen nüfus ve yüzölçümü verileri ve bu veriler ile oluşturulan haritalar yardımıyla toplanma alanları ile il ve ilçe nüfusu, yüzölçümü, yerleşim alanlarına yakınlık ve yol ağı gibi temel hususların ilişkileri ve yeterlilikleri irdelenmiştir.

Afet ve acil durum sonrası hizmetlerin vatandaşlara hızlı ve kolaylıkla ulaşabilmesi için yüzölçümü kriteri büyük ölçüde önem teşkil etmektedir ve genellikle 100 m²’lik genişliğe sahip alanların altındaki alanların kullanılabilirliği kabul görmemektedir. Yapılan araştırmalarda ideal bir toplanma alanının 5.000 m² olduğu veya küçük alanlar yerine 50.000 m²’lik büyük ve tekil alanların seçilmesi gerektiği üzerine de görüşler mevcuttur (Çelik vd. 2017). Ülkemizde toplanma alanları seçimi genellikle yeşil alanlardan (çocuk parkı, şehir parkı, piknik alanları vb.) yana kullanılmaktadır.

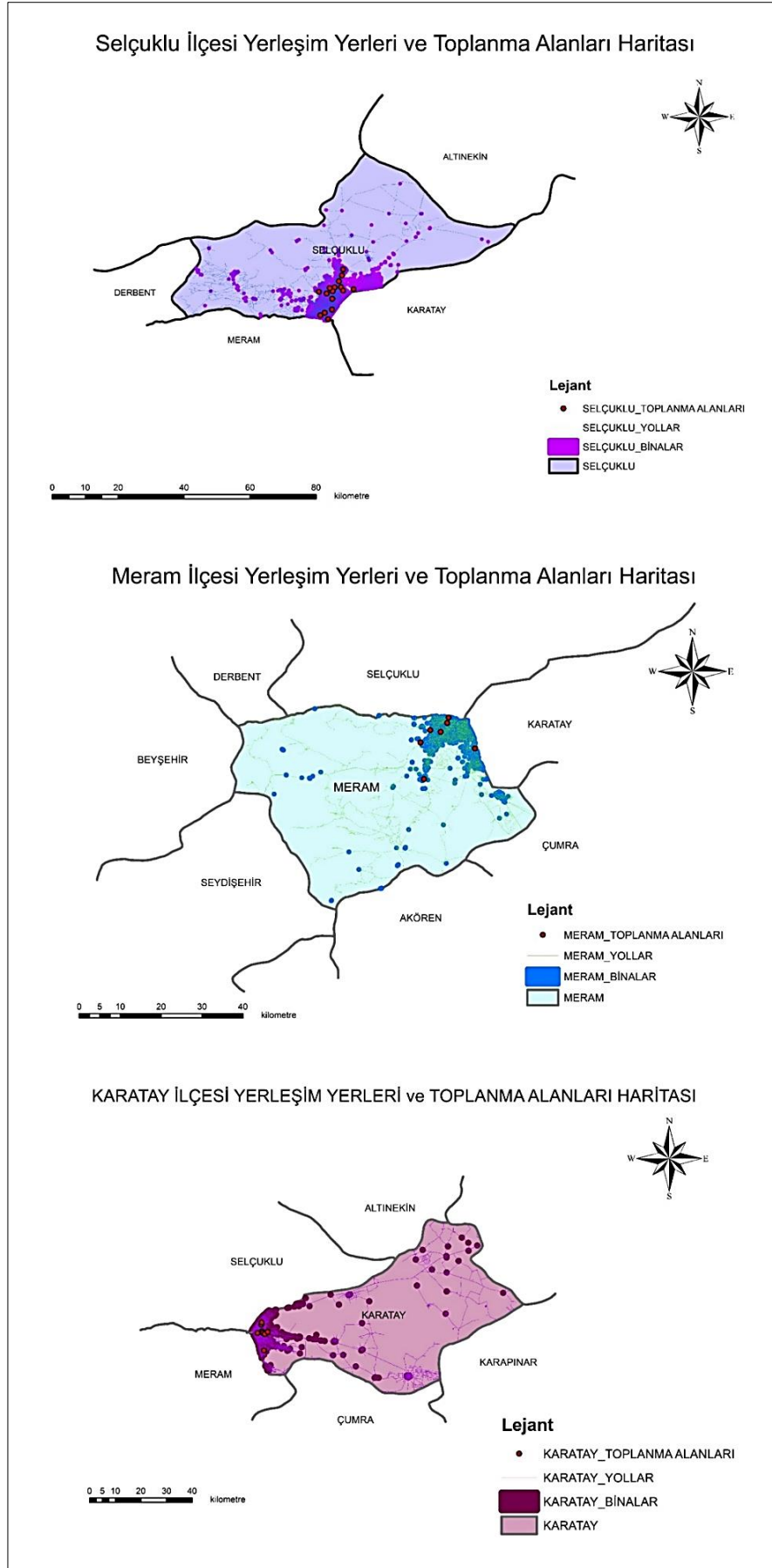
Dünya Sağlık Örgütü'ne göre kentlerde kişi başına düşen yeşil alan miktarı en az 9 m², ideal miktar ise 10 ila 15 m² olarak ifade edilmektedir. Yeşil alanların gelişmiş ülkelerdeki kişi başına düşen ortalama miktarı ise 20 m² civarında seyretmektedir (Kırçın vd. 2017).

Tarabanis ve Tsionas (1999) çalışmasında, toplanma alanlarında kişi başına düşen net kullanım alanının yapı adası bazında ve asgari 2 m² olarak belirlenmesi önerilmiştir. Çalışma alanı olarak seçilen ve Türkiye'nin en kalabalık 7. Şehri olan Konya ilinin mevcut nüfusu 2.250.020 ve il için belirlenen toplanma alanlarının toplam yüzölçümü 6.481.600 m² dir. Yapılan incelemelerde Konya iline ait Acil Durum Toplanma Alanları'nın yüzölçümleri toplamı ve il nüfusu verisine göre il bazında alanlarda kişi başına düşen alan miktarının 2.90 m² olduğu görülmüştür. Bu değer Tarabanis ve Tsionas (1999) çalışmasında verilen yapı adası bazında asgari 2 m² olarak belirlenen değere göre uygun bir değerdir. Ayrıca kentin 3 merkez ilçesi konuyla ilgili detaylı bir şekilde incelenmiştir.

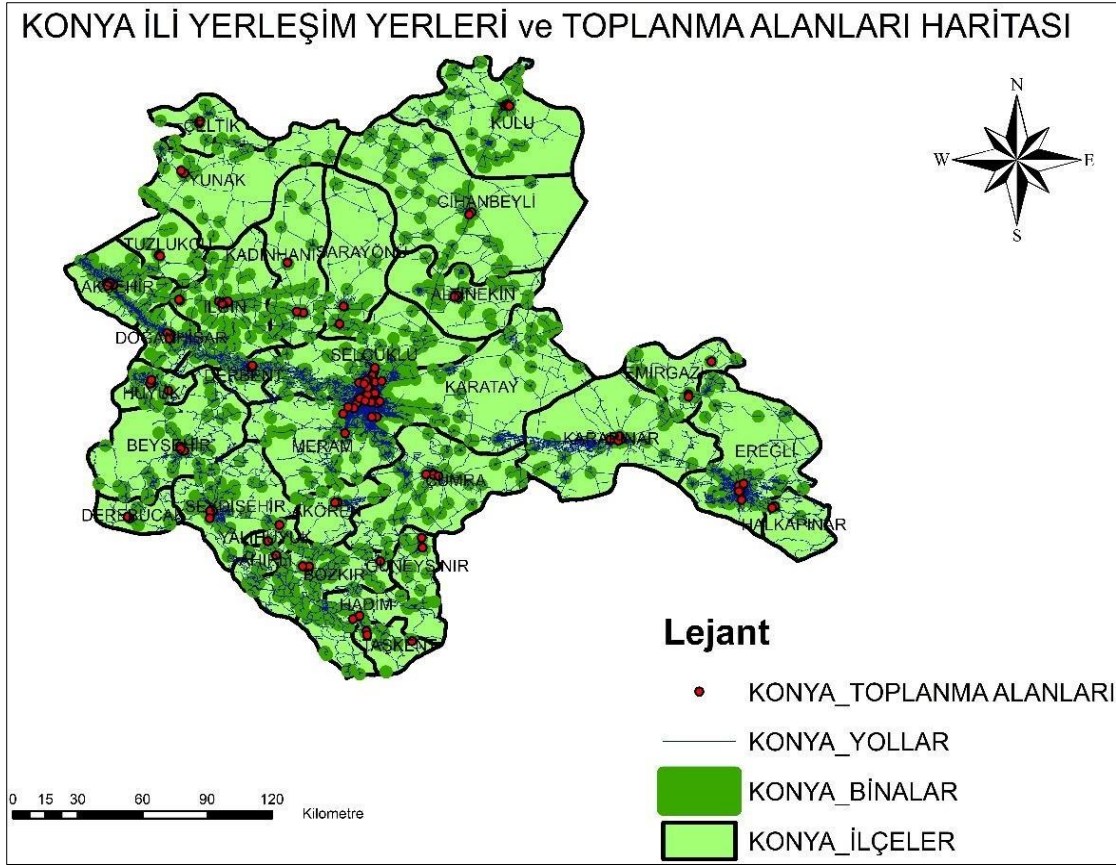
Kent nüfusunun %59'u merkez ilçeleri olan Selçuklu, Meram ve Karatay'da bulunmaktadır. Söz konusu ilçelerin hem şehrin ekonomisinin büyük bir kısmını oluşturması hem de nüfusun yarısından fazlasını kapsamı sebebiyle bu bölgelerdeki 32 acil durum toplanma alanlarının yeterliliği büyük derecede önem arz etmektedir. Selçuklu ilçesinde kişi başına düşen toplanma alanı büyüklüğü 2.55 m² olduğu tespit edilmektedir. Meram ilçesinde kişi başına düşen toplanma alanı büyüklüğü 3.44 m² olduğu görülmüştür Karatay İlçesi'nde kişi başına 2.64 m²'lik bir alanın düştüğü bilgisine varılmaktadır. Konya ili, uluslararası öneme sahip olan Mevlâna müzesi ile birçok turiste, ilde bulunan üniversiteler ile de pek çok üniversite öğrencisine ev sahipliği yapmaktadır.

Bu anlamda da olası bir afet durumunda bu insanların hayati güvenliklerinin sağlanması hem ülkeyi hem bütün dünyayı etkileyen önemli bir husustur. Dolayısıyla kentin merkez ilçelerine ait toplanma alanlarının yeterliliği ve fonksiyonu oldukça önemlidir. Yapılan incelemede Selçuklu, Meram ve Karatay ilçelerinde de toplanma alanlarında kişi başına düşen alan miktarının Tarabanis ve Tsionas (1999)'nın çalışmasında verilen asgari alan değerine göre uygun olduğu görülmüştür. Ancak acil durum toplanma alanlarının yeterlilik oranları tartışılırken yüzölçümü tek başına bir kriter değildir. Yukarıda incelenen 3 merkez ilçenin toplanma alanlarının yerleşim yerleri civarında yoğunluk gösterdiği görülmüştür. Ancak şehrin genel yapısı itibarıyla ilçelerin geniş yüzölçümlerine sahip olması belirlenen alanların tüm yerleşim birimlerine eşit mesafede kalmamasına sebebiyet vermiştir. Karatay İlçesi Toplanma Alanları Haritası incelendiğinde, toplanma yerlerinin dağılımının Selçuklu ve Meram ilçeleriyle benzerlik içerisinde olmadığı, yerleşim yerlerine daha uzak mesafede konumlandırıldığı görülmektedir (Şekil 11).

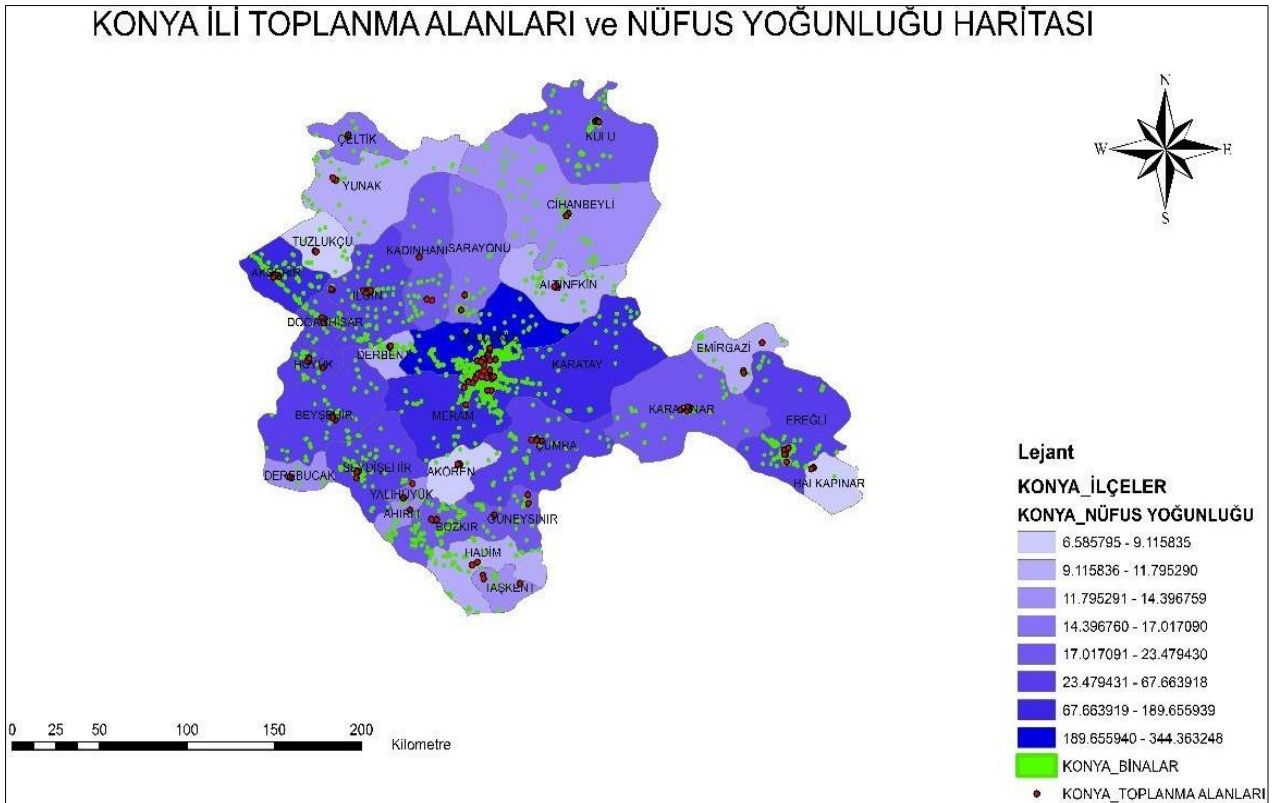
Kente ait tüm toplanma alanlarını gösteren haritada ise toplanma alanlarının homojen bir biçimde dağılım göstermediği dikkat çekmiştir (Şekil 12). Şekil 13'teki gibi öncelikle il nüfusunun yoğunluğunu oluşturan ve genel olarak kentsel yaşamın sürdürüldüğü ilin merkez ilçelerindeki yerleşim yerleri ve yol ağları ile alanların dağılımlarının ilişkileri ele alınmıştır. Seçilen toplanma alanlarının ilçelerin yol ağı üzerinde bulunmaları acil durum esnasında ulaşım kolaylığı açısından avantajlı olduğu saptanırken, yüzölçümünün tek başına bir kriter olamayacağı sonucu çıkarılmıştır. Yüzölçümü açısından nüfus için yeterli olabilecekken mevki bakımından en kısa sürede kolaylıkla ulaşılabilen alanlar ile hedeflenen fayda sağlanamayacaktır. Seçilen alanların temel ihtiyaç unsurlarını karşılayabilecek engelli ve yaşlı vatandaşlar için rahatlıkla kullanılacak şekilde belirlenmesi depremden sonraki ilk 24 saat için kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Acil durum anında kolaylık ile ulaşım sağlanması açısından nüfusun çok olduğu bölgelerde kırsal kesimlere nazaran toplanma alanları belirli bir düzenle seçilmelidir ve halk bu konuda yeterince bilinçlendirilerek toplanma alanlarının yerleri duyurulmuş olmalıdır. Olası bir tehlike anında, herkesin ihtiyaç duyacağı bu alanlar bilindik ve kolaylıkla ulaşılabilir yerlerden seçilmelidir. Mevcut durumda bu yeterince sağlanamamıştır.



Şekil 11: Konya ili merkez ilçeleri yerleşim yerleri ve toplanma alanları haritaları



Şekil 12: Konya ili yerleşim yerleri ve toplanma alanları haritası



Şekil 13: Konya ili toplanma alanları ve nüfus yoğunluğu haritası

Yüzölçümü açısından nüfus için yeterli olabileceken mevki bakımından en kısa sürede kolaylıkla ulaşılamayan alanlar ile hedeflenen fayda sağlanamayacaktır. Çalışmada tasarlanan mobil cihaz uygulamasının tasarım aşamasında Android Studio programlama aracının kullanılması; anında çalıştırma, kod ve kaynak değişikliklerini bir cihaz üzerinde çalışmakta olan uygulamaya hızlı bir biçimde yansıtma ve sahip olduğu yardımcı kod şablonları olanakları ile düzenleme, tasarlama ve çalıştırma süreçlerinde hız ve verimliliği arttırmıştır.

Ayrıca açık kaynak kodlu, yeni ve sade bir SDK (Yazılım Geliştirme Kiti) olan Flutter'in kullanılması ile her iki platformda da arzu edilen farklı tasarım uygulamalar geliştirip, çapraz (cross) platformlu mobil uygulamalar ortaya çıkartılarak zamandan ve maliyetten tasarruf sağlanmaktadır (Dagne 2019; Haq vd. 2021; Pop ve Stoia 2021; Sahu vd. 2021; You ve Hu 2021).

Uygulama tasarım süreçlerinde kullanılan program ve programlama dilinin zamandan tasarruf ve içerik oluşturma aşamalarında önemi büyüktür. Tasarlanan uygulamada deprem öncesi, deprem anı ve sonrasında bir bütün şeklinde ele alınması veri paylaşımı ve toplum bilinci için bütünlük bir sistem oluşturmuştur. Uygulamada tasarlanan ana menüde yer alan içeriklerin çeşitli olması deprem konusunda olası bir felaket yaşanmadan bilgilendirilmek ve uygulamaya geçmek açısından fayda sağlayacaktır. Ayrıca mobil uygulamayı konuyla ilgili diğer çalışmalardan ayıran anlık konum paylaşımı ile en yakın acil durum toplanma alanları bilgisinin kullanıcılara verilmesi ne zaman ve nerde, nasıl meydana gelebileceği bilinmeyen deprem felaketi açısından avantaj sağlamaktadır.

5. Sonuç ve Öneriler

Türkiye deprem, sel, orman yangını ve heyelan gibi doğal afetlerin sık görüldüğü bir bölgede bulunmaktadır. Afetler üzerinde durulması gereken önemli bir konudur. Özellikle ülkemizin bulunduğu konum itibarıyla depremler üzerine düşünülmeli, risk ve zarar azaltma üzerine çalışmalar yapılmalıdır. Ülkemizde 1999 ve 2011 yıllarında yaşanan depremler büyük miktarlarda can, mal ve kültürel yıkımlara sebep olmuştur. Günümüzde gerçekleşen deprem hareketliliği de dikkate alındığında, gerekli önlemler alınmadığı takdirde deprem riski altındaki vatandaşların afetten zarar görmeleri kaçınılmazdır. Bu çalışmada acil durum ve afet yönetiminin bir parçası olarak, mobil tabanlı teknolojiler kullanılarak afetlere karşı dayanıklılığı arttırmak ve bilinçli bir toplum kitlesi elde etmek amaçlanmıştır. Yaşanabilecek olası afetler sonrasında özellikle ilk 12/24 saat, vatandaşların sağlıklı bilgiye ulaşımı açısından en fazla öneme sahip zaman dilimidir. Bu süreçte halkın tehlikeli bölgeden uzaklaşarak toplanabileceği güvenli yerler olan toplanma alanlarının önemi büyüktür. Vatandaş ise toplanma alanlarının kullanım amaçları ve önemi konusunda yeterli bir bilgiye sahip olmayıp kimi zaman çevresindeki en yakın toplanma alanını dahi bilmemektedir.

Bu çalışmada bütüncül veriye ulaşım imkanları gereğiyle Konya ili çalışma bölgesi olarak seçilmiştir. Bilindiği üzere deprem riski açısından güvenilir bir alan olarak nitelendirilen kent için detaylı bir araştırma yapıldığında Konya'nın deprem riskinin bilinenden fazla olduğu bulgusuna rastlanmıştır. Uygulama tasarımı Konya iline ait tamamlanmış olsa da çalışma ile tüm yurttaki var olan deprem tehlikesinin önemi vurgulanmış, Alpin Deprem Kuşağı'nda yer alan Türkiye'de depremlerden oldukça etkilenen toplum yapısı üzerinde farkındalık yaratmak ve çalışmanın diğer iller için de bir örnek teşkil etmesi hedeflenmiştir. Ülkemizin her kesiminde bu tarz çalışmaların sayısı artırılarak acil durum ve afet yönetimi üzerinde farkındalık projeleri tasarlanmalı ve çalışmada da yer alan mobil tabanlı teknolojiler kullanılarak olası bir afet durumunda önem arz eden haberleşme ve yardımlaşma sağlanması kolaylaştırılmalıdır. Deprem öncesi, deprem anı ve sonrasında ihtiyaç duyulan bilgilerin bir bütün halinde paylaşılması ile zarar azaltma imkânı sağlanarak konuya uzak olmanın verdiği panik ve korku önenebilecektir.

Çalışmada afet yönetimi için web ve mobil tabanlı teknolojilerden bahsedilerek gelecekte yapılması planlanan çalışmalar için bir altlık oluşturulmuştur. Tasarlanan mobil uygulamada kullanılan içerikler konuyla ilgili yapılabilecek çalışmalara örnek teşkil etmektedir. Çalışmada tasarlanan mobil uygulamaya ait kod kitapçığı da bulunmaktadır. Ayrıca Ara yüz tasarımcıları tarafında da son zamanlarda ilgi gören ve birçok mobil uygulama tasarımı aşamasında yerini alan Flutter'ı kullanarak Android ve iOS platformlarına uygun, daha başarılı uygulamalar tasarlanabilecektir. Böylece Android için Java ya da Kotlin diline ve iOS içinse Swift veya Objective-C diline ihtiyaç duyulmamaktadır. Esnek bir SDK olan Flutter Windows, Linux ya da Mac ortamlarında rahatlıkla çalıştırılabilmektedir. Veri ulaşımı sebebiyle yalnızca Konya ili üzerinde tasarlanan deprem bilgi sistemi uygulaması deprem riskinin daha yüksek olduğu bölgelerde ve veri ulaşımının mümkün olduğu takdirde tüm ülke genelinde yapıldığında deprem felaketi konusunda büyük ölçüde farkındalık sağlanacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma, 26-29 Mayıs 2021 tarihleri arasında düzenlenen 18.Harita Teknik ve Bilimsel Kurultayı'nda sunulan ve sadece özeti basılan bildirinin genişletilmiş şeklidir. Çalışmaya ait kod kitapçığı 69 sayfadan oluşmaktadır. Bu nedenle çalışmaya ait kodların tamamına makale de yer verilememiştir. Okuyucular tarafından talep edilirse bu kodlar paylaşılabilir. Ayrıca geliştirilen mobil uygulama GitHub üzerinden paylaşılmıştır (<https://github.com/bussrakartt/konya-deprem-bilgi-sistemleri>). Belirtilen bağlantı adresine tıklayarak uygulamaya ait verilere rahatlıkla ulaşılabilir.

Kaynaklar

- Açıkalın O., (2017), *Deprem ve toplum: bilgiyle ilişkilerimizi yeniden düşünmek ve kurmak*, <http://www.tdmd.org.tr/TR/Genel/4UDMSK/pdf2017/4023.pdf>, [Erişim 21 Temmuz 2022].
- AFAD, (2018), *Deprem öncesi, anı ve sonrası alabileceğiniz önlemleri biliyor musunuz*, <https://www.afad.gov.tr/deprem-öncesi-ani-ve-sonrası-alabileceğiniz-önlemleri-biliyor-musunuz>, [Erişim 22 Kasım 2019].
- AFAD, (2019), *Depremler Önlenemez Ancak Depremlerin Afetlere Dönüşmesi Önenebilir*, <https://www.afad.gov.tr/depremler-onlenemez-ancak-depremlerin-afetleredonusmesi-onlenebilir> [Erişim 16 Ocak 2021].
- AFAD, (2020a), *Afet Yönetimi Kapsamında 2019 Yılına Bakış ve Doğa Kaynaklı Olay İstatistikleri*, https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/e_Kutuphane/Kurumsal-Raporlar/Afet_Istatistikleri_2020_web.pdf, [Erişim 11 Mart 2021].
- AFAD, (2020b), *İzmir Seferihisar depremi-duyuru*, <https://www.afad.gov.tr/izmir-seferihisar-depremi-duyuru-81-26112020---2100>, [Erişim 26 Şubat 2021].
- AFAD, (2021), *Yıllara göre deprem sayısı*, <https://deprem.afad.gov.tr/genelistatistikler>, [Erişim 19 Mart 2021].
- Akkuş Z., Efe T., (2016), *Doğal çevre felaketlerinin suça etkisi*, İnönü Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 7(1), 1-24.
- BDTİM, (2022), *Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi*, <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/tr/>, [Erişim 22 Şubat 2021].
- Brown P., Daigneault A.J., Tjernström E., Zou W., (2018), *Natural disasters, social protection, and risk perceptions*, World Development, 104(2018), 310-325.
- Chu J.Y., Su Y.P., (2011), *Comprehensive evaluation index system in the application for earthquake emergency shelter site*, Advanced Materials Research, 156-157(2011), 79-83.
- Çınar A.K., Akgün Y., Maral H.J.P., (2018), *Afet sonrası acil toplanma ve geçici barınma alanlarının planlanmasındaki faktörlerin incelenmesi: İzmir-Karşıyaka örneği*, Planlama, 28(2), 179-200.
- Çınar A.K., Ekici Y., Baysan N., (2021), *30 Ekim 2020 Ege Denizi depreminin düşündürdükleri*, Planlama, 31(1), 4-11.
- Çoban M., Sözbilir M., Göktaş Y., (2017), *Deprem deneyimini yaşamış kişilerin deprem öncesi hazırlık algılarının belirlenmesi: bir durum çalışması*, Doğu Coğrafya Dergisi, 22(37), 113-134.
- Dagne L., (2019), *Flutter for cross-platform App and SDK development*, Bachelor's Thesis, Metropolia University of Applied Sciences, Bachelor of Engineering, Information Technology, Helsinki.
- Doğruyol M., (2021), *Sırt ili deprem tehlike analizi*, Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 7(1), 149-158.
- Durduran S.S., Eren Y., Kansun G., Sarı F., (2010), *Geçmişten günümüze Konya depremlerinin coğrafi bilgi sistemi ile irdelenmesi*, III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 11 – 13 Ekim, Gebze, Kocaeli. ss.555-562.
- Durukal E., Erdik M., Sungay B., Türkmen Z., Harmandar E., (2008), *Yapısal olmayan deprem risklerinin azaltılması*, Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri'nin İçinde, (Kadioğlu M., Özdamar E., Ed.), JICA Türkiye Ofisi Yayınları, Ankara, Türkiye, ss.157-174.
- Feng Z., González V.A., Trotter M., Spearpoint M., Thomas J., Ellis D., Lovreglio R., (2020), *How people make decisions during earthquakes and post-earthquake evacuation: Using Verbal Protocol Analysis in Immersive Virtual Reality*, Safety Science, 129, 104837. doi: 10.1016/j.ssci.2020.104837.
- Gökgöz B.İ., İlerisoy Z.Y., Soyuluk A., (2020), *Acil durum toplanma alanlarının AHP yöntemi ile değerlendirilmesi*, European Journal of Science and Technology, 19, 935-945.
- Güngör H.C., Ayday C., Kibici Y., (2011), *Coğrafi bilgi sistemi teknolojisi ile deprem bilgi sistemi uygulaması: Kütahya ili, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26, 85-98.
- Haq H.N., Hasbi M.F., Maulid H., (2021), *My TelU: Aplikasi mobile untuk civitas academia Telkom University berbasis Flutter*, e-Proceedings of Applied Science, 7(5), 1-31.
- Hossain M.S., Gadagamma C.K., Bhattacharya Y., Numada M., Morimura N., Meguro K., (2020), *Integration of smart watch and Geographic Information System (GIS) to identify post-earthquake critical rescue area part, I. Development of the system*, Progress in Disaster Science, 7, 100116. doi: 10.1016/j.pdisas.2020.100116.
- Kadioğlu M., (2008), *Modern, bütünlük afet yönetiminin temel ilkeleri*, Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri'nin İçinde, (Kadioğlu M., Özdamar E., Ed.), JICA Türkiye Ofisi Yayınları, Ankara, Türkiye, ss.1-34.
- Kırçın P.N., Çabuk S.N., Aksoy K., Çabuk A., (2017), *Ülkemizde Yeşil Alanların Afet Sonrası Toplanma Alanı Olarak Kullanılma Olanaklarının Artırılması Üzerine Bir Araştırma*, 4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 11-13 Ekim, Eskişehir.
- Memiş L., Babaoğlu C., (2020), *Afet yönetimi ve teknoloji*, Farklı Boyutlarıyla Afet Yönetimi İçinde, (Yaman M., Çakır E., Ed.), Nobel, Ankara, ss.163-174.
- Oktay E., (2007), *Türkiye'nin Afet Profili*, TMMOB Afet Sempozyumu, 5-7 Aralık, Ankara.
- Ortaç G., Yılmaz Kaplan D., (2021), *Afet yönetimi ve kablosuz iletişim sürekliliği*, Türk Doğa ve Fen Dergisi, 10(1), 316-326.
- Öztürk F., Kaya G.K., (2020), *Afet sonrası toplanma alanlarının Promethee metodu ile değerlendirilmesi*, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 25(3), 1239-1252.
- Pop M.D., Stoia A.R., (2021), *Improving the Tourists Experiences: Application of Firebase and Flutter Technologies in Mobile Applications Development Process*, In 2021 International Conference Engineering Technologies and Computer Science (EnT), 18-19 August, Moscow, Russian Federation, ss. 146-151, IEEE.
- Sahu S.K., Sharma M., Tripathi K.C., (2021), *COVID-19 India tracker application using flutter*, International Journal for Modern Trends in Science and Technology, 7(01), 10-15.
- Shaw R., Shiwaku Hirohide Kobayashi K., Kobayashi M., (2004), *Linking experience, education, perception and earthquake preparedness*, Disaster Prevention and Management: An International Journal, 13(1), 39-49.
- Şahin İ., Kılınç T., (2016), *Türkiye'de 1980-2014 yılları arasında görülen depremlerin ekonomik etkileri*, İktisadi Yenilik Dergisi, 4(1), 33-42.
- Tabban A., (1970), *Türkiye'nin Sismisitesi ve Deprem Bölgeleri Haritasının Geliştirilmesi*, Türkiye Jeoloji Bülteni, 13(2), 36-48.

- Tarabanis K., Tsionas I., (1999), *Using network analyses for emergency planning in case of earthquake planning in case of an earthquake*, Transactions In GIS, 3(2), 187-197.
- Tarhan C., Coşkun Z., Zülfişkar C., (2013), *Deprem Bilgi Sistemi*, 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 25-27 Eylül, Hatay.
- Tarhan Ç., Aydın C., (2017), *Bilişim sistemleri kullanılarak afet direnci artırılabilir mi?*, 4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 11-13 Ekim, Eskişehir.
- Tseng C.P., Chen C.W., (2012), *Natural disaster management mechanisms for probabilistic earthquake 17 loss*, Natural Hazards, 60(3), 1055-1063.
- Tün M., Pekkan E., Helvacı C., (2015), *Afet yönetiminde kitle kaynak kullanımına yönelik mobil uygulama örneği*, 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 14-16 Ekim, İzmir.
- URL-1, (2011), *27 Temmuz 2011 Ilgın (Konya) depremi basın bülteni*, B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve DAE Ulusal Deprem İzleme Merkezi.http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/Depremler/onemliler/27%C2%A0_TEMMUZ_2011_ILGIN_KONYA_Depremi.htm, [Erişim 19 Kasım 2020].
- Ünsal Ö., Yakaryılmaz F., Masca Y., (2022), *KBS Entegrasyonu ile Vatandaş Odaklı Afet Yönetim Sistemi: Üsküdar Örneği*, https://www.academia.edu/37077562/KBS_Entegrasyonu_ile_Vatanda%C5%9F_Odakl%C4%B1_Afet_Y%C3%B6netim_Sistemi_%C3%9Csk%C3%BCdar_%C3%96rne%C4%9Fi_Urban_Information_System_Integrated_with_Citizen_Focused_Disaster_Management_System_Example_of_%C3%9Csk%C3%BCdar_, [Erişim 21 Temmuz 2022].
- Yariyan P., Zabihi H., Wolf I.D., Karami M., Amiriyan S., (2020), *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. doi: 10.1016/j.ijdr.2020.101705.
- Yıldız A., Teeuw R., Dickinson J., Roberts J., (2020), *Children's earthquake preparedness and risk perception: A comparative study of two cities in Turkey, using a modified PRISM approach*, International Journal of Disaster Risk Reduction, 49, 101666. doi: 10.1016/j.ijdr.2020.101666.
- Yılmaz A., (2012), *Türkiye'de afetlerde karşılaşılan sorunlar*, Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi, 1(1), 61-81.
- You D., Hu M., Polytechnic W., (2021), *A comparative study of cross-platform mobile application development*, 12th Annual Conference of Computing and Information Technology Research and Education New Zealand (CITRENZ 2021) & 34th Annual Conference of the National Advisory Committee on Computing Qualifications, Wellington.
- Zekeng J.C., Sebego R., Mphinyane W.N., Mpalo M., Nayak D., Fobane J.L., Onana J.M., Funwi, F.P., Mbolo M.M.A., (2019), *Land use and land cover changes in Doume Communal Forest in eastern Cameroon: implications for conservation and sustainable management*, Modeling Earth Systems and Environment, 5(4), 1801-1814.