Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi
Cilt: 8, No: 1, 2016 (51-64)

Electronic Journal of Map Technologies
Vol: 8, No: 1, 2016 (51-64)

Geliş Tarihi:08.03.2016; Kabul Tarihi: 26.04.2016

HARİTA TEKNOLOJİLERİ
ELEKTRONİK DERGİSİ

www.haritateknolojileri.com
e-ISSN: 1309-3983
doi: 10.15659/hartek.16.04.298

Makale
(Article)

Kentsel Dirençliliğin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Analizi: Deprem ve İzmit Kenti

Deniz GERÇEK [1], İsmail Talih GÜVEN [1]
[1]Kocaeli Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Mimarlık Bölümü, 41300, İzmit, Kocaeli/TÜRKİYE
denizger@gmail.com

Öz

Dirençlilik kavramı, kentsel gelişim ve kentlerin sürdürülebilirliği ile ilgili çalışmalarda giderek daha fazla yer edinmeye başlamıştır. Doğal veya insan eliyle gerçekleşen afetlerin dünya üzerinde yıkıcı etkileri vardır. Ancak, kendi içinde bağıntılı ve karmaşık bir yapıya sahip olan kentler, tüm afetlere karşı çok daha fazla kırılganlık gösterir. Kentlere has karmaşık mekanizmalardan ötürü, özellikle büyük kentlerde, afetlerle ilişkili riskler çok büyüktür ve tam olarak kestirilemez. Bu durum, afet öncesi zarar azaltma önlemleri ile ilişkili olarak kentsel alanların planlanmasında dirençliliğin irdelenmesi konusuna hayati önem kazandırmıştır. Bu nedenle, kentler için dirençlilik kapsamında ele alınan ölçütlerin, kentin dirençliliğini değerlendirmede ve kentsel dirençliliği artırmada nasıl kullanılabileceği konusu oldukça önemlidir.

Bu çalışmada, kentsel dirençlilik kavramı hakkında temel bilgiler verilmekte, afetlerin en yıkıcısı olarak bilinen deprem ve İzmit kenti örneği üzerinden kentlerin afete dirençliliğinin değerlendirilmesinde yöntemsel bir çerçeve sunulmaktadır. İzmit kenti 17 Ağustos 1999'da yıkıcı bir depremle karşı karşıya kalmış ve büyük kayıplar vermiştir. Hala olası bir deprem tehdidi altında olan kentin depreme dirençliliği afet öncesi ele alınması gereken kritik bir konudur. Bu kapsamda, kentsel dirençliliğin fiziksel bileşenlerini oluşturan kentsel donatılar; emniyetli açık alanlar, stratejik binalar, hayati altyapı ve erişim sistemi ve bunların kentsel alanlara hizmet edebilme kapasitesi, erişebilirlik çerçevesinde ağ analizinden yararlanılarak Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile analiz edilmiştir. Kentsel dirençliliğin fiziksel bileşenlerine ilişkin bu verilere göre erişimi kısıtlı olan bölgeler, dirençlilik açısından zayıf kentsel alanlar olarak tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, İzmit kenti örneğinde, kent plancılara ve karar vericilere, dirençlilik açısından geliştirilmesi gereken bölgeler konusunda yol gösterici ve tamamlayıcı bilgiler sunulmuştur. Kentte dirençliliği zayıf olarak tespit edilen alanlarda yaşayan nüfusun olası bir deprem karşısında daha fazla kırılganlık göstereceği öngörülmektedir. Deprem öncesi alınacak önlemler ile dirençlilik bileşenlerine ait birimlerin ve/veya erişim olanaklarının artırılması yoluyla bu bölgelerin geliştirilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dirençlilik, Deprem, Kent planlama, CBS, kırılganlık.

Analysis of Urban Resilience Through Geographic Information Systems: Earthquake and Izmit City

Abstract

The concept of resilience has progressively gained more ground in the urban sustainability studies. Natural or man-made disasters have destructive influences over our world. However, cities as interconnected and complex systems are exceptionally prone to all types of disasters. Especially in big cities, the risks associated with disasters are extreme and unpredictable due to inherent complexities of cities. This requires taking hazard mitigation measures prior to disaster events and in relation, makes consideration of resilience in the planning of urban areas of vital significance. Therefore, it is of crucial importance to identify principles and criteria related with resilience and to utilize them for assessing the resilience of urban environments and building up resilient cities.

Bu makaleye atıf yapmak için
Gerçek D., Güven İ. T., (2016). Kentsel Dirençliliğin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Analizi: Deprem ve İzmit Kenti, Harita Teknolojileri Elek. Der. 8(1), 51-64. doi:10.15659/hartek.16.04.298

This study involves a brief literature on resilient cities and with the example of Izmit city, it introduces a methodological framework of how to assess the resilience of cities facing earthquake hazard that is known as the most destructive of all hazard events. Izmit has experienced a very destructive earthquake in August 17, 1999 and is still under the threat of a potential earthquake. In this respect, physical components that constitute a resilient city; safe and open spaces, strategic buildings, vital infrastructure and accessibility system were obtained and the capacity of these facilities to serve the urban land is evaluated using network analysis within Geographic Information System (GIS) environment. Regions where accessibility to the physical components of resilience are limited are obtained as the areas with poor resilience. As the outcome of the study, a guiding and comprehensive picture of the resilience of the city is provided to the urban planners and decision makers. People living in the areas that are found to have poor resilience are regarded as more vulnerable. Those areas are suggested to be developed through pre-disaster measures such as proposing new resilience components and/or increasing the accessibility of those areas for gaining more resilience.

Keywords: Resilience, Earthquake, Urban Planning, GIS, vulnerability.

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun giderek artan bir çoğunluğu kentlerde yaşamaktadır. Kentlerin insanlara sunduğu ekonomik, sosyal ve kültürel avantajlar, yoğun kentleşmenin başlıca sebebidir. Ancak, kentler aynı zamanda çeşitli doğal ve insan eliyle oluşan felaketlerin etkisinin katlanarak, gözlendiği, fiziksel, ekonomik ve sosyal yıkımların en ağır biçimde gerçekleştiği yerlerdir. Afet riski, kentte yaşayan nüfusla birlikte artmakta, ve kentteki ağ ve sistemlerin karmaşıklığı ve afetlerdeki belirsizlikler nedeniyle tam olarak kestirilememektedir [1].

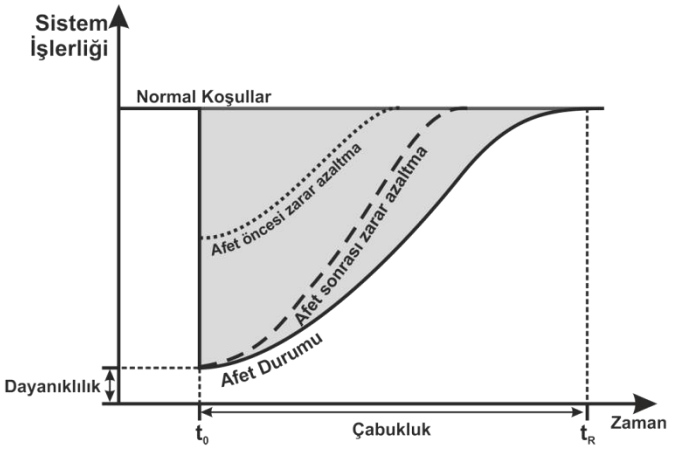
Doğal afetlerin en yıkıcısı olan depremin insan hayatı ve varlıklar üzerinde oluşturduğu büyük riski azaltmak amacıyla yapılmış çalışmaların büyük çoğunluğu yapıların stabilitesi konusuna odaklanmıştır. Binaların depreme dayanıklılığı, deprem sonrası etkin önlemler ve iyileştirme gibi konuları hedefleyen bu yaklaşımlar, afetin daha çok kritik ve kısa dönem etkileri ile ilgilenmektedir [2-5]. Ancak depreme karşı iyileştirme konusu hem fiziksel hem sosyal olarak ele alınması gereken, uzun dönemli ve bütünsel bir yapılanmayı gerektirmektedir [6-8]. Afet zararlarını azaltma ile ilgili bu yeni bakış açısı 2000'li yıllarda ortaya atılan 'dirençlilik' (resilience) adı altında tartışılmaktadır.

Afet Risk Azaltma Uluslararası Ofisi (UNISDR) dirençliliği "tehlikelere maruz kalmış bir sistemin, topluluğun veya toplumun, kendi temel yapılarını ve işlevlerini koruma ve onarma dahil, bir tehlikenin etkileri karşısında zamanında ve etkin bir şekilde direnme, soğurma, uyum geliştirme ve iyileşme becerisi" olarak tanımlamaktadır [9]. 2005-2015 yılları arasında afetlerin neden olduğu zararların azaltılmasını amaçlayan küresel nitelikteki Hyogo Çerçeve Eylem Planı: Uluslar ve Topluluklarda Afetlere Direncin Yapılandırılması birincil önceliklerinden biri olarak dirençliliğin sağlanmasından bahsetmektedir [9]. Hyogo'nun devamı niteliğinde olan Sendai Afet Risk Zarar Azaltma Çerçevesi kapsamında beklenen sonuçlara ulaşabilmek için dirençliliği artırmak ilkesi öne çıkarılmıştır [10]. Dirençlilik kavramı farklı disiplinler ve farklı bakış açılarıyla tanımlanıp yorumlanmıştır. Bu çalışmada, [11] tarafından donatı ve fiziksel sistemler üzerinden tanımlanan sismik dirençlilik yaklaşımı temel alınmıştır. Buna göre deprem sonrasında halkın sağlığı ve iyileştirilmesi ile ilgili önemli fonksiyonlar yüklenebilecek yapı ve mekânlar dirençlilik açısından analiz edilmesi gereken en önemli bileşenlerdir.

Depremin meydana geldiği andan sonraki süreçte ihtiyaçlar ve öncelikler zamanla değişiklik gösterir. Deprem meydana geldikten hemen sonra en önemli iki konu güvenlik ve sığınmadır. Sonrasında hayati destekten yararlanabilme ihtiyacı ve buna bağlı olarak temiz su, besin, yakıt vb. erişim konusu gündeme gelir. Deprem sonrasında mahalle ölçeğinde yeterli açık alanların varlığı depremin hemen sonrasında güvenlik ve sığınma ile ilgili olarak en hayati unsur olmakla birlikte deprem sonrasındaki tüm süreçte hayatın idamesi için kritik öneme sahiptir. Hayati desteğin sağlanabilmesi ve deprem ile birlikte ortaya çıkan krizin yönetilebilmesi için afet sonrası adapte olabilir açık –kapalı mekân organizasyonuna sahip mevcut kamu binaları büyük önem taşır. Barınma ve hayati destek ile ilgili tüm ağ dirençli bir kentin

omurgasını oluşturur. Omurganın işlerliği için kritik öneme sahip kentsel alanlar ve yapılar kadar bunlara erişim de önemlidir. Depremle birlikte ulaşım sistemi büyük oranda zarar görebilir, özellikle bazı yolların devre dışı kalması durumunda alternatif yolların varlığı erişebilirlik açısından büyük öneme sahiptir. Bahsedilen fonksiyonlara dair yapılacak deprem öncesi iyileştirmeler ve hazırlıklar deprem sonrasında yapılabilecek olan iyileştirmelere göre Şekil 1'de üçgen olarak gösterilen kayıp miktarını azaltmada çok daha etkili olacaktır [11]. Şekil 1'de üçgeni andıran gri bölge afetin yaratacağı kaybın büyüklüğünü göstermektedir. Kesikli çizginin üstünde kalan üçgen, afet etkisini, zaman ekseninde son bulduğu nokta ise yapılacak iyileştirmelerin bölge ve o bölgede yaşayanların afet sonrası normal koşullara ulaşabilme çabukluğunu göstermektedir. Noktalı çizginin üstünde kalan daha küçük üçgen, afet öncesi yapılacak iyileştirme çalışmalarının etkinliğini göstermektedir. Afet öncesi yapılacak olan iyileştirmeler kayıpları azaltacağı gibi normal koşullara dönüş hızını artıracaktır.

Dirençli kent, fiziksel sistemler ve sosyal yapılaşmaların oluşturduğu sürdürülebilir bir omurga olarak nitelendirilebilir [12]. Afetin yarattığı stres sonrası, omurganın yaşamaya devam etmesi gereklidir [8]. Afet öncesi risk azaltma (mitigation) önlemleri ile kentin dirençli hale getirilmesi, kentin ve toplumun önemli fonksiyonlarını devam ettirebilecek şekilde adapte olabilme kapasitesini geliştirir. Böylelikle büyük afetler meydana geldiğinde kent daha hızlı iyileşir (recover) [13]. Ancak risk azaltma odaklı planlama her zaman yaşanabilir bir kent dokusu yaratmayabilir ve 'kentsel tasarım' pratiği ile çelişebildiği durumlar söz konusudur [14, 15].



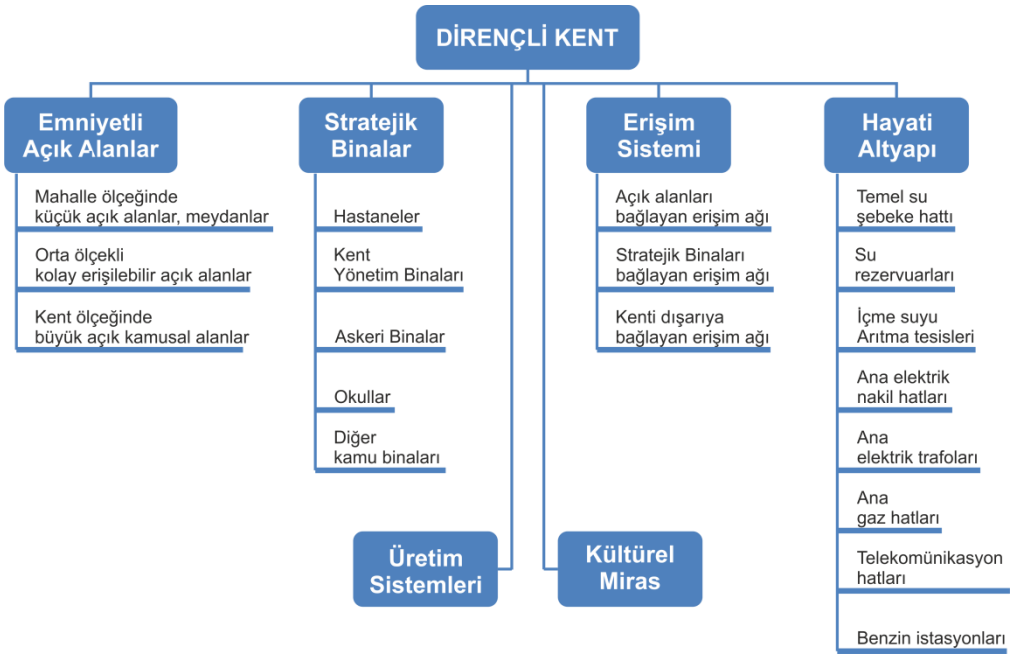
Şekil 1. Kayıp üçgeni [11, 16]

Risk azaltma ve 'kentsel tasarım'ı entegre edebilmek için, kentsel mekânların tasarımında 'dirençlilik' kavramını bir çerçeve olarak görebilmek gerekir [11]. Kentsel planlamada 'dirençlilik' anlayışı, afet sonrasında kente hayati destek sağlayabilecek ve iyileşmeyi hızlandıracak adaptasyon yeteneği kazandırmanın yanında, kentte normal şartlarda gündelik hayat standartlarını arttırır.

Bir kentin depreme karşı dirençliliği kentin hem fiziksel hem de sosyal anlamda deprem sonrası normale dönme süreçlerini kısaltıcı yönde işleyen unsurlarla değerlendirilir. Bu unsurlar dört öncelikli bileşen ile tarif edilmiştir (Şekil 2). Buna göre kentteki emniyetli açık alanlar, stratejik binalar, hayati altyapının yeterliliği ve dağılımı ve de mevcut yol ağı ile erişebilirlik durumu kentin olası bir depreme karşı dirençliliğini ortaya koymaktadır.

Çalışma alanının deprem karşısındaki kentsel dirençliliği, emniyetli açık alanlar, stratejik binalar, hayati altyapı ve erişim sistemi bileşenleri kapsamında, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında mekânsal analizlerle incelenmiştir. Çalışmada kullanılan yöntem, temel olarak "Dirençli kent bileşenlerinin mekânsal dağılımı ve erişilebilirlik durumunun yeterli düzeyde olması, kentsel alanlarda dirençliliği arttırır" varsayımına dayanmaktadır. Buna göre; kentteki açık ve yeşil alanlar, stratejik binalar, hayati altyapı birimleri ve ulaşım ağı sayısallaştırılmış, erişebilirlik, ulaşım ağı üzerinden ağ (network) analizi ile tespit

edilmiştir. Dirençli kent bileşenlerinin düşük yoğunlukta olduğu ve erişebilirliği az olan bölgeler kentte dirençlilik açısından zayıf ve geliştirilmesi gereken alanlar olarak tespit edilmiştir.



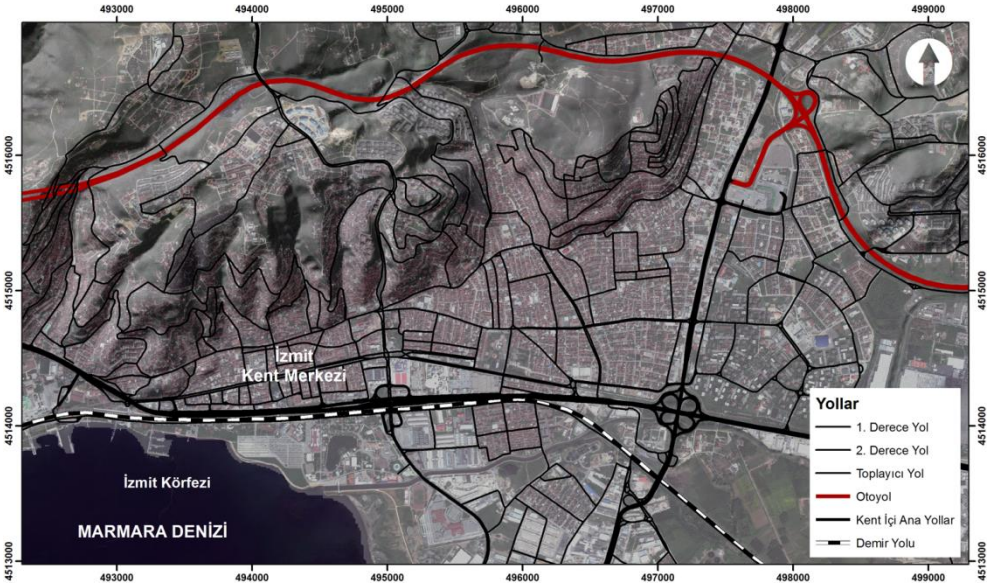
Şekil 2. Dirençli kentin fiziksel bileşenleri [17]

2. ÇALIŞMA ALANI

Çalışma alanı olarak seçilen İzmit kent merkezi ve etrafındaki yoğun yerleşim alanları, olası bir depremin tehdidi altındaki kentsel alanlardır. Kocaeli merkez ilçesi İzmit, İstanbul'a yakınlığı, deniz, karayolu ve demir yolu ulaşım potansiyeli, iklimsel ve topografik imkânlarının sağladığı avantajlar nedeniyle 1960'lı yıllardan itibaren yoğun bir sanayileşmeye maruz kalmıştır. Sanayileşmeye bağlı hızlı kentleşme ülkemizin genel sorunu olmakla birlikte, Kocaeli gibi sanayi-yoğun bölgelerde daha çarpıcı biçimde gözlenmektedir.. Sanayileşme ve hızlı kentleşmenin getirdiği düşük maliyetli, depreme dayanımsız bina stoku, kentsel donatı yetersizliği, ulaşım sistemi ve altyapı sorunlarının bedeli 17 Ağustos 1999 depreminde çok ağır bir bilanço ile ödenmiştir. Depremden etkilenen bölgenin, Türkiye'nin kentsel nüfusunda %23 ve GSYİH'sında %35 paya sahip olması, afetin beşeri ve ekonomik sonuçlarının ülke genelinde ağır biçimde hissedilmesine yol açmıştır [18].

İzmit kenti, İzmit körfezi kıyısında kent merkezi ve yakın çevresi deniz seviyesine yakın olmak üzere, kuzeye doğru yükselen bir coğrafyada konumlanmıştır. İzmit kenti kuzeye doğru parçacıl olarak, batıya ve doğuya doğru ise diğer ilçelerle fiziksel olarak bütünleşecek biçimde gelişim göstermektedir. İzmit'te bütünleşik kentsel alanları içine alan ve çalışma alanını oluşturan çerçeve, altlık olarak kullanılan Mayıs 2015 tarihli WorldView-2 uydu görüntüsü, topografik etki ve kentin dış ve iç erişim omurgasını oluşturan ulaşım sistemi Şekil 3'deki gibidir. Çalışma alanının körfez kıyı ve çevresini oluşturan güney ve orta bölgeleri düşük eğimli, 750-1200 metre kalınlığında iyi tutturulmamış sedimanlar üzerinde kurulmuş kentsel alanlardır [19]. 'Kocaeli İli için Zemin Sınıflaması ve Sismik Tehlike Değerlendirme Projesi' mikrotremor çalışması sonucunda bu bölgelerdeki büyütme oranı 3-7 arasında ölçülmüştür [20], bu oluşacak deprem dalgalarının bölgede 3-7 kat oranında artarak etki etmesi anlamına gelmektedir. Aynı çalışmada bu bölge 1. Derece Sismik Tehlike bölgesi olarak tanımlanmıştır. 17 Ağustos 1999 depreminde oluşan doğu-batı yönlü yüzey kırığı, çalışma alanının yaklaşık olarak 3 km güneyinden geçmektedir [21]. Dünyanın en aktif fay hatlarından olan Kuzey Anadolu Fay Hattına (KAF) bu yakınlıkta bir alanda bu şiddette bir depremin tekrar görülme olasılığı ise 30 yılda %62 olarak tahmin edilmektedir [22].

Bu bilgiler ışığında İzmit kentinin deprem açısından oldukça kritik bir bölge olduğu, yoğun bir kentsel dokuya sahip çalışma alanında ise zarar azaltma kapsamında yapılacak çalışmaların büyük önem taşıdığı açıktır.



Şekil 3. Çalışma alanı

4. MATERYAL VE YÖNTEM

Afet riski azaltma kapsamında dirençliliğin fiziksel bileşenleri dört başlık altında incelenmiştir. Bunlar; emniyetli açık alanlar, stratejik binalar, hayati altyapı ve bunlara erişimi sağlayan ulaşım sistemidir. Çalışma kapsamında bahsedilen ilk üç bileşenin mevcut ulaşım ağı üzerinden erişilebilirlik derecesi incelenmiştir. Bu bileşenler depremin hemen sonrasından itibaren sistemin işlerliğini garanti edecek omurgayı oluşturmaktadır. Dolayısıyla, hem yaya hem de taşıtla bu noktalara erişim büyük önem taşımaktadır. CBS ve network analizlerinden faydalanılarak çalışma alanında bu kritik bileşenlere erişim durumu tespit edilmektedir. Depremin hemen sonrasında bu birimlerin yakın çevrede bulunmaması veya bu birimlere erişememek hayati destekten mahrum kalmak anlamına gelmektedir. Dolayısıyla, bu bölgeler dirençlilik açısından zayıf alanlar olarak tanımlanmaktadır.

İzmit kentinde dirençlilik bileşenlerine ait verilerden emniyetli açık alanlar, stratejik binalar ve hayati altyapıya ait veriler, eldeki mevcut haritalar, alan bilgisi ve Mayıs 2015 tarihli WorldView-2 uydu görüntüsünden faydalanılarak sayısallaştırılmıştır. Erişim sistemine ilişkin ulaşım verisi ise Kocaeli Büyükşehir Belediyesinen (K.B.B.) elde edilmiştir. Sözü edilen bileşenlere ait öznitelik bilgileri veritabanı olarak CBS ortamına aktarılmıştır. Veri üretimi ve analizlerde ArcGIS 9.3 araçları ve modüllerinden yararlanılmıştır. Temellerini grafik teorisinden alan network analizi, araç güzergah belirleme, en kısa yolu bulma, optimum rota bulma gibi problemleri çözmek üzere CBS ile entegre edilmiş bir analiz yöntemidir [23]. Network analizinin bir alt işlevi olan ‘servis alanı’ analizi belli bir birim veya birimlere ait noktasal, çizgisel veya poligonal nesnelere belli bir mesafe ve/veya süre içerisinde erişebilen alanları eldeki ulaşım ağı üzerinden tespit etmekte kullanılır [24]. Kritik birimlere erişim için servis alanı analizi pek çok çalışmada, özellikle acil müdahale, sağlık ve eğitim, alışveriş ve diğer önemli kentsel donatıların yeterince erişilebilir olup olmadığını araştıran çalışmalarda kullanılmaktadır [25-28]. Bu çalışmada network analizi her bir kritik direnç bileşeninin erişim mesafeleri üzerinden ‘hizmet alanı’ nı tespit etmekte kullanılmıştır. Erişim mesafeleri olarak kritik/acil erişim mesafesi olarak 100 m, yaya erişim mesafesi olarak 5 dak/400m ve 10 dak/800m esas alınmıştır [29]. Buna göre; her hangi bir kritik bileşenin bulunduğu konumdan, o konuma erişim sağlayan yol verisi esas alınarak 100, 400 ve 800 m mesafede içinde kalan alanlar tespit edilmiştir. Bu iç içe geçmiş poligonlar biçimindeki alansal veri, sırasıyla yüksek, orta ve düşük erişimin

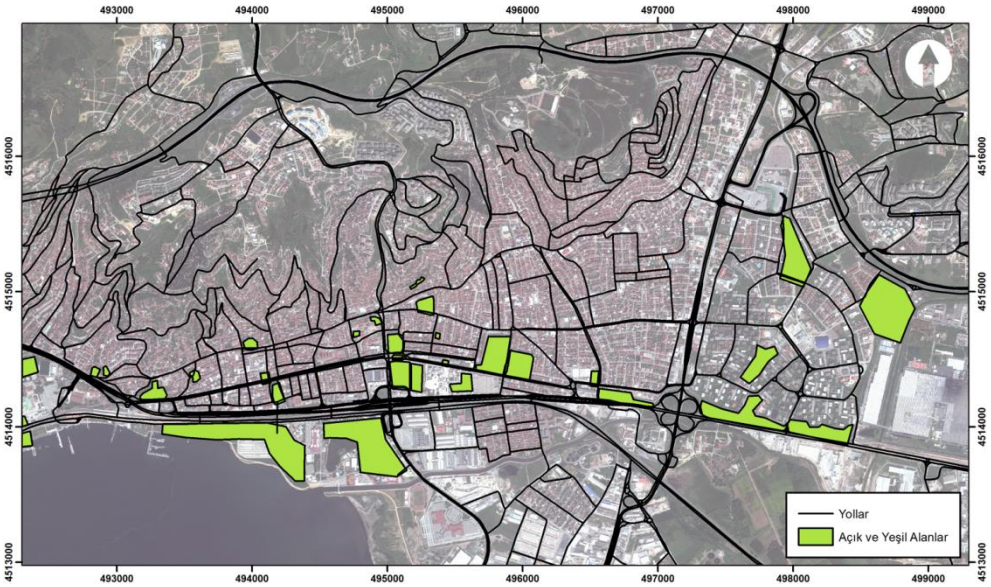
olduğu kentsel alanları temsil etmektedir. Poligon dışında kalan alanlar erişimi zayıf bölgeler olarak kabul edilir. Tüm kritik bileşenlerin konumlarına ait servis alanları bu şekilde tespit edilerek 'bindirme' analizi ile birleştirilir. Sonuç haritasında erişimi en düşük çıkan bölgelerde yaşayan kentliler, afet sonrasında gerekli sağlık hizmetleri, toplanma ve hayati destekten en zor yararlanabilen ve dolayısıyla en kırılgan kesim olarak ortaya çıkmaktadır.

5. KENTSEL DİRENÇLİLİĞİ TESPİT ETMEDE KULLANILAN FİZİKSEL BİLEŞENLER

5.1 Emniyetli Açık Alanlar

Afet sonrasında emniyetli ve açık alan olarak kullanılan kentsel açık ve yeşil alanlar kent arazisi üzerinde kurulu, yapıların dışında kalan, kentlilerin kullandığı, kentle ilişkili olayların süregeldiği alanların tümü olarak tanımlanır [30]. Açık ve yeşil alanlar kent için oldukça kritik bir öneme sahiptir, kentte fiziksel olarak doluluk boşluk dengesinin kurulması, kent içinde hava akımının sağlanması, gürültü ve görüntü perdeleme, ekolojik sürdürülebilirlik, ısı adası etkisinin azaltılması ve rekreatif amaçlar kentteki açık ve yeşil alanlar ve bunların mekânsal organizasyonu ile sağlanır. Ancak, kentsel açık ve yeşil alanların (KAYA) afet sonrasında da üstlenebileceği çok kritik fonksiyonlar mevcuttur. Bunlar KAYA'ların büyüklük, işlev ve konumuna göre değişkenlik gösterebilir. Ancak, temel olarak komşuluk birimi içerisinde yaşayan halkın toplanma, geçici barınma ihtiyaçlarından, kentsel ölçekte uzun vadede lojistik, barınma ve yaşam alanlarına kadar değişkenlik gösteren bir yelpazededir.

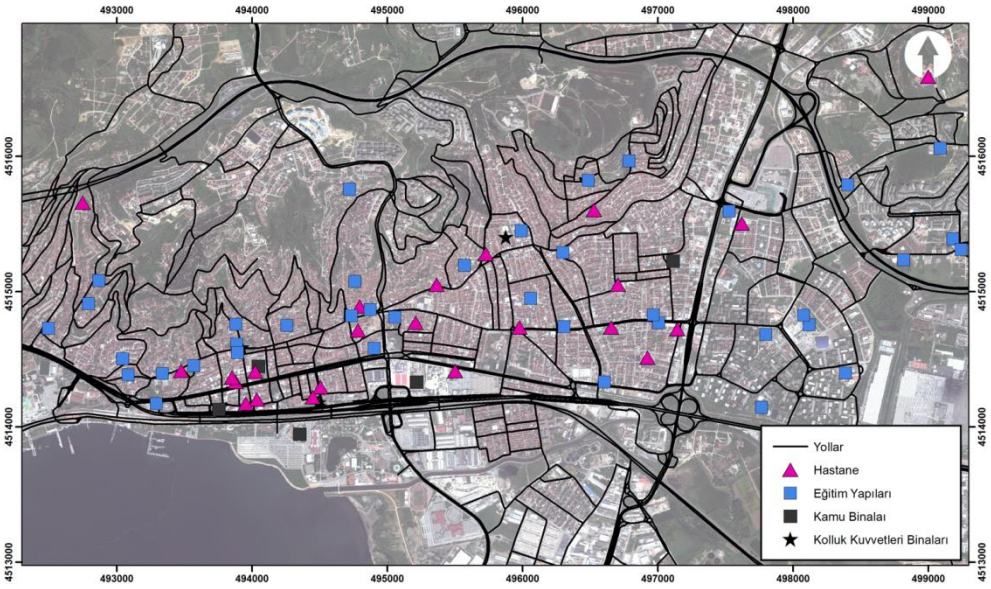
Bu çalışmada, İzmit kentinde alan bilgisi ve uydu görüntülerinden faydalanılarak kentsel yeşil alanlar tespit edilmiş ve sayısallaştırılmıştır (Şekil 4). Kentsel açık ve yeşil alanlara ait sınır bilgisi noktasal veriye dönüştürülerek bu alanlara erişimin derecesini belirlemek üzere ağ analizinde kullanılmıştır.



Şekil 4. Emniyetli açık alanlar

5.2 Stratejik Binalar

Stratejik binalar temelde kamuya ait binalar olarak tanımlanabilir. Ancak, özellikle deprem anında hayati destek verebilecek donanımına veya hayati destek vermek üzere adapte olma/dönüşebilme potansiyeline göre belli fonksiyonlara sahip binalar stratejik öneme sahiptir. Çalışma alanında bu tanıma uyan toplam 95 adet stratejik bina tespit edilmiştir. Bunlardan 36'sı sağlık birimi (hastane, sağlık ocağı) 51'i eğitim kurumu, 5'i kamu binası ve 3'ü kolluk kuvvetlerine ait binalardır (Şekil 5). Stratejik bina türlerinin tümü, nokta verisi olarak sayısallaştırılarak erişebilirlik analizinde girdi olarak kullanılmıştır. Stratejik binaların büyük bir kısmının kentsel dokunun yoğun olduğu eğimi düşük alanlarda yoğunlaştığı görülmektedir.



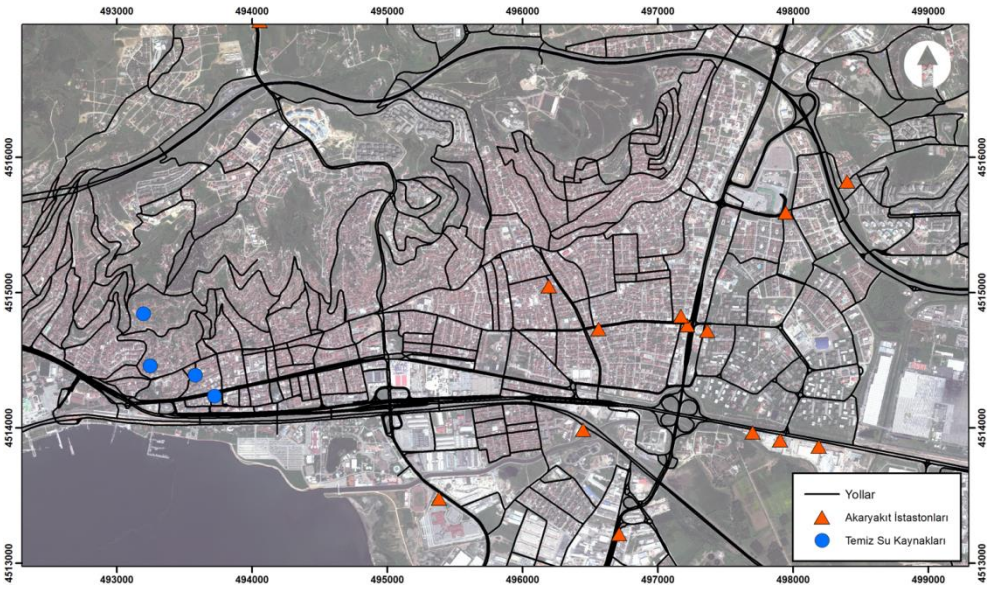
Şekil 5. Stratejik Binalar

5.3 Hayati Altyapı

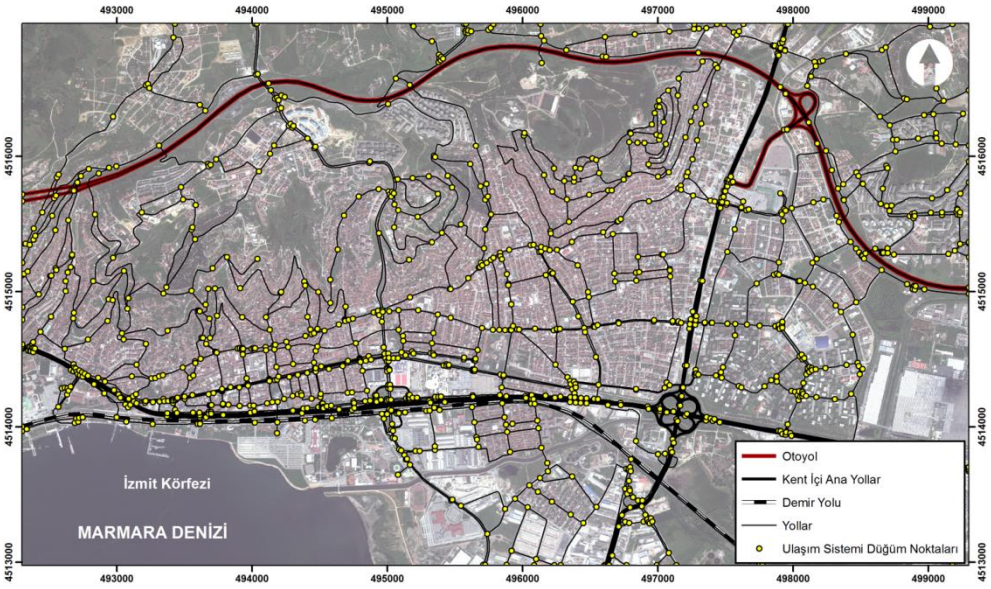
Hayati altyapı normal koşullarda kentteki temiz su, yakıt, enerji, iletişim vb. ihtiyaçları karşılayan altyapı ve şebekelerdir. Ancak deprem anı ve sonrasında bu hizmetler kelimenin tam manasıyla hayati önem kazanır. Bu sistemlerin afet meydana geldikten sonra işlerliğini sürdürebilmesi, normale dönme sürecine hız katar. Dolayısıyla kentin dirençliliği açısından oldukça önemlidir. Çalışmada hayati altyapıya dair veriler, bu verilerin paylaşımı ile ilgili kısıtlar yüzünden oldukça sınırlı kalmıştır. Ancak, alan bilgisi ve diğer kaynaklardan yararlanılarak, temiz su ve yakıt istasyonlarına dair veriler elde edilmiştir. Çalışma alanında 4 adedi şebekeden bağımsız temiz su kaynağı bulunmaktadır. Taşıtlar için ve jeneratörler için benzin, lpg vb. dolum faaliyetlerinin yapıldığı, aynı zamanda kullanma ve içme suyu olarak değerlendirilebilecek sondaj kuyularına sahip 18 adet akaryakıt istasyonu olmak üzere toplam 22 adet hayati altyapı birimi tespit edilmiştir (Şekil 6). Bu birimlerin konumları noktasal olarak sayısallaştırılarak erişebilirlik analizinde kullanılmıştır.

5.4 Erişim Sistemi

Erişim sisteminin afet sonrasında kentteki fonksiyonların minimum düzeyde de olsa devam etmesini garantileyecek şekilde işlerliğini koruması gerekmektedir [31, 17]. Bu nedenle öncelikli olarak kentin temel ulaşım omurgasını oluşturan kaçış için veya stratejik binalar ve toplanma barınma alanları olarak kullanılan kentin açık ve yeşil alanlarına ulaşımı sağlayan ana yollar tespit edilmiştir. Daha sonra genişlik açısından binalar yol üzerine yıkılmış olsa dahi kısmen araç geçişini sağlayabilecek, ikinci derece yollar tespit edilmiştir. Yol kapanması, kaldırım genişliği ile beraber 3 m den az genişliğe sahip geçitlerin oluşması olarak tanımlanmaktadır [32]. Şehirlerarası yollar ile birlikte ana yollar (1. Derece yollar) ve 2. Derece yollar olmak üzere üç yol tipi veri olarak temin edilmiş ve ağ (network) oluşturmada kullanılmıştır. Ağ Analizi sonucuna 1808 adet yol kesişim noktası üretilerek ağ yapısı oluşturulmuştur (Şekil 7).



Şekil 6. Hayati Altyapı



Şekil 7. Erişim Sistemi

Ağ (network), düğüm noktaları (node), verteks (vertex) ve çizgilerden oluşan bir yapıdır [23]. Ağ elemanları tek yönelimli veya her iki yönlü olabilir. Bu çalışmada deprem sonrasında trafik kuralları geçerli olmayacağından yönelim bilgisi kullanılmamıştır. Ağ analizinin deprem gibi bir kriz senaryosundaki en önemli katkısı, sağlam kalması ve kapanmaması beklenen yol ağı üzerinden kaçış, hayati destek noktalarına erişim, besin ve diğer malzemelerin ulaştırılması, enkazın taşınması gibi işlevlerin etkin olarak yapılabildiği hizmet alanını tespit edebilmektir [33].

6. ERİŞEBİLİRLİK ANALİZİ

Erişebilirlik genel olarak; bir konumdan başka bir konuma en kısa zamanda, uygun bir hızla, konforlu, güvenli ve çevreye zarar vermeden gidebilmek olarak tanımlanmaktadır [34]. Erişebilirlik genellikle uzaklıkla ters orantılıdır. Bir kentte erişebilirliğin arttırılması için, ulaşım ağının organizasyonu kadar kentsel donatıların (iş yerlerinin, okulların, toplu alışveriş ve eğlence için kullanılan mekânların) kentliye en fazla yarar sağlayacak ve en kolay erişilebilecek biçimde düzenlenmesi gerekmektedir [35]. Erişebilirlik, arazi kullanım ve ulaşım sisteminin ortak ürünüdür [36]. Ulaşım boyutu genellikle seyahat süresi veya uzaklıkla tanımlanmaktadır. Erişebilirliğin tespit edilmesinde kullanılan en basit yöntem belli bir

konumdan diğerine kuş uçuşu / Öklid mesafelerin kullanıldığı ve dairesel servis alanlarının elde edildiği yakınlık (proximity) analizidir [37].

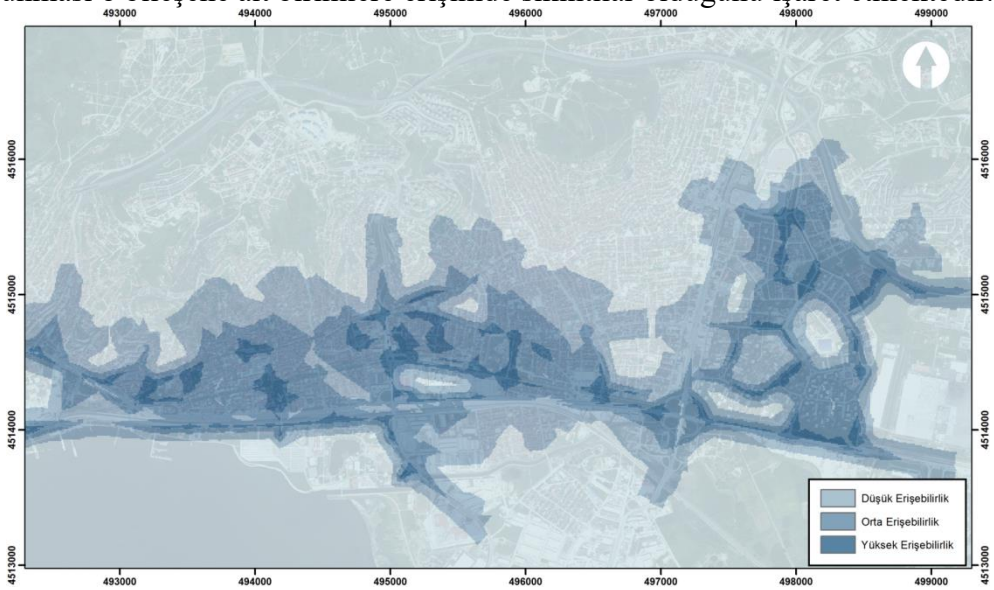
Bu çalışmada dirençlilik açısından kritik önemi olan konumlara erişebilirliğin tespiti için arazi kullanım ve ulaşım sistemini entegre edebilen ve daha gerçekçi sonuçlar veren Ağ (network) analizinden faydalanılmıştır. Ulaşım sisteminin afet durumunda ayakta kalması beklenen ana arterleri esas alınarak bir ağ oluşturulmuş ve erişim durumu bu ağın düğüm noktaları ve çizgileri üzerinden hesaplanmıştır. Erişebilirlik analizinde her alandaki her konumdan belli bir donatıya erişim yerine, analiz süresini azaltacak biçimde, donatılardan belirlenen mesafeler çerçevesinde erişim durumu hesaplanmıştır. Bu yöntemle her bir donatının etrafında(ör: açık yeşil alanlar, stratejik binalar, hayati altyapı) ulaşım ağı çevresinde biçimlenmiş alansal olarak amorf bir yapı gösteren servis alanları kademelenmeleri elde edilir. Bu kademelenme için tanımlanan erişim mesafeleri Çizelge 1'deki gibidir.

Çizelge 1. Erişim mesafeleri

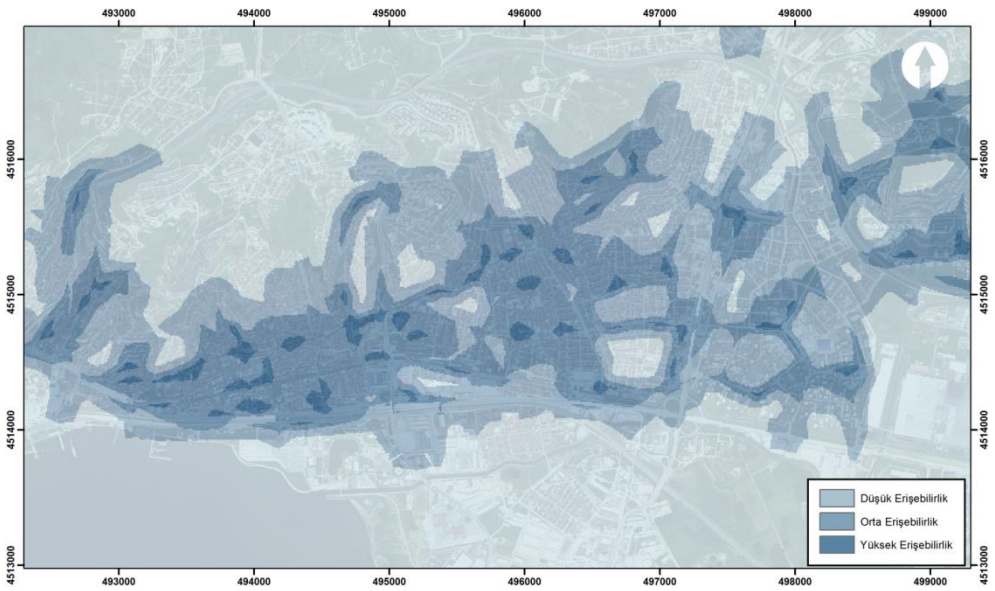
	Servis alanı halkaları	Yürüme mesafesi	Yürüme süresi
Yüksek Erişebilirlik	0-100 m	100 m	1-2 dak
Orta Erişebilirlik	100-400 m	400 m	5 dak
Düşük Erişebilirlik	400-800 m	800 m	10 dak

Erişebilirlik için özellikle afet koşulları göz önünde bulundurularak en ektin olacak ulaşım biçimi olan yaya erişimi esas alınmıştır. Sağlıklı bir yetişkinin normal yürüme hızı olarak kabul edilen 1.33 m/s ye göre [32] 5 dakikalık yürüme, toplu taşım durakları, küçük ve acil ihtiyaçlara erişim için tanımlanan 400 m' lik mesafeyi, 10 dakikalık yürüme alış veriş aktiviteleri ile ilişkilendirilen 800 m' lik mesafeyi oluşturur [22]. 100 m'lik mesafe ise toplumun dezavantajlı kesimini oluşturan yaşlı, çocuk veya engelliler için erişimin en mümkün olduğu mesafe olarak kabul edilmiştir. Bu mesafeler afet durumunda da 100, 400 ve 800 m için sırasıyla yüksek, orta ve düşük erişebilirlik halkaları olarak kabul edilmiştir.

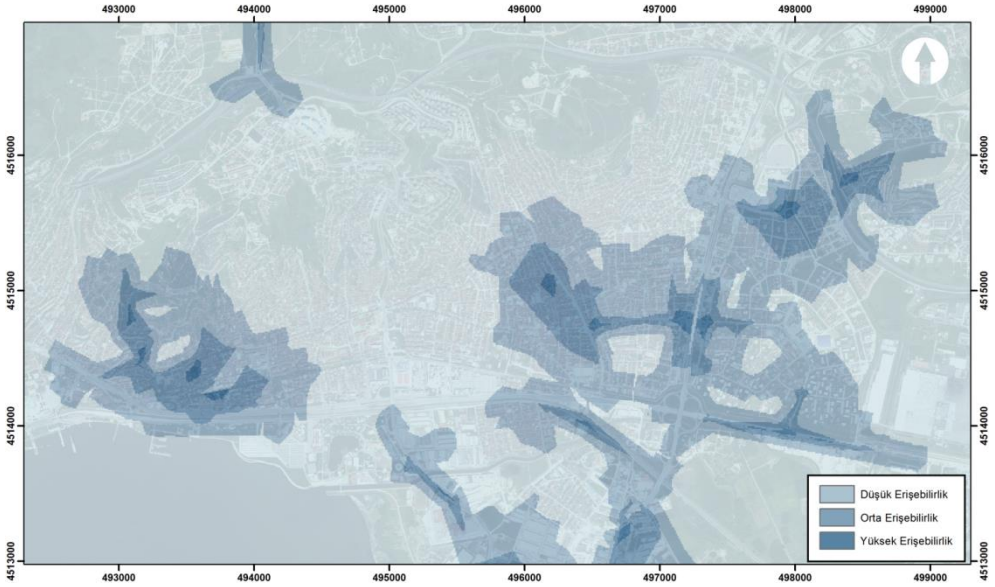
Erişim mesafeleri çerçevesinde, İzmit kentindeki emniyetli açık alanlara erişim, tüm açık ve yeşil alanlar ağ analizinde girdi olarak kullanılarak hesaplanmıştır (Şekil 8). Stratejik binalara olan erişim kentte tespit edilen 95 adet stratejik binanın tümü ağ analizinde kullanılarak hesaplanmıştır (Şekil 9). Hayati altyapı için tespit edilmiş 22 noktasal veri kullanılarak hayati altyapıya erişim hesaplanmıştır (Şekil 10). Her üç dirençlilik bileşeni için yapılan erişebilirlik analizinde de üç farklı erişim halkası 100 m, 400 m ve 800 m alanlar koyudan açığa olmak üzere üç renk tonuyla gösterilmiştir. En açık tonda gösterilen ve kentin genellikle çeperinde kalan alanlar tanımlanan erişim mesafelerinin dışında kalan alanlardır. Kent içinde bu alanlardan bulunması o bileşene ait birimlere erişimde sıkıntılar olduğunu işaret etmektedir.



Şekil 8. Emniyetli yeşil alanlara erişim



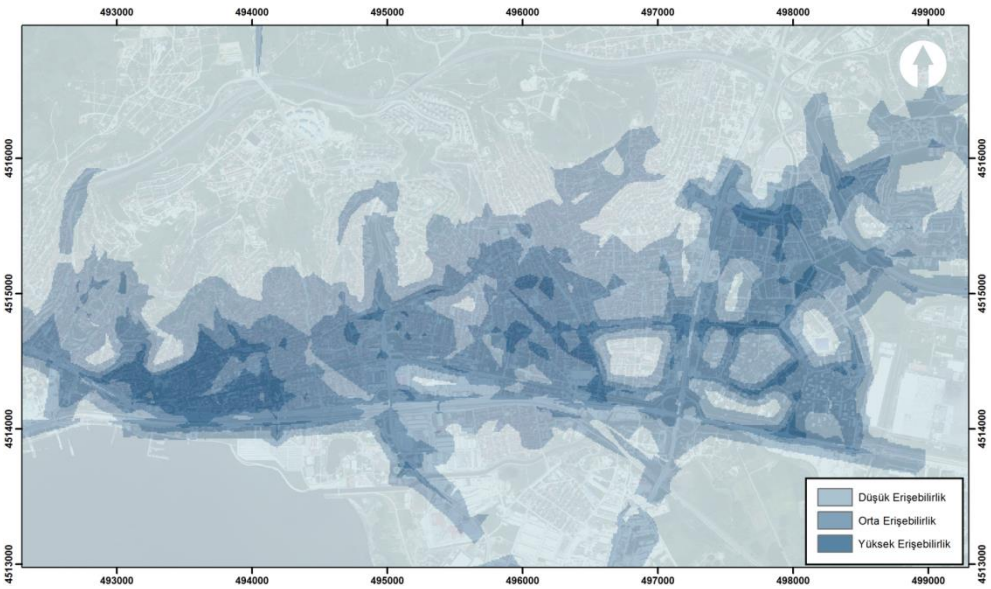
Şekil 9. Stratejik binalara erişim



Şekil 10. Hayati altyapıya erişim,

Kentsel dirençlilik kapsamında ele alınan üç donatı bileşeni (emniyetli açık alanlar, stratejik binalar ve hayati altyapı) için elde edilen erişebilirlik düzeyleri vektör poligonlarından raster veriye dönüştürülmüş, dönüştürmede yüksek, orta ve düşük erişebilirlik sırasıyla 3, 2, 1 hücre değerlerini almıştır. Üç bileşen için elde edilen raster erişebilirlik verileri eşit ağırlıkla toplanarak birleştirilmiş tek bir erişebilirlik haritası üretilmiştir (Şekil 11). 0-12 arasında elde edilen değerler üç sınıfa kategorize edilmiştir. Bu harita;

- Birden fazla kritik donatıya erişebilirliği göstermektedir.
- Koyu renkte görülen alanlarda kritik donatılara erişebilirlik en fazladır.
- En koyu renkte görülen alanlarda birden fazla donatıya erişebilirlik en fazladır.
- Renk açıldıkça donatıya erişebilirlik azalmaktadır.

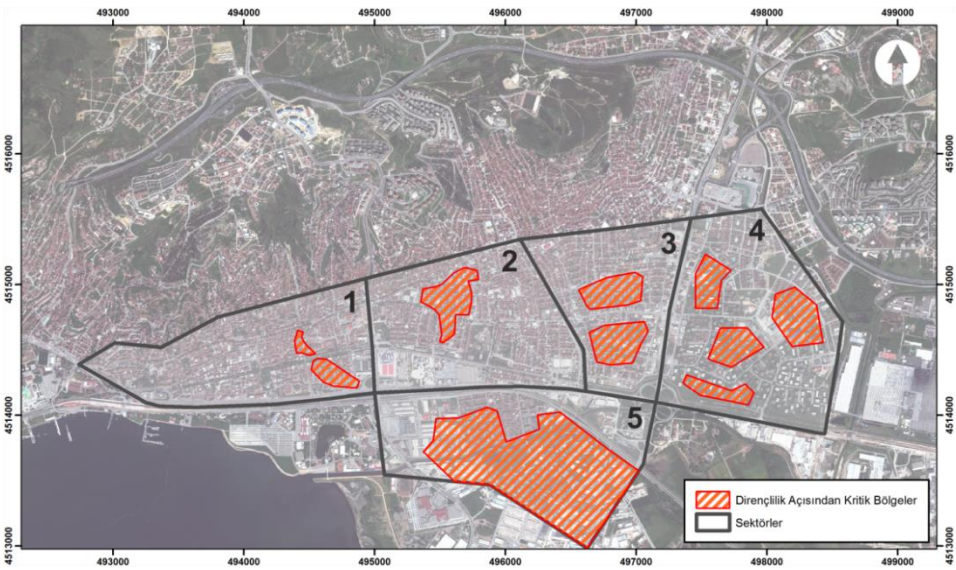


Şekil 11. Toplam erişebilirlik

7. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖNERİLER

Afet sonrası iyileşme süreci, afet öncesinde alınacak önlemlerle büyük ölçüde azaltılabilir. Kentin afete dirençliliğini artırmak kentte afet sonrası yaşamın tekrar denge durumuna gelmesi için en etkili önlemleri içerir. Kentsel dirençlilik, kentteki bina stokunun dayanımını arttıracak önlemlerden ziyade kentsel mekânların nasıl tasarlanacağı ve fonksiyonların mekândaki organizasyonu ile ilgilidir. Kentsel dirençliliğin bileşenlerini oluşturan ve afet sonrası için kritik öneme sahip kentsel mekânlar ve yapıların kentteki dağılımı ve ulaşım sistemi ile bağlantıları kentin omurgasını oluşturur ve deprem sonrasında bile kentin sürdürülebilirliğini garanti eder.

Bu çalışmada, İzmit kentinin depreme dirençliliği, emniyetli açık alanlar, stratejik binalar, hayati altyapı ve erişim sistemi bileşenleri kapsamında CBS ortamında mekânsal analizlerle incelenmiştir. Kentteki açık ve yeşil alanlar, stratejik binalar, hayati altyapı birimlerine erişebilirlik, ana ulaşım arterleri üzerinden ağ (network) analizi ile tespit edilmiştir. Dirençli kent bileşenlerinin sayıca az ve yol ağı ile erişebilirliğinin düşük olduğu bölgeler, kentte dirençlilik açısından zayıf ve geliştirilmesi gereken alanlar olarak tespit edilmiştir. Bu alanlar Şekil 11'de ki Toplam Erişebilirlik haritasından üretilmiştir ve en kritik bölgeleri göstermektedir (Şekil 12).



Şekil 12. Dirençlilik açısından zayıf bölgeler

Çalışma alanı, İzmit kentinin merkezi ve yoğun konut alanlarını kapsamaktadır. Bu alanlar kentsel fonksiyon, doku, bina yaşı, donatı durumu gibi ölçütlere bağlı olarak 5 sektöre ayrılmış ve direnç açısından zayıf bölgeler, her sektörün kendi karakteristikleri çerçevesinde yorumlanmıştır. Buna göre; 1. sektör, kent merkezi ve yüksek katlı yapılaşma alanlarındaki zayıf dirençlilik, özellikle açık ve yeşil alanların yetersizliğinden kaynaklanmaktadır. 2. sektör, eski kent merkezi, yüksek katlı sıkışık ve düzensiz nizamda, bina yaşı eski bir bölgedir. Bu sektördeki direnci düşük bölge için hem açık ve yeşil alanlar hem de donatı eksiklikleri söz konusudur. Nüfus olarak da çok yoğun olan bölgenin, bu koşuların devam etmesi halinde olası bir deprem için çok kırılgan olduğu açıktır. 3. ve 4. sektörler yapı yoğunluğunun nispeten düşük olduğu daha yeni konut alanlarıdır. Bu bölgedeki dirençliliği düşük alanların oluşması, depremde zarar görme ihtimali düşük olan geniş yol arterlerinin bu bölgelere erişim sağlamıyor olmasından kaynaklanmaktadır. 5. Sektör D100 ve tren yolu bariyeri ile kentin kuzey kesimindeki ulaşım sisteminden kopmuştur. Bu alana hizmet eden servis yollarının yetersizliği ve kentsel donatıların bu bölgede çok az olması bu sektörde geniş bir alanın direnç açısından zayıf çıkmasıyla sonuçlanmıştır.

Bu çalışmada tespit edilen 'dirençlilik açısından zayıf bölgeler'in geliştirilmesi ile ilgili olarak, iki temel çözümden söz edilebilir, bunların ilki bu bölgelerde dirençlilik ile ilgili bileşenlerden en az birinin mekânsal gelişim kararlarında o bölgede yer almasını sağlamak olmalıdır. Bir diğer önlem de, deprem sonrasında bölgede sekteye uğramayacak nitelikte ve genişlikte bir arterin oluşturulmasıdır. Süreklilik arz eden karmaşık bir ulaşım ağının bir parçası olan ana arterler üzerinden emniyetli alanlar, stratejik bina ve hayati altyapıya erişim, ilk-yardım ve kurtarma faaliyetleri, barınma, beslenme, temiz su, enkaz kaldırma, haberleşme ve dayanışma işlevlerinin yürütülmesi açısından çok kritiktir. Bu sebeple, deprem etkin plan ve tasarımlarda en önemli hedeflerden birisi, deprem sonrasında ulaşım ağındaki sirkülasyonun sekteye uğramaması olmalıdır. Kentteki açık ve yeşil alanlar uygun bir kademelenme içinde, afet sonrası gereksinimleri de karşılayabilecek nitelik ve işlevsellikte düzenlenmeli, teknik ve sosyal altyapı bu çerçevede organize edilmelidir. Kentteki bazı kamu binaların deprem sonrası nasıl adapte olacakları ve hangi fonksiyonları üstlenecekleri konusunda hazırlıklar yapılmış olmalıdır. Hayati desteğin devamlılığı için temiz su kaynakları, özellikle de şebekeden bağımsız olanlar artırılmalıdır. Alt yapı ile ilgili olarak sağlamlaştırmanın yanı sıra adapte olma, yedekleme ve fonksiyonel çeşitlilik, ilkesel kararlar olarak plan çalışmalarında yer edinmelidir.

TEŞEKKÜR

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'ne veri paylaşımı için teşekkür ederiz.

8. KAYNAKLAR

1. Da Silva, J., Morera, B. (2014). City Resilience Framework, Understanding City Resilience, Arup International Development, Developed with support from The Rockefeller Foundation (pp. 3-6). London, England.
2. Chang, S. E., Mcdaniels, T., Fox, J., Dhariwal R. and Longstaff H. (2014). Toward disaster-resilient cities: characterizing resilience of infrastructure systems with expert judgments, Risk Analysis, 34 (3), 416–434.
3. Burby, R. J., French, S. P., Nelson, A. C. (1998). Plans, Code Enforcement, and Damage Reduction: Evidence from the Northridge Earthquake, Earthquake Spectra, 14 (1), 59-74.
4. Nelson, A. C., French, S.P. (2002). Plan quality and mitigating damage from natural disasters: A case study of the Northridge earthquake with planning policy considerations, Journal of the American Planning Association, 68(2), 194–207.
5. Federal Emergency Management Agency, (2000). Planning for a Sustainable Future: The Link Between Hazard Mitigation and Livability, Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C.
6. Tobin, G. A. (1999). Sustainability and community resilience: The Holy Grail of hazards planning?, Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 1(1), 13–25.

7. Geis, D. (2000). By Design: The Disaster Resistant and Quality-of-Life Community, Natural Hazards Review, 3(151), 151-160.

8. Godschalk, D. R. (2003). Urban Hazard Mitigation: Creating Resilient Cities, Natural Hazards Review, 4(3), 136-143.

9. Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters (2007). Son erişim tarihi: Nisan 2016, http://www.unisdr.org/files/1037_hyogoframeworkforactionenglish.pdf

10. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 – 2030 (2015). Son erişim tarihi: Nisan 2016, http://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf

11. Bruneau, M., Chang, S. E., Eguchi, R. T., Lee, G. C., O'Rourke, T. D., Reinhorn, A. M., Shinozuka, M., Tierney, K. T. , Wallace W.A., Von Winterfeldt, D. (2003). A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities, Earthquake Spectra, 19(4), 733-752.

12. Paton, D., Millar, M., Johnston, D. (2001). Community Resilience to Volcanic Hazard Consequences, Natural Hazards, 24(2), 157–169.

13. **G**uo Y. (2012). Urban Resilience in Post-Disaster Reconstruction Towards a Resilient Development in Sichuan, China, International Journal of Disaster Risk Science, 3(1), 45-55.

14. Mitchell, J. K., (2004). Re-conceiving Recovery, New Zealand Recovery Symposium Proceedings, New Zealand.

15. Allan, P., Bryant, M. (2011). Resilience as a framework for urbanism and recovery, Journal of Landscape Architecture, 6(2), 34-45.

16. Mc Daniels, T., Chang, S., Peterson, K., Mikawoz, J., Reed, D. (2007). Empirical framework for characterizing infrastructure failure interdependencies, Journal of Infrastructure Systems, 13(3), 175–184.

17. Tilio, L., Murgante, B., Trani, F., Vona, M., Masi, A. (2011). Resilient City and Seismic Risk: A Spatial Multicriteria Approach, Computational Science and Its Applications - ICCSA 2011, p.p. 410-422.

18. Kotil, E., Konur, F., Özgür, H. (2007). Körfez depreminin ekonomik etkileri, International Earthquake Symposium Kocaeli 2007, Kocaeli, Türkiye.

19. Zor, E., Özalaybey, S., Karaslan, A., Tapırdamaz, M. C., Özalaybey, Ç. S., Tarancıoğlu, A., Erkan, B. (2010). Shear wave velocity structure of the İzmit Bay area (Turkey) estimated from active-passive array surface wave and single-station microtremor methods, Geophys. J. Int., 182(3), 1603-1618.

20. Özalaybey, S., Zor, E., Tapırdamaz, M. C., Tarancıoğlu, A., Erkan, B., Karaaslan, A., Alpaslan E., Ergin M., Ergintav S., Tan E. (2008). Kocaeli İli için Zemin Sınıflaması ve Sismik Tehlike Değerlendirme Projesi, TÜBİTAK, 5057105.

21. Barka, A., Akyüz S.H., Altunel E., Sunal G., Çakir Z., Dikbaş A., Yerli B., Armijo R., Meyer B., J-B. de Chabalier, Rockwell T., Dolan J., Hartleb R., Dawson T., Christofferson S., Tucker A., Fumal T., Langridge R., Stenner H., Lettis W., Bachhuber J., Page W., (2002). The surface rupture and slip distribution of the 17 August 1999 Izmit earthquake M=7.4, North Anatolian Fault, Bull. Seism. Soc. Am., 92, 43-60.

22. Barka, A., (2000). Marmara'da Deprem Riski, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi II. İstanbul ve Deprem Sempozyumu, 5-15, İstanbul.

23. Curtin, K., (2007). Network analysis in geographic information science: review, assessment, and projections, Cartography and Geographic Information Science, 34 (2), 103–111.

24 ArcGIS Resource Center, Son erişim tarihi: Nisan 2016, http://help.arcgis.com/En/Arcgisdesktop/10.0/Help/index.html#//004700000048000000

25 Wang, L., (2011). Analysing spatial accessibility to health care a case study of access by different immigrant groups to primary care physicians in Toronto", Annals of GIS, 17 (4), 237-251.

26 Xu, W., Okada, N., Hatayama, M., Takeuchi, Y., (2008). A Model Analysis Approach for Reassessment of the Public Shelter Plan Focusing both on Accessibility and Accommodation Capacity for Residents - Case Study of Nagata Ward in Kobe City, Japan, Journal of Natural Disaster Science, 28 (2), 85-90.

27 Halbrow, G. (2010). Walking the Network: A Novel Methodology for Measuring Walkability Using Distance to Destinations Along a Network. Son erişim tarihi: Nisan 2016, http://sites.tufts.edu/gis/files/2013/02/Holbrow_Gabriel.pdf

28 Frank, L. D., Sallis, J. F., Saelens, B. E., Leary, L., Cain, K., Conway, T. L., Hess, P. M. (2010). The development of a walkability index: application to the Neighborhood Quality of Life Study, Br. J. Sports Med., 44, 924-933.

29. Rattan, A., Campese, A., Eden, C., (2012). Modeling Walkability Automating analysis so it is easily repeated, http://www.esri.com/news/arcuser/0112/files/walkability.pdf adresinden erişildi

30. Bakan, K., Konuk, G., (1987). Türkiye'de Kentsel Dış Mekânların Düzenlenmesi, TÜBİTAK Yapı Araş. Mrk. Yayını.

31. Balyemez, S., Berköz, L. (2005). Hasar Görebilirlik ve Kentsel Deprem Davranışı, itüdergisi/a mimarlık, planlama, tasarım, 4(1), s. 3-14.

32. MEGAİST, Afet Risk Yönetimi için Megaşehir Gösterge Sistemi, (2012). Son erişim tarihi: Nisan 2016, http://www.ibb.gov.tr/tr-TR/SubSites/DepremSite/Documents/Megaşehir Gösterge Sistemi Yönetici Özeti_m12.pdf

33. Flavio, B., Eugenio, G., (2011). A Network-Based Analysis Of The Impact of Structural Damage on Urban Accessibility Following a Disaster: The Case of The Seismically Damaged Port Au Prince And Carrefour Urban Road Networks, Journal of Transport Geography, 19, 1443–1455.

34. Transport for London, (2010). Measuring Public Transport Accessibility Levels, PTALs

35. Kaygısız, Ö., (2006). Erişilebilirlik ve Trafik, Planlama, Planlama, 2006/1, 86-91.

36. Gülhan, G., Ceylan, H., Oral, Y., (2013). Ulaşım Talebinin Belirlenmesinde Erişebilirlik ve Arazi Kullanım Modellerinden Yararlanılması, 10. Ulaştırma Kongresi, İMO, İzmir, 26-29 Eylül, 2013.

37. Gerçek D., Güven İ. T., Sanğu E. (2015). Kentlerin Afete Dirençliliğinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Mekânsal Analizi: İzmit Kenti Örneği, 5. Uluslararası Deprem Sempozyumu Kocaeli 2015 Tam Metinler, 639-644.