

Research Article / Araştırma Makalesi

Olası Bir Depremde Sağlık Sistemi Dayanıklılığının Değerlendirilmesi: İstanbul Örneği
An Evaluation of Healthcare System Resilience in A Possible Earthquake: The Case of Istanbul

¹Gülay Ekinci, ²Mustafa Hakan Yılmaztürk, ³Merve Koç, ⁴Aysun Danayiyen

¹İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, İstanbul, Türkiye

²İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İstanbul, Türkiye

³İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, İstanbul, Türkiye

⁴İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, İstanbul, Türkiye

Özet: Türkiye gerek jeopolitik yapısı gerek coğrafi konumu dolayısıyla sıklıkla doğa kaynaklı afetlere maruz kalmaktadır. Nitekim yakın zamanda 11 ilde etkili olan ve ardışık şekilde gerçekleşen Maraş Depremlerinde on binlerce insan hayatını kaybetmiş, yüz binin üzerinde insan yaralanmıştır. Yaşanan bu depremlerde sağlık hizmeti sunan kurum ve kuruluşların birçoğu yıkılmış ayrıca o bölgelerde ikamet eden çok sayıda sağlık personeli kaybı da yaşanmıştır. Bu durum, bölgede sağlık hizmetlerinin sunumunda ciddi aksaklıklara neden olmuştur. Bu araştırma, deprem uzmanlarının sık sık dile getirdiği olası İstanbul depremine hazırlıkta sağlık hizmetleri kapasitesinin İstanbul özelinde 39 ilçesinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmada sağlık hizmetleri kapasitesini belirlemek için veri zarflama analizi (VZA) kullanılmıştır. VZA analizleri BCC-CCR girdi ve çıktı odaklı modeller kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre İstanbul'da ilçelerin sağlık hizmetleri kapasitesinde BCC girdi-çıkıtı odaklı modellerde %12,8'i (5 ilçe); CCR girdi-çıkıtı odaklı modellerde ise %7,6'sı (3 ilçe) tam etkin bulunmuştur. Ayrıca 39 ilçenin sağlık hizmetlerinde teknik etkinlik ortalamasının 0,155-0,594 arasında olduğu tespit edilmiştir. Bu araştırma olası bir İstanbul Depremi'nde ihtiyaç duyulacak sağlık hizmetlerinin İstanbul'da mevcut kullanılabilir tıbbi olanaklarının tam kapasite ile çalışabileceği varsayımı altında yapılmış olup; bu varsayım altında bile ihtiyaç duyulan sağlık hizmetlerinin ortalama %37,4 kapasiteyle sunulabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Araştırma sonucunda İstanbul ilinde sağlık hizmetleri kapasite planlamasının ilçeler düzeyinde yaşanacak ihtiyaçlar çerçevesince yapılması önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Sağlık Kapasitesi, Doğal Afetler, İstanbul

Abstract: Turkey is frequently exposed to natural disasters due to both its geopolitical structure and geographical location. As a matter of fact, tens of thousands of people lost their lives and more than a hundred thousand people were injured in the recent Maraş Earthquakes, which were effective in 11 provinces and occurred consecutively. In these earthquakes, many of the institutions and organizations providing health services were destroyed, and many health personnel living in those regions were lost. This situation has caused serious disruptions in the provision of health services in the region. This research was conducted to examine the health care capacity of 39 districts in Istanbul in preparation for a possible Istanbul earthquake, which is frequently mentioned by earthquake experts. The study used data envelopment analysis (DEA) to determine healthcare capacity. DEA analyzes were carried out using BCC-CCR input and output oriented models. According to the analysis results, 12.8% (5 districts) in BCC input-output oriented models in the health services capacity of districts in Istanbul; in CCR input-output oriented models, 7.6% (3 districts) were found to be fully effective. In addition, it was determined that the technical efficiency average in health services of 39 districts was between 0.155-0.594. This research was conducted under the assumption that the available medical facilities in Istanbul can operate at full capacity for the health services needed in a possible Istanbul Earthquake, and it has been interpreted that even under this assumption, the needed health services can be provided with an average of 37.4% capacity. As a result of the research, it was suggested that health services capacity planning in Istanbul should be done within the framework of the needs to be experienced at the district level.

Keywords: Earthquake, Health Capacity, Natural Disasters, Istanbul

ORCID ID of the authors: GE. [0000-0003-4773-4821](https://orcid.org/0000-0003-4773-4821), MHY. [0000-0003-2976-1818](https://orcid.org/0000-0003-2976-1818), MK. [0009-0004-6696-5005](https://orcid.org/0009-0004-6696-5005), AD. [0000-0002-4782-5697](https://orcid.org/0000-0002-4782-5697)

Received 24.01.2024

Accepted 26.03.2024

Online published 15.04.2024

Correspondence: Gülay EKİNCİ-İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, İstanbul, Türkiye
e-mail: ekincigulay@gmail.com

1. Giriş

Afetler, etkilenen topluluklarla, uluslar için ekonomik ve sosyal kayıplara neden olan, bu nedenle toplumların öncelikle nüfuslarının ve altyapılarının etkin bir şekilde korunup can ve mal kaybının azaltılması için tedbir alınması gereken doğal veya insan kaynaklı acil olaylardır (1,2).

Dünyada, afetler nedeniyle 2005-2015 yılları arasında yedi yüz binin üzerinde insan hayatını kaybetmiş, 1 milyon 400 binden fazla insan yaralanmış ve yaklaşık 23 milyon insan ise evsiz kalmıştır. Dünyada 1 milyar 500 milyon insan çeşitli şekillerde afetlerden etkilenirken toplam ekonomik kayıp, 1.3 trilyon doları aşmıştır (3). Dünyada hemen hemen tüm ülkeler çeşitli afetlerle karşı karşıyadır. Dünya genelinde yaklaşık 52 çeşit afet bulunduğu kabul edilirse bunun yaklaşık 21'inin Türkiye'de gerçekleştiği ve bu afetlerin oranlarına bakıldığında %61 ile depremler ilk sırada yer alırken bunu %15 ile heyelanlar ve %14 ile sellerin izlediği anlaşılmaktadır (4). Türkiye'de yaşanan 1999 Marmara ve Düzce Depremlerinin resmi rakamlarına göre 18.287 kişi hayatını kaybetmiş, 46.857 kişi yaralanmış, 164.711 iş yeri veya ev orta derecede hasar görmüş ve 1.100.000 kişi evsiz kalmıştır (5).

06.02.2023 tarihinde, Kahramanmaraş Pazarcık merkezli 7.7 ve Elbistan merkezli 7.6 büyüklüklerinde yaşanan depremlerde son verilere göre 50783 kişi hayatını kaybetmiş, 115.353 kişi yaralanmış, 37.984 binanın yıkıldığı raporlanmıştır (6). Sıklığı ve şiddeti katlanarak artan afetler karşısında acil tıbbi bakım ihtiyacına olan talep de artmaktadır. Sağlık tesisleri özellikle hastaneler; acil tedavi hizmetleri ve travma bakımı da dâhil olmak üzere afet durumlarına müdahalede önem arz eden kurumlardır. Sağlık tesislerinin afetler, acil durumlar ile diğer krizler esnasında veya sonrasında erişilebilir olması ve maksimum kapasitede hizmet sunması beklenmektedir. Sağlık tesislerinin afet durumunda acil durumlara müdahale kapasitesinde artış gerektiği ve mevcut kaynakları en iyi şekilde kullanmaya hazır olması gerektiği de açıktır. Afet durumunda artan sağlık bakım ihtiyacını karşılamak üzere hasta bakım kapasitesi ağır, orta ve hafif yaralıları için artırılmalıdır.

Çünkü rutin sağlık hizmeti sunumu için planlanan sağlık hizmet kapasitesi, bir afet durumunda oluşacak sağlık hizmetleri talebini karşılamakta yetersiz kalabilir.

Phalkey ve arkadaşlarının 2012 yılında Hindistan'da yaptıkları çalışmanın sonucuna göre sürekli sel felaketinin yaşandığı bölgede sağlık kuruluşları temel tıbbi malzeme, insan kaynağı eksikleri ve elektrik kesintisi gibi durumlara karşı hazırlıksız olduğunu bildirmiştir (7). Al-Shareef ve arkadaşları, 2016 yılında Mekke'de 17 hastanenin acil durum planlarını inceledikleri çalışmalarında, hastanelerin çeşitli afetlere karşı hazırlıksız ve yetersiz kapasitede olduğunu tespit etmişlerdir (8). Munasinghe ve Matsui, 2019 yılında Sri Lanka'da yaşanan afetlere rağmen insan kaynakları, iletişim, güvenlik, ulaşım, kritik malzemeler ve morg kapasitesi gibi hazırlığın en göze çarpan yönlerinin yetersiz olduğunu ortaya koymuştur (9). Edwards ve arkadaşları 2008 yılında Texas'ta yaptıkları araştırma sonucunda, özellikle kırsal bölgelerde yer alan hastanelerin afet yönetimi için yetersiz personele sahip olduğunu, tesis kapasite kısıtlarının mevcudiyetinin ve bölgesel iş birliğinin daha fazla geliştirilmeye ihtiyacı olduğunu ortaya koymuştur (10). Şimşek ve Göktekin'in 2022 yılında sundukları bildiriye, Türkiye'deki illerin afet sonrası sağlık hizmet potansiyeli bakımından çeşitli senaryolara göre çok kriterli karar verme tekniklerinden FlowSort yöntemi ile yüksek, orta ve düşük olarak sınıflandırılmasını yapmışlar ve düşük potansiyele sahip iller için öneriler getirilmiştir (11). Çiftçi ve Sakallı 2022 yılındaki çalışmasında, Kırıkkale ili için deprem sonrası sağlık kaynakları planlamasına yönelik sundukları matematiksel model önerisinde, her bir senaryo sonucunda en fazla ölüm tipinin hastane boş yatak kapasitesi yetersizliğinden kaynaklandığını göstermişlerdir (12).

Görüldüğü gibi araştırmalar, afetlerde hastanelerin mevcut kapasitelerinin yetersiz kalabildiğini göstermektedir. Yetersiz kapasite nedeniyle gerekli tıbbi bakımın zamanında verilememesi afet kaynaklı can kaybını artırabilir. Bu nedenle sağlık hizmetlerinde kapasite güçlendirme, kaynak artırma, talep

artışına cevap vermede kendisine destek olacak sistemleri tespit etme gibi konularda planlama yapılması önemli bir gerekliliktir. Yapılan planlamalarda özellikle büyük şehirlerde ilçe bazında afet sonrası sağlık hizmet potansiyeli değerlendirilmelidir. Deprem gibi olağanüstü durumlarda mortalite ile morbiditeyi azaltmak için etkin sağlık müdahalelerini zamanında sunmak deprem müdahalesinin en kritik bileşeni olarak karşımıza çıkmaktadır. Türkiye’de art arda yaşanan Kahramanmaraş merkezli iki büyük depremde ilk saatler ve hatta günlerde bölge sağlık hizmeti potansiyeli, hayatta kalanların sağlık ihtiyaçlarını sınırlı kaynaklarla, hızla ve kendi kendine yetebilir hâlde giderebilmesinde zorlanmıştır. Büyük bir deprem sonrasında sağlık açısından zamanında acil durum müdahalesi, kayıpları azaltmak ve yardım çabalarına rehberlik etmek için çok önemlidir (13). Literatür, büyükşehir merkezlerinde bir deprem sonrasında sağlık hizmetlerinin kapasitesinin ve talebinin eşitsiz mekânsal dağılımının tam olarak anlaşılmasına dayalı olarak sağlam deprem hazırlık planları geliştirilmesini önermektedir (14). Sağlık hizmet sunum kapasitesi ve sağlık hizmetleri talebinin uyumsuzluğu nedeniyle gecikebilen her türlü sağlık yardımı can kaybını yüksek düzeyde artırabilir. Bu açıdan özellikle büyükşehir kapsamındaki illerin deprem hazırlık senaryoları hazırlanırken ilçe bazında sağlık sistemi dayanıklılığının değerlendirilmesi önemlidir.

Bu bağlamda bu araştırma, beklenen İstanbul Depremi senaryosu dikkate alınarak İstanbul’da yer alan 39 ilçenin deprem sonrası sağlık hizmet potansiyellerinin değerlendirilmesi için bir çerçeve oluşturmayı amaçlamıştır ve bu çerçeve şunları içermektedir: i) İstanbul’da yer alan ilçelerin sağlık kapasitesine yönelik teknik etkinliğinin belirlenmesi, ii) İstanbul’da yer alan ilçelerin sağlık hizmet kapasitesine yönelik referans kümelerinin tespit edilmesi, iii) İstanbul ilinin sağlık hizmet kapasitesinin ortalama teknik etkinliğinin belirlenmesi.

Araştırma, sağlık yöneticileri açısından İstanbul’da yer alan ilçelerin olası bir deprem sonrası sağlık kapasite potansiyellerinin

karşılaştırılıp; göreceli olarak yüksek, orta ve düşük potansiyele sahip ilçelerin tespit edilebilmesine teknik destek sağlayacaktır.

2. Gereç ve Yöntem

Bu bölüm, araştırmadaki analizlerde kullanılan yöntemin açıklanması, analizlerde kullanılan istatistik programları, etik beyan ve çalışmaya ait sınırlılıklar olmak üzere 4 alt başlıkta değerlendirilmiştir. Araştırmada, Veri Zarflama Analizi (VZA) kullanılmıştır. Araştırma, nicel veriler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

2.1. Sınırlılıklar

Bu çalışmanın varsayımlarına göre İstanbul için hazırlanan olası bir deprem senaryosunda;

- Kişi başına düşen hekim sayısının sabit kaldığı kabul edilmiştir.
- Kişi başına düşen hemşire/ebe sayısının sabit kaldığı kabul edilmiştir.
- Mevcut Manyetik Rezonans Görüntüleme (MR), Bilgisayarlı Tomografi (BT) cihazlarının çalışır vaziyette ve eksiksiz kullanılabileceği varsayılmıştır.
- Ambulansların çalışır vaziyette ve eksiksiz kullanılabileceği varsayılmıştır.
- Depremi gece ve 7,5 şiddetinde yaşandığı varsayılmıştır.
- Sağlık hizmet ihtiyacı, senaryolarda hesaplanan ağır-orta ve hafif yaralı sayıları ile sınırlıdır.
- Sağlık kapasitesi değerlendirmesinde hesaplanan çıktı değişkenlerine ilçelerin kendi sınırları içinde sahip olduğu varsayılmıştır.
- Acil müdahalede ilk saatler ve günler önemli olduğundan sağlık hizmet kapasitesi değerlendirmesinde süre 3 gün üzerinden ele alınmıştır.

- Halk sağlığı açısından ihtiyaç duyulabilecek su sanitasyonu, bulaşıcı hastalıklar vb. değerlendirmeye alınmamıştır.
- Psikolojik destek ihtiyacı değerlendirilmeye alınmamıştır.

2.2. İstatistiksel Analiz

Çalışmadaki analizlerde 2 analiz programı kullanılmıştır: SPSS Statistics Programı: Tanımlayıcı Analizler; DEAP 2.1 Programı: Veri Zarflama Analizi

2.3. Veri Zarflama Araştırma Modeli

Veri Zarflama Analizi, doğrusal programlama ilkelerine dayanan ve karar verme birimlerinin (KVB) etkinlik ölçümünde kullanıldığı, parametrik olmayan bir analiz tekniğidir (15). VZA Yöntemi'nin sağladığı en büyük avantaj, birden fazla girdi ve çıktı değerini tek bir verimlilik değerine dönüştürerek karar vericilere fayda sağlamasıdır (16). VZA'nın literatürde, 1950'lerden sonra çalışmalarda kullanılmaya başlandığı; bu çalışmaların ise kâr amacı gütmeyen kurumların değerlendirilmesinde ağırlıklı kullanıldığı görülmektedir (17, 18). VZA'nın önemli bir avantajı, etkin olmayan birimlerin etkin olabilmeleri için ulaşmaları gereken hedefleri belirtmesidir (19). VZA Yöntemi'nde iki model kullanılmaktadır: Bunlar, Charnes-Cooper-Rhodes ve Banker-Charnes-Cooper Modeli'dir.

Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) Modeli: VZA Yönetimi'nde ilk çalışılan modeldir. CCR Modeli, ölçekte; sabit getiri yaklaşımı ile verimlilik sınırı, başlangıç noktası ile en iyi performans değerlerini kesen düz bir çizgi olarak ele alınır. En iyi performans gösteren en yüksek çıktı/girdi oranına göre belirlenir (16).

Banker-Charnes-Cooper (BCC) Modeli: BCC Modeli, Ölçeğe Göre Değişken Girdi Modeli'ni esas alır. Bu model, CCR Modeli'nin her analize uygun düşmemesi nedeniyle 1984'te Banker, Charnes ve Cooper tarafından geliştirilmiştir. Araştırmacılar modeli, verimlilik sınırını düz bir çizgiden dış bükey gövdeye dönüştüren "dış bükeylik

kısıtlaması" ile genişletmiştir. Bu kısıtlama, her bir bileşik birimin kendi bileşenlerine ait kombinasyonunun olmasını sağlamaktadır. Modelin en önemli özelliği, daha fazla birimin verimli olarak kabul edilmesi ve verimsiz birimlerin uygun emsallerle karşılaştırılabilmesini sağlayıp gerçekçi durumlara daha yakın olabilecek sonuçlar verebilmesidir (20). CCR ve BCC Modellerinde girdi ve çıktı yönelimli modeller kullanılabilmektedir. Girdi Yönelimli Model: Girdi Yönelimli Model, verimsiz bir karar verme biriminin kendi ile aynı çıktı değerine sahip hayalî bir karar verme birimi ile karşılaştırılmasına dayanır. Model, etkinliği ölçülen karar birimi ile belirli bir çıktı düzeyine ulaşabilmek için girdilerde ne kadar azaltma yapması gerektiğini ortaya koyar. Modelde, çıktı oranları sabit iken girdilerinin orantılı olarak azaltılması yoluyla bir birim verimli hâle getirilir (16). Çıktı Yönelimli Model: Çıktı Yönelimli Model'de, girdi oranları değişmeden kalırken verimsiz bir birim, çıktıların orantılı artışı yoluyla verimli hâle getirilir (16). Girdi düzeyini sabit tutarak çıktıyı en üst seviyeye çıkarma esasına dayanır.

Veri Zarflama Analizinde belirli sıraya uyularak aşamalar oluşturulur ve bunların analizleri yapılır. Bu aşamalar;

- Karar verme birimlerinin seçilmesi
- Girdi/çıktı değişkenlerinin belirlenmesi
- Verilerin elde edilmesi
- VZA Modeli'nin belirlenmesi ve etkinliğin ölçümü
- Etkinlik değerinin ve sıralamasının belirlenmesi
- Referans grupları ve etkin olmayan karar birimleri için hedef belirlenmesi
- Sonuçların değerlendirilmesidir.

2.3.1. Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi

İstanbul ili 39 ilçeden oluşmaktadır. Bu ilçeler; Adalar, Arnavutköy, Ataşehir, Avcılar, Bağcılar, Bahçelievler, Bakırköy, Başakşehir,

Bayrampaşa, Beşiktaş, Beykoz, Beylikdüzü, Beyoğlu, Büyükçekmece, Çatalca, Çekmeköy, Esenler, Esenyurt, Eyüp, Fatih, Gaziosmanpaşa, Güngören, Kadıköy, Kağıthane, Kartal, Küçükçekmece, Maltepe, Pendik, Sancaktepe, Sarıyer, Şile, Silivri, Şişli, Sultanbeyli, Sultangazi, Tuzla, Ümraniye, Üsküdar, Zeytinburnu'dur.

VZA Yöntemi'nde yeterli sayıda KVB ile analizlerin yapılması sonuçların doğruluğu için gereklidir. Literatürde; KVB'lerin sayısının toplamı, girdi ve çıktı sayısının toplamından 2 ya da 3 kat fazla olmalı şeklinde bilgiler yer almaktadır (15). Araştırmanın bu aşaması için bahsedilen koşullar sağlanmaktadır.

2.3.2. Girdi / Çıktı Değişkenlerinin Belirlenmesi

Tablo 1. Değişkenlerin tanımlanması

Değişkenler	Birim	Kaynak	Kısaltmalar
Kullanılabilir Yoğun Bakım Yatak Sayısı	Adet	SİY	Ç1
Kullanılabilir Hastane Yatak Sayısı	Adet	SİY	Ç2
Kullanılabilir Ameliyat Hizmet Sayısı	Adet	SİY	Ç3
Kullanılabilir Manyetik Rezonans Görüntüleme (MR) Hizmet Sayısı	Adet	SİY	Ç4
Kullanılabilir Bilgisayarlı Tomografi (BT) Hizmet Sayısı	Adet	SİY	Ç5
Kullanılabilir Ambulans Hizmet Sayısı	Adet	SİY	Ç6
Kullanılabilir Uzman Hekim Hizmet Sayısı	Adet	SİY	Ç7
Kullanılabilir Pratisyen Hekim Hizmet Sayısı	Adet	SİY	Ç8
Kullanılabilir Hemşire/Ebe Hizmet Sayısı	Adet	SİY	Ç9
İhtiyaç Duyulacak Yoğun Bakım Yatak Sayısı	Adet	İBB	G1
İhtiyaç Duyulacak Hastane Yatak Sayısı	Adet	İBB	G2
İhtiyaç Duyulacak Ameliyat Hizmet Sayısı	Adet	İBB	G3
İhtiyaç Duyulacak Manyetik Rezonans Görüntüleme (MR) Hizmet Sayısı	Adet	İBB	G4
İhtiyaç Duyulacak Bilgisayarlı Tomografi (BT) Hizmet Sayısı	Adet	İBB	G5
İhtiyaç Duyulacak Ambulans Hizmet Sayısı	Adet	İBB	G6
İhtiyaç Duyulacak Uzman Hekim Hizmet Sayısı	Adet	İBB	G7
İhtiyaç Duyulacak Pratisyen Hekim Hizmet Sayısı	Adet	İBB	G8
İhtiyaç Duyulacak Hemşire/Ebe Hizmet Sayısı	Adet	İBB	G9

Girdi ve çıktılara ait değişkenlerin VZA'da kullanılabilmesi için aralarındaki ilişkinin belirlenmesi gerekmektedir. Değişkenler arasında 0,80 ve üzerinde korelasyon tespit edilmesi hâlinde yüksek korelasyona neden değişkenlerin çalışma dışında bırakılması

Çıktı değişkenleri için ilçeler düzeyinde kişi başına düşen kullanılabilir sağlık kaynakları [Manyetik Rezonans Görüntüleme (MR), Bilgisayarlı Tomografi (BT), Hemşire/Ebe, Uzman Hekim vb.] ağır-hastane tedavisi gereken-hafif yaralıların ihtiyacı olabilecek sağlık hizmetleri dikkate alınarak hesaplanmıştır. Girdi değişkenleri ilçeler düzeyinde hesaplanan ağır-hastane tedavisi gereken-hafif yaralıların ihtiyaç duyacağı sağlık hizmet sayıları hesaplanarak oluşturulmuştur. Veri Zarflama Analizi'nde kullanılan Girdi (G) ve Çıktı (Ç) değişkenlerine ait açıklayıcı bilgiler numaralandırılarak İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) ve Sağlık İstatistikleri Yıllığı'na (SİY) göre Tablo 1'de verilmiştir:

önerilmektedir (21). Bu minvalde araştırmada ele alınan girdi ve çıktılar arasındaki korelasyon değerinin 0,20 ile 0,31 arasında düşük düzeyde olduğu tespit edildiğinden tüm değişkenler analize dâhil edilmiştir (Ek: 1). Böylece ilçelerin etkinlik analizinde 9 girdi ve

9 çıktı olmak üzere toplam 18 değişken kullanılmıştır.

2.3.3. Verilerin Elde Edilmesi

Çalışmada girdiler hesaplanırken İstanbul Büyükşehir Belediyesinin (İBB), İstanbul ili için ilçeler düzeyinde yaptığı “Olası Deprem Kayıp Tahminleri Kitapçığındaki verilerinden faydalanılmıştır (22). Çalışmada, ilçelerde gece yaşanacak olası bir 7,5 şiddetindeki deprem üzerinden tahminî sağlık kaybı ve yaralı sayıları hesaplanmıştır. Yaralı sayıları ağır-hastane tedavisi gereken-hafif yaralıları olacak şekilde sınıflandırılmıştır. Yaralıların ihtiyaç duyacağı sağlık hizmet sayıları çalışmada ele alınan değişkenler çerçevesince sağlık hizmeti ihtiyacına göre hesaplanmış ve olası bir depremde ihtiyaç duyulacak sağlık hizmet sayıları elde edilip analizlerde girdi değişkenleri olarak tanımlanmıştır. Çıktılar ise ilçe düzeyinde kişi başına düşen kullanılabilir hizmet sayıları sağlık istatistikleri yılığında (kullanılabilir yatak sayıları, ameliyat hizmet sayıları, MR-BT çekim sayıları gibi) alınan veriler üzerinden hesaplanarak analizlere dâhil edilmiştir (23). Bu değişkenlere ait bilgiler Tablo 1’de verilmiştir.

2.3.3.1. Yoğun Bakım Yatak Sayısı (Ç1-G1)

Çalışmada ele alınan dokümana göre İstanbul nüfusu 15.519.267’dir. Sağlık Bakanlığı Sağlık İstatistikleri Yıllığı’na göre İstanbul’da yoğun bakım yatak sayısı 9.242’dir. Çalışmada kullanılan kişi başı yoğun bakım yatak sayısı şu şekilde hesaplanmıştır:

Kişi Başı Yoğun Bakım Yatak Sayısı= İstanbul Yoğun Bakım Yatak Sayısı/İstanbul Nüfusu

Kişi Başı Yoğun Bakım Yatak Sayısı= 9242/15.519.267

Kişi Başı Yoğun Bakım Yatak Sayısı= 0,000595518

Kişi başı hesaplanan yoğun bakım yatak sayısı ile ilçeye ait nüfus çarpılarak ilçe başına düşen mevcut yoğun bakım yatak sayısı bulunmuştur. Adalar ilçesi örneğine göre;

İlçe Yoğun Bakım Yatak Sayısı= Kişi başı Yoğun Bakım Yatak Sayısı x İlçe Nüfusu

Adalar İlçesi Yoğun Bakım Yatak Sayısı= 0,000595518 x 15.238

Adalar İlçesi Yoğun Bakım Yatak Sayısı= 9,074/adet

İstanbul için hesaplanan ortalama yoğun bakım yatak sayısı doluluk oranı ile ilçe bazında hesaplanan yoğun bakım yatak sayısı çarpılarak ilçeler bazında kullanılabilir yoğun bakım yatak sayısı bulunmuştur. Adalar ilçesi örneğine göre;

İlçeler Bazında Kullanılabilir Yoğun Bakım Yatak Sayısı= Mevcut Yoğun Bakım Yatak Sayısı-(İstanbul İçin Hesaplanan Ortalama Yoğun Bakım Yatak Sayısı Doluluk Oranı x İlçe Yoğun Bakım Yatak Sayısı)

Adalar İlçesi Kullanılabilir Yoğun Bakım Yatak Sayısı= 9,074-(0,73 x 9,074)

Adalar İlçesi Kullanılabilir Yoğun Bakım Yatak Sayısı= 9,074-6,6243

Adalar İlçesi Kullanılabilir Yoğun Bakım Yatak Sayısı= 2,45/adet

VZA’da kullanılabilir yoğun bakım yatak sayıları Ç1 olarak ele alınmış; toplam ağır yaralı sayısı için de yoğun bakım yatak ihtiyacı G1 olarak belirlenmiştir.

2.3.3.2. Yatak Sayısı (Ç2-G2)

Çalışmada ele alınan dokümana göre İstanbul nüfusu 15.519.267’dir. Sağlık Bakanlığı Sağlık İstatistikleri Yıllığı’na göre İstanbul’da yatak sayısı 46.382’dir. Çalışmada kullanılan kişi başı yatak sayısı şu şekilde bulunmuştur:

Kişi Başı Yatak Sayısı= İstanbul Yatak Sayısı/İstanbul Nüfusu

Kişi Başı Yatak Sayısı= 46.382/15519267

Kişi Başı Yatak Sayısı= 0,002989

Kişi başı hesaplanan yatak sayısı ile ilçeye ait nüfus çarpılarak mevcut yatak sayısı bulunmuştur.

İlçe Yatak Sayısı= Kişi Başı Yatak Sayısı x İlçe Nüfusu

Adalar İlçesi Yatak Sayısı= 0,002989 x 15.238

Adalar İlçesi Yatak Sayısı= 45,54/adet

İstanbul için hesaplanan ortalama yatak sayısı doluluk oranı ile ilçe bazında hesaplanan yatak sayısı çarpılarak ilçeler bazında kullanılabilir yatak sayısı bulunmuştur. Adalar ilçesi örneğine göre;

İlçeler Bazında Kullanılabilir Yatak Sayısı= Mevcut Yatak Sayısı-(İstanbul İçin Hesaplanan Ortalama Yatak Sayısı Doluluk Oranı x İlçe Yatak Sayısı)

Adalar İlçesi Kullanılabilir Yatak Sayısı= 45,54-(0,495 x 45,54)

Adalar İlçesi Kullanılabilir Yatak Sayısı= 45,54-22,54

Adalar İlçesi Kullanılabilir Yatak Sayısı= 23,00/adet

VZA'da kullanılabilir yatak sayıları Ç2 olarak ele alınmış; hastane tedavisi gereken toplam yaralı sayısı için de hasta yatağı ihtiyacı G2 olarak belirlenmiştir.

2.3.3.3. Ameliyat Masa Sayısı (Ç3-G3)

Sağlık Bakanlığı Sağlık İstatistikleri Yıllığı'na göre Türkiye'de Nüfus 83.385.000 olup tüm sektörlerde yer alan ameliyathane masa sayısı 7.756'dır. Çalışmada kullanılan kişi başı ameliyathane masa sayısı şu şekilde hesaplanmıştır.

Kişi Başlı Ameliyathane Masa Sayısı= Ameliyathane Masa Sayısı/Nüfus

Kişi Başlı Ameliyathane Masa Sayısı= 7.756/83.385.000

Kişi Başlı Ameliyathane Masa Sayısı= 0,000093

Kişi başı hesaplanan ameliyathane masa sayısı ile ilçeye ait nüfus çarpılarak mevcut ameliyathane masa sayısı bulunmuştur. Adalar ilçesi örneğine göre;

İlçe Ameliyathane Masa Sayısı= Kişi Başlı Ameliyathane Masa Sayısı x İlçe Nüfusu

Adalar İlçesi Ameliyathane Masa Sayısı= 0,000093 x 15.238

Adalar İlçesi Ameliyathane Masa Sayısı= 1,4171/adet

İlçeler düzeyinde; bir ameliyat masasında 6 saatte 1 ve 3 günlük süre ile yapılabilecek ameliyat sayısı dikkate alınarak gerçekleştirilebilecek ameliyat hizmet sayısı hesaplanmıştır. Bu kapsamda Adalar ilçesinde kişi başına düşen ameliyat masa sayısı ile 17,01 adet ameliyat yapılabileceği hesaplanmış ve Ç3 olarak tanımlanmıştır. G3 bulunurken de ağır ve hastane tedavisi gereken yaralı sayıları toplamı alınarak ihtiyaç duyulacak ameliyat hizmet sayıları hesaplanmıştır.

2.3.3.4. Manyetik Rezonans Görüntüleme (Ç4-G4)

Sağlık Bakanlığı Sağlık İstatistikleri Yıllığı'na göre tüm sektörlerde kişi başına düşen manyetik rezonans (MR) cihazı sayısı 1.000.000'da 13,5'tir. Çalışmada kullanılan kişi başı MR cihazı sayısı şu şekilde hesaplanmıştır:

Kişi Başlı MR Cihazı Sayısı= MR Cihazı Sayısı/1.000.000 kişi

Kişi Başlı MR Cihazı Sayısı= 13,5/1.000.000 kişi

Kişi Başlı MR Cihazı Sayısı= 0,0000135

Kişi başı hesaplanan MR cihazı sayısı ile ilçeye ait nüfus çarpılarak mevcut MR cihazı sayısı bulunmuştur. Adalar ilçesi örneğine göre;

İlçe MR Cihazı Sayısı= Kişi Başlı MR Cihazı Sayısı x İlçe Nüfusu

Adalar İlçesi MR Cihazı Sayısı= 0,0000135 x 15238

Adalar İlçesi MR Cihazı Sayısı= 0,2057/adet

İlçeler düzeyinde; bir MR cihazı ile 24 saatte 15 dakikada bir, 1 çekim yapılabileceği dikkate alınarak gerçekleştirilebilecek MR çekim sayısı hesaplanmıştır. Bu kapsamda Adalar ilçesinde kişi başına düşen MR cihazı sayısı ile 3 günde 59,24/adet MR çekilebileceği hesaplanmış ve Ç4 olarak tanımlanmıştır. G4 bulunurken ağır ve hastane

tedavisi gereken yaralı sayıları toplamı alınarak MR hizmet sayıları hesaplanmıştır.

2.3.3.5. Bilgisayarlı Tomografi (Ç5-G5)

Sağlık Bakanlığı Sağlık İstatistikleri Yıllığı'na göre İstanbul'da tüm sektörlerde kişi başına düşen bilgisayarlı tomografi (BT) cihazı sayısı 1.000.000'da 17,3'tür. Çalışmada kullanılan kişi başı BT cihazı sayısı şu şekilde hesaplanmıştır:

Kişi Başı BT Cihazı Sayısı= BT Cihazı Sayısı/1.000.000 kişi

Kişi Başı BT Cihazı Sayısı= 17,3/1.000.000 kişi

Kişi Başı BT Cihazı Sayısı= 0,0000173

Kişi başı hesaplanan BT cihazı sayısı ile ilçeye ait nüfus çarpılarak mevcut BT cihazı sayısı bulunmuştur. Adalar ilçesi örneğine göre;

İlçe BT Cihazı Sayısı= Kişi Başı BT Cihazı Sayısı x İlçe Nüfusu

Adalar İlçesi BT Cihazı Sayısı= 0,0000173 x 15.238

Adalar İlçesi BT Cihazı Sayısı= 0,2636/adet

İlçeler düzeyinde; bir BT cihazı ile 24 saatte 15 dakikada bir, 1 çekim yapılabileceği dikkate alınarak gerçekleştirilebilecek BT çekim sayısı hesaplanmıştır. Bu kapsamda Adalar ilçesinde kişi başına düşen BT cihazı sayısı ile 3 günde 75,92/adet BT çekilebileceği hesaplanmış ve Ç5 olarak tanımlanmıştır. G5 bulunurken ağır ve hastane tedavisi gereken yaralı sayıları toplamı alınarak BT hizmet sayıları hesaplanmıştır.

2.3.3.6. Acil Yardım Ambulans Sayısı (Ç6-G6)

Sağlık Bakanlığı Sağlık İstatistikleri Yıllığı'na göre İstanbul'da her 30.024 kişiye 1 ambulans düşmektedir. Adalar ilçesi örneğine göre kişi başına düşen acil yardım ambulansı (AYA) şu şekilde hesaplanmıştır:

Adalar İlçesi Kişi Başı AYA Sayısı= İlçe Nüfusu/Acil Yardım Ambulansı Başına Düşen Nüfus

Adalar İlçesi Kişi Başı AYA Sayısı= 15.238/30.024

Adalar İlçesi Kişi Başı AYA Sayısı= 0,5075 adet

İlçeler düzeyinde; bir ambulans ile 24 saatte 60 dakikada 1 hastaya hizmet sunulabileceği dikkate alınarak gerçekleştirilebilecek ambulans hizmet sayısı hesaplanmıştır. Bu kapsamda, Adalar ilçesinde kişi başına düşen ambulans sayısı ile 3 günde 36,54/adet ambulans hizmeti verilebileceği hesaplanmış ve Ç6 olarak tanımlanmıştır. G6 hesaplanırken ağır ve hastane tedavisi gereken yaralı sayıları toplamı alınarak ambulans hizmet sayıları bulunmuştur.

2.3.3.7. Uzman Hekim Sayısı (Ç7-G7)

Sağlık Bakanlığı Sağlık İstatistikleri Yıllığı'na göre uzman hekim sayısı (UHS) her 100.000 kişide 141 hekimdir. İstanbul'da kişi başına 0,00141 uzman hekim düşmektedir. Adalar ilçesi örneğine göre UHS şu şekilde hesaplanmıştır:

Adalar İlçesi UHS= İlçe Nüfusu x Kişi Başı UHS

Adalar İlçesi UHS= 15.238 x 0,00141

Adalar İlçesi UHS= 21,48 UHS

Kullanılabilir uzman hekim sayısı için sağlık kuruluşlarındaki yoğun bakım yatak doluluk oranı olan 0,73 ile hastane yatak doluluk oranı 0,49 toplanıp 2'ye bölündüğünde elde edilen 0,61 değeri 1'den çıkarılmış (0,39) ve Adalar ilçesindeki toplam uzman hekim sayısı 8,37 olarak hesaplanmıştır. 12 saatlik arayla 2 shift (vardiya) üzerinden ve hekim başına 5 yaralı takibi olacak şekilde kullanılabilir uzman hekim hizmet sayısı hesaplanarak analizlerde Ç7 olarak tanımlanmıştır. G7 hesaplanırken ağır ve hastane tedavisi gereken yaralı sayıları toplamı alınıp 5 yaralıya 1 hekim ihtiyacı çerçevesince yaralı toplamı 5'e bölünmüştür. 12 saatlik bakım üzerinden bir günlük bakım ihtiyacına 2 hekim gerekeceği için sonuç 2 ile

çarpılarak uzman hekim ihtiyacı belirlenmiştir.

2.3.3.8. Pratisyen Hekim Sayısı (Ç8-G8)

Sağlık Bakanlığı Sağlık İstatistikleri Yıllığı'na göre İstanbul'da pratisyen hekim sayısı (PHS) her 100.000 kişide 53 hekimdir. Kişi başına 0,00053 pratisyen hekim düşmektedir. Adalar ilçesi örneğine göre PHS şu şekilde hesaplanmıştır:

Adalar İlçesi PHS= İlçe Nüfusu x Kişi Başı PHS

Adalar İlçesi PHS= 15.238 x 0,00053

Adalar İlçesi PHS= 8,076 PHS

Kullanılabilir pratisyen hekim sayısı için sağlık kuruluşlarındaki yoğun bakım yatak doluluk oranı olan 0,73 ile hastane yatak doluluk oranı 0,49 toplanıp 2'ye bölündüğünde elde edilen 0,61 değeri, 1'den çıkarılmış (0,39) ve acil durumda hizmet verebilecek pratisyen hekim sayısı tespit edilmiştir. Adalar ilçesindeki toplam pratisyen hekim sayısı 3,14/adet olarak bulunup 12 saatlik arayla 2 shift üzerinden ve hekim başına 10 yaralı takibi olacak şekilde kullanılabilir pratisyen hekim hizmet sayısı hesaplanarak analizlerde Ç8 olarak tanımlanmıştır. G8 hesaplanırken ağır, hastane tedavisi gereken ve hafif yaralı sayıları toplamı alınıp 10 yaralıya 1 hekim ihtiyacı çerçevesince yaralı toplamı 10'a bölünmüştür. 12 saatlik bakım üzerinden bir günlük bakım ihtiyacına 2 hekim gerekeceği için sonuç 2 ile çarpılarak pratisyen hekim ihtiyacı belirlenmiştir.

2.3.3.9. Hemşire/Ebe Sayısı (Ç9-G9)

Sağlık Bakanlığı Sağlık İstatistikleri Yıllığı'na göre İstanbul'da hemşire/ebe sayısı (HES) her 100.000 kişide 314'tür. Kişi başına 0,00314 hemşire/ebe düşmektedir. Adalar ilçesi örneğine göre HES şu şekilde hesaplanmıştır:

Adalar İlçesi HES= İlçe Nüfusu x Kişi Başı HES

Adalar İlçesi HES= 15.238 x 0,00314

Adalar İlçesi HES= 47,84 HES

Bu hesaplamaların yanında dikkate alınan bir diğer konu da acil hizmete tahsis edilebilecek personel sayısının hesaplanması sorunu olmaktadır. Sağlık kuruluşlarındaki yoğun bakım yatak doluluk oranı olan 0,73 ile hastane yatak doluluk oranı 0,49 toplanıp 2'ye bölündüğünde elde edilen 0,61 değeri, 1'den çıkarılmış (0,39) ve acil durumda hizmet verebilecek hemşire/ebe sayısı tespit edilmiştir. Adalar ilçesindeki 1 hemşire/ebe 12 saatlik mesai ile 5 hasta bakımı verilmesi durumunda toplam hemşire/ebe hizmet sayısı 46,65/adet olarak hesaplanmış ve analizlerde Ç9 olarak tanımlanmıştır. G9 hesaplanırken ağır, hastane tedavisi gereken ve hafif yaralı sayıları toplamı alınıp 5 yaralıya 1 hemşire/ebe ihtiyacı çerçevesince yaralı toplamı 5'e bölünmüştür. 12 saatlik bakım üzerinden bir günlük bakım ihtiyacına 2 hemşire/ebe bakımı gerekeceği için sonuç 2 ile çarpılarak hemşire/ebe hizmet ihtiyacı belirlenmiştir.

2.3.4. VZA Modeli'nin Belirlenmesi ve Etkinliğin Ölçümü

VZA'da; Girdi veya Çıktı Yönlü Modellerin seçiminde dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta, kontrol gücünün hangi yönde olduğudur. Girdi Yönelimli Modellerin amacı, çıktı değerini sabitlemek şartıyla girdi miktarını azaltmaya çalışırken; Çıktı Yönelimli Modellerin amacı, mevcut girdi seviyesini aşmadan çıktı miktarını artırmaya çalışmaktır. Sağlık hizmetleri, kendine has doğası gereği çıktılar üzerinde kontrol gücüne sahip değildir, dolayısıyla literatürde sağlık alanında yapılan çalışmalar daha çok Girdi Yönelimli Modeller üzerinde durmaktadır (24). Ancak bu araştırma, yaşanacak olağanüstü bir durumda tahmini yaralı sayıları üzerinden ihtiyaç duyulacak sağlık hizmeti kapasitesini değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı sabit girdi düzeyi ile mevcut çıktıyı değerlendirmektir. Ayrıca çalışma ile ilçelerin sağlık kapasitelerinin teknik ve ölçek etkinliğinin ölçülmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda çalışmada, ilçelerin sağlık kapasitesi açısından toplam etkinlik değerini ortaya koymak için CCR Girdi ve Çıktı Yönelimli Modeller ile yine sağlık kapasitesi açısından etkin olamayan ilçelerin etkin

olamama nedenlerinin teknik ya da ölçek etkinliğinden mi kaynaklandığını belirlemek amacıyla BCC Girdi ve Çıktı Yönelimli Modeller kullanılarak ilçelerin teknik etkinlik ve ölçek etkinlik değerleri araştırılmıştır.

2.3.5. Etkinlik Değerinin ve Sıralamasının Belirlenmesi

İlçeler için VZA ile yapılan etkinlik analizi sonuçlarında etkinlik değerleri 0 ve 1 arasında değerlendirilmiştir. Etkinlik değeri 1'e eşit olan ilçeler etkin olarak tanımlanırken; etkinlik değeri 1'den küçük olan ilçeler görece olarak etkisiz kabul edilmiştir.

2.3.6. Referans Grupları ve Etkin Olmayan Karar Birimleri İçin Hedef Belirlenmesi

Analiz sonuçlarında her ilçe için etkinlik skorunun yanında referans gösterilen ilçe bilgilerine yer verilmiştir. Yine etkin olmayan karar birimlerini etkin hale getirmek için BCC ve CCR Modellerinden elde edilen girdi-çıkıtı atık değerlerini yorumlanmıştır. Literatürde bu atık değerler yorumlanırken CCR Modeli'nde hedeflenen değeri yorumlamak yerine referans kümesinden en yüksek ağırlık değerine sahip etkin birimin seçilmesi önerilirken BCC Modeli'nde ağırlık katsayıları oranında hedef değerlerin belirlenmesi önerilmektedir (25). Bu çalışmada, ilçelerin etkinlik değerlerinin ve ortalamalarının hesaplanması girdi-çıkıtı değişkenleri ile yapıldığından, mevcut değerler ile hedeflenen değerler arasındaki fark alınarak etkin olmayan ilçeler için değerler yorumlanmıştır.

2.3.7. Sonuçların Değerlendirilmesi

Çalışmanın bütün aşamaları için Girdi ve Çıktı Yönelimli CCR ve BCC Modeli kullanılmış, DEAP 2.1 yazılımı ile etkinlik analizleri gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular

Bu başlık altında VZA Modeli'ne ait bulgulara yer verilmiştir. VZA kapsamında Girdi ve Çıktı Yönlü CCR ve BCC Modelleri kullanılarak çalışma yapılmıştır. Tablo 2'ye göre BCC Çıktı Yönlü Model'e göre ilçelerin ihtiyaç duyulan sağlık hizmetlerini karşılamada ortalama teknik etkinlik değeri 0,594'tür. İlçeler düzeyinde etkinlik değerlerine göre analize dâhil edilen 39 ilçeden 5'i, BCC Çıktı Yönlü Model'e göre etkin durumdadır. Bu ilçeler Arnavutköy, Çekmeköy, Esenyurt, Şile ve Ümraniye'dir. Etkin durumda olan Ümraniye, etkin durumda bulunmayan ilçeler aracılığıyla 30, Esenyurt 25, Çekmeköy ise 9 defa referans gösterilmiştir. Ayrıca Arnavutköy ve Şile, etkin bulunmalarına rağmen hiçbir ilçeye referans ilçe olarak gösterilmemiştir. Bu sonuca göre etkin olmayan ilçelerin, kendilerine referans gösterilen ilçeleri referans alması önerilir. Şöyle ki Beylikdüzü'nün 0,435 etkinlik skoru değeri ile etkin olmadığı anlaşılmaktadır. Etkin hâle gelmesi için Esenyurt ilçesini %43,8; Ümraniye ilçesini %56,2 oranında örnek alarak verilerini güncelleyebilir.

Tablo 2. İlçeler İçin BCC Çıktı Yönlü Model Sonuçları

Sıra No	İlçeler	Teknik Etkinlik	Referans Kümesindeki İlçeler	Referans Alınma Sıklığı	Ölçek Etkinliği*
1	Adalar	0,028	37(0,626); 16(0,374)	0	0,184 (d)
2	Arnavutköy	1	2(1,000)	0	1.000 (-)
3	Ataşehir	0,595	18(0,020); 37(0,980)	0	0,207 (d)
4	Avcılar	0,552	37(0,578); 18(0,422)	0	0,054 (d)
5	Bağcılar	0,784	18(1,000)	0	0,026 (d)
6	Bahçelievler	0,641	18(1,000)	0	0,020 (d)
7	Bakırköy	0,249	18(0,887); 37(0,113)	0	0,030 (d)
8	Başakşehir	0,648	18(0,004); 37(0,996)	0	0,225 (d)
9	Bayrampaşa	0,338	18(0,422); 37(0,578)	0	0,046 (d)
10	Beşiktaş	0,477	16(0,733); 37(0,267)	0	0,360 (d)

11	Beykoz	0,600	16(0,663); 37(0,337)	0	0,338 (d)
12	Beylikdüzü	0,435	18(0,438); 37(0,562)	0	0,051 (d)
13	Beyoğlu	0,320	37(0,881); 18(0,119)	0	0,095 (d)
14	Büyükçekmece	0,333	18(0,234); 37(0,766)	0	0,080 (d)
15	Çatalca	0,089	37(0,460); 18(0,540)	0	0,042 (d)
16	Çekmeköy	1	16(1,000)	9	1,000 (-)
17	Esenler	0,535	18(0,538); 37(0,462)	0	0,043 (d)
18	Esenyurt	1	18(1,000)	25	0,030 (d)
19	Eyüp	0,547	37(0,905); 18(0,095)	0	0,116 (d)
20	Fatih	0,464	18(1,000)	0	0,006 (d)
21	Gaziosmanpaşa	0,680	18(0,055); 37(0,945)	0	0,145 (d)
22	Güngören	0,339	18(0,628); 37(0,372)	0	0,008 (d)
23	Kadıköy	0,660	18(0,109); 37(0,891)	0	0,121 (d)
24	Kâğıthane	0,656	16(0,059); 37(0,941)	0	0,230 (d)
25	Kartal	0,644	18(0,105); 37(0,895)	0	0,126 (d)
26	Küçükçekmece	0,831	18(1,000)	0	0,019 (d)
27	Maltepe	0,689	37(0,833); 18(0,167)	0	0,094 (d)
28	Pendik	0,951	37(0,840); 18(0,160)	0	0,102 (d)
29	Sancaktepe	0,695	37(0,816); 16(0,184)	0	0,284 (d)
30	Sarıyer	0,751	37(0,445); 16(0,555)	0	0,300 (d)
31	Şile	1	31(1,000)	0	1,000 (-)
32	Silivri	0,302	37(0,846); 16(0,154)	0	0,273 (d)
33	Şişli	0,564	37(0,521); 16(0,479)	0	0,272 (d)
34	Sultanbeyli	0,471	37(0,984); 18(0,016)	0	0,227 (d)
35	Sultangazi	0,863	37(0,798); 16(0,202)	0	0,273 (d)
36	Tuzla	0,353	37(0,799); 18(0,201)	0	0,079 (d)
37	Ümraniye	1	37(1,000)	30	0,307 (d)
38	Üsküdar	0,745	18(0,037); 37(0,963)	0	0,201 (d)
39	Zeytinburnu	0,347	37(0,439); 18(0,561)	0	0,041 (d)

*(i): increasing-artan getiri; (d): decreasing-azalan getiri; (-): sabit getiri

Kaynak: Yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

BCC Girdi Yönlü Model'e göre ilçelerin ortalama teknik etkinlik değeri 0,334'tür. Tablo 3'e bakıldığında analize dâhil edilen 39 ilçeden 5'i, BCC Girdi Yönlü Model'e göre etkin durumdadır. Bu ilçeler Arnavutköy, Çekmeköy, Esenyurt, Şile ve Ümraniye'dir. Etkin durumda olan Çekmeköy, etkin durumda bulunmayan ilçeler aracılığıyla 30, Ümraniye 26, Şile 8, Esenyurt ise 3 defa referans gösterilmiştir. Ayrıca Arnavutköy,

etkin bulunmasına rağmen hiçbir ilçeye referans ilçe olarak gösterilmemiştir. Bu sonuca göre etkin olmayan ilçelerin, kendilerine referans gösterilen ilçeleri referans alması önerilir. Şöyle ki Küçükçekmece'nin 0,291 etkinlik skoru değeri ile etkin olmadığı anlaşılmaktadır. Etkin hâle gelmesi için Esenyurt ilçesini %33,9; Ümraniye ilçesini %66,1 oranında örnek olarak verilerini güncelleyebilir.

Tablo 3. İlçeler İçin BCC Girdi Yönlü Model Sonuçları

Sıra No	İlçeler	Teknik Etkinlik	Referans Kümesindeki İlçeler	Referans Sıklığı	Alınma Ölçek Etkinliği*
1	Adalar	0,016	31(1,000)	0	0,318 (i)
2	Arnavutköy	1	2(1,000)	0	1,000 (-)
3	Ataşehir	0,381	16(0,639); 37(0,361)	0	0,323 (d)
4	Avcılar	0,108	16(0,585);37(0,415)	0	0,276 (d)
5	Bağcılar	0,224	18(0,154); 37(0,846)	0	0,091 (d)
6	Bahçelievler	0,062	16(0,221); 37(0,779)	0	0,204 (d)

7	Bakırköy	0,014	31(0,154); 16(0,846)	0	0,537 (d)
8	Başakşehir	0,497	37(0,440); 16(0,560)	0	0,294 (d)
9	Bayrampaşa	0,035	37(0,024); 16(0,976)	0	0,450 (d)
10	Beşiktaş	0,234	16(0,641); 31(0,359)	0	0,732 (d)
11	Beykoz	0,288	16(0,932); 31(0,068)	0	0,703 (d)
12	Beylikdüzü	0,067	37(0,198); 16(0,802)	0	0,329 (d)
13	Beyoğlu	0,058	16(0,865); 31(0,135)	0	0,520 (d)
14	Büyükkçekmece	0,044	16(0,957); 31(0,043)	0	0,605 (d)
15	Çatalca	0,004	16(0,162); 31(0,838)	0	0,923 (-)
16	Çekmeköy	1	16(1,000)	30	1,000 (-)
17	Esenler	0,093	37(0,418); 16(0,582)	0	0,247 (d)
18	Esenyurt	1	18(1,000)	3	0,030 (d)
19	Eyüp	0,225	37(0,306); 16(0,694)	0	0,281 (d)
20	Fatih	0,016	37(0,401); 16(0,599)	0	0,181 (d)
21	Gaziosmanpaşa	0,399	37(0,511); 16(0,489)	0	0,248 (d)
22	Güngören	0,03	16(0,944); 37(0,056)	0	0,431 (d)
23	Kadıköy	0,298	16(0,507); 37(0,493)	0	0,268 (d)
24	Kâğıthane	0,516	16(0,588); 37(0,412)	0	0,292 (d)
25	Kartal	0,29	16(0,535); 37(0,465)	0	0,278 (d)
26	Küçükçekmece	0,291	18(0,339); 37(0,661)	0	0,055 (d)
27	Maltepe	0,265	16(0,437); 37(0,563)	0	0,245 (d)
28	Pendik	0,438	18(0,009); 37(0,991)	0	0,222 (d)
29	Sancaktepe	0,556	16(0,614); 37(0,386)	0	0,355 (d)
30	Sarıyer	0,567	16(0,813); 37(0,187)	0	0,397 (d)
31	Şile	1	31(1,000)	8	1,000 (-)
32	Silivri	0,105	31(0,312); 16(0,688)	0	0,783 (d)
33	Şişli	0,276	37(0,035); 16(0,965)	0	0,555 (d)
34	Sultanbeyli	0,24	37(0,161); 16(0,839)	0	0,446 (d)
35	Sultangazi	0,798	37(0,606); 16(0,394)	0	0,295 (d)
36	Tuzla	0,053	37(0,007); 16(0,993)	0	0,532 (d)
37	Ümraniye	1	37(1,000)	26	0,307 (d)
38	Üsküdar	0,508	37(0,606); 16(0,394)	0	0,290 (d)
39	Zeytinburnu	0,034	37(0,066); 16(0,934)	0	0,416 (d)

*(i): increasing-artan getiri; (d): decreasing-azalan getiri; (-): sabit getiri

Kaynak: Yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

CCR Çıktı Yönlü Model'e göre ilçelerin ihtiyaç duyulan sağlık hizmetlerini karşılama ortalama teknik etkinlik değeri 0,155'tir. Tablo 4'e bakıldığında analize dâhil edilen 39 ilçeden 3'ü, CCR Çıktı Yönlü Model'e göre etkin durumdadır. Bu ilçeler Arnavutköy, Çekmeköy ve Şile'dir. Etkin durumda olan Çekmeköy ve Esenyurt etkin durumda bulunmayan ilçeler aracılığıyla 36 defa referans gösterilmiştir. Ayrıca

Arnavutköy, etkin bulunmasına rağmen hiçbir ilçeye referans ilçe olarak gösterilmemiştir. Bu sonuca göre etkin olmayan ilçelerin, kendilerine referans gösterilen ilçeleri referans alması önerilir. Şöyle ki Beykoz ilçesinin 0,203 etkinlik skoru değeri ile etkin olmadığı anlaşılmaktadır. Etkin hâle gelmesi için Şile ilçesini 13,25 kat; Çekmeköy ilçesini 2,75 kat örnek olarak verilerini güncelleyebilir.

Tablo 4. İlçeler İçin CCR Çıktı Yönlü Model Sonuçları

Sıra No	İlçeler	Teknik Etkinlik	Referans Kümesindeki İlçeler	Referans Alınma Frekansı
1	Adalar	0,005	31(58,083); 16(2,917)	0
2	Arnavutköy	1	2(1,000)	0
3	Ataşehir	0,123	31(39,542); 16(7,458)	0
4	Avclar	0,03	31(212,083); 6(26,917)	0
5	Bağcılar	0,02	31(598,583); 6(53,417)	0
6	Bahçelievler	0,013	31(809,458); 6(69,542)	0
7	Bakırköy	0,007	31(539,458); 16(41,542)	0
8	Başakşehir	0,146	31(38,542); 16(6,458)	0
9	Bayrampaşa	0,016	31(318,625);16(21,375)	0
10	Beşiktaş	0,172	31(11,625); 16(2,375)	0
11	Beykoz	0,203	31(13,250); 16(2,750)	0
12	Beylikdüzü	0,022	31(250,958); 6(25,042)	0
13	Beyoğlu	0,03	31(140,417); 16(9,583)	0
14	Büyükkçekmece	0,026	31(137,125); 6(16,875)	0
15	Çatalca	0,004	31(263,458); 16(37,542)	0
16	Çekmeköy	1	16(1,000)	36
17	Esenler	0,023	31(323,583); 6(28,417)	0
18	Esenyurt	0,03	31(492,500); 16(50,500)	0
19	Eyüp	0,063	31(100,292); 16(9,708)	0
20	Fatih	0,003	31(3398,292); 16(97,708)	0
21	Gaziosmanpaşa	0,099	16(8,208); 31(74,792)	0
22	Güngören	0,013	31(383,33); 16(31,667)	0
23	Kadıköy	0,08	31(81,708); 16(11,292)	0
24	Kâğıthane	0,151	31(38,167); 16(5,833)	0
25	Kartal	0,081	31(75,708); 16(11,292)	0
26	Küçükçekmece	0,016	31(860,083); 16(64,917)	0
27	Maltepe	0,065	31(116,458); 16(13,542)	0
28	Pendik	0,097	31(85,417); 16(15,583)	0
29	Sancaktepe	0,197	31(18,208); 16(5,792)	0
30	Sarıyer	0,225	31(17,667); 16(3,333)	0
31	Şile	1	31(1,000)	36
32	Silivri	0,082	31(21,125); 16(5,875)	0
33	Şişli	0,153	31(23,417); 16(3,583)	0
34	Sultanbeyli	0,107	31(30,458); 16(7,542)	0
35	Sultangazi	0,235	31(21,458); 16(5,542)	0
36	Tuzla	0,028	31(154,875); 16(14,125)	0
37	Ümraniye	0,307	31(9,625); 16(7,375)	0
38	Üsküdar	0,15	31(33,292); 16(8,708)	0
39	Zeytinburnu	0,014	31(345,042); 16(28,958)	0

Kaynak: Yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

CCR Girdi Yönlü Model'e göre ilçelerin ortalama teknik etkinlik değeri 0,155'dir. Tablo 5'e bakıldığında analize dâhil edilen 39 ilçeden 3'ü CCR Girdi Yönlü Model'e göre etkin durumdadır. Bu ilçeler Arnavutköy, Çekmeköy ve Şile'dir. Etkin durumda olan Çekmeköy ve Şile, etkin durumda bulunmayan ilçeler aracılığıyla 36 defa

referans gösterilmiştir. Ayrıca Arnavutköy, etkin bulunmasına rağmen hiçbir ilçeye referans ilçe olarak gösterilmemiştir. Bu sonuca göre etkin olmayan ilçelerin, kendilerine referans gösterilen ilçeleri referans alması önerilir. Şöyle ki Fatih ilçesinin 0,003 etkinlik skoru değeri ile etkin olmadığı anlaşılmaktadır. Etkin hâle gelmesi için Şile

ilçesini 9,8 kat; Çekmeköy ilçesini ise %28,2 oranında örnek alarak verilerini güncelleyebilir. Ayrıca CCR Girdi ve Çıktı Modellerine ait karar verme birimleri aynı, referans kümeleri farklıdır.

Tablo 5. İlçeler İçin CCR Girdi Yönlü Model Sonuçları

Sıra No	İlçeler	Teknik Etkinlik	Referans Kümesindeki İlçeler	Referans Alınma Frekansı
1	Adalar	0,005	31(0,304); 16(0,015)	0
2	Arnavutköy	1	2(1,000)	0
3	Ataşehir	0,123	31(4,862); 16(0,917)	0
4	Avcılar	0,03	31(6,312); 16(0,801)	0
5	Bağcılar	0,02	31(12,199); 16(1,089)	0
6	Bahçelievler	0,013	31(10,141); 16(0,871)	0
7	Bakırköy	0,007	31(3,974); 16(0,306)	0
8	Başakşehir	0,146	31(5,626); 16(0,943)	0
9	Bayrampaşa	0,016	31(4,972); 16(0,334)	0
10	Beşiktaş	0,172	31(1,995); 16(0,408)	0
11	Beykoz	0,203	31(2,687); 16(0,558)	0
12	Beylikdüzü	0,022	31(5,539); 16(0,553)	0
13	Beyoğlu	0,03	31(4,253); 16(0,290)	0
14	Büyükkçekmece	0,026	31(3,361); 16(0,447)	0
15	Çatalca	0,004	31(0,990); 16(0,141)	0
16	Çekmeköy	1	16(1,000)	36
17	Esenler	0,023	31(7,414); 16(0,651)	0
18	Esenyurt	0,03	31(14,767); 16(1,514)	0
19	Eyüp	0,063	31(6,342); 16(0,614)	0
20	Fatih	0,003	31(9,822); 16(0,282)	0
21	Gaziosmanpaşa	0,099	31(7,394); 16(0,812)	0
22	Güngören	0,013	31(4,920); 16(0,406)	0
23	Kadıköy	0,08	31(6,531); 16(0,903)	0
24	Kâğıthane	0,151	31(5,746); 16(0,878)	0
25	Kartal	0,081	31(6,122); 16(0,913)	0
26	Küçükçekmece	0,016	31(13,790); 16(1,041)	0
27	Maltepe	0,065	31(7,545); 16(0,877)	0
28	Pendik	0,097	31(8,300); 16(1,514)	0
29	Sancaktepe	0,197	31(3,590); 16(1,142)	0
30	Sarıyer	0,225	31(3,974); 16(0,750)	0
31	Şile	1	31(1,000)	36
32	Silivri	0,082	31(1,743); 16(0,485)	0
33	Şişli	0,153	31(3,588); 16(0,549)	0
34	Sultanbeyli	0,107	31(3,263); 16(0,808)	0
35	Sultangazi	0,235	31(5,053); 16(1,305)	0
36	Tuzla	0,028	31(4,336); 16(0,395)	0
37	Ümraniye	0,307	31(2,959); 16(2,267)	0
38	Üsküdar	0,15	31(4,986); 16(1,304)	0
39	Zeytinburnu	0,014	31(4,916); 16(0,413)	0

Kaynak: Yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

4. Tartışma ve Sonuç

Depremler, Türkiye’de sıklıkla meydana gelmekte ve çevresel zararlarla beraber büyük sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Nitekim yakın zamanda yaşanan ve 11 ili etkileyen Maraş Depremi ile bölgede sağlık altyapısı ve tıbbi hizmet sistemi ciddi şekilde tahrip olmuş ve bu durum, afetzedelerin sağlık hizmetlerine zamanında erişimini engellemiştir. 2010 Şili Depremi’nde sağlık hizmetlerinin ana sunucularından olan hastane fonksiyonları da büyük ölçüde kesintiye uğramıştır (26). Lin ve diğ. (2021), deprem kaynaklı sağlık hizmet ihtiyacını değerlendirdikleri çalışmalarında, hastanelerde herhangi bir acil durum müdahale önlemi uygulanmadığında, hasta artışı karşısında hizmet sunumunda yetersizlik yaşanabileceği ve sağlık sistemlerinin dayanıklılığı artırmak için hazırlık planlamasının yapılması gerektiğini önermişlerdir (27). Literatürde Rodriguez-Llanes ve ark. (2018), Wenchuan depremlerinde meydana gelen yaralanmalar nedeniyle gerçekleşen sağlıklı yaşam yılı kayıpları (Engelliliğe Göre Ayarlanmış Yaşam Yılı cinsinden) ile cerrahi prosedürler arasındaki ilişkiyi analiz ettikleri araştırmalarında, araştırma örneklemine ait deprem cerrahi yaralanma yükünün 10.397 Engelliliğe Göre Ayarlanmış Yaşam Yılı (hasta başına ortalama 5,6 yıl) olduğunu ve etkin bir cerrahi prosedürle bu kayıpların %42’sinin önlenebileceğini hesaplamışlardır. Ayrıca ekonomik anlamda bu kayıpların 36,1 milyon ABD dolarına tekabül ettiği ve bu miktar içinde 15,2 milyon ABD dolarının cerrahi işlemlerle etkin bir şekilde önlenebileceğini belirtmişlerdir (28). Bu araştırma sonuçlarına göre deprem nedeniyle meydana gelen sağlık ihtiyaçlarının kısa sürede etkin yönetiminin sağlanmasının orta ve uzun vade de ekonomi üzerinde gelişebilecek ekonomik yükü azaltması bakımından da önemlidir. Bu minvalde afet durumlarında sağlık hizmetine ihtiyaç duyan afetzedeler için acil durum tesis konumlarının iyi planlanması literatürde önerilmektedir (29). Örneğin sağlık risk indekslerinin geliştirilmesi gibi uygulamaların, basit ve hızlı bir afet değerlendirmesine olanak sağlayacağı için depremlerden kaynaklanan tehlikelerin

azaltılmasında önemli olduğu kabul edilmektedir (30).

Bu araştırma, beklenen İstanbul Depremi senaryosu dikkate alınarak İstanbul’da 39 ilçenin deprem sonrası sağlık sistemi dayanıklılığının değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır. Olası bir depremde, sağlık hizmetleri bakımından etkin olamayacak İstanbul ilindeki ilçelerin belirlenmesi, en uygun tıbbi tedavinin en çok ihtiyaç duyulan mekânlara hızla ulaşmasını sağlaması açısından önemlidir. Araştırma VZA yöntemi kullanılarak ilçelerin olası bir deprem durumunda ihtiyaç duyulacak sağlık hizmetleri ile mevcut kullanılabilir sağlık hizmet kapasitesinin teknik etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre İstanbul’da ilçelerin sağlık hizmetleri kapasitesinde BCC girdi-çıkıtı odaklı modellerde %12,8’i (5 ilçe); CCR girdi-çıkıtı odaklı modellerde ise %7,6’sı (3 ilçe) tam etkin bulunmuştur. Etkinlik değerlendirmelerinde rastgele seçilmiş bir Çıkıtı Yönlü BCC Modeli etkinlik değeri ve Çıkıtı Yönlü CCR Modeli etkinlik değeri olmak üzere BCC > CCR kısıtı, tüm durumlar için geçerli kabul edilmektedir. Bu durum, BCC Modeli’ndeki konveks üretim imkânları kümesinin, CCR Modeli’ndeki üretim imkânları kümesinin bir alt kümesi olmasından kaynaklanmaktadır (31). Yani CCR çıkıtı yönlü bir modeldeki etkin bir karar verme birimi, mutlaka BCC Çıkıtı Yönlü Model’de de etkin bulunacaktır. Örneğin CCR Çıkıtı Yönlü Model’e göre etkinlik değeri 0,307 ile etkin olmayan Ümraniye ilçesi, BCC Çıkıtı Yönlü Model’de 1 değeri ile etkin olarak tespit edilmiş ve bu durum yukarıda bahsedilen durumu karşılayan bir örnek olarak araştırmadan elde edilen sonuçların geçerliliğini teyit etmektedir. Etkin bulunmayan ilçelerde etkinliğin artırılması için analiz sonuçlarının verildiği tablolarda referans ilçeleri ne oranda örnek alabileceklerini gösteren örneklere tabloların açıklamasında yer verilmiştir. Ayrıca bu araştırmada, ilçelerin etkinlik değerlerinin ve ortalamalarının hesaplanması girdi-çıkıtı değişkenleri kullanılarak yapıldığından, ilçelerin mevcut girdi-çıkıtı değişkenlerine ait

değerler ile analiz sonucu elde edilen girdi-çıkıtı değişkenlerine ait hedeflenen değerler arasındaki fark alınarak iyileştirmeler de yapılabilir. Örneğin Avcılar ilçesinin BCC Çıktı Yönlü Model'e göre etkinlik değeri 0,552 olup tam etkin duruma geçmesi için Ç1 kullanılabilir yoğun bakım yatak sayısı 167 adet; Ç2 hastane yatak sayısı 707 adet; Ç3 ameliyat hizmet sayısı 1123 adet; Ç6 ambulans sayısı 548 adet; Ç7 uzman hekim hizmet sayısı 32 kişi; Ç8 pratisyen hekim hizmet sayısı 421 kişi; Ç9 hemşire/ebe hizmet sayısı 395 kişi artırılmalı; Ç4 MR görüntüleme hizmet sayısı 121 adet; Ç5 BT hizmet sayısı 613 adet azaltılmalıdır (Ek: 2).

Genel olarak İstanbul'da 39 ilçenin sağlık hizmetlerinde teknik etkinlik ortalamasının 0,155-0,594 arasında; ölçek etkinliğinin ise 0,207-0,422 arasında olduğunu tespit edilmiştir. Bu araştırma, olası bir İstanbul Depremi'nde ihtiyaç duyulacak sağlık hizmetlerinin, İstanbul'un sahip olduğu mevcut kullanılabilir tıbbi olanaklarının tam kapasite ile çalışabileceği varsayımı altında yapılmış olup; bu varsayım altında bile ihtiyaç duyulan sağlık hizmetlerinin tüm ilçeler düzeyinde ortalama (BCC-CCR Çıktı Modeli) %37,4 kapasiteyle sunulabileceği hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar literatürde yer alan bulgularla uyumlu değerlendirilmiştir (14,32). Ancak literatürde, 2007 Pisco Depremi'nde Peru'da hastane yatak kapasitesinin %38'e düştüğü belirtilirken, yapılan bir diğer araştırmada olası bir depremden sonra ameliyathanelerin %48'inin aktif çalışabileceği tahmin edilmiştir (33, 14). Wenchuan Depreminin değerlendirildiği bir araştırmada da yaralanma ve ölümler %77 doğru tahmin edilirken mevcut tıbbi kurumların ise %82,3'ünün hasar gördüğü belirtilmiştir (32). Olası bir İstanbul depreminde ortaya çıkacak sağlık hizmeti ihtiyacını araştırmadan elde ettiğimiz %37,4'lük¹ kapasiteden ziyade bu sonuçlar ile ilişkilendirdiğimizde İstanbul için hesaplanan mevcut sağlık kapasitesinin (%37,4), %82,3'ünün kullanılmayacağı (%30,7'sinin); mevcut durumda ise sadece %6,6'lık kapasite ile sağlık hizmeti verilebileceği

anlaşılmaktadır. Diğer bir deyişle bu sonuç, olası bir İstanbul Depremi'nde sağlık hizmeti ihtiyacı duyacak her 100 kişiden 6,6'sının sağlık hizmeti alabileceği şekilde de yorumlanabilir.

Öneriler

Araştırmanın sonuçları olası bir İstanbul Depremi'nde sağlık hizmetleri ihtiyacının mevcut kapasite ile karşılanmayacağı; ihtiyaç duyulacak sağlık hizmetlerinin mevcut kapasiteden bağımsız şekilde (İstanbul dışından oluşturulacak bir sağlık hizmet planlaması) ele alınmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir. Nitekim 2007'de Peru'da meydana gelen depremde sağlık hizmet kapasitesi olumsuz etkilenmiş, sağlık hizmetleri bölgesel olarak konumlandırılmış bir uluslararası cerrahi ekip ile 48 saat içinde faaliyete geçirilmiştir (34). Yine 1999 Türkiye Depremi, 2004 Sumatra Depremi gibi geçmiş depremlerde; dünya çapında acil sağlık ekiplerinin, hayat kurtarıcı kaynakların konuşlandırılmasında kilit rol oynadığını göstermektedir (34, 35, 36, 37). 2004 Asya Tsunamisi'nden sonra hastaların nakil süreçlerinde; büyük ölçekli hava taşımacılığının, mevcut sağlık kaynakları ile etkili triyaj kriterlerinin önemli olduğu da anlaşılmaktadır (38). Ayrıca hastanelerin fiziksel yapısında en az hasar gerçekleşse bile hastane fonksiyonlarında kayıplar meydana gelebileceği, etkin iletişim kurulamamasının her düzeyde sağlık müdahalelerini engelleyebileceği veya durdurabileceği de aşıkardır. Bu nedenler hastanelerin yapısal hasar düzeyi ne olursa olsun afet sonrası 2-3 gün süre ile kendi kendine yetebilecek şekilde hazırlanmasının hayati açıdan elzem olduğunu göstermektedir. Bu etkilerin ayrıntılarını anlamak, hastane hazırlıkları ve bir afet sonrasında devam eden hizmetlere yönelik plan/programların geliştirilmesi çok önemlidir (26).

Bu makale, politika yapıcılara İstanbul düzeyinde olası bir afet durumunda sağlık hizmet kapasitesinin ilçeler düzeyinde değerlendirmesine yardımcı olması açısından önemli kanıtlar sunmaktadır. Bu çalışmanın katma değer sağladığı bir diğer alan, VZA Yöntemiyle İstanbul düzeyinde sağlık hizmet

¹ Çıktı yönlü BCC ve CCR Modellerinden elde edilen teknik etkinlik değerlerinin ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

kapasitesinin etkinlik/performans değerlendirmesinin yapılabildiğinin gösterilmesi ve olası afet durumlarında senaryo modellerinin çalışılmasına da yöntem olarak katkıda bulunulacağı düşünülmesidir. Veri zarflama analizi modelinin sağlık sistemlerindeki teknik verimliliği değerlendirmek ve iyileştirme fırsatlarını belirlemek için önemli bir araç

olduğu bir dizi çalışmada vurgulanmıştır (39, 40, 41). Ancak, bu modelin sonuçlarının kullanılan veri kaynaklarına ve benimsenen yöntemlere bağlı olarak değişebileceğini göz önünde bulundurarak sonuçları yorumlarken, kullanılan veri kaynaklarına, metodolojiye ve modelin varsayımlarına dikkat edilmesi önerilir.

KAYNAKLAR

1. Donahue A, Joyce PA. Framework for analyzing emergency management with an application to federal budgeting. *Public Administration Review* 2001; 61(6):728-740.
2. Altay N, Green, WG. OR/MS research in disaster operations management, *Eur. J. Oper. Res.*2006;175(1):475-493.
3. UCLG. Sendai afet risk azaltma çerçevesi raporu 2015-2030, <https://uclg-mewa.org/kutuphane/yayinlar/> Erişim: 07.03.2023.
4. Işık Ö, Aydınhoğlu HM, Koç S, et al. Afet yönetimi ve afet odaklı sağlık hizmetleri, *Okmeydanı Tıp Dergisi*. 2012;Ek sayı 2; 82-123.
5. Alkan N, Elmas İ, Karakuş M, Akkay E. Doğal afetler sırasında karşılaşılan sorunlar: bir anket çalışması. *Ulusal Travma Dergisi*. 2001; (7):195-200.
6. AFAD, 06 Şubat 2023 Pazarcık-Elbistan (Kahramanmaraş) Mw:7.7-Mw:7.6 Depremleri Raporu.2023;140, https://deprem.afad.gov.tr/assets/pdf/Kahramanmara%C5%9F%20Depremi%20Raporu_02.06.2023.pdf
7. Phalkey R, Dash S, Mukhopadhyay A, et al. Prepared to react? Assessing the functional capacity of the primary health care system in rural orissa, india to respond to the devastating flood of september 2008. *Global Health Action*. 2012;5(1): 10964.
8. Al-Shareef AS, Alsulimani LK, Bojan HM, Masri TM, Grime JO, Molloy MS, Ciottone GR. Evaluation of hospitals' disaster preparedness plans in the holy city of Makkah (mecca): a cross-sectional observation study. *Prehospital And Disaster Medicine*.2017; 32(1):33-45.
9. Munasinghe NL, Matsui K. Examining disaster preparedness at matara district general hospital in Sri Lanka. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2019; (40):101154.
10. Edwards JC, Kang J, Silenas R. Promoting regional disaster preparedness among rural hospitals. *The Journal of Rural Health*, 2008;24(3): 321-325.
11. Şimşek AB, Gökteki Z, Afet sonrası sağlık hizmeti sunum potansiyeline göre şehirlerin sınıflandırılması. Available from: https://www.researchgate.net/publication/364830201_Afet_Sonrasi_Saglik_Hizmeti_Sunun_Potansiyeline_Gore_Sehirlerin_Siniflandirilmesi [Erişim: Mar 2023].
12. Çiftçi S, Sakallı ÜS. A mathematical modelling approach for planning health resources after earthquake: Kırıkkale city example. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*. 2023; 38(2): 1203-1216. 10.17341/gazimmfd.1092469
13. Lillibridge SR, Noji E, Burkle FM. Disaster assessment: The emergency health evaluation of a population affected by a disaster. *Ann. Emerg. Med.*1993;22:1715-1720.
14. Ceferino L, Mitrani-Reiser J, Kiremidjian A, Deierlein G, Bambarén C. Effective plans for hospital system response to earthquake emergencies. *Nat Commun*. 2020;11(1):4325.
15. Bakırcı F. Üretimde etkinlik ve verimlilik ölçümü veri zarflama analizi teori ve uygulamalar. Atlas Yayınları. Ankara, 2006.
16. Frehe T. An efficiency evaluation of small and medium sized industries by data envelopment analysis. Master Thesis, University of Vaasa, 2013.
17. Kılıcı M, Uludağ S. Veri Zarflama Analizi ile Maliyet Performansı Ölçümü: BİST Tekstil Sektöründe Bir Uygulama, *BMIJ*.2020;8(4):797-828,
18. Kasap P, Güç F. veri zarflama analizi ile sağlık alanında bir performans değerlendirmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*.2022;12(1): 327-343.
19. Seiford LM. Data envelopment analysis: the evolution of the state of the art (1978-1995). *Journal of Productivity Analysis*. 1996;7(2):99-137.
20. Banker RD, Charnes A, Cooper WW. Some models for estimating technical and scale

- inefficiencies in DEA. Management Science.1984;30(9):1078-1092.
21. Kalaycı S. SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik, Asil Yayın Dağıtım, 2016.
 22. İBB. Olası deprem kayıp tahminleri kitapçığı 2020. İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İstanbul <https://depremezmin.ibb.istanbul/wp-content/uploads>. Erişim: 16.02.2023.
 23. Basara BB, Çağlar S, Aygün A, vd. Sağlık istatistikleri yıllığı- 2020, Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Sağlık Bakanlığı, ISBN: 978-975-590-854-0. Ankara,2022.
 24. Bahurmoz AM. Measuring efficiency in primary health care centres in Saudi Arabia. Economics and Administration. 1999;12(2):3-18.
 25. Tepe M. Kıyaslama Çalışmasında Veri Zarflama Analizi Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.
 26. Kirsch T, Mitrani-Reiser J, Bissell R, vd. Impact on hospital functions following the 2010 Chilean Earthquake. Disaster Medicine and Public Health Preparedness. 2010;4(2):122-128.
 27. Lin YX, Lin CH, Lin CH. A challenge for healthcare system resilience after an earthquake: The crowdedness of a first-aid hospital by non-urgent patients. PLoS One. 2021;2;16(4):e0249522.
 28. Rodriguez-Llanes JM., Hellman L, Wu Q, vd. Time to include burden of surgical injuries after disasters in the Global Surgery agenda? An assessment of DALYs and averted burden by surgery after the 2008 Wenchuan earthquake. BMJ Glob Health. 2018, 3:e000909.
 29. Chen Z, Chen X, Li Q, Chen J, The temporal hierarchy of shelters: A hierarchical location model for earthquake-shelter planning. Int. J. Geogr. Inf. Sci.2013;27:612–1630.
 30. Isnaeni W, Asa'ad S, Hatta M, Syamsuddin S, Andiwijaya FR., Agustawijaya DS. The development of health capacity index for a semi-quantitative earthquake hazards risk analysis with a special reference to the Lombok Earthquake Disaster 2018, Advances in Health Sciences Research. 2021;46, 10.2991/ahsr.k.220206.040
 31. Çağlar A. Veri zarflama analizi ile belediyelerin etkinlik ölçümü. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2003.
 32. Zhao J, Ding F, Wang Z, vd. A rapid public health needs assessment framework for after major earthquakes using high-resolution satellite imagery, Int. J. Environ. Res. Public Health. 2018; 15: 1111; www.mdpi.com/journal/ijerph
 33. Bambaren C. Legal issues of humanitarian assistance after the 2007 earthquake in Pisco, Peru. Prehosp. Disaster Med. 2010; 25:203–206.
 34. Malish R, Oliver DE, Rush Jr vd. Potential roles of military-specific response to natural disasters —analysis of the rapid deployment of a mobile surgical team to the 2007 peruvian earthquake. Prehosp. Disaster Med. 2009;24:3–8.
 35. Bar-Dayan Y, Berad P, Mankuta D, vd. An earthquake disaster in Turkey: an overview of the experience of the Israeli Defence Forces field hospital in Adapazari. Disasters. 2000;24:262–270.
 36. Lee VJ, Low E, Ng YY, Teo C. Disaster relief and initial response to the earthquake and tsunami in Meulaboh, Indonesia. Ann. Acad. Med. Singap. 2005;34:586–590.
 37. DSÖ. Minimum technical standards and recommendations for rehabilitation—emergency medical teams. Geneva. World Health Organization, 2016. Erişim adresi: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/252809>.
 38. Li XH, Zheng JC. Efficient Post-Disaster Patient Transportation And Transfer: Experiences And Lessons Learned In Emergency Medical Rescue In Aceh After The 2004 Asian Tsunami. Mil Med. 2014;179(8):913-9.
 39. Johannessen KA, Kittelsen SA, Hagen TP. Assessing Physician productivity following norwegian hospital reform: a panel and data envelopment analysis. Social Science and Medicine, 2017;175: 117-126.
 40. Stefko R, Gavurova B, Kocisova K. Healthcare Efficiency assessment using DEA analysis in the Slovak Republic. Health Economics Review, 2018; 8(1):1-12.
 41. Li Q, Wei J, Jiang F, Zhou G, Jiang R, Chen M, Zhang X, Hu, W. Equity and efficiency of health care resource allocation in Jiangsu Province, China. International Journal for Equity in Health. 2020; 19:1-13.

Etik Bilgiler

Etik Kurul Onayı: Çalışmadaki için analizlerde kullanılan verilerin halka açık veriler olması ve analizlerde ikincil veriler kullanılması nedeniyle bu çalışma için etik kurul değerlendirmesi gerekmemektedir.

Onam: Yazarlar retrospektif bir çalışma olduğu için olgulardan imzalı onam almadıklarını beyan etmişlerdir.

Telif Hakkı Devir Formu: Tüm yazarlar tarafından Telif Hakkı Devir Formu imzalanmıştır.

Yazar Katkı Oranları: Konsept:GE, MHY Tasarım: GE, MHY. Veri Toplama veya İşleme: GE Analiz veya Yorum: GE. Literatür Taraması: AD, MK Yazma: GE

Çıkar Çatışması Bildirimi: Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Destek ve Teşekkür Beyanı: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir. Bu çalışma “Olası Bir Depremde Sağlık Sistemi Dayanıklılığının Değerlendirilmesi, İstanbul Örneği” başlığı altında Uluslararası Deprem Sempozyumu (INES'23) sözel bildiri olarak özet metin sunulmuştur.

Ek 1: Değişkenlere ait korelasyon analizi sonuçları

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
Ç1	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Ç2	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Ç3	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Ç4	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Ç5	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Ç6	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Ç7	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Ç8	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Ç9	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31

Ek 2: Girdi ve Çıktı Değişkenlerine ait veriler

İlçeler	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4	Ç5	Ç6	Ç7	Ç8	Ç9	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
Adalar	2	23	17	59	76	37	21	16	47	61	217	278	278	278	278	111	131	262
Arnavutköy	45	426	315	1098	1407	677	388	292	865	1	34	34	34	34	34	14	43	85
Ataşehir	68	642	474	1653	2118	1019	584	439	1301	47	330	377	377	377	377	151	226	453
Avclar	72	678	501	1745	2237	1076	617	464	1374	239	1385	1624	1624	1624	1624	650	885	1769
Bağcılar	120	1125	832	2897	3713	1787	1024	770	2281	652	3148	3800	3800	3800	3800	1520	1934	3868
Bahçelievler	98	922	682	2376	3045	1465	840	632	1871	879	4261	5140	5140	5140	5140	2056	2548	5096
Bakırköy	37	346	256	891	1142	550	315	237	702	581	2701	3282	3282	3282	3282	1313	1578	3157
Başakşehir	74	695	514	1789	2293	1104	633	476	1409	45	287	332	332	332	332	133	200	401
Bayrampaşa	44	415	307	1068	1369	659	378	284	841	340	1394	1734	1734	1734	1734	694	853	1705
Beşiktaş	29	276	204	710	910	438	251	189	559	14	99	113	113	113	113	45	71	141
Beykoz	40	375	277	965	1237	595	341	257	760	16	112	128	128	128	128	51	82	165
Beylikdüzü	57	532	393	1370	1756	845	484	364	1079	276	1456	1732	1732	1732	1732	693	877	1755
Beyoğlu	38	352	260	907	1163	560	321	241	714	150	609	759	759	759	759	304	380	760
Büyükçekmece	41	384	284	988	1266	609	349	263	778	154	885	1039	1039	1039	1039	416	559	1117
Çatalca	12	111	82	287	367	177	101	76	226	301	1656	1957	1957	1957	1957	783	1202	2404
Çekmeköy	43	399	295	1028	1318	634	364	273	810	1	18	18	18	18	18	7	25	51
Esenler	72	680	503	1751	2244	1080	619	465	1379	352	1687	2039	2039	2039	2039	816	1034	2069
Esenyurt	153	1441	1065	3711	4756	2289	1312	987	2922	543	2789	3332	3332	3332	3332	1333	1755	3509
Eyüp	64	605	447	1557	1996	960	551	414	1226	110	525	635	635	635	635	254	343	686
Fatih	71	669	494	1723	2208	1063	609	458	1357	3496	9949	13445	13445	13445	13445	5378	5841	11681
Gaziosmanpaşa	79	743	549	1913	2451	1180	676	508	1506	83	418	501	501	501	501	200	280	560
Güngören	47	437	323	1125	1442	694	398	299	886	415	1965	2380	2380	2380	2380	952	1175	2350
Kadıköy	78	729	539	1877	2405	1158	664	499	1478	93	592	685	685	685	685	274	364	728
Kâğıthane	72	676	500	1742	2232	1074	616	463	1372	44	275	319	319	319	319	128	184	368
Kartal	76	710	525	1830	2345	1129	647	486	1441	87	553	640	640	640	640	256	358	715
Küçükçekmece	127	1197	885	3082	3950	1901	1090	819	2427	925	4079	5004	5004	5004	5004	2002	2483	4967
Maltepe	83	775	573	1996	2558	1231	706	531	1572	130	706	836	836	836	836	334	455	910
Pendik	114	1075	794	2768	3547	1707	979	736	2179	101	707	808	808	808	808	323	475	950
Sancaktepe	70	659	487	1698	2176	1047	600	451	1337	24	216	240	240	240	240	96	163	326
Sarıyer	56	524	387	1350	1730	833	477	359	1063	21	141	162	162	162	162	65	101	201
Şile*	6	57	42	147	188	90	52	39	115	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Silivri	31	292	216	753	965	464	266	200	593	27	246	273	273	273	273	109	168	336
Şişli	45	422	312	1088	1394	671	385	289	857	27	172	199	199	199	199	80	113	227
Sultanbeyli	54	507	375	1306	1674	806	462	347	1029	38	300	338	338	338	338	135	219	438
Sultangazi	86	807	597	2078	2663	1282	735	552	1637	27	217	244	244	244	244	98	160	320
Tuzla	43	404	298	1040	1332	641	368	276	819	169	808	977	977	977	977	391	508	1017
Ümraniye	114	1072	793	2762	3539	1703	976	734	2175	17	250	267	267	267	267	107	194	388
Üsküdar	86	803	594	2068	2650	1275	731	550	1628	42	365	407	407	407	407	163	251	502
Zeytinburnu	47	443	328	1141	1463	704	404	303	899	374	1767	2141	2141	2141	2141	856	1069	2139

*Girdiler 1 olarak değerlendirilmiştir.