

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

AFET YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

AFETLERLE BAŞ ETME KAPASİTESİNE YÖNELİK İLK 72 SAAT ODAKLI
KARARLAR

DOKTORA

Zekiye GÖKTEKİN

EYLÜL-2021
GÜMÜŞHANE



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

AFET YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

**AFETLERLE BAŞ ETME KAPASİTESİNE YÖNELİK İLK 72 SAAT ODAKLI
KARARLAR**

DECISIONS FOCUSED ON THE FIRST 72 HOURS ON DISASTER CAPACITY

DOKTORA

Zekiye GÖKTEKİN

**EYLÜL-2021
GÜMÜŞHANE**



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

AFET YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

**AFETLERLE BAŞ ETME KAPASİTESİNE YÖNELİK İLK 72 SAAT ODAKLI
KARARLAR**

DECISIONS FOCUSED ON THE FIRST 72 HOURS ON DISASTER CAPACITY

DOKTORA

Zekiye GÖKTEKİN

Danışman: Prof. Dr. Saime ŞAHİNÖZ

**EYLÜL – 2021
GÜMÜŞHANE**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Doktora Tezi olarak hazırlamış olduğum “**Afetlerle Baş Etme Kapasitesine Yönelik İlk 72 Saat Odaklı Kararlar**” isimli bu tezimin, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, alıntı yaptığım tüm çalışmaları kaynakçada belirttiğimi ve Gümüşhane Üniversitesi’nin lisanslı kullanıcısı olduğu intihal yazılım programı ile Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlediği kıstaslara uygun olarak raporladığımı taahhüt ederim. Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

17/09/2021

.....
Zekiye GÖKTEKİN

TEŞEKKÜR

There's a special providence in the fall of a sparrow. If it be now, 'tis not to come. If it be not to come, it will be now. If it be not now, yet it will come: the readiness is all.

—William Sheakespeare, Hamlet V, ii.

Bu tez, kulpu kırık çaydanlık gibi bir dönemde kaleme alındı. Bu nedenle hatırladıkça, cıvıldaayan kuştan yerdeki toprak tanesine kadar güzel her şeye kalben teşekkür edeceğimin bilinmesini isterim. Bununla birlikte, hayatım boyunca yolumun çoğunlukla çok güzel insanlara çıkmış olmasına şükürüm sonsuz.

Çalışma konusunun belirlenmesi, planlanması, tez haline getirilmesi uzun ve zor bir süreçti. Fikirleri, yönlendirmeleri ve öğrettikleriyle desteğini her an yanımda hissettiğim, fahri abim ve fahri danışmanım Dr. Ahmet Bahadır Şimşek'e ve kıymetli ailesine ne kadar teşekkür etsem az olacaktır.

Çalışmamın birçok aşamasındaki değerli katkıları için tez danışmanım Prof. Dr. Saime Şahinöz'e, Doç. Dr. Abdullah Osman Koçak'a, Doç. Dr. Afşin Ahmet Kaya'ya, Dr. Nesibe Arslan Burnaz'a, Dr. Sultan Tuna Akgöl Gür'e ve Dr. Erdal Tekin'e; bu yola beraber çıktığımız, tökezlediğimizde birbirimizden destek aldığımız kıymetli yol arkadaşlarım Dr. Galip Usta, Dr. Ramazan Aslan ve Dr. Ahmet Özdemir'e teşekkür ederim.

Yaptığım her işte yanımda olan, zor zamanlarımı dayanılır kılan canımın yongası kardeşlerime, Şebnem'e, Müntekim'e, Nedimim'e, Çitus'a, Şimşek'e, pencereme konan kuşlara, sokak kedilerine ve en birincime yürekten teşekkür ederim. İyi ki.

Her ne kadar insanlığa zorlu zamanlar yaşatmış olsa da çalışmalarım için, kendimi dinleyebilmem için onca keşmekeşin içinde ihtiyacım olan zamanı sağlamada büyük etkisi olan SARS-CoV-2'ye tüm insanlıktan özür dileyerek teşekkür ediyorum. Malum yarasa yenmeseydi, çalışmalarımı bu kadar kısa sürede tamamlayamazdım.

Son olarak bu tezi, bir gül gibi al ve narin, su gibi saydam ve sakın anneme, dokunduğu her şeyi iyi eden ellerine ithaf ediyorum.

Zekiye GÖKTEKİN
GÜMÜŞHANE – 2021

ÖZET

Afet yönetiminin başarısı en küçük birimden en büyük birime kadar etkin bir hazırlık ile mümkündür. Bu süreçte her birimin ihtiyaç analizinin yapılması, zayıf yönlerinin güçlendirilmesi, afetlerle baş etme kapasitesinin artırılması şarttır. Bu doğrultuda doktora tezi olarak yürütülen bu çalışma, afet yönetim sürecinde kritik rolü olan üç paydaş grubunun ilk 72 saatteki süreçlerinin iyileştirilmesi ile ilgili kararları kapsamaktadır. Çalışmada; illerin afetlerde sağlık hizmeti sunum potansiyeli göreceli olarak değerlendirilmiş (Veri Zarflama Analizi), çok sayıda yerleşim yerine sahip bir bölgede optimum dron lokasyonu belirlemek için bir matematiksel model yaklaşımı ve afetlerin ilk 72 saatine bireysel hazırlıkta kişiye özel acil durum çanta içeriğinin belirlenmesine yönelik bir karar destek sistemi önerilmiştir. Bu çalışmaların; koordinatör birimin hızlı etki değerlendirmesi, mahsur kalan noktalara ilaç, gıda vb. temininin sağlanması, mahsur kalanların hızlı ve güvenilir kurtarılması çalışmalarına; Sağlık Bakanlığı'nın illerin afetlerde sağlık hizmeti sunum potansiyelinin değerlendirilmesi ve her ilin kapasite geliştirmedeki öncelikli alanlarının belirlenmesi çalışmalarına; bireylerin acil durum çantası hazırlaması adımıyla fayda sağlamak suretiyle toplumların afete dirençlilik ve baş etme kapasitesinin güçlendirilmesi çabalarına katkı sunması beklenmektedir. Ayrıca bu yaklaşımların stratejik, operasyonel, taktik düzeydeki karar vericilere ve bilim insanlarına fikir vereceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Afetlerle baş etme kapasitesi, İlk 72 saat, Dron lokasyonu belirleme, Veri zarflama analizi, Acil durum çantası

SUMMARY

The success of disaster management is possible with effective preparation from the smallest unit to the largest unit. In this process, it is essential to analyze the needs of each unit, strengthen their weaknesses, and increase their capacity to cope with disasters. In this direction, this study, which is carried out as a doctoral thesis, covers the decisions regarding the improvement of the processes in the first 72 hours of the three stakeholder groups that have a critical role in the disaster management process. In the study, the health service delivery potential in disasters of provinces was evaluated relatively (Data Envelopment Analysis), a mathematical model approach to determine the optimum drone location in a region with a large number settlements, and a decision support system for determining the contents of personalized emergency bags in individual preparedness for the first 72 hours of disasters, has been suggested. It is expected that these studies contribute to efforts of coordinator units on rapid impact assessment, supply of drugs, food etc., to the stranded areas, fast and reliable rescue of the stranded, and to studies of the Ministry of Health to evaluate the health service delivery potential in disasters of the provinces and to determine the priority areas of each province in capacity building, and to the efforts of strengthening the resilience and the disaster capacity of societies by assisting to the step of individuals preparing an emergency kit. In addition, it is thought that these approaches will give ideas to decision makers at strategic, operational and tactical levels, and scientists.

Keywords: Disaster capacity, First 72 hours, Locating drone, Data envelopment analysis, Emergency kit

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	III
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	IV
TEŞEKKÜR.....	V
ÖZET.....	VI
SUMMARY	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
TABLOLAR DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
EKLER DİZİNİ.....	XII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XIII
1. GİRİŞ.....	1
2. DRON LOKASYONLARININ BELİRLENMESİNDE MATEMATİKSEL MODELLEME YAKLAŞIMI	7
2.1. Giriş.....	7
2.2. Alanyazın	8
2.3. Problemin Modellenmesi	11
2.3.1. Problemin Tanımı.....	11
2.3.2. Problemin Formülasyonu	12
2.4. Modelin Test Edilmesi	14
2.5. Senaryo Analizi.....	17
2.5.1. Senaryo Sonuçları	17
2.6. Sonuç ve Değerlendirme	22
3. İLLERİN SAĞLIK SUNUM POTANSİYELİNİN AFETE MÜDAHALE (İLK 72 SAAT) PERSPEKTİFİNDEN GÖRECELİ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	24
3.1. Giriş.....	24
3.2. Alanyazın	25
3.3. Yöntem.....	27
3.3.1. Veri Zarflama Analizi	27
3.3.2. Malmquist- Toplam Faktör Verimlilik Endeksi.....	29
3.4. Uygulama	30
3.4.1. Değişkenler ve Verinin Tanıtılması	31

3.5. İllerin 2019 Yılı VZA Sonuçlarının Değerlendirmesi	33
3.6. 2012-2019 Yılları Arasındaki Değişimin Analizi	43
3.7. Sonuç ve Değerlendirme	46
4. KİŞİYE ÖZEL ACİL DURUM ÇANTA İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK BİR KARARDESTEK SİSTEMİ.....	50
4.1. Giriş.....	50
4.2. Karar Destek Sistemi	52
4.3. Afetlerde Karar Destek Sistemleri Yaklaşımı.....	54
4.4. Acil Durum Çantası	55
4.5. Önerilen Karar Destek Sistemi	57
4.5.1. KDS Çözüm Algoritması	57
4.5.2. Örnek Uygulama	59
4.6. Sonuç ve Değerlendirme	61
5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	63
KAYNAKÇA.....	66
EKLER.....	78
ÖZGEÇMİŞ	89

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. TAMP ana çözüm ortakları	3
Tablo 2. Modelin test sonuçları.....	14
Tablo 3. Senaryolarda dikkate alınan kriterler	17
Tablo 4. Senaryo sonuçları.....	17
Tablo 5. Dronların faydalanma düzeyine katkı oranları	21
Tablo 6. Literatürdeki benzer çalışmalarda kullanılan girdi-çıkıtlar	31
Tablo 7. Seçilen girdi ve çıktı değişkenleri.....	32
Tablo 8. 2019 yılına ait veri seti.....	32
Tablo 9. İllerin 2019 yılına ait etkinlik sonuçları.....	34
Tablo 10. Etkin olmayan şehirlerin rol modelleri	35
Tablo 11. İllerin etkin sınıra ulaşmak için hedef değerleri	38
Tablo 12. Girdi-çıkıtlı ağırlıkları.....	41
Tablo 13. Yıllar bazında etkinlik değişimi (2012-2019).....	44
Tablo 14. 2012-2019 yılları arasında il bazlı etkinlik değişimi	44
Tablo 15. Afet yönetimi alanına yönelik geliştirilmiş bazı karar destek sistemleri.....	54
Tablo 16. Acil durum çantasında olması gerekenler.....	56
Tablo 17. Acil durum çantası örnekleri.....	56

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Test sonucunun haritadaki gösterimi	16
Şekil 2. Dron lokasyon sayılarının grafikteki gösterimi	18
Şekil 3. Etkin ve rol model iller haritası	35
Şekil 4. Karar destek sisteminin bileşenleri (Jung, Tuan, Tran, Park ve Park, 2020).....	53
Şekil 5. Karar destek sistemi akış diyagramı	59
Şekil 6. Açılış ekranı	59
Şekil 7. Örnek veri girişi	60
Şekil 8.Sonuç ekranı.....	60
Şekil 9. Hata ekranı	61

EKLER DİZİNİ

Ek 1. 2019 Yılına Ait Veri Seti.....	78
Ek 2. İllerin 2019 Yılına Ait Etkinlik Sonuçları	80
Ek 3. Afet Risk Düzeyi Değişkenine (M1) Göre Senaryolar.....	82
Ek 4. Nüfus Değişkenine (M2) Göre Senaryolar	84
Ek 5. Afet Risk Düzeyi-Nüfus Bileşeni Değişkenine (M3) Göre Senaryolar.....	86
Ek 6. Özel Senaryolar	88



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ADÇ	: Acil durum çantası
AFAD	: Afet ve Acil Durum Müdürlüğü
ARGOS	: Accident Reporting and Guiding Operational System (Kaza Raporlama ve Yönlendirme Operasyonel Sistemi)
AYDES	: Afet Yönetimi Karar Destek Sistemi
BMR	: Bazal metabolizma hızı
BT	: Bilgisayarlı tomografi
CRS	: Constant returns to scale – Ölçeğe göre sabit getiri
ÇKKV	: Decreasing return to scale – Ölçeğe göre azalan getiri
Effch	: Etkinlik değişimi
EM-DAT	: The International Emergency Database
FA	: Faydalanma azalma katsayısı
FD	: Faydalanma düzeyi
IRS	: Increasing return to scale – Ölçeğe göre artan getiri
İHA	: İnsansız hava aracı
KBRN-KDS	: Kimyasal Biyolojik Radyolojik Nükleer Afetler Karar Destek Sistemi
KDS	: Karar destek sistemi
KVB	: Karar verme birimi
LS	: Lokasyon sayısı
M1	: Afet risk düzeyi bileşeni
M2	: Nüfus bileşeni
M3	: Afet risk düzeyi*nüfus bileşeni
MR	: Manyetik rezonans görüntüleme
MTFV	: Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi
Pech	: Saf etkinlik
PP	: Politika parametresi
PS	: Politika alt sınırı
Sech	: Saf etkinlik
TAMP	: Türkiye Afet Müdahale Planı
TE	: Teknik etkinlik

Tfpch	: Toplam faktör verimlilik değışimi
VBA	: Visual Basic for Applications
VRS	: Variable returns to scale – Ölçeğe göre değışken getiri
VZA	: Veri Zarflama Analizi
Y1	: Türkiye ortalaması kriteri
Y2	: İl bazı ortalaması kriteri
YA	: Yöneylem araştırması



1. GİRİŞ

Afetler insanlığın varoluşundan beri toplumlara zarar veren, normal yaşamı geri döndürülmesi zor şekilde kesintiye uğratan yıkıcı olaylardır. Öyle ki 1980'den bu yana doğal tehlikelerden kaynaklanan afetlerde iki milyondan fazla insan ve yaklaşık 4 trilyon dolar kaybedilmiş, 5 milyardan fazla insan yaralanmış, evsiz kalmış, yerinden edilmiş ve 1980'lerde yılda 18 milyar dolar olan toplam zarar, son on yılda %800'den fazla artış göstererek yılda 167 milyar dolara yükselmiştir (The World Bank, 2021). Dünya çapında toplam afet sayısı 1980'lerden bu yana neredeyse iki katına çıkmıştır (Al Kurdi, 2021). Afet türlerinin artışıyla beraber sıklık ve etkileri de artmaktadır. 2020'nin yalnızca ilk 6 ayında 100'den fazla afet meydana gelmiş, bu afetlerden 50 milyondan fazla insan etkilenmiştir (The International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies [IFRC], 2020). Kendisini büyük yıkımlarla gösteren bu olaylardan en az zararlı kurtulmanın yolu, afet olgusunun bütün süreçlerine dirençli olmakla mümkündür. Zarar azaltma, müdahale, iyileştirme ve yeniden yapılandırma süreçlerine çok yönlü hazırlık, toplumların savunmasızlığını azaltacak, afetlerle baş etme kapasitesini artırmak suretiyle afete direnç düzeylerini güçlendirecektir.

Başarılı bir zarar azaltma sürecinin ardından vuku bulan olayla, müdahale süreci başlar. Bu sürecin başarısı olayın afete dönüşme olasılığını azaltır, olay afete dönüşmüş durumdaysa bu süreçten az kayıpla çıkmayı sağlar. Fakat bu süreç afet yönetim sürecinin en karmaşık ve zorlu sürecidir. Zira olay meydana geldikten sonra altyapı, üstyapı çökmüş; eğitim, sağlık, beslenme gibi temel hizmetler kesintiye uğramış; başta insanlar olmak üzere tüm canlılar korku ve paniğe kapılmış; bölgedeki yaşam durmuş veya neredeyse durma noktasına gelmiş olabilir. Bu tür bir kaotik sahanın yapı, hizmet, canlı gibi bütün elemanlarını başarılı şekilde yönetebilmek anlaşılır şekilde zordur. Nitekim dünyanın afet tarihi bunu en iyi şekilde göstermektedir. Temmuz 2021'de başlayan ve ağustos ayı itibarıyla Türkiye'nin 49 ilinde meydana gelen 299 orman yangını olayında müdahale sürecinin uzamasıyla 8 insan ve binlerce hayvan hayatını kaybetmiş, 1520'den fazla kişi yaralanmış, yüzbinlerce hektar orman kaybedilmiştir (Reliefweb, 2021). Yangın olaylarını takiben Karadeniz Bölgesi'nde meydana gelen sel, su baskını ve heyelanlarda yine olay sonrası sürece yeterli ve etkili bir hazırlık yapılmadığından 70 kişi hayatını kaybetmiş, sekiz köprü yıkılmış veya zarar görmüş, 2300'den fazla kişi tahliye edilmek zorunda kalmıştır (Reliefweb, 2021). Benzer şekilde 2019 yılında Avustralya'da başlayan ve müdahale kapasitesinin yetersiz kalması

nedeniyle 240 gün süren yangın selinde 11.46 milyon hektarlık alanda yer alan 5900'den fazla bina kullanılamaz hale gelmiş, 34 insan ve 3 milyar hayvan hayatını kaybetmiş, ülke 1.5 milyar dolardan fazla mali zarara uğramıştır (World Wide Fund for Nature, 2021; IFRC, 2020). Bu olayların yanı sıra 2019'da başlayan ve etkisini tüm dünyada hala sürdüren Covid-19 salgınına yönelik kesin tedavi ve aşı geliştirme çalışmaları henüz tamamlanmadığından 2021 yılı itibariyle 5.047.652 kişi kaybedilmiştir (World Health Organization, 2021). Son yıllarda meydana gelen bu olaylar afetlerde erken müdahale ve yeterli kapasitesinin ne derece kritik önem taşıdığını bir kez daha gözler önüne sermiştir.

Afet olaylarının her biri meydana geldiği yer, etkilediği toplum ve olayın türüne göre farklılık gösterebilir. Sözgelimi, bir deprem veya sel olayının müdahale süreci ortalama birkaç gün veya birkaç hafta sürebilirken Covid-19 salgını gibi bir olayın müdahale süreci yıllarca devam edebilir. Fakat dünya çapında kaydedilmiş afetler incelendiğinde deprem, sel, yangın gibi, müdahale sürecinin bilhassa ilk birkaç günü kritik önem taşıyan olayların daha sık yaşandığı görülmektedir (The International Disaster Database [EM-DAT], t.y.). Olayın meydana gelmesiyle başlayan bu sürecin her anı kritik önem taşımaktadır. Nitekim kitlesel yaralanma olaylarında olaya maruz kalma, kurtarılma ve tedavi süreçleri arasındaki zaman aralığı ile ölüm oranı arasında doğrudan bir ilişki olduğuna dair çalışmalar da buna işaret etmektedir (Rignault, 1992; Frykberg, Tepas 3rd ve Alexander, 1989). Bu kritik zaman aralığı literatürde ve sahada olayın ilk 72 saati olarak kabul edilmiş ve "altın saatler" olarak isimlendirilmiştir. Olaylara bu saatler içerisinde etkin bir müdahalede bulunabilmek oldukça önemlidir. Örneğin bir yangın olayında etkin erken müdahale, yangının yayılmasını önleyecek, dolayısıyla kayıpları doğrudan azaltacaktır. Yine benzer şekilde bir deprem olayında kazazedelere ulaşmanın geciktiği her bir dakika can kayıplarının artmasına bir davettir. Altın saatlerde ilgili tüm birimlerin etkin ve hızlı çabası, olaydan az kayıpla çıkmanın tek yoludur. Bu çabaların etkin ve hızlı olması ise süreci akışına bırakıp afet meydana geldikten sonra birlikte çalışmaya çabalamakla değil; afet meydana gelmeden önce olaydan etkilenebilecek kişiler, koordinatör birim, başta arama, kurtarma ve tıbbi tedavi birimleri olmak üzere güvenlik, gıda temini, hasar tespit çalışmaları, tahliye süreci vb. görev alacak gruplar gibi afet mahallinde rolü olan her paydaşın topyekûn hazırlığı ile mümkündür. Bu paydaşlar günlük hayatta birlikte çalışan, birbirlerinin rutin ve prosedürlerine aşina olan birimler değildir. Bu da ilgili birimlerin karmaşık bir durumda, ortak bir amaç doğrultusunda aniden birlikte çalışmaları gerektiğinde iletişim,

koordinasyon ve yetkiler noktasında benzersiz zorlukları kaçınılmaz hale getirmektedir (O'Neill, 2005). Bu noktada müdahale sürecine stratejik, taktik ve operasyonel düzeyde hazırlık olmazsa olmazdır. Türkiye bu doğrultuda, amacını “afet ve acil durumlara ilişkin müdahale çalışmalarında görev alacak hizmet grupları ve koordinasyon birimlerine ait rolleri ve sorumlulukları tanımlamak, afet öncesi, sırası ve sonrasındaki müdahale planlamasının temel prensiplerini belirlemek” olarak belirlediği Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP)’nı 2015 yılında yürürlüğe koymuştur (Resmi Gazete, 2013; Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2015). Merkezde, Afet ve Acil Durum Başkanlığı (AFAD) koordinasyonunda TAMP ile eşgüdümlü çalışmak üzere görev alacak ana çözüm ortakları (Tablo 1); il düzeyinde ise, İl Afet ve Acil Durum Müdürlükleri koordinasyonunda, İl Afet Müdahale Planlarıyla eşgüdümlü çalışmak üzere her bir ana çözüm ortağının taşra teşkilatı belirlenmiştir. Yine afetlere müdahale sürecinde sunulacak hizmetlerin niteliğine göre 28 hizmet grubu belirlenmiştir. Planlarda, afetin meydana geldiği andan itibaren hangi birimin ne yapacağı, yönetim sürecinin nasıl işleyeceği belirlenmiş durumdadır. 81 ilin afet müdahale planlarının ise, her yıl TAMP ve ulusal düzey hizmet grubu planlarına göre güncellenmesine karar verilmiştir.

Tablo 1. TAMP ana çözüm ortakları

TAMP Ana Çözüm Ortakları	
1	İçişleri Bakanlığı
2	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
3	Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı
4	Tarım ve Orman Bakanlığı
5	Hazine ve Maliye Bakanlığı
6	Sağlık Bakanlığı
7	Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı
8	Türk Kızılayı
9	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı

Meydana gelen olay ne kadar büyükse, olaya müdahalede görev alacak birimlerin sayısı da o kadar fazla olur. Söz konusu birimlerin çabalarından optimal düzeyde faydalanabilmek içinse etkin bir koordinasyona ihtiyaç vardır. Bununla birlikte bu birimlerden ve sahadan direkt veya dolaylı olarak yoğun bir bilgi trafiğinin olacağı aşıkardır. Bu bilgilerin tek elde toplanıp iyi yönetilmesi sürecin başarısını doğrudan etkileyecektir. Koordinasyon birimi (Türkiye için AFAD) afetten sonraki ilk andan, müdahale ve iyileştirme süreçlerinin tamamlandığı ana kadar, hizmet verecek tüm gruplar ile yakın ilişki içinde olarak süreci koordine edecektir. Koordinasyon birimiyle

direkt istişare halinde olan çekirdek paydaş grubunun (ana çözüm ortakları), afet meydana gelir gelmez kritik tedbirlerin uygulanmasına öncülük etmek için önceden fikir birliğine varması ve çekirdek ekip ve müdahale sürecini yöneten tüm paydaşlar tarafından, belirlenen rol ve sorumlulukların açıkça anlaşılması önemlidir. Bu ise afet meydana geldikten sonra ele alınabilecek, planlanabilecek bir süreç değildir. Bu sürece hazırlık aşamasında planlar, tatbikatlar, toplantılar yapılmalı, koordinatör birimin yetenek, kabiliyet ve kapasitesi artırılmalıdır. Amaç doğrultusunda, meydana gelen olaya ait bilgilerin en kısa sürede koordinatör birime aktarılması, aktarılan bilgiler ışığında olayın etki büyüklüğünün değerlendirilmesi ve etki değerlendirmesine göre ihtiyaç tespitinin yapılması, akabinde doğru ve yeterli kaynağın sahaya transfer edilmesi gibi iş süreçlerine yönelik tüm çalışmaların koordinatör birimin elini güçlendireceği söylenebilir.

Afet yönetim sürecinin tüm safhalarında koordinatör birimin yanı sıra çekirdek paydaşların kritik pozisyonlarının olduğu bilinen bir gerçektir. Ulusal ve uluslararası kurum ve kuruluşlar, gönüllüler ve afete maruz kalanlar dahil tüm vatandaşlar paydaş olarak değerlendirilmektedir. Fakat bilhassa müdahale aşamasında sağlık hizmeti sunan paydaşın (Sağlık Bakanlığı) en ön plana çıkan paydaş olduğu söylenebilir. Zira afetleri trajik ve eşsiz kılan en önemli olgu insan hayatıdır ve insan hayatını kurtarmada ihtiyaç duyulan ilk birim sağlık hizmetleri birimleridir. Bu nedenle sağlık hizmetleri planlamaları yapılırken yerleşim yerlerinin olası bir afet durumunda ihtiyaç duyabileceği sağlık hizmetleri iyi analiz edilmeli ve kapasitesi güçlendirilmelidir. Acil müdahale araçlarının, cihaz, hastane, yatak, sağlık personeli sayısının, ilaç ve ekipman stokunun artırılması bu yönde yapılabilecek çalışmalara örnek gösterilebilir.

Mevcut durumda dünyanın hiçbir yerinde olayın meydana gelmesinden sonraki ilk saatlerde müdahale ekiplerinin tüm bireylere ulaşması mümkün değildir. Genellikle bu nedenle, olaya maruz kalan ve olaya yakın çevrede bulunan kişiler olaya ilk müdahale edenlerdir. Bu kişiler, afetin yaralanma ve ölüm gibi birçok olumsuz etkisini önleme noktasında hızla harekete geçme yeteneğine sahiptirler; bu nedenle bir olayın halk sağlığı üzerindeki olumsuz etkisini en aza indirmenin yolu, bireysel ve toplumsal düzeyde kendi kendine yetebilirliği teşvik etmektir (Uscher-Pines, Chandra ve Acosta, 2013). Zira birçok afet deneyiminden elde edilen kanıtlar, hızlı ilk yardımın yapılması, yaralıların tedavi için hastanelere taşınması, yiyecek ve barınma ihtiyaçlarının sağlanması da dahil olmak üzere çoğu hayati kurtarma çalışmasının, afete bizzat maruz kalan kişiler ve komşuları tarafından yapıldığını göstermektedir (Binu, Mawson,

Marinelle ve Guignard, 2008). Afetlere toplumsal hazırlığın yanı sıra bireysel dirençlilik de afetlere hazırlıkta kilit rol oynamaktadır. Bireyi ilk anlarda kurtaracak ve ilk birkaç gün içinde yaşamını idame ettirmesini sağlayacak şey, bireyin hayatta kalma becerisidir. Acil toplanma alanlarını, afetlerde güvenli davranış şekillerini öğrenme, bireysel düzeyde afet planı ve acil durum çantasına sahip olma gibi eylemler bireysel ve toplumsal düzeyde afete dirençlilik kapasitesini artıracak adımlardır. Fakat toplumda çoğunlukla, olaydan yalnızca olayın meydana geldiği an zarar görülebileceği gibi bir yanlış algı vardır. Esasen bir sel, fırtına vb. olayda ev veya bir başka yerde mahsur kalma durumunda yaşamı idame ettirebilecek kaynaklara sahip olunmadığı takdirde selin, fırtınanın bireye direkt teması söz konusu olmasa dahi kayıp yaşanması mümkündür. Bu tür olaylarda elektrik kesintisi günlerce devam edebilir, şebeke suyu kontamine olup kullanılamaz hale gelebilir, dışarıdan temine ise altyapı izin vermeyebilir. Bu gibi nedenlerle acil durum plan ve çantalarının hazırlanması oldukça hayati önem taşımaktadır.

Afet yönetiminin başarısı, en küçük birimden en büyük birime kadar etkin bir hazırlık ile mümkündür. Her birimin ihtiyaç analizinin yapılması, zayıf yönlerinin güçlendirilmesi, afetlerle baş etme kapasitesinin artırılması şarttır. Bu doğrultuda doktora tezi olarak yürütülen bu çalışma, afet yönetim sürecinde kritik rolü olan üç paydaş grubunun ilk 72 saatteki süreçlerinin iyileştirilmesi ile ilgili kararları kapsamaktadır. Kapsam doğrultusunda yukarıda önemine değinilen paydaşların afetlere hazırlık süreçleri incelenmiş ve her bir grubun hazırlığını artırmaya yönelik olarak üç yaklaşım sunulmuştur. Sunulan yaklaşımlar;

- AFAD'ın ilk 72 saatteki müdahale kabiliyetini güçlendirecek dronlardan optimum düzeyde faydalanabilmesi için bir matematiksel model,
- Sağlık Bakanlığı'nın iller düzeyinde afetlerde sağlık hizmeti sunum potansiyelinin göreceli olarak değerlendirilmesi,
- Afetlere bireysel hazırlıkta kişiye özel acil durum çanta içeriğinin belirlenmesine yönelik bir karar destek sistemi olarak özetlenebilir.

Çalışma yapısal olarak; her bir yaklaşımı içeren üç ana bölüm ve genel bir sonuç değerlendirme bölümünü içerecek şekilde tasarlanmıştır. Birinci bölümde müdahale kabiliyetini artıracak dronların lokasyonlarının modellenmesi, ikinci bölümde sağlık hizmetleri sunum kapasitesinin değerlendirilmesi, üçüncü bölümde acil durum çantasının hazırlanmasına yönelik karar destek sistemi geliştirilmesi çalışmasına yer verilmiştir. Her bölüm, önerilen yaklaşımın motivasyon ve katkısı, yöntem/uygulaması

ve sonuç-değerlendirme başlıklarını içermektedir. Dördüncü bölümdeyse çalışmanın tümüne yönelik genel bir sonuç ve değerlendirme yapılmıştır.



2. DRON LOKASYONLARININ BELİRLENMESİNDE MATEMATİKSEL MODELLEME YAKLAŞIMI

2.1. Giriş

Afetler toplumun dirençliliğini, baş etme kapasitesini test eden olaylardır. Afetin meydana geldiği an ile başlayan ilk 72 saat, topluluğun baş etme kapasitesi hakkında fikir verir. Kayıpları en aza indirmek; sahaya dair bilgi toplama, bilgileri yorumlama, analiz etme, değerlendirme ve müdahale organlarını sahaya kanalize etme çalışmalarının mümkün olduğunca hızlı olmasıyla yakından ilişkilidir. Bu çalışmaların her birindeki zaman kaybı, kendisini can, mal vb. kayıplarında artış ile gösterecektir. Son yıllara kadar hazırlık ve önlem çalışmaları toplumlarda kendilerine ikinci planda yer bulsa da olayın sonrasına yönelik çalışmalar afetlerin varoluşundan beri toplumların odak noktası olmuştur. Sağlık hizmetleri, itfaiye, arama kurtarma vb. profesyonel ekiplerin oluşturulması, gönüllülük faaliyetlerinin geliştirilmesi gibi çalışmalar ‘müdahale sürecinin hazırlığı’ olarak değerlendirilen bu motivasyonun ürünleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Geleneksel afet yönetiminin benimsendiği dönemlerde mümkün olan en iyi çabanın gösterildiği, görece bir kaybınsa kaçınılmaz kabul edildiği görülmektedir. Müdahale çalışmalarının günümüzdeki seviyeye gelmesinde geçmiş çaba ve deneyimlerin katkısı şüphesiz büyüktür; fakat modern afet yönetimi, ‘kayıp verilebilirliği’ kabul etmemekte, kayıpları sıfıra indirmeyi hedeflemektedir.

Neredeyse bütün alanlarda kendine yer bulmasıyla insanlığın yaşam standardını yükselten teknoloji, afet yönetim sahasında da karar vericilere nitelikli araçlar sunmaktadır. Altın saatlere yönelik sunduğu eşsiz araçlardan biriye şüphesiz, insansız hava araçlarıdır (İHA). Bu araçlar afet yönetimi alanında lojistik ekipman ulaştırma, görüntü alma ve aktarma, çığ ve göçük altında canlı tespiti yapabilme, yaralı kurtarma gibi faydalarıyla karşımıza çıkmaktadır (Tariq, Rahim, Aslam, Bawany ve Faseeha, 2018). İHA’lar ile ilgili olarak çeşitli ülkelerde selde mahsur kalmış kişilere gıda, ilaç vb. ulaştırma, yaralı kurtarma, mobil uydu verici tahsisi ve hızlı görüntü alma, göçük altında, çığ altında canlı tespiti yapabilme amaçlarıyla kullanılmış ve can kayıplarını büyük oranda azalttığı bildirilmiştir (URL-8, 2021; URL-9, 2021; URL-10, 2021). İHA’lar ile afet ve acil durumlarda sahaya ait görüntülerin paylaşılma ve hızlı etki değerlendirmesinin yapılma süreci oldukça hızlanmıştır. Özellikle etki değerlendirme

sürecini hızlandırmasıyla müdahale sürecine ciddi zaman kazandırarak birçok yönden kaybı önleme noktasında fayda sağlamıştır. Türkiye’de 2020 Elâzığ Depremi’nde (Hürriyet, 2020), 2020 İzmir Depremi’nde (HaberTürk, 2020), 2021 yangın olaylarında (Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2021), 2020-2021 yılları arasında Doğu ve Batı Karadeniz’de meydana gelen sel olaylarında (A Haber, 2021) kullanılmış ve müdahale aşamasında koordinatör birim olan AFAD’ın, dolayısıyla saha ekiplerinin elini güçlendirmiştir. Bu gibi avantajları nedeniyle son yıllarda, afet ve acil durumlarda yönetici, karar verici konumunda olan kurum ve kuruluşlar bünyelerine dron kazandırmaya başlamıştır. Bilhassa koordinatör birimin müdahale kapasitesini güçlendirecek dronlar, özelliklerine göre farklılık göstermekte ve doğal olarak belirli bir maliyete yol açmaktadırlar. Bu da Türkiye gibi yüz ölçümü büyük ve çok sayıda ili olan ülkelerde dron temin sürecini karmaşık hale getirebilmektedir. Her yerleşim yerinin, müdahale kapasitesini artırmak amacıyla, dron hizmetinden optimal düzeyde faydalanabilmesi afet yöneticisinin hedeflerinden biridir. Fakat tüm yönetimlerde olduğu gibi, afet yönetim birimlerinde de kapasite güçlendirme çalışmalarında maliyet-fayda dengesi gözetilmek zorundadır. Bu noktada yerleşim yerlerinin açık olduğu tehlike türleri, afetlere maruz kalma sıklıkları, etkilenebilecek nüfus, destek illerin kapasitesi, komşu illere olan mesafe, komşu illerin aynı zaman diliminde aynı afete maruz kalma olasılığı gibi bilgilerin değerlendirilmesi ve dronların bu değerlendirmeye göre tahsis edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışma, çok sayıda yerleşim yerine sahip bir bölgede optimum dron lokasyonu belirlemek için önerilen bir matematiksel model yaklaşımını içermektedir. Optimum dron lokasyonu belirleme problemi, Türkiye’nin 81 iline yönelik olarak; afet risk düzeyi, illerin nüfusu, iller arası mesafe gibi kriterler dikkate alınarak modellenmiş ve verilerin sonuçlar üzerindeki etkisi 41 senaryo ile analiz edilmiştir. Çalışmanın devamında, afet yönetimi alanında modelleme ve lokasyon belirleme problemlerine yaklaşım, problemin modellenmesi, senaryoların analizi ve bölümün sonuç-değerlendirme bölümlerine yer verilmiştir.

2.2. Alanyazın

Bu bölümde, problemin değerlendirilme yöntemine dair alanyazın iki aşamada sunulmuştur. İlk olarak afet yönetiminde yer seçimi problemlerini, ardından dron konumlandırma problemlerini içeren çalışmalar incelenmiştir.

Afetler toplumlar üzerinde büyük olumsuz etkiler bırakan yıkıcı olaylardır. Bu olayların yönetimi ise birçok kritik karara ihtiyaç duyar. Ancak tür ve etkilerinin eşsiz ve belirsizliği etkili, uygun maliyetli, dinamik ve akılcı çözümler gerektiren afetlerde en iyiye yakın kararı vermek oldukça zordur. Bu noktada karşımıza ileri analitik yöntemleri uygulayan yöneylem araştırmaları (YA) çıkmaktadır. YA, karmaşık problemlere optimal veya optmale yakın çözümler getirmek için matematiksel modelleme, istatistik ve algoritmaları kullanan uygulamalı matematik ve formal bilimin disiplinler arası bir dalıdır (Sottinen, 2009). Çok sayıda yaklaşım içeren YA, çoğunlukla yüksek talebe karşın kaynakların yetersiz kaldığı durumların en iyi şekilde tasarlanmasına yönelik karar problemlerine rasyonel bir yaklaşımın uygulanmasını amaçlamaktadır (Eroğlu, 2019). Bununla birlikte, karar vericinin yaratıcı ve sağduyulu yeteneklerini geliştirmesine, sistemi daha iyi kontrol etmesine, daha iyi eşgüdüm sağlamasına, sistemin ideale ulaşması için problemin durumunu anlamasına ve analiz etmesine ve son olarak da daha iyi kararlar vermesine yardım eder (Öztürk, 2013). Birçok alanda kullanılan YA'nın afet yönetimi alanına büyük katkı sağladığı düşünülmektedir.

YA denince akla ilk olarak “en iyiyi elde etme” şeklinde tanımlanabilen “optimizasyon” kavramı gelir. Dron'ların optimal yerleşimi zor bir problemdir ve zor optimizasyon problemleri grubunda (NP-Hard) değerlendirilmektedir (Younis ve Akkaya, 2008). Literatürde en sık karşılaşılan problemlerden olan yerleşim problemlerinin ilki, üç müşterisi olan bir tesisin konumlandırması üzerine olmak üzere, Torricelli (1608-1647)'ye atfedilmektedir (ReVelle ve Horst, 2005). Afet yönetimi alanına büyük katkı sağladığı düşünülen YA'nın (Nezih ve Green III, 2006), afet yönetimi alanında kullanımıysa 1970'lere dayanmakta ve kullanma eğilimi devam etmektedir (Toregas, Swain, ReVelle ve Bergman, 1971). Alanda genel olarak lojistik/depo merkezleri, acil müdahale istasyonları, kan merkezleri ve toplanma/barınma alanlarının yer seçimi problemlerinde kullanımı ön plana çıkmaktadır.

Maharjan ve Hanaoka (2018), geçici lojistik/depo merkezlerinin yer seçiminde grup karar verme koşuluyla, bulanık, çok dönemli ve çok amaçlı bir optimizasyon modeli önermiş; Rath ve Gutjahr (2014), üç amaçlı bir depo yeri-yönlendirme problemi için matematik-sezgisel bir teknik kullanmıştır. Balçık ve Beamon (2008), afet sonrası yardım ağındaki dağıtım merkezlerinin sayısını ve yerlerini belirleyen bir model önermiş, aynı zamanda her dağıtım merkezinde stoklanacak yardım malzemelerinin

miktarını da belirlemiştir. Duran, Gutierrez ve Keskinocak (2011), uluslararası bir yardım kuruluşuna (CARE) ait insani yardım depolarının sayısını ve konumu belirlemek için; Kılıcı, Yetiş Kara ve Bozkaya (2015), afet sonrası geçici barınma alanlarının yer seçimi problemi için karma tamsayılı doğrusal programlama modeli önermiştir. Şahin ve Altın (2016), çadır kentler için yer seçimi problemini p-medyan modeli olarak modellemiş ve hem çadır kentler için kullanılacak alanları hem de bu alanlara atanacak mahalleleri belirlemiştir. Sharma, Ramkumar, Subramanian ve Malhotra (2019), geçici kan merkezlerinin afet sonrasında hastanelerin acil kan talebini karşılamasında hastanelere ulaşım mesafelerini en aza indirmek, ancak aynı zamanda mümkün olduğunca çok kan bağışçısını kapsamak amaçlarıyla Tabu Arama yöntemini kullandığı bir yaklaşım sunmuştur. Gencer ve Açıkgöz (2006), TSK Arama Kurtarma istasyonlarının lokasyonlarının belirlenmesi problemini maksimum kapsama modeli ile ele almıştır. Doerner, Gutjahr ve Nolz (2009), okul vb. tesislerin tsunamiye eğilimli alanlarda konumlandırılmasında, minimum tesis yeri ve alanını, risk ve maliyeti dikkate alan çok amaçlı bir matematiksel model geliştirmiştir.

Dron konumlandırma problemi başta afet yönetimi alanında olmak üzere birçok alanda ele alınmaktadır. Dronların görüntü alma, çeşitli ekipmanların entegrasyonu ile canlı tespiti yapabilme, iletişim ağlarının koptuğu durumlarda portatif baz istasyonu olarak hizmet verme gibi avantajlarından dolayı özellikle son yıllarda afet yönetimi alanında oldukça ön plana çıktığı görülmektedir. Bu durum dron lokasyonlarının belirlenmesi problemlerini de farklılaştırmış ve zenginleştirmiştir. İletişim ağını destekleyecek, baz istasyonu monte edilerek kullanılacak insansız hava araçlarının optimal yerleşimi problemine birçok farklı yöntem ve model öneren araştırmalar mevcuttur (Gupta ve Varma, 2021; Caillouet ve Razafindralambo, 2017; Mozaffari, Saad, Bennis ve Debbah, 2016; Ekrem, Awais, Nakvi, Ahmed ve Naeem, 2020; Alzenad, El-Keyi, Lagum ve Yanıkömeroğlu, 2017). Strumberger, Sarac, Markovic ve Bacanin (2018), statik dron konumlandırma problemini Güve Arama Algoritmasını kullanarak ele almıştır. Zorbas, Pugliese ve Razafindralambo (2016), enerji tüketimi ve dron sayısının minimizasyonunu amaçlayan dron lokasyon problemine tamsayılı doğrusal ve karışık tamsayılı doğrusal olmayan programlama yöntemlerini kullandığı bir model sunmuştur. Tuba, Capor-Hrosik, Alihodzic ve Tuba (2017), dronların yakıt tüketimini azaltırken kapsama alanını en üst düzeye çıkaran konumların belirlenmesi problemine beyin fırtınası optimizasyon algoritmasını kullandığı bir yaklaşım

sunmuştur. Benzer bir dronların optimal yerleşimi problemini Strumberger, Bacanin, Tomic, Beko ve Tuba (2017) fil sürüsü optimizasyon algoritması ile ele almıştır.

Dron yerleştirme problemi kendisine afet yönetimi alanında özellikle son zamanlarda daha çok yer bulmuştur. Ancak bu problemin çoğunlukla, afetlerde baz istasyonu görevine hizmet amacıyla kullanılacak dronların konumlandırılması motivasyonu ile ele alındığı görülmektedir. Bu çalışma, afetlerle baş etme kapasitesini artırma motivasyonu, kısıtları ve afet risk düzeyi kriterini dikkate alması yönleriyle diğer dron lokasyonu belirleme problemlerinden farklılaşmaktadır.

2.3. Problemin Modellenmesi

Bu bölümde problemin tanımlanması ve formülasyonuna yer verilmiştir.

2.3.1. Problemin Tanımı

Dron lokasyonlarının belirlenmesi probleminin kapsamı, politikacının lokasyonlar için belirlediği dronlardan faydalanma düzeyini en az sayıda lokasyonla yakalamaktır. Lokasyonların dronlardan faydalanmasında iki durum söz konusudur:

- i) Lokasyona bir dron yerleştirilebilir, bu durumda o lokasyonun drondan faydalanma düzeyinin %100 olduğu varsayılır,
- ii) Lokasyona dron yerleştirilmediği durumda, lokasyonun drona sahip olan bir lokasyon tarafından desteklendiği varsayılır.

İkinci durumda desteklenen lokasyonla destekleyen lokasyon arasındaki ulaşım süresi fayda düzeyini azaltacaktır. Desteklenen lokasyonun faydalanma düzeyi destekleyen lokasyonun ulaşım süresiyle orantılı olarak azalır. Bu azalma, karar verici tarafından belirlenen saatlik fayda azalma katsayısı (FA) ile hesaplanır. Örneğin, A ve B lokasyonlarında, A lokasyonu destekçi, B lokasyonu desteklenen lokasyon olsun. İki lokasyon arasında iki saatlik mesafe olduğunu ve FA'nın 10 olduğunu varsayalım. A lokasyonu drona sahip olduğu için A lokasyonunun drondan faydalanma düzeyi %100 olacaktır. A ve B lokasyonları arasında 2 saatlik mesafe olduğu içinse B lokasyonunun faydalanma düzeyi $100 - 2 \times 10$ hesabıyla %80 olacaktır.

Politikacı her bir lokasyonun faydalanma düzeyinin alt sınırını lokasyonun afet risk düzeyine göre (M1), nüfus yoğunluğuna göre (M2) veya afet risk düzeyi ve nüfus yoğunluğu bileşkesine göre (M3) belirleyebilir. Politikacı ayrıca, lokasyonların genel faydalanma düzeyi ortalamasının (Y1) veya lokasyon bazlı faydalanma düzeyi ortalamasının (Y2) belirli bir parametrenin üstünde olmasını isteyebilir.

Komşu lokasyonların aynı afetten etkileneceği varsayılır. Bu varsayım gereği komşu lokasyonların birbirlerinin destekleyicisi olmaması sağlanır.

Dron lokasyonu belirleme kararı aşağıdaki kısıtları sağlamalıdır:

- Hiçbir lokasyon birinci derece komşusundan dron desteği alamaz ve birinci derece komşusuna dron desteği veremez.
- Dron yerleştirilen lokasyon için destekçi lokasyon belirlenmez.
- Hiçbir lokasyon birden fazla lokasyondan dron desteği alamaz.
- Hiçbir lokasyon kendisi için belirlenen faydalanma düzeyinin altına inemez.
- Her lokasyon ya bünyesinde dron barındırmalı ya da dron desteği almalıdır.

2.3.2. Problemin Formülasyonu

Bu bölümde, tanımlanan problemin matematiksel formülasyonu sunulmaktadır.

Kümeler, Parametreler ve İndisler

$C: \{Adana, Adıyaman, \dots, Düzce\}$: Şehirler kümesi, $c, c' \in C | c \neq c''$

K_c : c şehrinin komşuları olan şehirler

N_c : c şehrinin nüfusu

$N^{\max}$: En fazla nüfusu olan şehrin nüfusu

R_c : c şehrinin risk düzeyi

$R^{\max}$: En yüksek risk düzeyine sahip şehrin risk düzeyi

$M_{c,c'}$: c şehrinin c' şehrine ulaşım süresi

FA : Saatlik fayda azalma katsayısı

FD : Fayda düzeyi (politika parametresi)

Karar Değişkenleri

$x_c : \begin{cases} 1, & \text{Eğer } c \text{ şehrine drone yerleştirilirse} \\ 0, & \text{Aksi halde} \end{cases}$

$$y_{c,c'} : \begin{cases} 1, & \text{Eğer } c \text{ şehri } c' \text{ şehrinde destek alacaksa} \\ 0, & \text{Aksi halde} \end{cases}$$

z_c : İllerin servis düzeyi

Amaç Fonksiyonu

$$\text{Min } Z = \sum_{c \in C} x_c \quad (1)$$

Kısıtlar

$$\sum_{c \in C} z_c \geq FD * |C| \quad (2)$$

$$z_c \geq FD \quad \forall c \in C \quad (3)$$

$$z_c \geq R_c / R^{\max} * 100 \quad \forall c \in C \quad (4)$$

$$z_c \geq N_c / N^{\max} * 100 \quad \forall c \in C \quad (5)$$

$$z_c \geq R_c / R^{\max} * N_c / N^{\max} * 100 \quad \forall c \in C \quad (6)$$

$$\sum_{c' \in N_c} y_{c,c'} \leq |N_c| * y_{c,c} \quad \forall c \in C \quad (7)$$

$$\sum_{c \in N_{c'}} y_{c,c'} \leq |N_{c'}| * (1 - y_{c',c'}) \quad \forall c' \in C \quad (8)$$

$$z_c = 100 - \sum_{c' \in C} y_{c,c'} * M_{c,c'} * FA * (1 - x_c) \quad \forall c \in C \quad (9)$$

$$z_c \leq 100 * \sum_{c' \in C} y_{c,c'} \quad \forall c \in C \quad (10)$$

$$x_{c'} * |C| \geq \sum_{c \in C} y_{c,c'} \quad \forall c' \in C \quad (11)$$

- 1 nolu kısıt, en az sayıda dron lokasyonunun belirlenmesini ifade eder.
- 2 nolu kısıt, tüm lokasyonların genel faydalanma düzeyi ortalamasının politika parametresinden az olmamasını sağlar.
- 3 nolu kısıt, lokasyon bazlı faydalanma düzeyi ortalamasının politika parametresinden az olmamasını sağlar.
- 4 nolu kısıt, her lokasyonun afet risk düzeyinin maksimum risk düzeyine oranından az olmamasını sağlar.
- 5 nolu kısıt, her lokasyonun faydalanma düzeyinin lokasyonun nüfus yoğunluğunun maksimum nüfus yoğunluğuna oranından az olmamasını ifade eder.
- 6 nolu kısıt, her lokasyonun faydalanma düzeyinin, o lokasyonun afet risk düzeyi oranı ile nüfus yoğunluğu oranının çarpımından az olmamasını sağlar.
- 7 ve 8 nolu kısıtlar, komşu lokasyonların birbirlerine destek verememesi ve birbirlerinden destek alamamasını sağlar.
- 9 nolu kısıt, lokasyonların faydalanma düzeyinin belirlenmesini sağlar.
- 10 ve 11 nolu kısıtlar, karar değişkenlerini birbirleri ile ilişkilendirir.

2.4. Modelin Test Edilmesi

Bu bölümde modelin davranışı edilmiştir. Çalışmada Türkiye'nin 81 ili alternatif dron lokasyonu olarak belirlenmiştir. İller arası süreler 80km/saat dikkate alınarak hesaplanmıştır. Saatlik fayda azalma katsayısı 12 saat olarak kabul edilmiştir. Nüfus verileri için 2020 yılı nüfus yoğunluğu; afet risk düzeyi verisi için Meteoroloji Genel Müdürlüğünü (2021)'nin 2020 yılında meydana gelen meteorolojik karakterli doğa kaynaklı afetlerin illere göre dağılım verileri kullanılmıştır.

Modelin testi FA=%70, M3, Y2 koşullar altında gerçekleştirilmiştir:

Tablo 2. Modelin test sonuçları

İl Adı	Faydalanma Düzeyi	Dron V/Y	Destekleyen İl
Adana	100	Var	-
Adıyaman	100	Var	-
Afyonkarahisar	100	Var	-
Ağrı	100	Var	-
Amasya	100	Var	-
Ankara	100	Var	-
Antalya	100	Var	-
Artvin	100	Var	-
Aydın	100	Var	-
Balıkesir	100	Var	-
Bilecik	74,8	Yok	Düzce
Bingöl	71,2	Yok	Batman

Tablo 2. (Devamı)

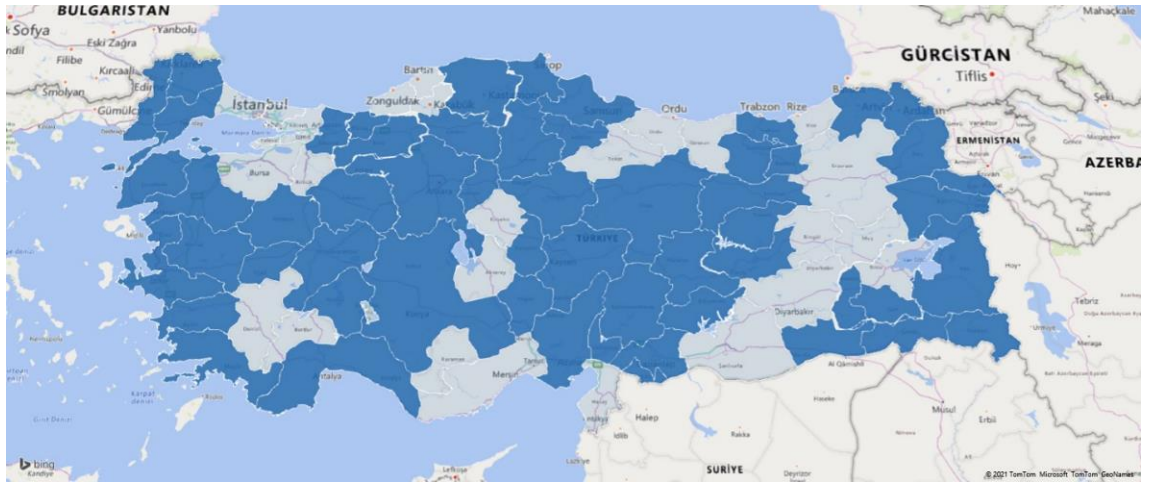
İl Adı	Faydalanma Düzeyi	Dron V/Y	Destekleyen İl
Bitlis	70	Yok	Şırnak
Bolu	100	Var	-
Burdur	73,6	Yok	Uşak
Bursa	77,2	Yok	Eskişehir
Çanakkale	100	Var	-
Çankırı	100	Var	-
Çorum	100	Var	-
Denizli	74,8	Yok	Isparta
Diyarbakır	72,4	Yok	Siirt
Edirne	100	Var	-
Elâzığ	100	Var	-
Erzincan	100	Var	-
Erzurum	70	Yok	29
Eskişehir	100	Var	-
Gaziantep	100	Var	-
Giresun	71,2	Yok	55
Gümüşhane	100	Var	-
Hakkâri	100	Var	-
Hatay	73,6	Yok	46
Isparta	100	Var	-
Mersin	76	Yok	80
İstanbul	77,2	Yok	54
İzmir	100	Var	-
Kars	100	Var	-
Kastamonu	100	Var	-
Kayseri	100	Var	-
Kırklareli	100	Var	-
Kırşehir	79,6	Yok	38
Kocaeli	84,4	Yok	81
Konya	100	Var	-
Kütahya	100	Var	-
Malatya	100	Var	-
Manisa	100	Var	-
Kahramanmaraş	100	Var	-
Mardin	100	Var	-
Muğla	100	Var	-
Muş	73,6	Yok	Siirt
Nevşehir	100	Var	-
Niğde	100	Var	-
Ordu	72,4	Yok	Trabzon
Rize	73,6	Yok	Gümüşhane
Sakarya	100	Var	-
Samsun	100	Var	-
Siirt	100	Var	-
Sinop	100	Var	-
Sivas	100	Var	-
Tekirdağ	100	Var	-
Tokat	73,6	Yok	Çorum
Trabzon	100	Var	-
Tunceli	100	Var	-
Şanlıurfa	70	Yok	Kilis
Uşak	100	Var	-
Van	100	Var	-
Yozgat	100	Var	-

Tablo 2. (Devamı)

İl Adı	Faydalanma Düzeyi	Dron V/Y	Destekleyen İl
Zonguldak	72,4	Yok	Sakarya
Aksaray	76	Yok	Kayseri
Bayburt	100	Var	-
Karaman	73,6	Yok	Niğde
Kırıkkale	100	Var	-
Batman	100	Var	-
Şırnak	100	Var	-
Bartın	73,6	Yok	Bolu
Ardahan	100	Var	-
Iğdır	100	Var	-
Yalova	84,4	Yok	Sakarya
Karabük	79,6	Yok	Bolu
Kilis	100	Var	-
Osmaniye	100	Var	-
Düzce	100	Var	-

Test sonuçları modelin istenildiği gibi davrandığını göstermektedir. Detaylı olarak incelenecek olursa;

- Her ilin drondan faydalanma düzeyi, politika parametresi olarak belirlenen 70'in üzerinde bir değer almış,
- Lokasyon olarak belirlenen illerin faydalanma düzeyi %100 olarak sonuçlanmış,
- Dron lokasyonu olarak belirlenen iller, birinci derece komşu ili olmamak kaydıyla, bir veya birden fazla ilin destekleyici ili olmuş,
- Dron lokasyonu olarak belirlenmeyen iller birinci derece komşu il olmamak üzere, en fazla bir ilden destek alabilmiştir. Yani matematiksel model tüm kriter ve kısıtları karşılayabilmiştir. Test edilen modele göre dron lokasyonlarının haritadaki gösterimi Şekil 1'de mevcuttur.



Şekil 1. Test sonucunun haritadaki gösterimi

2.5. Senaryo Analizi

Matematiksel modelin sonuçları birden fazla parametreye bağlıdır. Sonuçların değişimi karar verici için önemli bilgiler içerebilir. Bu bölümde karar vericinin farklı senaryoları test ederek kararın nasıl değiştiğini gözlemlemesi ve duruma en uygun olanı belirleyebilmesi için çok sayıda senaryo çalıştırılmıştır. Senaryolar *politika parametresi*, *her bir lokasyonun faydalanma düzeyinin politika parametresinden az olmaması* ve *alt sınırın afet risk düzeyi ve nüfus yoğunluğu bileşkesine göre* belirlenmesi olmak üzere üç eksenle oluşturulmuştur (Tablo 3).

Tablo 3. Senaryolarda dikkate alınan kriterler

Politika Parametreleri	Faydalanma Düzeyinin Hesaplanmasında Kullanılan Değişkenleri	Politika Alt Sınır Düzeyleri
90	Afet Risk Düzeyi (M1)	Ortalama (Y1)
80	Nüfus (M2)	Bireysel (Y2)
70	Afet Risk Düzeyi * Nüfus (M3)	
60		
50		
0		

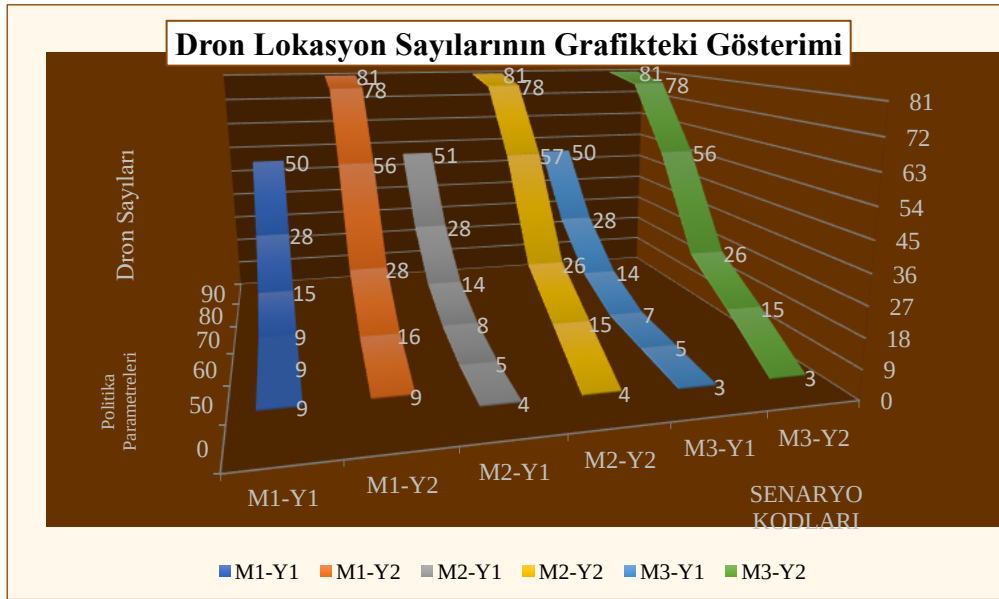
2.5.1. Senaryo Sonuçları

Aşağıdaki tabloda senaryo sonuçları özet olarak sunulmaktadır (Tablo 4). Senaryolar iki göstergeyle değerlendirilmektedir: karar sonrası belirlenen faydalanma düzeyi (FD) ve belirlenen lokasyon sayısı (LS).

Tablo 4. Senaryo sonuçları

Faydalanma Düzeyi Değişkenleri			Afet Risk Düzeyi (M1)		Nüfus (M2)		Afet Risk Düzeyi * Nüfus (M3)	
Politika Alt Sınır			Y1	Y2	Y1	Y2	Y1	Y2
Politika Parametreleri (PP)	90	FD-LS	90-50	100-81	90.1-51	100-81	90-50	100-81
	80	FD-LS	80.1-28	99.4-78	80-28	99.4-78	80.2-28	99.4-78
	70	FD-LS	70.1-15	92.3-56	70.1-14	92.5-57	70-14	92.2-56
	60	FD-LS	61.6-9	78-28	60-8	77.5-26	60-7	77.5-26
	50	FD-LS	53.9-9	69.2-16	50-5	67.6-15	50.1-5	67.8-15
	0	FD-LS	52.7-9	52.7-9	38.2-4	38.2-4	39.4-3	39.4-3
Özel Senaryolar	Y1:70, Y2:50	FD-LS	-	-	-	-	70.1-15	
	Uzman Görüşü, 70	FD-LS	84.30-47	95.40-66	-	-	70.1-14	92.5-57

Y1: Türkiye Ortalaması, Y2: İl Bazı Ortalaması; FD: Faydalanma Düzeyi, LS: Lokasyon Sayısı



Şekil 2. Dron lokasyon sayılarının grafikteki gösterimi

Lokasyon atama senaryoları, afet risk düzeyi değişkenine (M1) göre 14, nüfus değişkenine (M2) göre 12, afet risk düzeyi ve nüfus bileşkesi değişkenine (M3) göre 15 olmak üzere toplam 41 senaryoda gerçekleştirilmiştir. Karar vericinin lokasyon belirlemede afet risk düzeyi değişkenini dikkate aldığı senaryolar içerisinde en az lokasyon atayan senaryolar 35, 36, 23 ve 24. senaryolar (Ek 4, Ek 5) en çok lokasyon atayan ilk üç senaryo ise sırasıyla 2, 19 ve 31. senaryolardır (Ek 3, Ek 4, Ek 5).

Modele göre faydalanma düzeyi değişken fark etmeksizin her bir ilin dronlardan en az %90 düzeyinde faydalanması ancak her ili dron lokasyonu olarak belirlemekle mümkündür (Ek 3, Ek 4, Ek 5: 2, 19 ve 31. senaryolar). 81 ilin toplam ortalama fayda düzeyinin en az %90 düzeyinde gerçekleşebilmesi içinse 50 ilin dron lokasyonu olarak belirlenmesi gerekmektedir (Ek 3, Ek 4, Ek 5: 1, 13 ve 25. senaryolar).

Sonuçlar, faydalanma düzeyinin hesaplanmasında kullanılan değişkenler (afet risk düzeyi, nüfus) açısından kıyaslandığında sonuçların birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir. Bu durumun afet risk düzeyi ve nüfus değişkenleri arasındaki korelasyondan kaynaklandığı söylenebilir. Nüfus yoğunluğu, yerleşimlerin kırılganlığını artıran unsurlardan biridir. Mevcut tehlikeden olumsuz etkilenebilecek insan sayısının artışı afet riskinin de artışı anlamına gelir. Bu açıdan, kaydedilen afet olaylarının meydana geldiği yerlerin nüfus yoğunluğunun fazla olması oldukça anlaşılır bir durumdur. Her nüfus yoğunluğu fazla olan yerin afet riski yüksektir diyemsek de tehlikeye açık ve nüfus yoğunluğu fazla olan yerlerin afet riski yüksektir diyebiliriz.

Politika parametresinin (PP) 0 olması bir politika parametresi belirlenmediği anlamına gelmektedir. PP'nin 0 olarak belirlendiği senaryo sonuçları incelendiğinde;

- FD, M1 senaryosunda afet risk düzeyi verilerine göre hesaplandığından PP belirlenmese de modelin, toplam ortalama %50 üzerinde sağladığı görülmektedir. Bazı iller 0 (Sıfır) riskli ya da iller genel olarak düşük riskli olsaydı model %50'nin aşağısında bir çözüm önerebilirdi. Yani verilere, kısıt ve kriterlere göre herhangi bir politika parametresi belirlenmese de Türkiye'nin drondan faydalanma düzeyi ortalamasının en az %50 olması gerektiği söylenebilir.

- Model, Y1 senaryolarında da Y2 senaryolarında da aynı sayıda lokasyon önermektedir. Bu durum, referans bir parametre belirlenmediğinden ve model en az sayıda dron lokasyonu belirlemeye odaklı çalıştığından anlaşılır bir durumdur. Fakat bu senaryolar (Y1-Y2), M1 değişkenine göre çalıştığında model 9 lokasyon ile %53 civarında gerçekleşirken, M2 değişkenine göre %38, M3 değişkenine göre %39 civarında gerçekleşmektedir. M3 değişkeni M1 ve M2 değişkenlerinin çarpımıyla elde edilmiş bir değişkendir. PP'nin 0 olduğu M3 senaryolarının sonuçlarının M2 senaryo sonuçlarına daha yakın olduğu dikkat çekmektedir. Bu durumun, ölçeklendirilmemiş nüfus verisinden ve modelin afet risk verisinden etkilenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Politika alt sınırları açısından değerlendirildiğinde;

- Y1 senaryoları Türkiye'nin drondan faydalanma düzeyi ortalamasını, Y2 senaryoları ise il bazında belirlenen faydalanma düzeyi ortalamasını ifade etmektedir. Her iki politikanın karar vericiye sunduğu avantajların yanında ayrı ayrı zayıf yönlerinin olduğunu da söylemek mümkündür. Y1 senaryoları Türkiye ortalamasını önemseydiğinden, örneğin politika parametresi 70 olarak belirlenmişse, çözüm en az %70 düzeyinde gerçekleşmekte fakat ortalama odaklı olduğundan, bazı iller %70 ve/ya üstünde FD'ye sahip olabilirken bazı iller %70'ten daha düşük düzeyde bir FD'ye sahip olabilmektedir. Yani hedef parametreye ulaşabilmek için kriterler ve kısıtlar çerçevesinde bazı iller drondan daha az faydalanabilir olarak kabul edilmektedir.

- Aynı sebeple Y2 senaryolarında model, örneğin politika parametresi 70 olarak belirlenmişse, her ilin drondan en az %70 düzeyinde, bazı illerinse %70'in üzerinde faydalanabileceği bir çözüm sunmaktadır. Bu çözümse yalnızca çok sayıda lokasyon ile gerçekleşebilmektedir. Sonuç olarak probleme iyi bir çözüm sunsa da bu sonuç, karar vericinin bütçe planlaması için sağlanabilir bir çözüm olmayabileceğinden dezavantajlı olarak değerlendirilebilir.

İl bazında %80 üstü faydalanma düzeyi %99,4 oranı ile sağlanabilmektedir. Bu durumun FA'dan ve komşuya destek verememe-komşudan destek alamama kısıtından kaynaklandığı düşünülmektedir. İki saatlik gecikme FD'yi %76'ya düşürdüğünden, A ili birinci derece komşusundan destek alamadığı için en yakın ikinci derece komşusundan beslenebilmektedir. Türkiye'de iller arası mesafe ortalaması 9,4 saat olduğundan bir saatlik mesafede ikinci derece komşusu olan çok az il bulunmaktadır. %80 politika parametresi olduğundan model, iki ve daha fazla saatlik mesafedeki illere dron konumlandırmak zorunda kalmaktadır.

Benzer durum %70 PP'de de gözlenmektedir. Parametre en az %70 olarak belirlenmiş olsa da çözüm %92 civarında gerçekleşmektedir. Bu durum iller arası mesafelerden kaynaklanan gecikmelerin, esasen, müdahale sürecini, düşünüldüğünden çok olumsuz etkileyebileceğini göstermektedir. Daha açık bir ifadeyle müdahale sürecinde her geçen dakika can kaybı artmaktadır.

Y1 senaryolarında lokasyon sayısının artışıyla beraber FD'nin katlanarak artış gösterdiği dikkat çekmektedir. Buna mukabil Y2 senaryolarında lokasyon sayılarındaki büyük artışlara rağmen FD'nin artışta güçlük yaşadığı gözlenmiştir. Örneğin; 56 LS ile %92 düzeyinde FD sağlanırken, 78 LS ile %99,4'e ulaşabilmektedir.

Daha özel bir değerlendirme yapılacak olursa; M1-Y1 senaryolarının sonuçları ile M1-Y2 senaryolarının sonuçları arasında diğer sonuçlara göre 4 lokasyon daha fazla lokasyon olduğu görülmektedir. Bunun sebebi en yüksek afet risk düzeyine sahip birden fazla il olduğundan, belirlenecek lokasyon sayısının doğal olarak daha fazla sayıda belirlenmesidir. En yüksek nüfusa sahip il ise yalnızca İstanbul olduğundan daha az sayıda lokasyon, çözümü sağlamakta yeterli olabilmektedir.

Bu senaryolar haricinde uzman görüşlerine dayanan afet risk düzeyi verilerinin kullanıldığı ve hem Y1 hem Y2 kriterinin aynı anda çalıştırıldığı farklı 5 senaryo daha çalışılmıştır. 1. özel senaryo, Y1:70, Y2: 50 olacak şekilde M3 değişkeni ile çalıştırılmıştır. Bu özel senaryo M3-Y1-70 ve M3-Y1-50 senaryoları ile karşılaştırılmıştır. Bu senaryo iki alt sınırı aynı anda çalıştırma ve değerlendirme fırsatı sunması açısından önemlidir. 1. özel senaryo ve karşılaştırıldığı senaryolar incelendiğinde parametresi 70 olarak belirlenen senaryoların her ikisi de aynı sayıda lokasyon kullanmasına rağmen %70 kriterini sağlayabilmek için farklı iller lokasyon olarak atanmıştır. 2 ve 3. özel senaryolar uzman görüşüne göre belirlenen veriler ile çalıştırılmış senaryolardır. Lokasyon sayısı MGM verileri ile çalışan senaryolardan pek

farklılaşmamışsa da farklı lokasyonlar belirlenmiştir. Özel senaryolardan elde edilen sonuçlar, lokasyonların hedefleri sağlamadaki rolünü vurgulaması açısından önemlidir.

7, 9, 11 ve 12. senaryolarda model, aynı sayıda lokasyonun belirlendiği çözümler sunmuştur. Fakat burada dikkat çeken nokta, lokasyon sayısı aynı olmasına rağmen faydalanma düzeyi oranının farklılık göstermesidir. Haritalar incelendiğinde bu senaryolarda lokasyon olarak belirlenen illerin farklı olduğu görülmektedir. Yani lokasyon sayısı aynı olsa da yer seçimi oldukça büyük önem kazanmaktadır. Bu sonuç yer seçimlerinin rasyonel bir yöntemle yapılmasını vurgular niteliktedir.

Y1 senaryoları için, %80 FD ile %90 FD arasında 22 lokasyon fark vardır, yani ortalama fayda düzeyini %10 oranında artırabilmek için en az 22 lokasyon daha belirlemek gerekmektedir. Bu kapasiteyi geliştirmek noktasında iyi bir sonuç olsa da karar verici için maliyetli bir senaryo olabilir. 6. senaryoya göre 56 lokasyon ile her bir ilin FD ortalaması %92,3 oranında gerçekleşirken, 1. senaryoya göre 50 lokasyon ile genel FD ortalaması %90 civarında gerçekleşmiştir. Yani 6 lokasyon ile FD, daha iyi bir düzeyde gerçekleşmiştir.

Tablo 5. Dronların faydalanma düzeyine katkı oranları

Senaryolar	90	80	70	60	50	0
M1-Y1	%1.8	%2.9	%4.7	%6.8	%6.0	%5.9
M1-Y2	%1.2	%1.3	%1.6	%2.8	%4.3	%5.9
M2-Y1	%1.8	%2.9	%5.0	%7.5	%10.0	%9.6
M2-Y2	%1.2	%1.3	%1.6	%3.0	%4.5	%9.6
M3-Y1	%1.8	%2.9	%5.0	%8.6	%10.0	%13.1
M3-Y2	%1.2	%1.3	%1.6	%3.0	%4.5	%13.1

Kaynakları etkin kullanma yaklaşımını benimsemek isteyen bir karar verici, her bir lokasyonun ortalama fayda düzeyine katkılarını dikkate alabilir (Tablo 5). Bu bakış açısıyla M1-Y1 senaryolarında lokasyonların FD'ye katkı düzeyleri incelendiğinde;

- PP 60 olduğunda birim lokasyonun FD'ye %6.8,
- PP 50 olduğunda %6,
- PP 70 olduğundaysa ise düşerek %4.7 oranında fayda sağladığı gözlenmektedir.

Yani M1-Y1-60 senaryosundaki bir dron, M1-Y1-70 senaryosunda drona göre daha fazla fayda sağlamaktadır. Bu doğal bir sonuçtur; fakat M1-Y1-50 senaryosunda M1-Y1-60 senaryosu ile aynı sayıda lokasyon belirlendiği halde dronların sağladığı birim katkı daha düşüktür. Bu sonuçlar da lokasyon seçiminin önemini vurgular

niteliktedir. Bir drondan alınabilecek en yüksek verimi almak isteyen bir karar vericinin bu sonuçları dikkate alması önerilebilir.

Çalışılan senaryo sonuçlarının harita gösterimi Ek 3, Ek 4, Ek 5 ve Ek 6'da verilmiştir. Haritalar [*politika parametresi x düzeyin belirlenme kriteri (M1-M2-M3) x politika sınırı (Y1-Y2)*] denklemine göre sunulmuştur.

2.6. Sonuç ve Değerlendirme

Dirençlilik afet yönetim sisteminin son yıllarda esas olarak odaklandığı bir olgudur. Tehlikelerin varlığı ve büyüklükleri kimi zaman önlenemez olsa da afet direncinin yüksek olması bu konudaki endişeleri azaltmaktadır. Tehlikelerin tümü ortadan kaldırılamayabilir; fakat topyekûn bir kapasite güçlendirmesiyle toplulukların afetlere dirençliliği artırılarak olayların afete dönüşme ihtimali düşürülebilir, afete dönüşen bir olayda ise kayıpların en az düzeyde olması sağlanabilir.

Afet yönetiminin tüm aşamalarında kurumsal hazırlıklar oldukça büyük önem taşımaktadır. Bir olayın meydana gelmesinden hemen sonraki sürece dair hazırlık, süreçlerin başarısını artırır, kayıpları azaltır, hasarları hafifletir. Bilhassa acil durum örgütlerinin müdahale kapasitesinin güçlü olması olaya hızlı yanıt vermeyi ve toplumun etkilerden en az düzeyde etkilenmesini sağlar. Bu örgütlerin personel kapasitesinin yeterli olması, güçlü yapılarının ve mevzuatlarının olmasının yanında iyi düzeyde bir donanım da sahip olmaları gerekir. Son yıllarda bu noktada teknolojinin gelişmesi ve yaygınlaşmasıyla insansız hava araçları ideal araçlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Hızlı etki değerlendirmesi, olayın düzeyinin belirlenmesi, ihtiyaç analizinin yapılması, taleplerin sağlanması gibi çalışmalarda insansız hava araçlarından olan dronlar şu an eşsiz olarak görülmektedir. Bu doğrultuda bu çalışmada optimum dron lokasyonu belirleme problemi, Türkiye'nin 81 iline yönelik olarak; afet risk düzeyi, illerin nüfusu, iller arası mesafe gibi kriterler dikkate alınarak modellenmiş ve 41 senaryo analiz edilmiştir. Çalışmanın sonuçları şu şekilde özetlenebilir:

- Modelin afet risk düzeyi verisine oldukça hassas olduğu görülmüştür. Çalışmada bu kriterin verisi 2020 yılı meteorolojik tehlikelerden kaynaklanan afet sayıları verileri ile sağlanmıştır. Ancak 2020 yılında meydana gelen bu olayların afet olarak tanımlanma kriterleri ve veri toplama sürecinin nasıl yürütüldüğü bilinmemektedir. Sunulan matematiksel model farklı veriler ile çalışmaya uygun bir modeldir, o nedenle karar vericilere mevcut durumu amaçlar doğrultusunda doğru temsil eden verilerle çalışmaları önerilebilir.

- Kapasiteyi bir anda en ideal seviyeye taşımak mümkün olmayabilir, o nedenle politikacının önce Türkiye'nin drondan faydalanma düzeyi ortalamasını aşamalı olarak yükseltmesi, daha sonra il bazında iyileştirmeye odaklanması önerilebilir. Karar vericiler bu kararı, deneyim vb. gibi kişisel algılarla verirken çoğunlukla afet risk düzeyi yüksek olan illere odaklanmakta, genel fayda düzeyini ikinci plana atmaktadır. Bu da afetlere daha az sıklıkta maruz kalan illerin olası bir afetten büyük yıkımlarla çıkmasıyla sonuçlanabilmektedir. Afet yönetiminin en büyük zorluğu belirsizliktir ve bu tür otomasyonlar belirsizliği mümkün olan en az seviyeye indirme konusunda etkilidir.

- Karar verici her ilin dron gerektirecek afet risk düzeyini eşit olarak değerlendiriyorsa M2 senaryolarını kullanmalıdır. Dronlar yalnızca sel, deprem, heyelan gibi doğal tehlikelerden kaynaklanan olaylarda değil; kimyasal, biyolojik, radyolojik, nükleer kazalar, büyük çapta ulaşım kazaları, ulaşımı zor alanlardaki kurtarma çalışmaları gibi olaylarda da iyi bir çözüm sunduğundan M2 senaryolarının karar vericiye bu yöndeki ihtiyaca yönelik ideal bir yaklaşım sunduğu söylenebilir.

- Farklı olarak, İstanbul gibi hem nüfus yoğunluğu çok fazla hem de birçok tehlikeye açık illerin diğer iller ile eşit olarak değerlendirilmesi M2 senaryolarının yetersiz kalan yönüdür. Bu ihtiyacı ise M3 senaryoları karşılamaktadır. Ancak afet risk düzeyinin alt sınır olarak değerlendirildiği M1 ve M3 senaryolarının bu verilerden oldukça hassas düzeyde etkilendiği görülmüştür. Dolayısıyla afet risk düzeyi verilerinin illeri doğru temsil ettiğinden emin olunmalıdır.

- Politika alt sınırlarını belirleyen M1, M2 ve M3 kriterleri senaryolarda büyük farklılıklara yol açmamaktadır. Bu durum, illerin afet risk düzeyi ile nüfus yoğunluğunun doğru orantılı olabileceğini düşündürmektedir. Senaryoda kullanılan afet verileri meteoroloji kaynaklı tehlikelerden kaynaklanan afet sayılarıdır; bu bağlamda nüfus yoğunluğunun fazla olduğu illerin, bu tür olaylar karşısında alt ve üst yapısının ve hazırlık ve müdahale kapasitesinin yetersiz kaldığı söylenebilir.

- Kaynakları etkin kullanmak isteyen bir karar verici dronların en uygun yerleşim yerlerini dikkate alabilir.

3. İLLERİN SAĞLIK SUNUM POTANSİYELİNİN AFETE MÜDAHALE (İLK 72 SAAT) PERSPEKTİFİNDEN GÖRECELİ DEĞERLENDİRİLMESİ

3.1. Giriş

Afetlerin görülme sıklığının dünya genelinde istikrarlı bir şekilde arttığı, zarar görebilirlik düzeyi değişkenlik gösterse de hiçbir ülkenin afetlere karşı güvenli olmadığı bilinen bir gerçektir (Smet, Lagadec ve Leysen, 2012). Sıklığıyla beraber çeşitliliği ve yıkıcılığı gittikçe artan bu olaylar, can, mal ve çevre üzerindeki yıkıcı etkileri nedeniyle sağlık hizmetlerinin işleyişinde çeşitli sorunlara neden olmaktadır (Ortiz-Barrios, Gül, Lopez-Meza, Yücesan ve Navarro-Jimenez, 2020).

Sağlık hizmeti, afet ve acil durumlara müdahalenin ana unsurlarından biridir. Sağlık sistemlerinin afet ve acil durumlarda da erişilebilir durumda olması ve maksimum kapasitede çalışması beklenmektedir (Munasinghe ve Matsui, 2019). Bu ihtiyacı etkin bir şekilde karşılayabilmek dikkatli bir hazırlık gerektirir. Halihazırda iyi bir planlama ve güçlü bir kapasiteye sahip olmayan sağlık sistemleri ise bu talep karşısında tam anlamıyla kaotik bir sürece girmiş olur. Mevcut çalışmalar sağlık sistemlerinin kapasitelerinin afetler ile başa çıkmada yetersiz olduğunu göstermektedir (Phalkey, Dash, Mukhopadhyay, Runge-Ranzinger ve Marx, 2012; Jahangiri, Izadkhah ve Lari, 2014; Al-Shareef vd., 2016; Kaji ve Lewis, 2008; Edwards, Kang ve Silenas, 2008; Aladhrai vd., 2015; Munasinghe ve Matsui, 2019; Gül ve Güneri, 2015). Afetler var oldukça bu olayların sağlık sistemleri üzerinde yarattığı gereksinim de varlığını koruyacaktır. Sağlık sistemleri üzerindeki bu olumsuz etkiyi sıfıra indirmek mümkün değilse de mümkün olan en iyi şartları sağlamak, durumdan az kayıpla çıkmayı sağlar. Sistemler bu tür ihtiyaçların ve kaynakların yönetiminde en az çabayla en fazla faydayı elde etmeye odaklanır. Bu çaba, afet yönetiminde triyaj olarak da ifade edilebilir.

Afetlerden en az zararla kurtulabilmenin yolu sürekli durum tespiti, iyileşme ve gelişme ile mümkündür. Bu sürecin ana bileşenlerinden biri ise, sağlık sistemlerinin afetlere hazırlık durumlarını ve müdahale kapasitelerini değerlendirmektir. Hastane yatak, laboratuvar, sağlık personeli, ambulans sayısı, bu kaynakların hizmet verebileceği nüfus, yatak doluluk oranına dair bilgiler afetlere müdahale kapasitesine dair fikir veren parametrelerdir. Sağlık hizmeti sunucuları bu amaçla, bu kalemlerdeki kapasitelerini artırmaya ve müdahale becerilerini geliştirmeye odaklanır. Sağlık sistemlerinin kaynaklarını hangi alana yöneltmesi gerektiğine karar verebilmesi içinse

mevcut durumu, ihtiyaçları, sistemin zayıf ve güçlü yönlerini değerlendirmesi gerekir. Sağlık sistemlerinin performans değerlendirmesi ve değerlendirme sonuçlarına göre çabaların odaklanacağı alanların belirlenmesi ile ilgili birçok çalışma mevcuttur.

Sağlık sistemlerinin afetlere hazırlıklı olması ve özellikle ilk 72 saatteki kritik önemi göz önünde bulundurularak bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin 81 ilinin afetlerde sunulacak potansiyel sağlık hizmetleri kapasitesini göreceli olarak değerlendirmektir. Bu amaçla illerin 2012-2019 yılları arasındaki nüfus, yatak doluluk oranı, yatak, personel ve ambulans sayıları Veri Zarflama Analizi ve Malmquist- Toplam Faktör Verimlilik Endeksi yöntemiyle ile analiz edilmiştir. Analizle, illerin etkinlik düzeyleri, rol modelleri ve hedef değerleri değerlendirilmiştir. Bölüm, sağlık sistemlerinin değerlendirilmesi ve afet yönetimi alanında VZA kullanımı ile ilgili alanyazın, kullanılan teknikler, analiz sonuçları ve sonuç-değerlendirme kısımlarından oluşmaktadır.

3.2. Alanyazın

Çalışma ile ilgili literatür, afet yönetimi alanı, sağlık hizmetleri alanı ve afet yönetimi-sağlık hizmetleri arakesiti olmak üzere üç kısımda sunulmuştur.

Afet yönetimi alanında VZA; afet lojistik depolarının konumsal açıdan verimliliğinin (Wang, Xu, Zhang ve Zhou, 2020), doğa kaynaklı afetlere karşı bölgesel kırılganlığın (Huang, Liu, Ma ve Su, 2013; Wei, Fan, Lu ve Tsai, 2004) yerleşim yerlerinin depremlere karşı dirençliliğinin (Liu, Wei, Xu ve Ouyang, 2018; stn, 2016), arama-kurtarma çalışmalarının verimliliğinin (Liu, Sheu, Zhao, Chen ve Zhang, 2020), belediyelerin enkaz atıklarını yönetme performansının (Sasao, 2016), tahliye süreçlerinin performansının (Restrepo, Triantis, Trainor, Murray-Tuite ve Edara, 2016; Russo ve Rindone, 2012), acil durum yönetim sistemlerinin performansının (Pan ve Li, 2010) değerlendirilmesi gibi çalışmalarda kullanılan bir tekniktir.

Sağlık sistemleri, Veri Zarflama Analizinin başlıca kullanım alanlarından biridir. Sağlık hizmetlerinde ülkelerin ve bölgelerin sağlık sistemlerinin acil servislerin verimliliklerinin değerlendirilmesinde, performansa göre sıralamada ve kapasitelerinin planlanmasında (Hofmarcher, Paterson ve Riedel, 2002; Sendek, Svitalkova ve Angelovicova, 2015; Hu, Qi ve Yang, 2012; nen ve Sayın, 2018; Ersoy, Kavuncubaşı, zcan ve Harris II, 1997; Allin, Veillard, Wang ve Grignon, 2015), performans iyileştirme çalışmalarında (Al-Refaie, Fouad, Li ve Shurrab, 2014), sağlık alanının spesifik konularını ele almada (Nepomuceno, Silva, Nepomuceno ve Isloana, 2020)

halihazırda sıkça kullanılmakta ve kullanma eğilimi devam etmektedir (Kohl, Schoenfelder, Fügner ve Bronner, 2019).

Sağlık sistemlerinin afetlere hazırlığının değerlendirilmesi, birçok araştırmaya konu olmuş ve çeşitli teknik ve yaklaşımlarla ele alınmıştır (Ortiz-Barrios, Gül, Lopez-Meza, Yücesan ve Navarro-Jimenez, 2020; Hosseini, Bahadori, Raadabadi ve Ravangard, 2019; Mahdaviazad ve Abdolahi, 2013; Top, Gider ve Taş, 2010; Munasinghe ve Matsui, 2019; Saeid vd., 2019). VZA'nın sağlık hizmetleri alanının çeşitli konularında daha yoğun olmak üzere afet yönetimi alanında da kullanılmaktadır. Afet yönetimini sağlık hizmetlerinden bağımsız düşünmek mümkün değildir. Zira afetlerde sağlık hizmeti en ön planda olan unsurdur. Bu bağlamda afet yönetimi-sağlık hizmetleri arakesitinde VZA'nın kullanıldığı çalışmalara değinmek yerinde olacaktır.

Franklin Liu, Teng ve Lai (2011), Tayvan'da hizmet veren 82 hastanenin afetlere hazırlık durumlarının ve geçici barınaklarının performansını olanaklar, personel ve afet planı olmak üzere üç ana faktörle değerlendirmiştir. Değerlendirme için referans alt sınır belirlemiş, hastanelerin bu sınırın yukarısında bir değer alması gerektiğini önermiştir. Referans sınıra göre hastaneleri “niteliksiz, nitelikli, model hastane, en iyi performansa sahip model hastane” olmak üzere dört kategoride incelemiş ve niteliksiz hastanelerin nitelikli düzeye, nitelikli hastanelerin daha nitelikli düzeye ulaşabilmesi için odaklanmaları gereken alanları vurgulamıştır.

Liu vd. (2015), yıkıcı depremlerden sonra etkilenen bölgelerde görevlendirilen ilk medikal müdahale ekiplerinin performans değerlendirmelerini ve kaynakları etkin kullanma durumlarını değerlendirirken personel ve yatak sayısını girdi, tedavi gören yaralı sayısı ve depremle ilişkili olmayan tıbbi sorunlar nedeniyle tedavi gören hasta sayısını çıktı olarak belirlemiştir.

Korkut Üstün ve Barbarasoğlu (2015), 1999 Marmara ve Düzce Depremlerinde yardım faaliyeti gösteren acil yardım kuruluşlarının göreceli etkinliğini değerlendirmede “arama-kurtarma, sağlık hizmeti, temel ihtiyaçlar ve altyapı-rehabilitasyon-enkaz kaldırma” olmak üzere dört kategori belirlemiş, sağlık hizmeti sunan kuruluşların etkinliğini değerlendirirken personel ve ekipmanı girdi, altyapı ve enkazı çıktı olarak ele almıştır.

Bull Torres (2012), kitlesel yaralanmalarda hizmet sunacak hastane ağının verimliliğini değerlendirmek için biri VZA olmak üzere üç farklı tekniğin art arda kullanıldığı bir yaklaşım sunmuştur. İki optimizasyon modelinin etkinliğinin değerlendirildiği bu çalışmada, yatak sayısı, hastane sayısı, afet bölgesi ve hastane

arasındaki mesafe ve acil serviste ortalama bekleme süresi girdi; 40 milden daha kısa mesafedeki alanda hayatta kalanların sayısı çıktı olarak ele alınmıştır.

Florida’da hizmet veren hastanelerin büyük bir kasırga afetine yönelik kapasitesinin VZA ile değerlendirildiği bir çalışmada girdiler; yatak sayısı, personel sayısı, toplam tıbbi bakım saati ve çeşitli birimlerin yatak ve personel sayısı; çıktılar, toplam yatış günü sayısı, kardiyoloji, cerrahi ve çocuk yoğun bakım servisi yatış günü sayısı ve vaka indeksi olarak belirlenmiştir (Valdmanis, Bernet ve Moises, 2010). Çalışmamız girdi ve çıktılar noktasında değilse de sağlık sistemlerinin afetlerde hizmet verme potansiyelinin değerlendirilmesi motivasyonu bakımından bu çalışmayla kısmen benzerlik göstermektedir.

3.3. Yöntem

Bu bölümde, verilerin analizinde kullanılan Veri Zarflama Analizi ve Malmquist-Toplam Faktör Verimlilik Endeksi teknikleri ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

3.3.1. Veri Zarflama Analizi

Günümüzde yalnızca bir girdi ve bir çıktıya sahip hizmet süreçlerinden bahsetmek pek mümkün değildir (Öztürk, 2014). Birden fazla girdi ve çıktıya sahip bu süreçler değerlendirilirken ilgili bütün girdi ve çıktıların göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Yöneticiler içinse birçok girdi ve elde edilen çıktıları eş zamanlı değerlendirerek hangi birimin etkinliğinin düşük olduğunu belirlemek oldukça güçtür (Oruç, 2008). Bunu sağlayan en iyi araçlardan biri, Farrell (1957)’in etkinlik ölçüm yöntemine dayanan ve literatüre Charnes, Cooper ve Rhodes (1978) tarafından kazandırılan Veri Zarflama Analizi (VZA)’dır. VZA, “görelî etkinlik değerlendirmesi” kavramını kullanan bir sistem analiz yöntemidir (Wang, Xu, Zhang ve Zhou, 2020). Daha açık bir tanımla VZA, benzer türde (çoklu) çıktılar üretmek için benzer türde (çoklu) girdileri kullanan karar verme birimlerinin (KVB) görelî verimliliğini değerlendirmek için oluşturulmuş, doğrusal programlama tabanlı, parametrik olmayan bir metodolojidir (Golany ve Yu, 1997). VZA’da temel varsayım, tüm KVB’lerin benzer stratejik hedeflere sahip olması ve aynı tür girdi kullanıp aynı tür çıktı üretmesidir (Yıldız, 2006).

VZA uygulama süreci 5 temel adımdan oluşmaktadır:

- Karar verme birimlerinin seçilmesi
- Girdi ve çıktıların seçimi

- Modelin seçimi
- Görelî etkinliğin ölçülmesi
- Sonuçların değerlendirilmesi

Yöntemde KVB olarak adlandırılan, analiz edilen nesnenin (j) etkinliği (E), çıktıların ağırlıklı toplamının girdilerin ağırlıklı toplamına bölümü olarak tanımlanabilir (Nazarko ve Šaparauskas, 2014). Ağırlıkların doğrusal programlama ile belirlenmesinde KVB ağırlıklarının pozitif olması ve etkinlik skorunun 1’den fazla olmaması olmak üzere iki kısıt kullanılır. Amaç fonksiyonu, KVB’nin etkinlik skorunu maksimum yapacak v ve u ağırlıklarını bulmaya çalışır. Böylece etkinlik skoru 1 ile 0 arasında bir değeri alabilecek şekilde sınırlandırılmış olur. Sonuçta etkinlik değeri 1 olan KVB’ler etkin, 1’den küçük olanlar etkin olmayan KVB olarak tanımlanır, referans küme belirlenir. Sonuç olarak VZA, etkinlik sonuçlarının yanında etkin olmayan KVB’lerin etkin olmama nedenleri ve oranlarına ve bu illerin etkin olabilmeleri için ulaşmaları gereken hedeflere dair bilgi de verir.

Amaç Fonksiyonu

$$E_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_{rj} y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij}}, \quad (12)$$

y_{rj} – karar verme birimi (j) tarafından üretilen r , çıktı;

x_{ij} – karar verme birimi (j) tarafından üretilen i , girdi;

u_{rj} – karar verme birimi tarafından çıktıya (y_{rj}) verilen ağırlık;

v_{ij} – karar verme birimi tarafından girdiye (x_{ij}) verilen ağırlık;

$r = 1, 2, \dots, s$ – üretilen çıktı sayısı;

$i = 1, 2, \dots, m$ – kullanılan girdi sayısı;

$j = 1, 2, \dots, n$ – karar verme birimi sayısı.

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij}} \leq 1 \quad ; \quad j = 1, \dots, n \quad (13)$$

$$u_r, v_i \geq 0$$

$$r=1, \dots, s$$

$$i=1, \dots, m$$

VZA'nın karmaşık ve çok boyutlu bir sürece sahip olan sağlık hizmetleri sunumunun verimliliğini değerlendirmek için uygun olduğu ve sağlıkta verimlilik ölçümü için etkili ve çok yönlü bir araç olduğu kanıtlanmıştır (Liu vd., 2015). VZA modeli seçilirken öncelikle yöntemin girdiye mi yönelik çıktıya mı yönelik kullanılacağına tanımlanması gerekir. Ahlaki açıdan bakıldığında, sağlık sistemlerinin temel amacı, girdileri ve maliyetleri azaltmak değil, çıktıları artırmaya odaklanmak olmalıdır (Stefko, Gavurova ve Kocisova, 2018). Öncelikli hedef insan hayatını kurtarmak, sağlığı geliştirmek olduğundan literatür araştırmasına dayanarak bu çalışmada çıktı odaklı bir model kullanılmıştır.

3.3.2. Malmquist- Toplam Faktör Verimlilik Endeksi

VZA, KVB'lerin etkinlik ölçümünde yalnızca bir dönemi ele alabilen bir yöntemdir. KVB etkinliklerinin zaman içindeki değişimleri VZA ile ölçülemediğinden, zaman içerisindeki değişim VZA'ya dayanan Malmquist- Toplam Faktör Verimlilik Endeksi (MTFV) ile ele alınabilmektedir. MTFV, her bir veri noktasının ortak bir teknolojiye olan uzaklıklarının oranlarını hesaplayarak farklı zamana ait iki veri noktası arasındaki toplam faktör verimliliğindeki değişimi ölçer (Günay, Dulupçu ve Oruç, 2017). Bu ölçüm için “uzaklık fonksiyonu” kullanılmaktadır.

Çıktıya göre uzaklık fonksiyonu Eşitlik 14'teki gibi tanımlanır (Akhisar ve Tezergil, 2014).

$$d(x, y) = \min \{\delta: (y/\delta) \in S\} \quad (14)$$

Uzaklık fonksiyonu $d(x,y)$.

y vektörü S sınırı üzerinde ise $=1$;

y vektörü S içindeki teknik etkin olmayan bir noktayı tanımlıyorsa >1 ;

y vektörü S dışındaki mümkün olmayan bir noktayı tanımlıyorsa <1 değerini alır.

Esas alınan s dönemi ve izleyen t dönemi arasındaki çıktıya göre MTFV, “uzaklık fonksiyonu” ekseninde Eşitlik 15 ile hesaplanır.

$$m(Y_s, X_s, Y_t, X_t) = \sqrt{\left[\frac{d^s(Y_t, X_t)}{d^s(Y_s, X_s)} \times \frac{d^t(Y_t, X_t)}{d^t(Y_s, X_s)} \right]} \quad (15)$$

Eşitlik 15’te $d^s(X_t, Y_t)$, t dönemi gözleminin $s(t=s+1)$ dönemi teknolojisinden olan uzaklığını ifade eder. Burada $m(Y_s, X_s, Y_t, X_t)$ fonksiyonunun değerinin 1’den büyük olması MTFV’de s döneminden t dönemine büyüme olduğunu, 1’den az olması ise aynı dönemler dikkate alındığında MTFV’de azalma olduğunu gösterir.

Dolayısıyla yukarıdaki eşitlik, Eşitlik 16’daki gibi yazılabilir:

$$m(Y_s, X_s, Y_t, X_t) = \frac{d^t(Y_t, X_t)}{d^s(Y_s, X_s)} \sqrt{\left[\frac{d^s(Y_t, X_t)}{d^s(Y_s, X_s)} \times \frac{d^t(Y_t, X_t)}{d^t(Y_s, X_s)} \right]} \quad (16)$$

Eşitlik 16’nın sağ tarafındaki ilk terim, s dönemi ve t dönemi arasındaki toplam teknik etkinlik değişimini (TED); parantez içindeki ifade ise teknik değişimim (TD) ifade eder ve $m(Y_s, X_s, Y_t, X_t) = (TED) \times (TD)$ ’dir.

3.4. Uygulama

Bu çalışmada; Türkiye’de 2012–2019 döneminde afetlerde sağlık hizmeti sunacak 81 ilin yatak sayısı, sağlık personeli sayısı, yatak doluluk oranı, 112 ambulans sayısı ve nüfus değişkenleri ekseninde toplam faktör verimlilik değişimleri ve bu değişimin nedenleri MTFV ile incelenmiştir.

Endeksin oluşturulması için gerekli olan “teknolojik değişim, tam teknik etkinlik ve ölçek etkinlik değişim değerleri” hesaplanarak, illerin kendilerine uygun ölçekte faaliyet gösterip göstermedikleri, aynı girdiyle üretilen çıktı miktarlarındaki değişimin yönü ve yönetsel etkinlikler de belirlenerek illerin gelecek ile ilgili stratejilerinin oluşturulmasında belirleyici sonuçlar elde edilmiştir.

İllerin afetlerde sağlık hizmeti sunum potansiyelinin göreceli değerlendirilmesinde;

- Hangi iller etkindir?
- Hangi iller etkin değildir?

- Etkin olmayan illerin etkin referans (rol model) illeri hangileridir?
- İller performans artırmak için hangi hedeflere yönelmelidir? sorularına cevap aranmıştır.

3.4.1. Değişkenler ve Verinin Tanıtılması

Çalışmada girdi ve çıktı verileri Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı Sağlık İstatistikleri Yıllıkları (2021)'ndan elde edilmiştir. Girdi ve çıktı değişkenleri belirlenirken benzer çalışmalarda yaygın olarak kullanılan değişkenlerden yararlanılmıştır (Tablo 6). Seçilen girdi ve çıktı değişkenleri ve seçilme nedenleri Tablo 7'de belirtilmiştir.

Tablo 6. Literatürdeki benzer çalışmalarda kullanılan girdi-çıktılar

Araştırmacı	Girdi	Çıktı
Stefko, Gavurova ve Kocisova (2018)	• Yatak Sayısı • Sağlık Personeli Sayısı • BT cihazı Sayısı • MR Cihazı Sayısı • Tüm Tıbbi Cihaz ve Ekipmanların Sayısı	• Yatak Doluluk Oranı • Ortalama Hizmet Süresi
Varabyova ve Schreyögg (2013)	• Yatak Sayısı • Toplam İstihdam Sayısı • Doktor Sayısı • Hemşire ve Ebe Sayısı	• Vaka Tanılarına Göre Taburculuk Oranları • Hastane içi Ölü Oranı
Magnussen (1996)	• Doktor ve Hemşire Sayısı • Diğer Personel Sayısı • Yatak Sayısı	• Hasta Sayısı • Hizmet Günü Sayısı • Yatış Sayısı •
Parkin ve Hollingsworth (1997)	• Ortalama Personel Yatak Sayısı • Toplam Hemşire Sayısı • Toplam İdari Personel Sayısı • Doktor ve Diş Hekimi Sayısı • İlaç Tedarik Maliyeti • Sermaye	• Taburcu Sayısı • Müdahale Edilen Kaza ve Acil Durum Sayısı • Poliklinik Hasta Sayısı • Kadın-Doğum Servisinden Taburcu Olanların Sayısı • Diğer Taburcu Sayıları
Kocisova, Hass-Symotiuk ve Kludacz-Alessandri (2018)	• Yatış Süresi • Ortalama Günlük Tedavi Giderleri	• Yatak Başına Yıllık Ortalama Hasta Sayısı • Doktor Başına Net Kar • Akredite hastanelerin tüm hastane sayısı içindeki Oranı
De Nicola, Gitto ve Mancuso (2011)	• Yatak Sayısı • Doktor Sayısı • Hemşire Sayısı	• Toplam Hasta Sayısı • Yatan Hasta Sayısı
Kang, Nembhard, DeFlitch ve Paspupaty (2017)	• Yatak Sayısı • Doktorların Çalışma Süresi • Hemşirelerin Çalışma Süresi	• Günlük Hasta Sayısı • Taburcu Edilen Hasta Sayısı • Acil Serviste Çekilen EKG Sayısı

Tablo 7. Seçilen girdi ve çıktı değişkenleri

Girdi Değişkenleri	
Nüfus ,	bir ile kayıtlı insan sayısını ifade eder. Afet yönetimi açısından nüfus yoğunluğu afet riskini artıran bir unsurdur. Yoğun nüfuslu bir bölgede meydana gelen olaylardan daha fazla sayıda insanın etkileneceği ve bu durumun afetin büyüklüğünü artıracığı varsayılır. Bu nedenle afet yönetiminde, nüfus yoğunluğunun az olması veya dağılımının dengeli olması istenilen bir durumdur.
Yatak doluluk oranı ,	hastanelerin hizmet kapasitelerine dair fikir veren bir göstergedir ve kullanılan yatak sayılarının tüm yatak sayısına oranını ifade eder. Sağlık sistemlerinin yatak doluluk oranı ile ilgili beklentisi; rutinde, kaynakları etkin kullanmak adına yüksek olması yönündeyken, afetlerde düşük olması yönündedir. Çünkü yatak doluluk oranı ne kadar düşük olursa hastanenin afetlerde verebileceği hizmet düzeyi o kadar yüksek olacaktır.
Çıktı Değişkenleri	
Yatak sayısı ,	hastanenin büyüklüğünü yansıtan bir göstergedir. Yatak sayısı, hastanelerin hizmet sunabilme kapasitesini gösteren ve sağlık sistemlerini karşılaştırmada en yaygın kullanılan göstergelerden biridir. Afetlerde sağlık sistemleri yoğun bir taleple karşılaşır. Normalden çok daha fazla sayıda insan tedaviye ihtiyaç duyar. Bu nedenle yatak sayısının fazla olması afet yönetimi açısından istenilen bir durumdur.
Sağlık personeli sayısı ;	doktor, diş hekimi, eczacı, hemşire, ebe, laboratuvar teknisyeni, asistan, teknisyen ve diğer sağlık çalışanlarının sayılarının toplamı olmak üzere, toplam sağlık çalışanı sayısını ifade eder. Afetlerde daha fazla sayıda insan kurtarabilmenin ve sağlığı iyileştirmenin başlıca unsurudur. Bu olaylara müdahalede sağlık personeli sayısının fazla olması istenilen bir durumdur.
Ambulans sayısı ,	afet ve acil durumlarda ilk profesyonel medikal müdahaleyi yapacak ekip sayısını gösterir. Acil müdahale sürecinin en kritik unsurudur. Ambulans sayısının yeterli olması gecikmelerden ötürü yaşanacak kayıpları azaltacaktır. Yüksek sayıda olması afet yönetimi açısından istenilen bir durumdur.

İllerin afetlerde sağlık hizmeti sunum kapasitelerinin göreceli değerlendirilmesi amacıyla çalışmada girdileri, illerin nüfus ve yatak doluluk oranları; çıktıları, yatak, sağlık personeli ve 112 ambulans sayısı olan VZA modeli, ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında çıktı yönelimli olarak çalıştırılmıştır. 81 ilin girdi ve çıktı değişkenlerine ait değerler Tablo 8’de gösterilmektedir. Veri setinin tamamı Ek 1’de bulunmaktadır.

Tablo 8. 2019 yılına ait veri seti

Karar Birimleri	Verme	Girdiler			Çıktılar	
		Toplam Nüfus	Yatak Doluluk Oranı (%)	Yatak Sayısı	Toplam Sağlık Personeli	112 Ambulans Sayısı
Adana		2237940	77,3	7137	18183	95
Adıyaman		626465	71,5	1351	4700	47
Afyonkarahisar		729483	57,7	2185	5675	65
.		.	.	.	.	.
.		.	.	.	.	.
.		.	.	.	.	.
Kilis		142490	88,7	321	1367	46
Osmaniye		538759	71	1295	4064	46
Düzce		392166	69,7	793	2745	38

*Veri setinin tümünü içeren tablo Ek 1’de bulunmaktadır.

3.5. İllerin 2019 Yılı VZA Sonuçlarının Değerlendirmesi

Aşağıdaki tabloda analiz sonucunda elde edilen illere ait VRS, CRS, ölçek etkinlik ve ölçeğe göre getiri durumları gösterilmektedir. VRS sonuçları incelendiğinde 11 ilin (Ankara, Bolu, Edirne, Elâzığ, Erzurum, Isparta, İstanbul, Sivas, Tunceli, Bayburt, Ardahan) saf etkin olduğu, bu illerden Bayburt dışındakilerin CRS sonuçlarında da etkin oldukları görülmektedir. İllerin nüfus ve yatak doluluk oranı değerlerine göre sahip oldukları yatak, personel ve ambulans sayılarının etkin olan iller için göreceli olarak yeterli olduğu, etkin olmayan iller için ise göreceli olarak yetersiz olduğu sonucuna varılabilir. Bu durumda etkin olmayan illerin girdilerini azaltmaları yani nüfus ve yatak doluluk oranı değerlerini düşürmeleri önerilebilir. Ancak bu öneri, girdi değişkenlerinin kontrolünün karar vericide olmaması nedeniyle anlamsızdır. Bunun yerine karar vericinin kontrol edebileceği yatak, sağlık personeli ve ambulans sayılarının artırılması önerilebilir.

Yatak doluluk oranının kontrol edilebilir bir değişken olduğu varsayılırsa bu değerin azaltılması da öneri olarak sunulabilir. Bu varsayım sağlık hizmeti sunum planlamasını kapsayan sağlık yönetimi bakış açısıyla çelişir. Çünkü sağlık yönetimi perspektifinden yatak doluluk oranı fayda yönlü etkinlik ölçüm değişkenidir. Yani bu oranın yüksek olması veya politika dahilinde belirli aralıkta olması beklenir. Bu durumda tüm illerde olmasa bile afet riskinin yüksek olduğu illerde ve özellikle mevsimsel olarak riskin arttığı dönemlerde yatak doluluk oranının düşürülmesi politikası afet sonrası sağlık hizmet sunum kapasitesini destekleyebilir.

Ölçek etkinlik sonuçları (Tablo 9) incelendiğinde çoğu ilin yüksek etkinlik değerine sahip olduğu görülmektedir. Sonuçlar $CRS = VRS \times \text{Ölçek Etkinlik}$ formülü hatırlanarak değerlendirilirse, illerin etkinsizlikleri uygun ölçekte hizmet vermemeleri nedeniyle değil girdilerine uygun miktarda çıktıya sahip olmamalarıyla açıklanabilir. Bu açıklama kaynak tahsis politikasında afet riskinin dikkate alınması gerektiği önerisini beraberinde getirir. Bu önerinin afet haricinde atıl kapasiteye neden olacağı göz ardı edilmemelidir.

Ölçeğe göre getiriler incelendiğinde illerin çoğunun ölçeğe göre azalan getiri (drs) durumunda olduğu görülür. Antalya, Eskişehir, Trabzon, Zonguldak, Bayburt, Kırıkkale illerinin ise ölçeğe göre artan getiri (irs) durumunda olduğu görülmektedir. Ölçeğe göre azalan getiri, girdilerdeki artışa nazaran daha düşük miktarda çıktı artışının gerçekleştiği durumu ifade eder. Ölçeğe göre artan getiri ise tam tersi durumu ifade eder. Ölçeğe göre getiri durumunu; kontrol edilebilir olan yatak, sağlık personeli ve ambulans sayıları

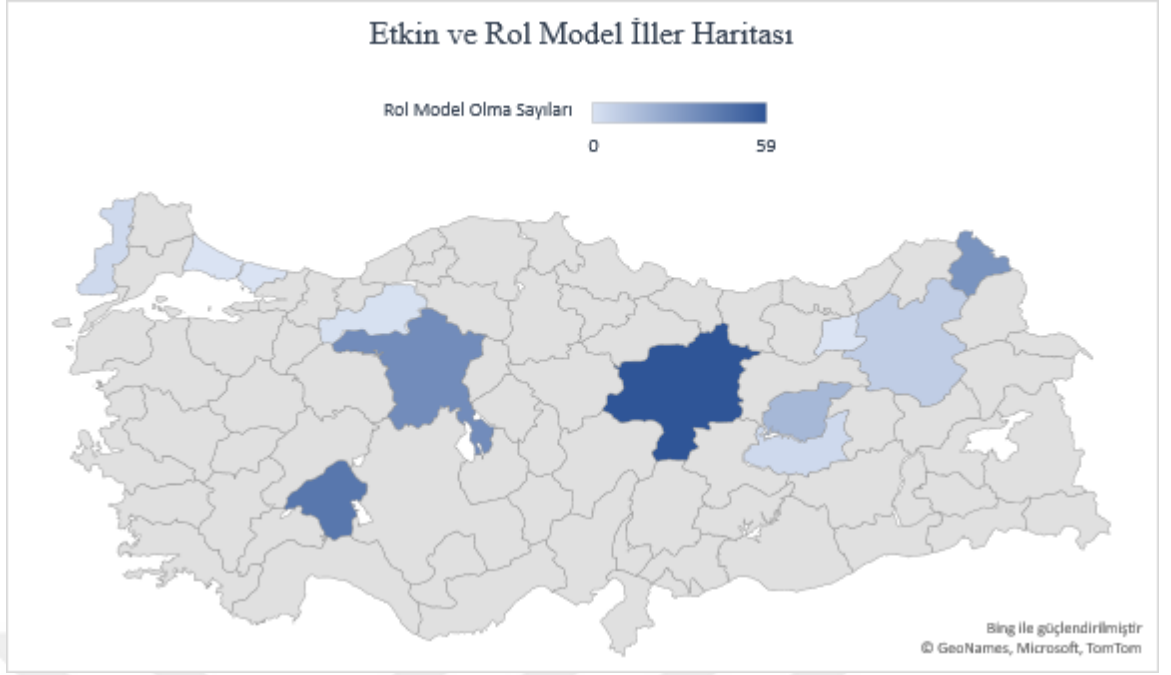
açısından yorumlamak daha mantıklıdır. Bu durumda drs durumu gözlenen illerde çıktılardaki marjinal artış daha fazla oranda nüfus ve yatak doluluk oranı artışını tolere edebilmektedir. Ancak irs durumu gözlenen 6 il için bunun tersi geçerlidir. Yani çıktılardaki marjinal artış daha az oranda nüfus ve yatak doluluk oranı artışını tolere edebilmektedir. Bu illerin afet sonrası sağlık hizmeti sunum kapasitesinin artırılması için diğer illere göre çok daha fazla kaynağa ihtiyaç duyacağı açıktır.

Tablo 9. İllerin 2019 yılına ait etkinlik sonuçları

Karar Verme Birimleri	VRS	CRS	Ölçek Etkinlik	Ölçeğe Göre Getiri
Adana	85,2%	83,3%	97,8%	drs
Ankara	100,0%	100,0%	100,0%	-
Antalya	82,9%	82,8%	99,9%	irs
Bursa	75,8%	73,6%	97,0%	drs
Eskişehir	98,4%	98,2%	99,8%	irs
İstanbul	100,0%	100,0%	100,0%	-
Sivas	100,0%	100,0%	100,0%	-
Trabzon	99,5%	99,5%	100,0%	irs
Zonguldak	82,9%	81,9%	98,8%	irs
Bayburt	100,0%	87,7%	87,7%	irs
Düzce	66,3%	62,8%	94,7%	drs

*Tablonun detaylı formu Ek 2’de mevcuttur.

Etkin olmayan iller için rol model olan etkin iller ve oranları gösterilmektedir (Tablo 10 ve Şekil 3). Etkin iller arasında sırasıyla Sivas, Isparta ve Ankara en fazla rol model olan ilk üç ildir. Bu illerdeki yönetsel sürecin pek çok il için örnek niteliğinde olduğu, etkin olmayan illerin etkin olma yolunda rehberlik edebilecekleri söylenebilir. İstanbul ve Bayburt’un rol model gösterilmediği görülmektedir.



Şekil 3. Etkin ve rol model iller haritası

Tablo 10. Etkin olmayan şehirlerin rol modelleri

Etkin Şehirlerin Rol Model Olma Sayıları	36	1	4	4	9	45	0	59	18	0	33
	Ankara	Bolu	Edirne	Elâzığ	Erzurum	Isparta	İstanbul	Sivas	Tunceli	Bayburt	Ardahan
Adana	30%				70%						
Adıyaman	2%					59%		39%			
Afyonkarahisar	3%					13%		83%	2%		
Ağrı								81%			19%
Amasya	1%					35%		18%	46%		
Antalya	40%		53%			6%			1%		
Artvin						3%		12%			85%
Aydın	10%					26%		64%			
Bahçeşir	13%					21%		67%			
Bilecik						20%		10%			70%
Bingöl						20%		22%	24%		35%
Bitlis				3%				44%			54%
Burdur						33%		11%	13%		43%
Bursa	48%							52%			
Çanakkale	3%					36%		34%	28%		
Çankırı						1%		19%	66%		14%
Corum						15%		70%			15%
Denizli	9%					34%		57%			
Diyarbakır	22%							78%			
Erzincan								25%			75%
Eskişehir	8%		38%	13%		41%					
Gaziantep	27%				73%						
Giresun						38%		41%			22%
Gümüşhane								14%	83%		3%

Tablo 10. (Devamı)

Etkin Şehirlerin Rol Model Olma Sayıları	36	1	4	4	9	45	0	59	18	0	33
	Ankara	Bolu	Edirne	Elâzığ	Erzurum	Isparta	İstanbul	Sivas	Tunceli	Bayburt	Ardahan
Hakkâri								34%			66%
Hatay	20%							80%			
Mersin	24%							76%			
İzmir	75%					1%		25%			
Kars						6%		31%	16%		47%
Kastamonu								52%			48%
Kayseri	16%				6%	20%		59%			
Kırklareli						5%		46%			49%
Kırşehir						30%		7%			62%
Kocaeli	29%					60%		12%			
Konya	30%				70%						
Kütahya	1%				18%	59%		23%			
Malatya	5%					31%		58%	6%		
Manisa	15%				40%			45%			
Kahramanmaraş	10%							90%			
Mardin	5%					18%		78%			
Muğla	7%							93%			
Muş								58%			43%
Nevşehir						29%		19%			52%
Niğde						18%		38%			45%
Ordu	3%					11%		87%			
Rize						39%		21%			41%
Sakarya	9%					17%		75%			
Samsun	14%				55%	31%					
Siirt								43%			57%
Sinop						12%		15%	21%		52%
Tekirdağ	8%				25%			67%			
Tokat	1%				12%	33%		54%			
Trabzon	7%		43%	3%		47%					
Şanlıurfa	29%							71%			
Uşak						19%		39%	38%		4%
Van	10%							90%			
Yozgat								60%			40%
Zonguldak	2%		38%	51%					9%		
Aksaray						12%		52%	9%		28%
Karaman						25%		13%			62%
Kırıkkale		86%				0%			14%		
Batman	4%					69%		10%	17%		
Şırnak								80%			20%
Bartın						25%		3%			72%
Iğdır								19%			81%
Yalova						50%			10%		39%
Karabük						44%			4%		53%
Kilis						11%		1%			88%
Osmaniye	0%					57%		42%			
Düzce						45%		26%			30%

İllerin girdi ve çıktı değişkenlerindeki hedef değerleri ve değişim yüzdeleri Tablo 11’de gösterilmektedir. Sonuçların yorumlanmasında önemli bir husus belirlenen hedef değerin ne kadar sürede gerçekleştirilebilir olduğudur. Örneğin; Ağrı ili için mevcut yatak sayısının yaklaşık %147 artırılması (1293 adet) hedeflenmiştir. Ancak bu artışın kısa gerçekleştirilmesi mümkün değildir. Bunun yanında Eskişehir ili mevcut yatak sayısı için belirlenen yaklaşık %1’lik artış (57 adet) kısa süre içerisinde yerine getirilebilir. Değerlendirmeye yön verecek olan kritik bir nokta, etkin olmayan illerin etkin olabilmeleri için tüm değişimleri yerine getirmeleri gerekmesidir. Sonuçlar incelendiğinde Trabzon ilinin etkin olabilmesi için kaynaklarında küçük iyileştirmeler yapması gerektiği görülebilir. Bu perspektiften değişim oranları hangi ilin kısa sürede etkin olabileceğinin belirlenmesi amacıyla da kullanılabilir. Ne zaman gerçekleşeceği bilinmeyen afetler için gerekli hazırlığın bir an önce yapılabilmesi için bu çıkarım kritik olabilir.

Tablo 11. İllerin etkin sınıra ulaşmak için hedef değerleri

Karar Verme Birimleri	Toplam Nüfus			Yatak Doluluk Oranı			Yatak Sayısı			Toplam Sağlık Personeli			112 Ambulans Sayısı		
	Orijinal	Hedef	Değişim (%)	Orijinal	Hedef	Değişim (%)	Orijinal	Hedef	Değişim (%)	Orijinal	Hedef	Değişim (%)	Orijinal	Hedef	Değişim (%)
Adana	2237940	2237940	0	77,3	66	-14,14	7137	8375	17,35	18183	22807	25,43	95	118	23,79
Adıyaman	626465	626465	0	71,5	67	-6,06	1351	2612	93,33	4700	6639	41,25	47	66	41,25
Afyonkarahisar	729483	729483	0	57,7	58	0	2185	2926	33,91	5675	7113	25,33	65	81	25,33
Ağrı	536199	536199	0	59,7	55	-8,56	878	2171	147,25	2539	4993	96,63	49	76	55,06
Amasya	337800	337800	0	56,2	56	0	835	1347	61,27	2838	3641	28,3	40	51	28,3
Ankara	5639076	5639076	0	64	64	0	19326	19326	0	58751	58751	0	225	225	0
Antalya	2511700	2511700	0	64,4	64	0	7390	8911	20,58	21841	26336	20,58	95	121	27,07
Artvin	170875	170875	0	55,7	53	-4,09	346	547	58,01	1527	1571	2,88	49	50	2,88
Aydın	1110972	1110972	0	80,2	61	-23,66	3164	4216	33,26	9111	11300	24,03	72	89	24,03
Bahçeşir	1228620	1228620	0	70,2	60	-13,97	3334	4607	38,19	9815	12473	27,08	74	94	27,08
Bilecik	219427	219427	0	69,6	57	-17,83	335	807	140,88	1587	2223	40,07	36	50	40,07
Bingöl	279812	279812	0	55,1	55	0	705	1076	52,6	2099	2845	35,55	39	53	35,55
Bitlis	348115	348115	0	59,8	54	-9,78	988	1346	36,22	2290	3214	40,35	46	63	36,22
Bolu	316126	316126	0	66,1	66	0	1460	1460	0	3421	3421	0	47	47	0
Burdur	270796	270796	0	58,9	59	0	758	1070	41,19	2409	2890	19,95	42	50	19,95
Bursa	3056120	3056120	0	72	59	-17,5	8079	10701	32,46	21797	31483	44,44	115	152	31,87
Çanakkale	542157	542157	0	59,1	59	0	1685	2148	27,45	4921	5666	15,14	54	62	15,14
Çankırı	195789	195789	0	46,4	46	0	465	649	39,62	1644	1921	16,84	41	48	16,84
Çorum	530864	530864	0	67,7	58	-14,68	1658	2186	31,87	4439	5117	15,27	63	73	15,27
Denizli	1037208	1037208	0	66,4	63	-5,58	3249	3973	22,29	9122	10628	16,51	73	85	16,51
Diyarbakır	1756353	1756353	0	57,7	57	-1,06	4759	6361	33,67	12143	17761	46,27	99	115	15,89
Edirne	413903	413903	0	63,8	64	0	1936	1936	0	4553	4553	0	51	51	0
Elâzığ	591098	591098	0	66,2	66	0	2991	2991	0	5570	5570	0	62	62	0
Erzincan	234747	234747	0	64,1	53	-17,18	540	824	52,6	2028	2140	5,5	53	55	4,51
Erzurum	762062	762062	0	67,4	67	0	3623	3623	0	7210	7210	0	71	71	0
Eskişehir	887475	887475	0	68,8	69	0	3507	3564	1,64	9373	9526	1,64	56	67	18,9
Gaziantep	2069364	2069364	0	68	66	-2,22	6265	7832	25,02	13328	21026	57,76	78	112	43,95
Giresun	448400	448400	0	69,9	62	-11,19	1575	1876	19,12	4187	4595	9,74	57	63	9,74

Tablo 11. (Devamı)

Karar Verme Birimleri	Toplam Nüfus			Yatak Doluluk Oranı			Yatak Sayısı			Toplam Sağlık Personeli			112 Ambulans Sayısı		
	Orijinal	Hedef	Değişim (%)	Orijinal	Hedef	Değişim (%)	Orijinal	Hedef	Değişim (%)	Orijinal	Hedef	Değişim (%)	Orijinal	Hedef	Değişim (%)
Gümüşhane	164521	164521	0	44.4	44	0	327	507	55.17	1124	1655	47.25	43	45	3.87
Hakkâri	280991	280991	0	55	53	-3.06	410	1031	151.37	1515	2577	70.12	51	59	14.8
Hatay	1628894	1628894	0	75.3	57	-24.49	4204	5936	41.19	11029	16416	48.84	88	111	26.27
Isparta	444914	444914	0	75.2	75	0	2022	2022	0	5279	5279	0	50	50	0
Mersin	1840425	1840425	0	68	57	-15.83	4770	6642	39.24	14115	18649	32.12	99	117	18.3
İstanbul	15519267	15519267	0	61.1	61	0	40697	40697	0	119772	119772	0	452	452	0
İzmir	4367251	4367251	0	68.6	62	-9.76	12248	15080	23.12	37728	45335	20.16	157	189	20.16
Kars	285410	285410	0	53.1	53	0	743	1066	43.48	2170	2725	25.57	45	57	25.57
Kastamonu	379405	379405	0	60	54	-10.32	1090	1470	34.89	2915	3509	20.36	64	65	1.98
Kayseri	1407409	1407409	0	69.1	61	-11.42	4573	5237	14.53	12524	14344	14.53	86	98	14.53
Kırklareli	361836	361836	0	65.2	55	-16.03	912	1405	54	2639	3399	28.78	49	63	28.78
Kırşehir	242938	242938	0	69.9	60	-14.84	472	939	99	2004	2567	28.07	39	50	28.07
Kocaeli	1953035	1953035	0	70.6	70	-1.37	4559	7042	54.46	13711	20650	50.61	69	104	50.61
Konya	2232374	2232374	0	69.4	66	-4.36	7597	8357	10.01	18353	22748	23.95	104	117	12.91
Kütahya	579257	579257	0	71.9	69	-3.79	1886	2557	35.59	4519	6127	35.59	46	62	35.59
Malatya	800165	800165	0	61	61	0	2954	3144	6.45	7877	8133	3.25	75	77	3.25
Manisa	1440611	1440611	0	69.4	61	-11.57	4730	5540	17.13	11205	14406	28.57	85	100	17.13
Kahramanmaraş	1154102	1154102	0	74.2	56	-24.51	2947	4350	47.61	8601	11403	32.58	76	98	28.46
Mardin	838778	838778	0	69.7	59	-15.21	1446	3304	128.52	4964	8317	67.55	50	84	67.55
Muğla	983142	983142	0	61.8	56	-9.85	2065	3779	83.02	7835	9599	22.51	89	93	4.24
Muş	408809	408809	0	61.9	54	-12.84	770	1602	108.02	2100	3787	80.33	47	67	43.15
Nevşehir	303010	303010	0	75.4	60	-20.93	697	1205	72.91	2246	3124	39.09	39	54	39.09
Niğde	362861	362861	0	70.7	58	-18.66	888	1443	62.49	2584	3559	37.72	44	61	37.72
Ordu	754198	754198	0	67	58	-14.15	2229	3019	35.45	5983	7329	22.5	68	83	22.5
Rize	343212	343212	0	62.8	62	-1.68	1121	1408	25.64	3205	3610	12.62	49	55	12.62
Sakarya	1029650	1029650	0	72.2	59	-17.92	1936	3941	103.58	6693	10321	54.2	58	89	54.2
Samsun	1348542	1348542	0	74.7	69	-7.15	4935	5330	8.01	12825	13852	8.01	74	86	16.33

Tablo 11. (Devamı)

Karar Verme Birimleri	Toplam Nüfus			Yatak Doluluk Oranı			Yatak Sayısı			Toplam Sağlık Personeli			112 Ambulans Sayısı		
	Orijinal	Hedef	Değişim (%)	Orijinal	Hedef	Değişim (%)	Orijinal	Hedef	Değişim (%)	Orijinal	Hedef	Değişim (%)	Orijinal	Hedef	Değişim (%)
Siirt	330280	330280	0	64.2	54	-16.57	858	1251	45.79	2060	3044	47.75	49	62	26.35
Sinop	218243	218243	0	53.4	53	0	585	781	33.42	1892	2167	14.52	44	50	14.52
Sivas	638956	638956	0	55.1	55	0	2630	2630	0	5965	5965	0	83	83	0
Tekirdağ	1055412	1055412	0	63.9	59	-7.89	2748	4166	51.6	6620	10348	56.31	60	91	51.6
Tokat	612747	612747	0	63.6	63	-0.45	2249	2626	16.78	5253	6135	16.78	61	71	16.78
Trabzon	808974	808974	0	69.2	69	0	3242	3258	0.49	8769	8812	0.49	63	63	0.6
Tunceli	84660	84660	0	42.3	42	0	150	150	0	936	936	0	38	38	0
Şanlıurfa	2073614	2073614	0	79.6	58	-27.57	3980	7420	86.44	10363	21111	103.71	98	124	26.27
Uşak	370509	370509	0	54	54	0	1235	1479	19.74	3138	3726	18.75	49	58	18.75
Van	1136757	1136757	0	63.9	56	-12.38	3020	4292	42.13	7169	11220	56.51	81	97	19.92
Yozgat	421200	421200	0	54.6	54	-1.07	1286	1657	28.86	3520	3904	10.91	63	68	8.13
Zonguldak	596053	596053	0	63.1	63	0	2252	2717	20.66	4978	6006	20.66	43	59	38.32
Aksaray	416367	416367	0	55.5	56	0	834	1665	99.63	2843	4010	41.05	46	65	41.05
Bayburt	84843	84843	0	58.9	59	0	200	200	0	714	714	0	29	29	0
Karaman	253279	253279	0	65.9	58	-11.31	598	972	62.47	2013	2603	29.29	40	52	29.29
Kırıkkale	283017	283017	0	71.6	63	-12.44	1254	1273	1.48	3021	3066	1.48	39	46	17.21
Batman	608659	608659	0	67.2	67	0	1325	2451	84.95	3929	6726	71.19	34	58	71.19
Şırnak	529615	529615	0	55.5	55	-1.7	631	2141	239.38	2331	4930	111.51	56	76	34.88
Bartın	198249	198249	0	65.1	58	-10.67	432	725	67.94	1388	2081	49.92	32	48	49.92
Ardahan	97319	97319	0	52.4	52	0	210	210	0	839	839	0	46	46	0
Iğdır	199442	199442	0	72.8	53	-27.32	313	666	112.87	1199	1805	50.58	37	53	43.18
Yalova	270976	270976	0	76.2	63	-17.56	620	1116	79.98	2092	3084	47.43	32	47	47.43
Karabük	248458	248458	0	71.3	62	-13.06	691	998	44.44	2283	2779	21.71	39	47	21.71
Kilis	142490	142490	0	88.7	55	-38.04	321	440	37.22	1367	1394	1.96	46	47	1.96
Osmaniye	538759	538759	0	71	67	-6.13	1295	2318	79.02	4064	5689	39.98	46	64	39.98
Düzce	392166	392166	0	69.7	63	-9.24	793	1643	107.16	2745	4142	50.9	38	57	50.9

Tablo 12’de illerin etkinlik skorları hesaplanırken değişkenlere atanan ağırlıklar görülmektedir. Ağırlıklar, etkinlik skorları hesaplanırken illerin kendi skorlarını artırmak adına değişkenlere atfettikleri önemi, başka bir ifadeyle güçlü yanlarını göstermektedir. Örneğin Ankara ili çıktılar arasında sadece personel sayısı değişkenine ağırlık tanımlamıştır. Bu durum Ankara ilinin sahip olduğu sağlık personeli sayısı açısından diğer illere üstünlük sağladığını göstermektedir. Ayrıca ağırlıkların ortalamaları alınarak tüm iller için çıkarımlarda da bulunulabilir. Tablonun son satırındaki ortalamalar incelendiğinde illerin kendilerini, sahip oldukları yatak ve sağlık personeli sayısı açısından ambulans sayısı kadar güçlü görmediği sonucuna ulaşılabilir. İllerin, sahip oldukları yatak ve sağlık personeli sayısı açısından dengeli olduğu söylenebilir.

Tablo 12. Girdi-çıkı ağırlıkları

Karar Verme Birimleri	Toplam Nüfus	Yatak Doluluk Oranı	Yatak Sayısı	Toplam Sağlık Personeli	112 Ambulans Sayısı
Adana	0.000045%	0.000000%	0.014012%	0.000000%	0.000000%
Adıyaman	0.000170%	0.000000%	0.000000%	0.014226%	0.705088%
Afyonkarahisar	0.000144%	0.233822%	0.000000%	0.012511%	0.446179%
Ağrı	0.000139%	0.000000%	0.000000%	0.000000%	2.040820%
Amasya	0.000271%	0.438258%	0.000000%	0.023449%	0.836283%
Ankara	0.000018%	0.015617%	0.000000%	0.001702%	0.000000%
Antalya	0.000047%	0.124416%	0.002812%	0.003627%	0.000000%
Artvin	0.000307%	0.000000%	0.000000%	0.022821%	1.329640%
Aydın	0.000094%	0.000000%	0.000000%	0.007887%	0.390897%
Balıkesir	0.000089%	0.000000%	0.000000%	0.007417%	0.367613%
Bilecik	0.000365%	0.000000%	0.000000%	0.027141%	1.581320%
Bingöl	0.000322%	0.288810%	0.000000%	0.025626%	1.184900%
Bitlis	0.000270%	0.000000%	0.040334%	0.000000%	1.307610%
Bolu	0.000316%	0.000000%	0.048599%	0.003128%	0.390324%
Burdur	0.000289%	0.259025%	0.000000%	0.022983%	1.062700%
Bursa	0.000025%	0.000000%	0.000000%	0.000000%	0.869565%
Çanakkale	0.000168%	0.272969%	0.000000%	0.014605%	0.520878%
Çankırı	0.000355%	0.318388%	0.000000%	0.028250%	1.306250%
Çorum	0.000166%	0.000000%	0.000000%	0.012331%	0.718450%
Denizli	0.000094%	0.000000%	0.000000%	0.007849%	0.389039%
Diyarbakır	0.000029%	0.000000%	0.000000%	0.000000%	1.010100%
Edirne	0.000195%	0.303268%	0.021071%	0.007308%	0.508528%
Elâzığ	0.000169%	0.000000%	0.028734%	0.000000%	0.226740%
Erzincan	0.000129%	0.000000%	0.000000%	0.000000%	1.886790%
Erzurum	0.000092%	0.440660%	0.020979%	0.000000%	0.337945%
Eskişehir	0.000104%	0.201605%	0.011964%	0.006193%	0.000000%
Gaziantep	0.000051%	0.000000%	0.015962%	0.000000%	0.000000%

Tablo 12. (Devamı)

Karar Verme Birimleri	Toplam Nüfus	Yatak Doluluk Oranı	Yatak Sayısı	Toplam Sağlık Personeli	112 Ambulans Sayısı
Giresun	0.000179%	0.000000%	0.000000%	0.013319%	0.776016%
Gümüşhane	0.000151%	1.653260%	0.000000%	0.000000%	2.325580%
Hakkâri	0.000134%	0.000000%	0.000000%	0.000000%	1.960780%
Hatay	0.000032%	0.000000%	0.000000%	0.000000%	1.136360%
Isparta	0.000167%	0.343088%	0.004774%	0.013247%	0.408329%
Mersin	0.000029%	0.000000%	0.000000%	0.000000%	1.010100%
İstanbul	0.000005%	0.266792%	0.002457%	0.000000%	0.000000%
İzmir	0.000026%	0.000000%	0.000000%	0.002197%	0.108910%
Kars	0.000296%	0.265137%	0.000000%	0.023525%	1.087770%
Kastamonu	0.000107%	0.000000%	0.000000%	0.000000%	1.562500%
Kayseri	0.000071%	0.000000%	0.006206%	0.004220%	0.218190%
Kırklareli	0.000245%	0.000000%	0.000000%	0.018202%	1.060510%
Kırşehir	0.000314%	0.000000%	0.000000%	0.023385%	1.362480%
Kocaeli	0.000070%	0.000000%	0.000000%	0.005837%	0.289326%
Konya	0.000042%	0.000000%	0.013163%	0.000000%	0.000000%
Kütahya	0.000175%	0.000000%	0.015207%	0.010341%	0.534607%
Malatya	0.000109%	0.177124%	0.000000%	0.009477%	0.337988%
Manisa	0.000056%	0.000000%	0.012623%	0.000000%	0.474038%
Kahramanmaraş	0.000037%	0.000000%	0.000000%	0.000000%	1.315790%
Mardin	0.000161%	0.000000%	0.000000%	0.013437%	0.665989%
Muğla	0.000032%	0.000000%	0.000000%	0.000000%	1.123600%
Muş	0.000145%	0.000000%	0.000000%	0.000000%	2.127660%
Nevşehir	0.000298%	0.000000%	0.000000%	0.022132%	1.289510%
Niğde	0.000261%	0.000000%	0.000000%	0.019427%	1.131860%
Ordu	0.000128%	0.000000%	0.000000%	0.010691%	0.529909%
Rize	0.000222%	0.000000%	0.000000%	0.016502%	0.961457%
Sakarya	0.000125%	0.000000%	0.000000%	0.010452%	0.518036%
Samsun	0.000074%	0.000000%	0.009833%	0.004013%	0.000000%
Siirt	0.000139%	0.000000%	0.000000%	0.000000%	2.040820%
Sinop	0.000320%	0.287031%	0.000000%	0.025468%	1.177600%
Sivas	0.000032%	1.447990%	0.000000%	0.000000%	1.204820%
Tekirdağ	0.000088%	0.000000%	0.019995%	0.000000%	0.750889%
Tokat	0.000145%	0.000000%	0.012554%	0.008537%	0.441354%
Trabzon	0.000112%	0.216571%	0.012852%	0.006652%	0.000000%
Tunceli	0.001181%	0.000000%	0.000000%	0.097334%	0.234090%
Şanlıurfa	0.000029%	0.000000%	0.000000%	0.000000%	1.020410%
Uşak	0.000233%	0.208566%	0.000000%	0.018506%	0.855682%
Van	0.000035%	0.000000%	0.000000%	0.000000%	1.234570%
Yozgat	0.000108%	0.000000%	0.000000%	0.000000%	1.587300%
Zonguldak	0.000178%	0.802114%	0.022006%	0.010133%	0.000000%
Aksaray	0.000253%	0.226767%	0.000000%	0.020121%	0.930355%
Bayburt	0.001834%	0.000000%	0.279990%	0.019464%	1.038090%
Karaman	0.000310%	0.000000%	0.000000%	0.023023%	1.341380%
Kırıkkale	0.000407%	0.000000%	0.043204%	0.015168%	0.000000%
Batman	0.000224%	0.363503%	0.000000%	0.019449%	0.693635%

Tablo 12. (Devamı)

Karar Verme Birimleri	Toplam Nüfus	Yatak Doluluk Oranı	Yatak Sayısı	Toplam Sağlık Personeli	112 Ambulans Sayısı
Şırnak	0.000122%	0.000000%	0.000000%	0.000000%	1.785710%
Bartın	0.000413%	0.000000%	0.000000%	0.030746%	1.791380%
Ardahan	0.001028%	0.000000%	0.174522%	0.000000%	1.377180%
Iğdır	0.000185%	0.000000%	0.000000%	0.000000%	2.702700%
Yalova	0.000418%	0.000000%	0.000000%	0.031787%	1.046960%
Karabük	0.000369%	0.000000%	0.000000%	0.028030%	0.923244%
Kilis	0.000332%	0.000000%	0.000000%	0.024709%	1.439630%
Osmaniye	0.000189%	0.000000%	0.000000%	0.015763%	0.781284%
Düzce	0.000271%	0.000000%	0.000000%	0.020165%	1.174900%
Ortalama	0.000211%	0.113022%	0.010294%	0.010920%	0.880357%

3.6. 2012-2019 Yılları Arasındaki Değişimin Analizi

81 ilin 2012-2019 yılları arasındaki etkinlik değişimi (effch), teknolojik değişim (techch), saf etkinlik (pech), ölçek etkinlik değişimi (sech) ve toplam faktör verimlilik değişim (tfpch) ortalamaları yıl ve şehir bazında aşağıdaki tablolarda gösterilmektedir (Tablo 13 ve Tablo 14).

Yıllar bazındaki değişim incelendiğinde toplam faktör verimliliğinde sürekli bir artış gerçekleştiği ve ortalama artışın %4,4 olduğu görülmektedir (Tablo 13). Bu artış $Tfpch = effch \times techch$ eşitliği dikkate alınarak incelendiğinde teknolojik değişimin etkinlik değişiminden daha fazla etkili olduğu görülmektedir. Etkinlik değişimi. $Effch = pech \times sech$ eşitliği dikkate alınarak incelendiğinde saf teknik etkinliğindeki artıştan kaynaklandığı görülmektedir.

Yıllar içinde toplam faktör verimliliğindeki en az artış 2012-2013 yılları arasında %1,2, en fazla artış ise 2018-2019 yılları arasında %6,9 olarak gerçekleşmiştir. 2018-2019 yılları arasındaki değişimin nedeni incelendiğinde etkinlik değişiminin düşmesine rağmen teknolojik değişimin daha yüksek oranda artmış olduğu görülür. Bu yıllar arasında tüm sağlık sistemini etkileyen değişimler pozitif etki yaratmış ancak illerin etkinlikleri optimal ölçekten uzaklaşmaları nedeniyle düşmüştür. İllerin saf etkinlik değerindeki artış bu düşüşü engelleyememiştir.

Tablo 13. Yıllar bazında etkinlik değişimi (2012-2019)

Yıllar	effch	techch	pech	sech	tfpch
2012-2013	1.006	1.007	1.004	1.002	1.012
2013-2014	1.017	1.036	1.034	0.983	1.054
2014-2015	1.038	1.026	1.040	0.997	1.064
2015-2016	1.007	1.056	0.979	1.028	1.063
2016-2017	1.014	1.010	1.004	1.010	1.025
2017-2018	1.007	1.013	1.002	1.005	1.019
2018-2019	0.990	1.079	1.018	0.973	1.069
Ortalama	1.011	1.032	1.012	1.000	1.044

2012-2019 yılları arasında toplam faktör verimliliği en fazla artan şehir %11 oranıyla Yozgat olmuştur. En az artış gösteren şehir %0.2 oranıyla Bitlis olmuştur (Tablo 14).

Tablo 14. 2012-2019 yılları arasında il bazlı etkinlik değişimi

Karar Verme Birimleri	effch	techch	pech	sech	tfpch
Adana	1.019	0.993	1.021	0.998	1.012
Adıyaman	1.045	1.026	1.037	1.007	1.072
Afyonkarahisar	0.973	1.034	0.973	1.000	1.006
Ağrı	1.007	1.053	1.012	0.995	1.061
Amasya	1.014	1.028	1.005	1.009	1.043
Ankara	1.000	1.022	1.000	1.000	1.022
Antalya	1.012	1.015	1.011	1.001	1.027
Artvin	0.994	1.057	0.996	0.998	1.051
Aydın	1.017	1.020	1.021	0.996	1.037
Balıkesir	1.015	1.021	1.017	0.998	1.036
Bilecik	1.007	1.048	1.020	0.988	1.056
Bingöl	0.999	1.039	0.984	1.015	1.038
Bitlis	0.961	1.042	0.964	0.997	1.002
Bolu	1.000	1.003	1.000	1.000	1.003
Burdur	1.005	1.031	1.008	0.997	1.036
Bursa	1.021	1.007	1.026	0.996	1.029
Çanakkale	1.018	1.023	1.018	0.999	1.041
Çankırı	1.005	1.054	0.987	1.018	1.059
Çorum	1.024	1.046	1.028	0.996	1.071
Denizli	1.017	1.023	1.012	1.005	1.040
Diyarbakır	1.022	1.038	1.022	1.000	1.061
Edirne	1.007	1.007	1.001	1.006	1.014
Elâzığ	1.000	1.001	1.000	1.000	1.001
Erzincan	0.990	1.062	0.994	0.997	1.052
Erzurum	1.000	1.004	1.000	1.000	1.004
Eskişehir	1.002	1.004	1.000	1.002	1.006
Gaziantep	1.042	1.010	1.043	1.000	1.053

Tablo 14. (Devamı)

Karar Verme Birimleri	effch	techch	pech	sech	tfpch
Giresun	1.011	1.026	1.014	0.996	1.037
Gümüşhane	1.020	1.050	1.003	1.017	1.072
Hakkâri	1.028	1.050	1.004	1.025	1.080
Hatay	1.037	1.036	1.055	0.982	1.074
Isparta	1.000	1.009	1.000	1.000	1.009
Mersin	1.021	1.039	1.029	0.992	1.061
İstanbul	1.000	1.051	1.000	1.000	1.051
İzmir	0.981	1.042	0.979	1.002	1.022
Kars	1.022	1.048	1.019	1.004	1.072
Kastamonu	0.996	1.048	0.997	0.999	1.044
Kayseri	1.007	1.017	1.005	1.001	1.023
Kırklareli	0.985	1.049	0.996	0.989	1.033
Kırşehir	0.985	1.030	0.993	0.992	1.015
Kocaeli	0.994	1.022	0.995	1.000	1.016
Konya	1.008	1.016	1.007	1.000	1.024
Kütahya	0.999	1.032	0.997	1.002	1.031
Malatya	1.004	1.025	1.000	1.003	1.029
Manisa	1.014	1.019	1.016	0.998	1.033
Kahramanmaraş	1.023	1.036	1.031	0.992	1.060
Mardin	1.031	1.040	1.036	0.995	1.072
Muğla	0.983	1.040	0.994	0.989	1.023
Muş	1.054	1.058	1.045	1.008	1.116
Nevşehir	0.995	1.031	1.010	0.985	1.026
Niğde	1.016	1.026	1.010	1.006	1.042
Ordu	1.016	1.037	1.016	1.000	1.053
Rize	1.017	1.038	1.009	1.007	1.055
Sakarya	1.007	1.030	1.012	0.995	1.037
Samsun	1.020	1.007	1.018	1.002	1.027
Siirt	1.006	1.044	1.010	0.996	1.050
Sinop	1.015	1.045	1.020	0.996	1.061
Sivas	1.008	1.047	1.003	1.005	1.055
Tekirdağ	1.019	1.030	1.022	0.997	1.049
Tokat	1.022	1.024	1.019	1.003	1.046
Trabzon	0.999	1.010	0.999	1.000	1.009
Tunceli	1.000	1.053	1.000	1.000	1.053
Şanlıurfa	1.062	1.042	1.078	0.985	1.106
Uşak	1.019	1.022	1.016	1.003	1.042
Van	0.961	1.041	0.974	0.987	1.001
Yozgat	1.052	1.055	1.053	0.999	1.110
Zonguldak	1.020	1.002	1.019	1.001	1.021
Aksaray	1.018	1.049	1.020	0.998	1.068
Bayburt	1.008	1.045	1.000	1.008	1.054
Karaman	1.006	1.040	1.016	0.991	1.047
Kırıkkale	1.009	1.008	1.007	1.002	1.018

Tablo 14. (Devamı)

Karar Verme Birimleri	effch	techch	pech	sech	tfpch
Batman	1.024	1.023	1.023	1.001	1.048
Şırnak	1.048	1.050	1.042	1.006	1.100
Bartın	1.006	1.031	1.007	0.999	1.038
Ardahan	1.051	1.076	1.032	1.018	1.131
Iğdır	0.984	1.056	0.999	0.985	1.039
Yalova	1.011	1.021	1.010	1.001	1.033
Karabük	1.006	1.028	1.008	0.997	1.034
Kilis	1.052	1.052	1.060	0.993	1.107
Osmaniye	1.018	1.025	1.022	0.996	1.043
Düzce	0.996	1.028	1.000	0.996	1.023
Ortalama	1.011	1.032	1.012	1.000	1.044

3.7. Sonuç ve Değerlendirme

Doğa ve insan kaynaklı tehlikeler, insan sağlığı üzerinde travma, boğulma, zehirlenme, salgın hastalık gibi çeşitli olumsuz etkilere yol açar. Bu olaylar yer, zaman, büyüklük ve şiddetlerine göre acil durum veya afet düzeyinde gerçekleşir. Sağlık sistemleriye her iki düzeyde de bu etkilerle ilk olarak muhatap olan unsurdur. Rutinde kaynak yetersizliği sorununa çoğunlukla rastlanmazken sağlık sistemi üzerinde büyük bir baskıya sebep olan afetlerde kaynaklar, ihtiyaçlar karşısında yetersiz kalabilmektedir. Bununla beraber yeterli olmasına rağmen etkin kullanılamayan kaynak yine düşük performans ile sonuçlanabilmektedir. Sağlık hizmeti sunumu afetin ilk saatlerinde en çok talep edilen ihtiyaçtır. Sistemin kendisi olaydan doğrudan etkilenebildiği gibi, sistemin aynı zamanda artan ihtiyaca cevap vermesi de beklenmektedir. Ne zaman meydana geleceği ve hangi miktarda olacağı kesin olarak bilinemeyen bu ihtiyaç, sağlık sistemlerini kapasite artırma, kaynakları etkin kullanma ve performansı iyileştirme çabalarına zorlar. Bu noktada sağlık hizmeti sunum potansiyelinin mevcut durumunun analizi ve ihtiyaçlarının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bilgilerden hareketle bu çalışmada, Türkiye'nin 81 ilinin afetlerde sağlık hizmeti sunum potansiyeli göreceli olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonuçları özetlenecek olursa;

- 81 içerisinde göreceli olarak, Ankara, Bolu, Edirne, Elâzığ, Erzurum, Isparta, İstanbul, Sivas, Tunceli, Bayburt ve Ardahan illerinin etkin olduğu görülmüştür. Yani bu illerin yatak, sağlık personel ve ambulans sayısı, nüfus ve yatak doluluk oranlarına göre, göreceli olarak yeterlidir. Bu illerin sağlık hizmeti sunum kapasitesinin olası bir

afette ortaya çıkacak ihtiyacı karşılayabilme durumu diğer illere göre daha iyi durumdadır.

- Bu iller dışında kalan 70 ilin göreceli olarak etkin olmadığı gözlenmiştir. Bu illerin etkinsizliklerinin uygun ölçekte hizmet vermemelerinden değil, girdilerine uygun miktarda çıktıya sahip olmamalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yani etkin olmayan illerin nüfus ve yatak doluluk oranlarına mukabil; yatak, personel ve ambulans sayısı ihtiyaç karşılama noktasında etkin illere göre göreceli olarak yetersizdir. Söz konusu illerin, girdilerini azaltmaları, yani nüfus ve yatak doluluk oranı değerlerini düşürmeleri etkinliklerini artırma amacına yönelik olarak önerilebilir. Nüfus ve yatak doluluk oranlarının kontrol edilmesi zor olduğu düşünülüyorsa kontrol edilebilecek değişkenler olan yatak, sağlık personeli ve ambulans sayılarının artırılması önerilebilir.

- Değerlendirme sonucunda etkin olduğu gözlenen illerden etkin olmayan illere referans olabilecek, rol model illerin Sivas, Isparta, Ankara, Ardahan, Tunceli, Erzurum, Edirne, Elâzığ ve Bolu olduğu görülmüştür. Bu illerdense rol model olarak en fazla gösterilen iller sırasıyla Sivas, Isparta ve Ankara'dır. İstanbul ve Bayburt'un etkin olduğu halde hiçbir ile rol model olmadıkları ve referans olarak en az gösterilen illerin sırasıyla Bolu, Edirne ve Elâzığ olduğu gözlenmiştir. 81 il içerisinde, girdi ve çıktı değişkenleri yönünden İstanbul'a yakınsayan bir il olmadığından İstanbul'un herhangi bir ile rol model olmaması anlaşılır bir durumdur.

- İllerin çoğunun (75), ölçeğe göre azalan getiri (drs); Antalya, Eskişehir, Trabzon, Zonguldak, Bayburt, Kırıkkale illerinin ise ölçeğe göre artan getiri (irs) durumunda olduğu gözlenmiştir. Değerlendirmenin çıktı yönelimli olarak yapıldığı dikkate alındığında, ölçeğe göre artan getiri durumundaki bu 6 ilin afetlerde sunulacak sağlık hizmet kapasitesinin artırılması için diğer illere göre çok daha fazla kaynağa ihtiyaç duyacağı sonucuna varılmıştır.

- Etkinliği artırmada tüm illerin hedef değer ve bu değerlerin değişim yüzdelere göre çoğu ilin kendisini ambulans sayısı noktasında güçlü gördüğü gözlenmiştir. Bunun yanında yatak ve sağlık personeli sayısı ortalama olarak dengelidir. Fakat bu değerlendirmelerin göreceli olarak yapıldığı gözden kaçırılmamalıdır.

- Hedef değerler illerin etkinlik artırma stratejilerini belirlemeleri açısından kritik değerlerdir. Etkin olmayan illerin etkin olabilmek için önerilen tüm değişimleri yerine getirmeleri gerekmektedir. Fakat bu hedeflere ne kadar sürede ulaşılabilceğinin, yani ne kadar sürede etkin olabileceklerinin değerlendirilmesi önem kazanmaktadır. Zira hedeflere ulaşamayan her zaman diliminde Türkiye'nin sağlık hizmeti sunumu iklimi

değişebilecek durumdadır. Bu değerlendirmeler mevcut durumda göreceli yapıldığından bir sonraki dönemde her ilin değişiminden kaynaklı olarak, farklı sonuçlar elde edilebilir. Bu nedenle bu değerlendirmelerin daha sık yapılması ve değerlendirme sonuçlarına göre iyileştirme, kapasite artırma çalışmalarına ağırlık verilmesi faydalı olacaktır.

- Çıktı değişkenleri bazında değişim yüzdesi en çok olan illerin; ambulans sayısı için Batman ve Mardin, yatak sayısı için Şırnak, Hakkâri, Ağrı ve Bilecik; personel sayısı için Şırnak, Şanlıurfa ve Ağrı olduğu görülmüştür. Yani ambulans sayısını en çok artırması gereken il Batman, yatak ve sağlık personeli sayısını en çok artırması gereken il Şırnak'tır. Kaynak planlamaları afetlere daha az sıklıkta maruz kalan illerde çoğunlukla rutin ihtiyaca göre yapıldığından rutinde ambulans kullanım oranının düşük olması, çevre illerinde donanımlı hastaneleri olan illerin yatak sayısı nispeten düşük olabilmektedir. Bunun yanında, hekimlerin Zorunlu Devlet Hizmeti'nden kaynaklı sık yer değişimi, eş durumu tayinleri gibi süreçlerin bazı illerin personel sayısının değişken olmasında etkili olabilmektedir. Sonuçların bu süreçlerden etkilenmiş olabileceği düşünülmektedir.

- Yıllar bazında, toplam faktör verimliliğinde sürekli bir artış gerçekleştiği gözlenmiştir. Bu durum ambulans, personel, hastane, yatak ve tıp fakültesi sayılarındaki hızlı artış ile açıklanabilir; fakat 81 il içerisinde etkinlik sınırına yalnızca 11 ilin ulaşabilmiş olması göz önünde bulundurulursa artışın ihtiyacı karşılayamadığı sonucuna varılır.

Sonuç olarak;

- Sağlık hizmeti sunumu alanındaki karar vericilere;
- Kaynak tahsis politikalarında illerin afet risklerinin dikkate alınması,
- Kapasite güçlendirme için yatak ve sağlık personeli sayısının artırılması,
- İllerin yatak doluluk oranlarının mevsimsel olarak artış gösteren olaylara göre planlanması,
- Bu tür değerlendirmelerin sık aralıklarla yapılması, değerlendirme sonuçlarına göre kısa, orta ve uzun vadede planlamaların yapılması ve her eylem sonrası bu değerlendirmelerin tekrar tekrar yapılması önerilebilir.
- Bu yöntemle benzer çalışmalar yürütmeyi planlayan araştırmacılara,
- Değerlendirmelerin daha spesifik olarak da yürütülmesi,

- Ekipman, coğrafi yapı, afet risk düzeyi, TAMP’a göre 1. derece destek illerin sağlık hizmeti sunum kapasitesi gibi farklı tür girdi ve çıktı değişkenlerinin eklenmesi önerilebilir.



4. KİŞİYE ÖZEL ACİL DURUM ÇANTA İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK BİR KARAR DESTEK SİSTEMİ

4.1. Giriş

Afete yol açabilecek tehlikeler insanlığın varoluşundan beri toplumların ilgi odağı olmayı başarmıştır. Tehlikeleri ortadan kaldırmak her zaman mümkün olmadığından ideal çözüm, afetlerin etkilerinden en az zararla kurtulabilmektir. Afetlerin gün geçtikçe artması, afetlere hazırlıklı olma ihtiyacını vurgulamaktadır. Bireyler afet yönetimi süreçlerinde yönetimlerin en önemli paydaşlarından biridir ve afetlerde odak her zaman insan hayatındadır. Bu nedenle, toplum direncinin ve bölge sakinlerinin afete hazırlık durumunun iyileştirilmesi, afet riski yönetimi alanında acil ve zorlayıcı bir konu haline gelmiştir; (Cutter, Ash ve Emrich, 2014; Manyena, O'Brien, O'Keefe ve Rose, 2011; Tomio, Sato, Matsuda, Koga ve Mizumura, 2015). Afetlerden edinilen deneyimler ve alınan dersler, afetlerin etkileriyle baş etmede ve sonrasında hızla iyileşmede toplulukların ve bölge sakinlerinin hazırlıklı olmasının çok önemli olduğunu göstermektedir (Buikstra vd., 2010; Hyvärinen ve Vos, 2015).

Bireyler afetlerde “altın saatler” olarak tanımlanan ilk 72 saatte veya daha fazlasında yaşamlarını kendi kaynaklarıyla idame ettirmek zorunda kalabilir (Wells, 1999). Her ne kadar ilgili kurum ve kuruluşlar bu süreyi minimize etmek istese de afetin boyutu fazlasıyla yıkıcı olabilir ve bundan, çok sayıda insan ve kaynak etkilenebilir. Müdahale ekiplerinin organize olup afet bölgesine varması için gereken süreye ek olarak, iletişim hatları bozuk ve yollar kullanılmaz halde olabilir (Gerla, 2013). Bu durumda afet ve acil durum çalışanlarının bölgedeki bütün bireylere anında ulaşması mümkün olmayacaktır. Buna en iyi örneklerden biri, Katrina kasırgasından etkilenen bir hastanenin herhangi bir kurum veya kuruluştan 5 gün boyunca yardım alamamış olmasıdır (McSwain, 2010). Müdahale yönetimi alanında çok iyi gelişmeler olsa da nüfusun artışı nedeniyle bu tür mahsur kalma, yardıma ulaşamama, yardımın yetersiz kalması gibi olayların yaşanmasının daha muhtemel olduğu düşünülmektedir. Bireyin kendi başına olacağı kabul edilen bu zaman dilimi, insanları bireysel hazırlığa yönlendirmektedir. Bireysel hazırlanma ihtiyacı ise sahada kendisini olaylardan sonraki pil, el feneri ve şişelenmiş su satışlarında istatistiksel olarak anlamlı bir artışla göstermiştir (Beatty, Shimshack ve Volpe, 2019).

Afete hazırlanma gerekliliği neredeyse herkesin hemfikir olduğu bir konudur; fakat “hazırlıklı olma”nın ne anlama geldiğine dair evrensel bir detaylı tanım bulunmamakta ve bireysel hazırlığa yönelik öneriler çoğunlukla kaynak stoku ve afet planı olmak üzere iki temayı içermektedir (Ablah, Konda ve Kelley, 2009). Kaynak stoku ile ilgili olarak, bir tehlike karşısında nüfusa zarar verme riskini azaltmak için acil durum çantaları tavsiye edilmekte ve bu çantaların, afete dirençliliği olumlu yönde etkilediği varsayılmaktadır (Pickering vd., 2018). Bununla ilgili olarak ABD Uluslararası Kalkınma Ajansı 2015 yılında meydana gelen Nepal depremi sırasında acil durum çantası kullanan bir kadının, çantanın afet sonrasında ailesinin hayatta kalmasına nasıl yardımcı olduğundan bahsettiği bir makale yayınlamıştır (The United States Agency for International Development, 2015).

Acil durum çantaları farklı isimlerle ifade edilebilmekte ve kullanımı gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde kamu spotları, reklamlar, sosyal medya paylaşımları, broşürler, kitapçıklar, kılavuzlar ile teşvik edilmektedir (Public Safety Canada, 2019). Fakat yine de bu çalışmalara rağmen, acil durum çantası kullanımı oranının yalnızca birkaç il/eyalette yüksek olduğu bilinmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar afet risk algısı, afete hazırlık düzeyi ve bu bağlamda acil durum çantası hazırlama oranının birçok toplulukta hala yarı yarıya bile olmadığını göstermektedir (Kapucu, 2008; Ning vd., 2013).

Afetlere hazırlıkta afet ve acil durum çantasıyla ilgili birçok araştırma mevcuttur. Araştırmalar, toplumun büyük oranının ya acil durum çantasının olmadığını ya da belli belirsiz, niteliksiz ve yetersiz çantaların hazırlandığını göstermektedir (Eisenman vd., 2006; Ning vd., 2013; DeBastiani, Strine, Vagi, Barnett ve Kahn, 2015; Al-rousan, Rubenstein ve Wallace, 2014). Bireyler afetlere hazır olmanın gerekliliğine inansalar da afet sırasında ve sonrasında ne yapmaları ve nelere ihtiyaç duyabilecekleri konusunda yardıma ihtiyaç duymaktadırlar (Gerla, 2013). Nitekim farklı topluluklarda yapılmış anket sonuçlarına göre bireylerin acil durum çantası bulundurmamalarının veya acil durum çantasını, ihtiyacı karşılamayacak şekilde hazırlamalarının bir sebebinin çantaya hangi malzemelerin ve hangi oranda eklenmesi gerektiğinin bilinmemesi olduğu görülmüştür. Özellikle gıda ihtiyacı noktasında birçok problemle karşılaşmaktadır. Ne tür yiyeceklerden hangi miktarda alınması gerektiğine dair yaygın bilgiler bulunmamaktadır. Alan profesyonelleri için karmaşık bir konu olmasa da toplumdaki bireylerin çoğu için çanta hazırlamanın önüne geçen en büyük problemlerden biri gıda ihtiyacının belirlenmesi ve bu yönde ürünler sunulmasıdır. Bunun yanında hane halkının

dinamik bir yapıya sahip olması ve acil durum çantaları için önerilen öğelerin miktar ve türlerinin bazı ortak özelliklerle birlikte kılavuzlara göre değişiyor olması acil durum çantası hazırlama motivasyonunun önündeki engellerdendir (Pickering vd., 2018).

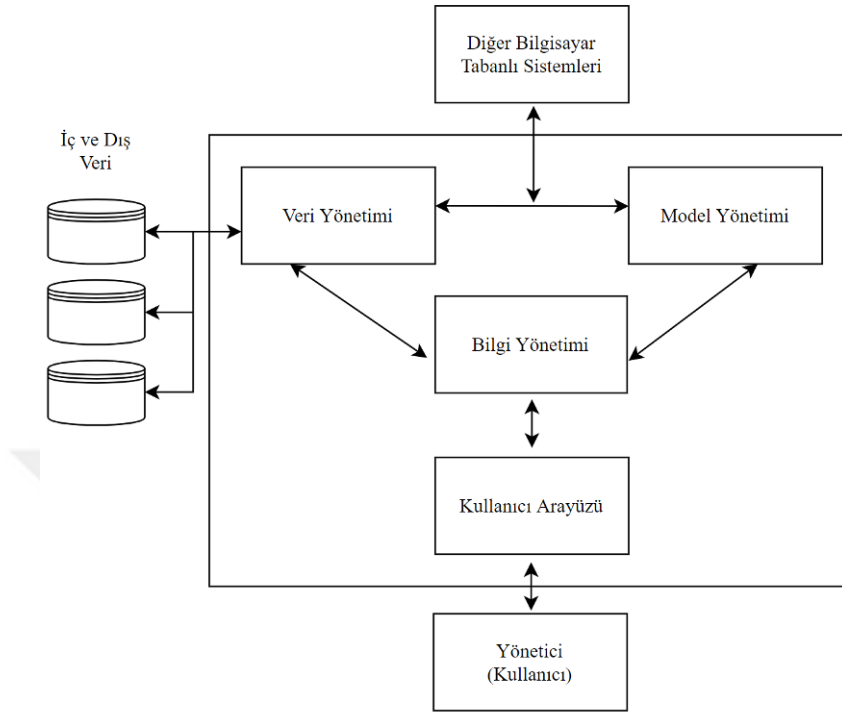
Acil durum çantalarının hazırlanmasına dair önerilen kılavuzların birbirlerine göre farklılık göstermesi ve kullanıcıların bireysel farklılıklarını göz önünde bulundurmuyor olmasının afetlere bireysel hazırlık sürecini olumsuz etkilediği söylenebilir. Dünyanın birçok yerinde bireylerin, acil durum çanta içeriğini hazırlamada yönlendirici bir araca ihtiyaç duyduğu açıktır. Bu çalışmanın amacı, bu ihtiyaca yönelik bir karar destek sistemi geliştirmektir. Sistem, kullanıcıların boy, kilo, yaş, kalori ihtiyacı gibi bireysel farklılıklarını göz önünde bulundurarak literatüre dayalı net öneriler sunacak ve böylelikle kişiye özel içerik listesi belirlenmiş olacaktır. Nihayetinde bireysel hazırlık düzeyiyle paralel olarak toplum afet direncinin de artacağı varsayılmaktadır.

Afetlere bireysel hazırlık sürecinde bireylerden beklenen işlerden biri olan acil durum çantasının hazırlanması bireyler için, literatürde yer bulacak kadar karmaşık bir problemdir. Çeşitli eğitim, kamu spotu, broşür vb. faaliyetler ile acil durum çantasının hazırlanması sıkça tavsiye edilmekte; fakat bireylere hangi gıdadan, ekipmandan hangi miktarda almaları gerektiğine dair net bir bilgi sunulmamaktadır. Bu şaşırtıcı bir durum değildir, zira toplumdaki her ev aynı sayıda ve yaşta kişi barındırmamakta; her bireyin gıda ve diğer ihtiyaçları eşit oranda olmamaktadır. Bu noktada bireylerin kendilerine özel bir liste tavsiye edilmesi ihtiyacı doğmaktadır. Bu çalışmayla, toplumların afet, bilhassa afetin ilk 72 saatine karşın, dirençliliğini artırma çabaları kapsamında vatandaştan beklenen işlerden biri olan acil durum çantası hazırlamada bireylerin ihtiyaçlarına yönelik öneriler sunacak bir karar destek sistemi geliştirmek amaçlanmıştır.

4.2. Karar Destek Sistemi

Karar Destek Sistemleri (KDS), çeşitli sorunları çözmek için birden fazla alternatif geliştirip karşılaştırarak en iyi seçeneği seçerek karar vermeyi destekleyen bilgi sistemleridir. Herhangi bir KDS Şekil 4'te gösterilen veri yönetimi, model yönetimi, kullanıcı arayüzü, bilgi yönetimi ve kullanıcı bileşenlerini içerir. KDS, karar vericilerin karar modellerini kolayca analiz etmelerini, değerlendirmelerini ve karmaşık, yapılandırılmamış ve tekrarlanmayan karar verme sorunlarını çözme noktasında verileri işlemelerini sağlayan etkileşimli bir sistemdir. Karar vericiler, arayüz ve yönetim

bileşenleri aracılığıyla sisteme erişirler ve gereksinimlerine göre veri tabanı modelinden çeşitli türde veri ve bilgileri çıkarırlar.



Şekil 4. Karar destek sisteminin bileşenleri (Jung, Tuan, Tran, Park ve Park, 2020).

KDS Bileşenleri (Jung, Tuan, Tran, Park ve Park, 2020):

a) *Veri Yönetimi*: Veri yönetimi bileşeni, karar verme için çeşitli verileri depolayan bir veri tabanının yanı sıra bir veri tabanı yönetim sistemini (VTYS) içerir. VTYS'nin işlevi, karar verme için KDS'ye veri sağlamak ve verileri depolamaktır.

b) *Model Yönetimi*: Model yönetimi bileşeni, karar verme için gerekli çeşitli modelleri ve ayrıca bir model temel yönetim sistemini (MTYS) depolayan bir model tabanı içerir. MTYS, karar verme için ihtiyaç duyulan modelleri geliştirmek, değiştirmek ve kontrol etmek için gerekli işlevleri sağlayarak karar desteğinde kilit bir rol oynar.

c) *Kullanıcı Arayüzü*: Kullanıcı arayüzü, veri almak-vermek ve çeşitli analitik prosedürleri gerçekleştirmek için kullanıcı ile sistem arasında bir arayüz sağlayan modül sistemidir. Menüler veya grafik işleme formatları sayesinde, anlaşılması ve kullanımı kolaydır. Kullanıcı dostu olduğu ve diyalog işlevleri sağladığı için “diyalog oluşturma ve yönetim yazılımı/sistemi” olarak da bilinir.

d) *Bilgi Yönetimi*: Bu modül, karmaşık veriler arasındaki ilişkiler hakkında nicel bilgiler sağlar. Bilgi yönetimi, karar vericilere problem çözme için bilgi ve alternatif

çözümler sağlar. Ayrıca, tahmin edilen sonuç ile gerçekleşen sonuç arasında bir fark olup olmadığını karar vericilere bildirir.

e) *Kullanıcılar*: Başlıca KDS kullanıcıları, önemli kararlardan sorumlu olan yöneticilerdir. Kullanıcılar model tabanından en uygun modeli seçer, gerekli verileri veri tabanından alır veya doğrudan modele aktarır ve ardından en iyi alternatifi belirlemek için seçenekleri değerlendirir ve analiz eder.

4.3. Afetlerde Karar Destek Sistemleri Yaklaşımı

Afet yönetim süreci için Karar Destek Sistemleri (KDS) arayışı, olayların önlenemeyeceği, ancak olayı en az zararla atlattmak için daha iyi yönetilebileceği gerçeğinden kaynaklanmaktadır. Bu bölümde, afet yönetim süreci için karar destek sistemi geliştirme ile ilgili yapılmış çalışmalara yer verilmiştir.

KDS, geçmiş deneyimlerden ders almak, kaydetmek, öğrenmek, afet riskini ve afetlerin doğuracağı zararları azaltmak ve insanlara yardımcı olmak için kullanılabilecek bilgi teknolojisi ortamıdır (Rakes, Deane, Rees ve Fetter, 2014). Afet yönetimi alanında kullanımı oldukça yaygındır. Geliştirilen karar destek sistemleri çoğunlukla müdahale sürecinde kaynak yönetimi, erken uyarı ve lojistik merkezlerinin belirlenmesi gibi amaçlara hizmet etmektedir. Çeşitli amaçlarla geliştirilmiş ve halihazırda aktif kullanılan bazı karar destek sistemi çalışmalarına Tablo 15'te yer verilmiştir. Ön plana çıkan KDS'lerden biri olan AYDES, AFAD'ın TAMP ile birlikte kullanmaya başladığı bir kaynak yönetimi karar destek sistemidir. Türkiye'deki tüm ana çözüm ortakları ve onların il teşkilatları bu sisteme veri girişi yapmakta ve meydana gelen tüm afet ve acil durumlarda bilgi paylaşımı ve kaynakların yönetimi bu sistem üzerinden yapılmaktadır.

Tablo 15. Afet yönetimi alanına yönelik geliştirilmiş bazı karar destek sistemleri

Yazarlar	Karar Destek Sistemi	Amaç
Başarsoft (T.Y.)	AYDES: Afet Yönetimi Karar Destek Sistemi	Afet ve acil durumlarda tüm kaynakları etkin bir şekilde yönetmek
Macit (2018)	Afet ve Acil Durum Lojistik Sistemi	Afet sonrasında lojistik faaliyetlerin yönetilmesine yardımcı olmak
Schou-Jensen (2009)	ARGOS (Accident Reporting and Guiding Operational System): Kaza Raporlama ve Yönlendirme Operasyonel Sistemi	CBRN olaylarında acil müdahale birimleri arasındaki bilgi paylaşımını ve karar sürecini kolaylaştırmak, geliştirmek
Odabaş (2019)	KBRN-KDS: Kimyasal Biyolojik Radyolojik Nükleer Afetler Karar Destek Sistemi	Kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer afetleri yönetmede afet yöneticilerinin hızlı karar almasını sağlamak

Tablo 15. (Devamı)

Yazarlar	Karar Destek Sistemi	Amaç
Lee, Maheshwary, Mason ve Glisson (2006)	RealOpt	Salgın, biyolojik saldırı vb. gibi durumlara yönelik taktik, stratejik ve operasyonel düzeydeki kararları optimize etmek
Efendioğlu ve Cenani (2021)	Deprem Kaynaklı Tsunami Durumunda Tahliye için Bir Karar Destek Sistemi	Deprem kaynaklı tsunami durumlarında tahliye rotalarının oluşturulmasını sağlamak
Kondavetti ve Ganz (2009)	Afet yönetiminde kaynak tahsisi için karar destek sistemi	Kitlesel yaralanma olaylarında müdahale sürecini ve kaynak tahsisini koordine etmek.
Fikar, Gronalt ve Hirsch (2016)	Afetlerde koordineli yardım dağıtımı için bir karar destek sistemi	Özel ve yardım kuruluşları arasında afet yardımı koordinasyonunu kolaylaştırmak
Turğut, Taş, Herekoğlu, Tozan ve Vayvay (2011)	Afet lojistik merkezlerinin yerlerini belirlemek için bir karar destek sistemi	Afet lojistik merkezlerinin yerlerini belirlemek
Rakes, Deane, Rees ve Fetter (2014)	Afet sonrası geçici konut için bir karar destek sistemi	Afet sonrasında bireylere bireysel ihtiyaçlara yönelik geçici konut önerisinde bulunmak
Ghavami (2019)	Afet durumlarında stratejik yolların belirlenmesi için çok kriterli mekansal karar destek sistemi	Afetlerde kullanılacak stratejik yolları belirlemek

4.4. Acil Durum Çantası

Afetler için varsayım; elektriğin kesileceği, arıtılmış suya, gıdaya, diğer temel ihtiyaçlara erişimin olmayacağı, haberleşmenin kesintiye uğrayacağı ve tahliye edilme ihtimali üzerinedir. Hayatta kalma kiti, afet çantası ve acil durum hazırlık çantası olarak da bilinen acil durum çantası (ADC), bu durumlarda kullanılacak temel malzemeleri içeren bir pakettir. Bu paketin amacı, onu kullanan kişilerin hayatta kalmasını sağlamaktır. AFAD (2019), afet ve acil durumlara yönelik hazırlanacak bu çantalar için Tablo 16'daki ürünleri önermiştir. Fakat acil durum çantaları cinsiyet, yerleşim yeri, yaş, sağlık durumu, engel durumu, tehlike türü gibi birçok faktöre göre değişiklik gösterebilir. Örneğin; kronik hastalığı olan birinin çantasında yedek ilaç ve reçete; bebekli bir ailenin çantasında bebek maması, oyuncak, bebek bezi vb. gibi malzemeler bulundurulması, büyük kasırgalara sık sık maruz kalınan bölgelerde ikamet eden insanların çantalarında 72-96 saatlik veya bir veya birkaç haftalık ihtiyaç malzemesi bulundurmaları gerekliliği doğabilir. Birey, mevsim, yer vb. ye göre farklılık gösterse de basit, standart bir acil durum çantasında bulundurulması gereken malzemelere birçok kaynaktan ulaşılabilir. Gıda, su, kimlik, düdük, fener, radyo, kalem gibi malzemeler standart çanta içeriğine örnek gösterilebilir (Tablo 17). Fakat bir çocuk, engelli, evcil hayvan sahibi, bebek sahibi birey, aile veya mahsur kalma/tahliye ile sonuçlanan afetlere sık sık maruz kalan bireylerin ihtiyaçları standart, basit bir acil durum çantasından çok daha fazla içeriğe sahip olmayı gerekli kılabilir. Dünya genelinde acil durumlara hazırlık piyasası bu ihtiyaçlara yönelik sırt çantası, el çantası, kova, spor

çanta, yelek, valiz gibi farklı tiplerde çantalar sunmaktadır. Tablo 17’de çocuk yaştaki bireylere yönelik, ailelere yönelik, 72 saatlik, 96 saatlik, +10 kişilik ve klozet içeren acil durum çantaları örnek olarak verilmiştir. Bu çantaların içerikleri kadar formları da farklılık gösterebilir. Ergonomi odaklı tasarlanan sırt çantaları, tekerlekli çantalar, giyilebilir çantalar gibi çantalara rastlamak mümkündür (Tablo 17).

Tablo 16. Acil durum çantasında olması gerekenler

Kategori	İçerik
Gıda	Yüksek kalorili, vitamin ve karbonhidrat içeren, su kaybını önleyen ve dayanıklı (çabuk bozulmayan) gıdalar
Önemli Belge Fotokopileri	Kimlik kartları (nüfus cüzdanı, ehliyet vb.), tapu, sigorta, ruhsat belgeleri, zorunlu deprem poliçesi, diplomalar, pasaport, banka cüzdanı vb., diğer (evcil hayvan sağlık karnesi vb.)
Giysiler	İç çamaşır, çorap, yağmurluk, iklimle uygun giysiler
Su	Her bir aile üyesi için su
Hijyen Malzemeleri	Sabun ve dezenfektan, diş fırçası ve macunu, ıslak mendil, tuvalet kâğıdı, hijyenik ped
Diğer Malzemeler	İlk yardım çantası, uyku tulumu ve battaniye, çakı, düdük, küçük makas, kâğıt, kalem, pilli radyo, el feneri, yedek pil

Tablo 17. Acil durum çantası örnekleri

Basit/Standart ADC (URL-1, 2021)



Klozetli ADÇ (URL-2, 2021)



Balıkçı veya Taktik Yelek Tipi ADC (URL-3, 2021)



Tekerlekli Küvet Tipi ADCÇ (URL-3, 2021)



Tablo 17. (Devamı)

Çok Kişilik Valiz Tipi ADÇ (URL-4, 2021)



El Çantası Tipi ADÇ (URL-5, 2021)



Doğa Kaynaklı Afetler için 2 Kişilik ADÇ (URL-6, 2021)



Şiddetli Olumsuz Hava Şartlarına Yönelik ADÇ (URL-6, 2021)



72 Saatlik ADÇ (URL-1, 2021)



72 Saatlik Kapsamlı ADÇ (URL-7, 2021)



4.5. Önerilen Karar Destek Sistemi

Bu bölümde önerilen karar destek sisteminin çözüm algoritması, akış diyagramı ve örnek uygulamasına yer verilmiştir.

4.5.1. KDS Çözüm Algoritması

Karar Destek Sistemi, karmaşık problemleri bilgisayar yardımı ile önceden belirlenen kısıtlamalara göre çözen kural tabanlı sistemlerdir (Sahebjamnia vd., 2017).

Tanımından da anlaşılacağı gibi bilgisayar sistemi üzerinde çalışmalı, zor bir problemi çözebilmeli, belirlenen kurallara göre karar verebilmeli ve sonuçları kesin olmalıdır (Macit, 2018). Çözüm algoritması, karar verme sürecindeki karmaşık işlemleri basit bir şekilde ifade eder. Önerilen karar destek sistemi Excel Visual Basic for Applications (VBA) programlama dilinde yazılmıştır. Çözüm algoritması aşağıda verilen sistem, Şekil 16’da bulunan akış diyagramındaki gibi çalışır.

Önerilen KDS’nin Çözüm Algoritması:

```
'Bireysel Acil Durum Cantasi Sayfasi Olustur
Sheets.Add.Name = "Bireysel Acil Durum Cantasi"
Worksheets("Bireysel Acil Durum Cantasi").Activate

Range("A5").Value = "Kategori"
Range("B5").Value = "Isim"
Range("C5").Value = "K/Z"
Range("D5").Value = "Aciklama"
Range("A2").Value = "Bazal Metabolik Hiz(kalori/gün)"
Range("A3").Value = "Günlük Kalori ihtiyaci(kalori)"
Range("A2:B2").Merge
Range("A3:B3").Merge

Dim BMH As Double
Dim GKI As Double

If vcinsiyet = "Erkek" Then
    BMH = 66.5 + (13.75 * vkilo) + (5.03 * vboy) - (6.75 * iyas)
Else
    BMH = 655.1 + (9.56 * vkilo) + (1.85 * vboy) - (4.68 * iyas)
End If

If vhareketlilik = "1" Then
    GKI = BMH * 1.2
ElseIf vhareketlilik = "2" Then
    GKI = BMH * 1.375
ElseIf vhareketlilik = "3" Then
    GKI = BMH * 1.55
ElseIf vhareketlilik = "4" Then
    GKI = BMH * 1.725
ElseIf vhareketlilik = "5" Then
    GKI = BMH * 1.9
End If

Range("C2").Value = BMH
Range("C2").NumberFormat = "0"
Range("C3").Value = GKI
Range("C3").NumberFormat = "0"

ActiveWorkbook.Names.Add Name:="dataSet", RefersToR1C1:="-'Bireysel Acil Durum Cantasi'!R5C1:R5C4"

strSQL = "SELECT [Kategori],[Isim],[K/Z],[Aciklama] FROM [data$] WHERE [YasGrubu] IN ('all','" & vyas & "') AND " & _
    " [Mevsim] IN ('all','" & vmevsim & "') AND [Cinsiyet] IN ('all','" & vcinsiyet & "') ORDER BY [Kategori]"

closeRS
OpenDB

rs.Open strSQL, cnn, adOpenKeyset, adLockOptimistic

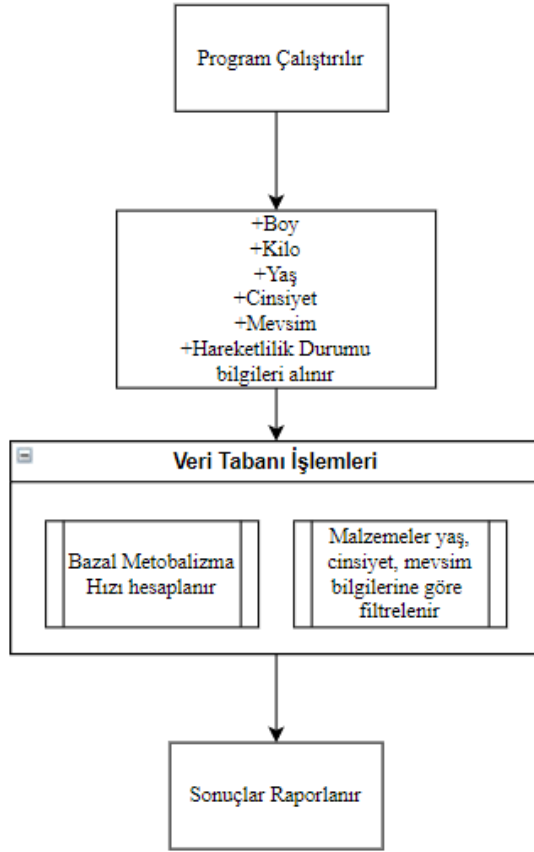
If rs.RecordCount > 0 Then
    Sheets("Bireysel Acil Durum Cantasi").Select
    Range("dataSet").Select
    Range(Selection, Selection.End(xlDown)).ClearContents
    'Now putting the data on the sheet
    ActiveCell.CopyFromRecordset rs
Else
    MsgBox "I was not able to find any matching records.", vbExclamation + vbOKOnly
    Exit Sub
End If

ActiveSheet.Buttons.Add(250, 0, 70, 40).Select
Selection.Name = "clear"
Selection.OnAction = "clear"
Selection.Characters.Text = "Geri"

Range("A5").CurrentRegion.Select
ActiveSheet.ListObjects.Add(xlSrcRange, Selection, , xlYes).Name = "Table3"
Range("Table3[#All]").Select
ActiveSheet.ListObjects("Table3").TableStyle = "TableStyleMedium2"
Cells.Select
Cells.EntireColumn.AutoFit

Cells(1, 1).Select

End Sub
```



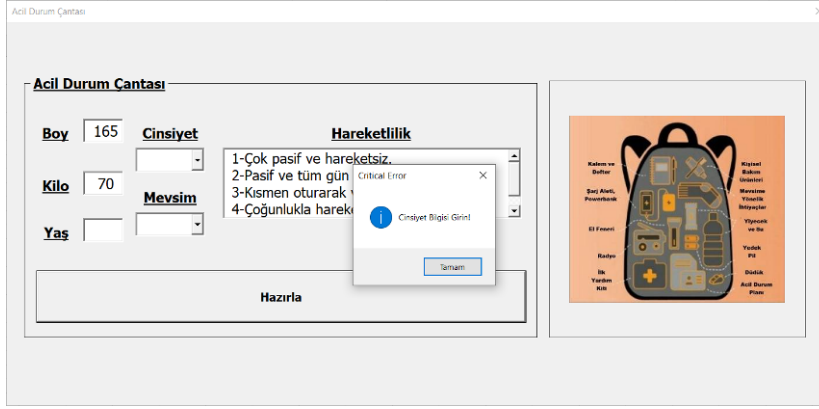
Şekil 5. Karar destek sistemi akış diyagramı

4.5.2. Örnek Uygulama

Kişiye özel acil durum çantası hazırlamak için önerilen karar destek sisteminin ana giriş ekranı Şekil 6'daki gibi tasarlanmıştır.

Şekil 6. Açılış ekranı

Kullanıcının Şekil 6'da gösterilen açılış ekranındaki bilgi kutucuklarını Şekil 7'de verilen örneğe benzer şekilde doldurması istenir.



Şekil 9. Hata ekranı

4.6. Sonuç ve Değerlendirme

Afet yönetiminde esas olan olası olumsuz şartlara iyi hazırlanmaktır. İyi bir hazırlık süreci olayları en az kayıpla atlatmada ilk koşuldur. Hazırlık süreci en küçük bireyden en büyük yapılara kadar her paydaşın topyekûn ve iş birliği içerisinde hazırlanmasıyla ideale ulaşabilir. Kurumsal düzeyde çalışmalar afet yönetim alanının sürekli en dikkat çeken alanı olmuşsa da son yıllarda bu bakış toplumsal tabanlı, modern afet yönetimine kaymıştır. Bu yeni bakış açısıyla her bireyin tehlike, risk ve afetler konusunda iyi bir farkındalık düzeyine sahip olması ve öncelikle bireysel düzeyde hazırlığını yapmış olması beklenmektedir. Bu amaçla farkındalık eğitimleri, kamu spotları, simülasyon eğitimleri, broşürler, reklamlar, afişler, konferans ve seminer gibi birçok çalışma yapılmaktadır. Bu süreçte en çok önemsenen ve üstüne düşülen eylemlerden biriye afet ve acil durum çantasının hazırlanmasıdır. Zira afet ve acil durum çantası afetin meydana gelmesinden sonraki ilk 72 saatte hayat kurtarıcı olarak kabul edilir. Bireylerin, yardımların ulaşma ihtimalinin çok düşük olduğu, hayatı idame ettirmek için gerekli temel ihtiyaçların karşılanamadığı bu zaman diliminde birey kendi başının çaresine bakabilmelidir. Ancak acil durum çantasının hazırlanması konusunda karmaşıklıklar yaşanabilmektedir. Bu amaçlarla bu çalışmada bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Sistem girilen verileri işleyerek bireylerin ihtiyaçlarına özel bir çanta içeriği listesi sunmaktadır. Somut liste önerileri bu tür hazırlık süreçlerinde toplumun büyük oranının ihtiyaç duyduğu çalışmalardır. Belirsizliğin azaltılması, net bilgiye ulaşabilme, yapılan işin doğruluğuna güvenebilme durumu bireyleri psikolojik anlamda daha güçlü kılmaktadır.

Karar destek sistemleri afet yönetimi alanında son yıllarda kullanımı artan sistemlerdir. En alt düzeyden en üst düzeye kadar karar verme süreçlerinden oluşan afet ve acil durum yönetimi, verilere dayalı, sezgiden çok akılcı yaklaşımlarla çözüm sunan

araçlara ihtiyaç duymaktadır. Bu noktada çok kriterli karar verme teknikleri, optimizasyon modelleri, yapay zekâ uygulamaları, veri madenciliği, makine öğrenmesi ve karar destek sistemleri gibi yazılım ve bilişim alanındaki gelişmeler halihazırda eşsiz çözümler sunmaktadır.

Bu çalışmada bireysel hazırlıktaki ihtiyaca yönelik bir araç geliştirilmiştir. Excel VBA programlama dilinde yazılan bu karar destek sistemi çalışmasının kullanımı oldukça basittir. Her yaştan, eğitim düzeyinden insanın kullanabileceği bir sistem olması çalışmanın hedeflerinden biridir. İleriki çalışmalarda, farklı gruplar ve yerleşkeler için acil eylem planının hazırlanması gibi ihtiyaçlara yönelik bu tür araçlar geliştirilebilir; bu çalışmada geliştirilen karar destek sistemi, kullanıcı dostu bir arayüz tasarlanarak herkes tarafından kullanılabilir bir uygulamaya dönüştürülebilir.



5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Afet yönetimi her sistemde olduğu gibi en alt kademeden en üst kademeye kadar birçok karar verme sürecini içeren bir sistemdir. Karar verme süreci, afet yönetimi alanında da oldukça karmaşık ve zor bir süreçtir. Ancak bu alandaki kararları diğer sistemlerin kararlarından farklı kılan, işin odağında insan hayatının olmasıdır. Çoğunlukla halihazırda sezgisel verilen kararlar ise can ve mal kaybıyla sonuçlanmaktadır. Afet yönetiminde karar verme problemleri göz ardı edilebilecek, ihmal edilebilecek, sezgilere bırakılacak problemler olmadığından, verilecek her bir karar, öncesinde çok iyi analiz edilmeli, değerlendirilmeli ve planlanmalıdır. Kararlar mümkün olduğunda rasyonel olmalı, sezgiye dayanmamalıdır. Zira ideal kararın verilememesi başta can kaybı olmak üzere birçok ciddi kayıp ile karşımıza çıkacaktır. Bu noktada akılcı çözümler sunan çok kriterli karar verme teknikleri, optimizasyon modelleri ve karar destek sistemleri büyük fayda sağlamaktadır.

Doktora tezi olarak yürütülen bu çalışmada, toplumların dirençliliğini artırmak, afetlerle baş etme kapasitesini güçlendirmek amacıyla birey ve kurumların kullanabileceği üç yaklaşım önerilmiştir. Çalışma, afetlerde sunulacak potansiyel sağlık hizmeti kapasitesinin değerlendirilmesi, müdahale kapasitesini güçlendirecek dron lokasyonlarının belirlenmesi ve kişiye özel acil durum çanta içeriğinin belirlenmesine yönelik bir karar destek sistemi geliştirilmesi olmak üzere üç yaklaşım içermektedir.

Birinci bölümde; dron lokasyonlarının belirlenmesi yaklaşımında illerin afet risk düzeyi, nüfusu, iller arası mesafenin saat cinsinden değeri gibi kriterler dikkate alınarak bir matematiksel model geliştirilmiş ve model 41 farklı senaryoda çalıştırılmıştır. Model istenilen kriterleri sağlamaktadır. Optimal dron lokasyonu belirlemek isteyen bir karar verici çalıştırılan 41 senaryodan kendisine uygun olanı kullanabilir veya farklı veri setleri, farklı kriter ve kısıtlar ile modeli şekillendirebilir. Dron teknolojisinin afete müdahale sahasında kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır. Fakat çok işlevli ve kabiliyeti yüksek dronların maliyeti her ilde dron konumlandırabilecek düzeyde olmayabilmektedir. Durum böyle olsa da lokasyonların, her ilin drondan faydalanabilecek şekilde belirlenmesi elzemdir. Zira afet ve acil durumların yer ve zamanının mevcut durumda önceden tespiti mümkün değildir.

İkinci bölümde; afetlerde sağlık hizmeti sunum potansiyelini değerlendirme amacıyla Türkiye'nin 81 iline ait çeşitli girdi ve çıktılar ele alınarak bir performans değerlendirmesi yapılmıştır. Sağlık hizmeti sunumu afete müdahalenin olmazsa olmaz

unsurudur. Olayların meydana gelmesiyle kapısı çalınan ilk paydaş çoğunlukla sağlık hizmeti sunucularıdır. Bu noktada sağlık sistemlerinin iyileştirilmesi ve geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. İyileştirme ve geliştirme çalışmaları içinse mevcut durumun analiz edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada 81 il bu yönden göreceli olarak değerlendirilmiş ve etkin olan ve etkin olmayan iller belirlenmiştir. Etkin olmayan illerin etkin olabilmeleri için odaklanmaları gereken değişkenler ve rol model alabilecekleri etkin iller önerilmiştir. Bu yönleriyle çalışmanın sonuçları büyük önem arz etmektedir.

Üçüncü bölümde; kişiye özel acil durum çanta içeriği belirlemeye yönelik bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Afete hazırlık için toplumdaki bireylerden beklenen ilk eylemlerden biri olan acil durum çantasının hazırlanmasında içerik belirleme, bireyler için karmaşık ve zor olabilmektedir. Özellikle afet deneyimi olmayan bireyler için bu, çoğunlukla daha zordur. Birey afet durumunda ne tür malzeme ve ekipmanlara ihtiyaç duyacağını, dolayısıyla çanta hazırlamak istese de içeriğini nasıl belirleyeceğini bilememektedir. Afetler doğaları gereği belirsizlik içerirler ve bu belirsizlik bu olayların yönetilmesini, bu olaylara doğru tepki verilmesini zorlaştırmaktadır. Bireyler için afetin meydana gelmesinin haricinde olayın ne kadar süreceği ve ne tür etkilere sebep olabileceğinin bilinmemesi acil durum çantası hazırlama çabalarının önünde bir engel olarak durmaktadır. Bu amaçla kişilerin çanta içeriği belirleme noktasındaki ihtiyaçlarına yönelik olarak geliştirilen karar destek sistemi, kullanıcıların girişini yaptığı boy, kilo, yaş, cinsiyet, hareketlilik durumu ve mevsim ile ilgili bilgilere göre bir içerik listesi sunmaktadır.

Sunulan bu yaklaşımların;

- Afet ve Acil Durum Başkanlığı'nın veya başka bir bölgedeki koordinatör birimin hızlı etki değerlendirmesi, mahsur kalan noktalarla ilaç, gıda vb. temininin sağlanması, mahsur kalanların hızlı ve güvenilir kurtarılması çalışmalarında;

- Sağlık Bakanlığı'nın 81 ilin afetlerde sağlık hizmeti sunum potansiyelinin değerlendirilmesi ve her bir ilin kapasite geliştirmedeki öncelikli alanlarının belirlenmesi çalışmalarında;

- Bireylerin acil durum çantası hazırlaması adımıyla fayda sağlamak suretiyle toplumların afete dirençlilik ve baş etme kapasitesinin güçlendirilmesi çabalarına katkı sunduğu düşünülmektedir. Afetlere hazırlıkta hem bireysel hem toplumsal hem de kurumsal düzeyde topyekûn bir çabaya gereksinim vardır. O nedenle bu çalışmaların

hem nitelik hem nicelik yönünden geliştirilmesinin oldukça önemli olduğu düşünülmektedir.



KAYNAKÇA

- A Haber. (2021, Ağustos 14). A Haber sel bölgesini drone ile görüntüledi. 20 Ağustos 2021 tarihinde <https://www.ahaber.com.tr/ozel-haberler/2021/08/14/a-haber-sel-bolgesini-drone-ile-goruntuledi> adresinden erişildi.
- Ablah, E., Konda, K. ve Kelley, C. L. (2009). Factors predicting individual emergency preparedness: a multi-state analysis of 2006 BRFSS data. *Biosecurity And Bioterrorism: Biodefense Strategy, Practice, and Science*, 7(3), 317-330.
- Afet ve Acil Durum Başkanlığı. (2019). Afet ve Acil Durum Çantası Nasıl Hazırlanmalı?. 10 Mayıs 2021 tarihinde <https://www.afad.gov.tr/afet-ve-acil-durum-cantasi-nasil-hazirlanmali> adresinden erişildi.
- Akhisar, İ. ve Tezergil, S. A. (2014). Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi: Türk Sigorta Sektörü Uygulaması. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 5(10).
- Al Kurdi, O. F. (2021). A critical comparative review of emergency and disaster management in the Arab world. *Journal of Business and Socio-economic Development*, 1(1), 24-46.
- Aladhrai, S. A., Djalili, A., Corte, D. F., Alsabri, M., El-Bakri, N. K. ve Ingrassia, P. L. (2015). Impact of the 2011 Revolution on Hospital Disaster Preparedness in Yemen. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 9(4), 396-402.
- Allin, S., Veillard, J., Wang, L. ve Grignon, M. (2015). How Can Health System Efficiency Be Improved in Canada?. *Healthc Policy*, 11(1), 33-45.
- Al-Refaie, A., Fouad, R. H., Li, M. H. ve Shurrah, M. (2014). Applying simulation and DEA to improve performance of emergency department in a Jordanian hospital. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 41, 59-72.
- Al-Rousan, T. M., Rubenstein, L. M. ve Wallace, R. B. (2014). Preparedness for natural disasters among older US adults: a nationwide survey. *American Journal of Public Health*, 104(3), 506-511.
- Al-Shareef, A. S., Alsulimani, L. K., Bojan, H. M., Masri, T. M., Grimes, J. O., Molloy, M. S. ve Ciottone, G. R. (2016). Evaluation of Hospitals' Disaster Preparedness Plans in the Holy City of Makkah (Mecca): A Cross-Sectional Observation Study. *Prehospital and Disaster Medicine*, 32(1), 33-45.

- Alzenad, M., El-Keyi, A., Lagum, F. ve Yanıkömeroğlu, H. (2017). 3-D Placement of an Unmanned Aerial Vehicle Base Station (UAV-BS) for Energy-Efficient Maximal Coverage. *IEEE Wireless Communications Letters*, 6(4), 434-437.
- Balçık, B. ve Beamon, B. M. (2008). Facility location in humanitarian relief. *International Journal of logistics*. 11(2). 101-121.
- Başarsoft. (t.y.). Afet Yönetim ve Karar Destek Sistemi (AYDES). 10 Temmuz 2021 tarihinde <https://www.basarsoft.com.tr/afad-aydes/> adresinden erişildi.
- Beatty, T. K., Shimshack, J. P. ve Volpe, R. J. (2019). Disaster preparedness and disaster response: Evidence from sales of emergency supplies before and after hurricanes. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 6(4), 633-668.
- Binu, J., Mawson, A. R. ve Marinelle, P. (2008). Disaster mythology and fact: Hurricane Katrina and social attachment. *Public Health Reports*, 123(5), 555-566.
- Buikstra, E., Ross, H., King, C. A., Baker, P. G., Hegney, D., McLachlan, K. ve Rogers-Clark, C. (2010). The components of resilience—Perceptions of an Australian rural community. *Journal of Community Psychology*, 38(8), 975-991.
- Bull Torres, M. T. (2012). *An Index To Measure Efficiency Of Hospital Networks For Mass Casualty Disasters*. Doctoral Dissertation. College of Engineering and Computer Science. University of Central Florida.
- Caillouet, C. ve Razafindralambo, T. (2017). Efficient Deployment of Connected Unmanned Aerial. *2017 Global Information Infrastructure and Networking Symposium (GIIS)* (ss. 1-8). IEEE.
- Charnes, A., Cooper, W. W. ve Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- Cutter, S. L., Ash, K. D. ve Emrich, C. T. (2014). The geographies of community disaster resilience. *Global environmental change*, 29, 65-77.
- De Nicola, A., Gitto, S. ve Mancuso, P. (2011). A two-stage DEA model to evaluate the Italian health system. Munich Personal RePEc Archive. 10 Mayıs 2021 tarihinde <https://mpira.ub.uni-muenchen.de/39126/> adresinden erişildi.
- DeBastiani, S. D., Strine, T. W., Vagi, S. J., Barnett, D. J. ve Kahn, E. B. (2015). Preparedness perceptions, sociodemographic characteristics, and level of household preparedness for public health emergencies: behavioral risk factor surveillance system, 2006-2010. *Health Security*, 13(5), 317-326.

- Doerner, K. F., Gutjahr, W. J. ve Nolz, P. C. (2009). Multi-criteria location planning for public facilities in tsunami-prone coastal areas. *OR Spectrum*, 31, 651-678.
- Duran, S., Gutierrez, M. A. ve Keskinocak, P. (2011). Pre-Positioning of Emergency Items for. *Interfaces*, 41(3), 223-237.
- Edwards, J. C., Kang, J. E. ve Silenas, R. (2008). Promoting Regional Disaster Preparedness Among Rural Hospitals. *The Journal of Rural Health*, 24(3), 321-325.
- Efendioğlu, G. ve Cenani, Ş. (2021). Deprem Kaynaklı Tsunami Durumunda Tahliye için Karar Destek Sistemi. Mimarlıkta Sayısal Tasarım XV. Ulusal Sempozyumu (MSTAS). 28-29 Haziran 2021, İstanbul, ss. 268-280.
- Ekrem, T., Awais, M., Nakvi, R., Ahmed, E. ve Naeem, M. (2020). Multicriteria UAV Base Stations Placement for Disaster Management. *IEEE Systems Journal*, 14(3), 3475-3482.
- Eroğlu, E. (2019). Yöneylem Araştırması. İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi, İstanbul.
- Ersoy, K., Kavuncubaşı, Ş., Özcan, Y. A. ve Harris II, J. M. (1997). Technical Efficiencies of Turkish Hospitals: DEA Approach. *Journal of Medical Systems*, 21(2), 67-74.
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253-290.
- Fikar, C., Gronalt, M. ve Hirsch, P. (2016). A decision support system for coordinated disaster relief distribution. *Expert Systems with Applications*, 57(2016), 104-116.
- Franklin Liu, F. H., Teng, Y. H. ve Lai, C. H. (2011). The disaster response performance of hospitalsin Taiwan: evaluation and classification. *Qual Quant*, 45, 495-511.
- Frykberg, E. R., Tepas 3rd, J. J. ve Alexander, R. H. (1989). The 1983 Beirut Airport terrorist bombing. Injury patterns and implications for disaster management. *The American Surgeon*, 55(3), 134-141.
- Gencer, C. ve Açıkgöz, A. (2006). Türk Silahlı Kuvvetleri Arama Kurtarma Timlerinin Yerleşiminin Yeniden Belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 21(1), 87-105.
- Gerla, S. R. (2013). *Emergency Preparedness in Utah Households with Emphasis on Water and Food Storage Conditions*. Thesis and Dissertations. Brigham Young University, Provo, 3934.

- Ghavami, S. M. (2019). Multi-criteria spatial decision support system for identifying strategic roads in disaster situations. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 24(2019), 23-36.
- Golany, B. ve Yu, G. (1997). Estimating returns to scale in DEA. *European Journal of Operational Research*, 103(1), 28-37.
- Gupta, M. ve Varma, S. (2021). Optimal placement of UAVs of an aerial mesh network in an emergency situation. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing volume*, 12, 343-358.
- Gül, M. ve Güneri, A. F. (2015). Are emergency departments in Istanbul ready for the earthquakes? past experience and suggestions for future preparedness from employees' viewpoint and the literature. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 12(4), 967-983.
- Günay, A., Dulupçu, M. A. ve Oruç, K. O. (2017). Türkiye'de Devlet Üniversitelerinin Etkinlik ve Verimlilik Analizi: Veri Zarflama Analizi ve Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi Uygulamaları. *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17(3), 85-113.
- HaberTürk. (2020, Kasım 2). Son dakika İzmir hasar tablosu: Deprem hasar tablosu ortaya çıktı!. 20 Ağustos 2021 tarihinde <https://www.haberturk.com/son-dakika-izmir-de-deprem-depremin-hasar-tablosu-ortaya-cikti-haberler-2856258> adresinden erişildi.
- Hofmarcher, M. M., Paterson, I. ve Riedel, M. (2002). Measuring Hospital Efficiency in Austria – A DEA Approach. *Health Care Management Science*, 5, 7-14.
- Hosseini, S. M., Bahadori, M., Raadabadi, M. ve Ravangard, R. (2019). Ranking hospitals based on the disasters preparedness using the TOPSIS technique in western Iran. *Hospital Topics*, 97(1), 23-31.
- Hu, H., Qi, Q. ve Yang, C. (2012). Evaluation of China's regional hospital efficiency: DEA approach with undesirable output. *Journal of the Operational Research Society*, 63, 715-725.
- Huang, J., Liu, Y., Ma, L. ve Su, F. (2013). Methodology for the assessment and classification of regional vulnerability to natural hazards in China: the application of a DEA model. *Natural Hazards*, 65, 115-134.
- Hürriyet. (2020, Nisan 2). Deprem sonrası son durum... Bakan Kurum'dan açıklama. 20 Ağustos 2021 tarihinde <https://www.hurriyet.com.tr/gundem/deprem-sonrasi-son-durum-bakan-kurumdan-aciklama-41438694> adresinden erişildi.

- Hyvärinen, J. ve Vos, M. (2015). Developing a conceptual framework for investigating communication supporting community resilience. *Societies*, 5(3), 583-597.
- Jahangiri, K., Izadkhah, Y. O. ve Lari, A. (2014). Hospital safety index (HSI) analysis in confronting disasters: A case study from Iran. *International Journal of Health System and Disaster Management*, 2(1), 44-49.
- Jung, D., Tuan, V. T., Tran, D. Q., Park, M. ve Park, S. (2020). conceptual framework of an intelligent decision support system for smart city disaster management. *Applied Sciences*, 10(2), 666.
- Kaji, A. H. ve Lewis, R. J. (2008). Hospital disaster preparedness in Los Angeles County. *Academic Emergency Medicine*, 13(11), 1198-1203.
- Kang, H., Nembhard, H., DeFlitch, C. ve Paspupaty, K. (2017). Assessment of emergency department efficiency using data envelopment analysis. *IIE Transactions on Healthcare Systems Engineering*, 7(4), 236-246.
- Kapucu, N. (2008). Culture of preparedness: household disaster preparedness. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 17(4), 526-535.
- Kılıcı, F., Yetiş Kara, B. ve Bozkaya, B. (2015). Locating temporary shelter areas after an earthquake: A case for Turkey. *European Journal of Operational Research*, 243(1), 323-332.
- Kocisova, K., Hass-Symotiuk, M. ve Kludacz-Alessandri, M. (2018). Use of the DEA method to verify the performance model for hospitals. *Economics and Management*, 21(4), 125-140.
- Kohl, S., Schoenfelder, J., Fügener, A. ve Bronner, J. O. (2019). The use of Data Envelopment Analysis (DEA) in healthcare with a focus on hospitals. *Health Care Management Science*, 22, 245-286.
- Kondavetti, R. ve Ganz, A. (2009). Decision support system for resource allocation in disaster management. 2009 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, s. 3425-3428.
- Korkut Üstün, A. ve Barbarasoğlu, G. (2015). Performance evaluation of Turkish disaster relief management system in 1999 earthquakes using data envelopment analysis. *Natural Hazards*, 75, 1977-1996.
- Lee, E. K., Maheshwary, S., Mason, J. ve Glisson, W. (2006). Decision support system for mass dispensing of medications for infectious disease outbreaks and bioterrorist attacks. *Annals of Operations Research*, 148, 25-53.

- Liu, B., Sheu, J. B., Zhao, X., Chen, Y. ve Zhang, W. (2020). Decision making on post-disaster rescue routing problems from the rescue efficiency perspective. *European Journal of Operational Research*, 286(1), 321-335.
- Liu, X., Tang, B., Yang, H., Liu, Y., Xue, C. ve Zhang, L. (2015). The Technical efficiency of earthquake medical rapid response teams following Disasters: The Case of the 2010 Yushu Earthquake in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12, 15390–15399.
- Liu, Y., Wei, J., Xu, J. ve Ouyang, Z. (2018). Evaluation of the moderate earthquake resilience of counties in China based on a three-stage DEA model. *Natural Hazards*, 91(2), 587-609.
- Macit, İ. (2018). Bütünleşik afet yönetim sistemleri için karar destek sistemi geliştirilmesi: Mobil uygulama örneği. *Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi*, 2(1), 23-41.
- Magnussen, J. (1996). Efficiency measurement and the operationalization of hospital production. *Health Services Research*, 31(1), 21-37.
- Maharjan, R. ve Hanaoka, S. (2018). A multi-actor multi-objective optimization approach for locating temporary logistics hubs during disaster response. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, 8(1), 2-21.
- Mahdaviazad, H. ve Abdolahifar, G. R. (2013). Assessing hospital disaster preparedness in Shiraz. Iran 2011: teaching versus private hospitals. *Disaster Medicine*, 8(1), 65-73.
- Manyena, B., O'Brien, G., O'Keefe, P. ve Rose, J. (2011). Disaster resilience: a bounce back or bounce forward ability?. *Local Environment: The International Journal of Justice and Sustainability*, 16(5), 417-424.
- McSwain, N.E. (2010). Disaster response. Natural disaster: Katrina. *Surgery Today*, 40 (7), 587-591.
- Mozaffari, M., Saad, W., Bennis, M. ve Debbah, M. (2016). Efficient deployment of multiple unmanned aerial vehicles for optimal wireless coverage. *IEEE Communications Letters*, 2(8), 1647-1650.
- Munasinghe, N. L. ve Matsui, K. (2019). Examining disaster preparedness at Matara district general hospital in Sri Lanka. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 40, 101154.

- Nazarko, J. ve Šaparauskas, J. (2014). Application of DEA method in efficiency evaluation of public higher education institutions. *Technological and Economic development of Economy*, 20(1), 25-44.
- Nepomuceno, T. C., Silva, W. M., Nepomuceno, K. T. ve Isloana, K. F. (2020). A DEA-based complexity of needs approach for hospital beds evacuation during the COVID-19 outbreak. *Journal of Healthcare Engineering* (2020). 1-9.
- Nezih, A. ve Green III, W. G. (2006). OR/MS research in disaster operations management. *European journal of operational research*, 175(1), 475-493.
- Ning, Y., Tao, M. X., Hu, J. F., Li, Y. B., Cheng, Y. L., Zhang, G., Hu, T., Li, L., Chai, Y., Nan, H. T., Zhao, H. Q. ve Wang, J. J. (2013). Status of household disaster preparedness and affecting factors among the general public of four counties in Shaanxi. *Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi [Chinese Journal of Preventive Medicine]*, 47(4), 347-351.
- Odabaş, D. (2019). *Kimyasal, Biyolojik Radyolojik ve Nükleer Afetleri Yönetmek için Bir Karar Destek Sistemi Modeli Önerisi*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- O'Neill, P. A. (2005). The ABC's of disaster response. *Scandinavian. Journal of Surgery*, 94(4), 259-266.
- Ortiz-Barrios, M., Gül, M., Lopez-Meza, P., Yücesan, M. ve Navarro-Jimenez, E. (2020). Evaluation of hospital disaster preparedness by a multi-criteria decision making approach: The case of Turkish hospitals. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 49(2020). 101748.
- Oruç, K. O. (2008). *Veri Zarflama Analizi ile Bulanık Ortamda Etkinlik Ölçümleri ve Üniversitelerde Bir Uygulama*, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Önen, Z. ve Sayın, S. (2018). *Evaluating Healthcare System Efficiency of OECD Countries: A DEA-Based Study*. C. Kahraman ve Y. İ. Topçu (Ed.) içinde (ss. 141-158). Springer Cham.
- Öztürk, A. (2013). Yöneylem araştırmasının tarihi gelişimi ve özellikleri. *Alphanumeric Journal*, 1(1), 1-11.
- Öztürk, Y. E. (2014). Veri Zarflama Analizi ve hastane etkinliğinin ölçülmesinde kullanımı. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 12(1-2), 97-118.

- Pan, Y. ve Li, Q. W. (2010). Evaluation of emergency management performance based on data envelopment analysis model: A Case of three catastrophic earthquakes in China. *2010 IEEE International Conference on Emergency Management and Management Sciences*, ss. 91-94. IEEE.
- Parkin, D. ve Hollingsworth, B. (1997). Measuring production efficiency of acute hospitals. *Applied Economics*, 29(11), 1425-1433.
- Phalkey, R., Dash, S. R., Mukhopadhyay, A., Runge-Ranzinger, S. ve Marx, M. (2012). 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*, 5(1), 1-10.
- Pickering, C. J., O'Sullivan, T. L., Morris, A., Mark, C., McQuirk, D., Chan, E. Y., Guy, E., Chan, G. K. W., Reddin, K., Throp, R., Tsuzuki, S., Yeung, T. ve Murray, V. (2018). The promotion of 'grab bags' as a disaster risk reduction strategy. *PLoS Currents*, 1-23.
- Public Safety Canada. (2019). 10 Mayıs 2021 tarihinde <https://www.publicsafety.gc.ca/cnt/mrgnc-mngmnt/index-en.aspx> adresinden erişildi.
- Rakes, T. R., Deane, J. K., Rees, L. P. ve Fetter, G. M. (2014). A decision support system for post-disaster interim housing. *Decision Support Systems*, 66(2014), 160-169.
- Rath, S. ve Gutjahr, W. J. (2014). A math-heuristic for the warehouse location-routing problem in disaster relief. *Computers & Operations Research*, 42, 25-39.
- Reliefweb. (2021). Floods and flash floods update (AFAD Turkey, Turkish Meteorological Centre). 20 Ağustos 2021 tarihinde <https://reliefweb.int/report/turkey/turkey-floods-and-flash-floods-update-afad-turkey-turkish-meteorological-centre-echo> adresinden erişildi.
- Reliefweb. (2021). Turkey Wildfires. 20 Ağustos 2021 tarihinde <https://reliefweb.int/report/turkey/information-bulletin-turkey-wildfires-13082021> adresinden erişilmiştir.
- Resmi Gazete. (2013). Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP). 10 Nisan 2021 tarihinde <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/01/20140103-12.htm> adresinden erişildi.

- Restrepo, O. H., Triantis, K., Trainor, J., Murray-Tuite, P. ve Edara, P. (2016). A multi-perspective dynamic network performance efficiency measurement of an evacuation: A dynamic network-DEA approach. *Omega*, 60, 45-59.
- ReVelle, C. S. ve Horst, A. E. (2005). Location analysis: A synthesis and survey. *European Journal of Operational Research*, 165(1), 1-19.
- Rignault, D. P. (1992). Recent progress in surgery for the victims of disaster. terrorism. and war—Introduction. *World Journal of Surgery*, 16, 885-887.
- Russo, F. ve Rindone, C. (2012). Data envelopment analysis for planning emergency. *The Sustainable City*, 155, 1091-1101.
- Saeid, M., Khankeh, H., Habibisoola, A., Mohammadali, M., Hamidkolg, G. ve Dadkhah, B. (2019). Investigating hospital preparedness in Ardabil province against unexpected accidents. *HDQ*, 4(3), 127-134.
- Sahebjamnia, N., Torabi, S. A. ve Mansouri, S. A. (2017). A hybrid decision support system for managing humanitarian relief chains. *Decision Support Systems*, 95, 12-26.
- Sasao, T. (2016). Cost and efficiency of disaster waste disposal: A case study of the Great East Japan Earthquake. *Waste Management*, 58, 3-13.
- Schou-Jensen. (2009). The ARGOS CBRN Information System. 10 Mayıs 2021 tarihinde Prolog Development Center. www.pdc.dk/argos adresinden erişildi.
- Sendek, S., Svitalkova, Z. ve Angelovicova, K. (2015). Efficiency evaluation of hospitals in the environment of the Czech and Slovak Republic. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 63, 2109-2118.
- Sharma, B., Ramkumar, M., Subramanian, N. ve Malhotra, B. (2019). Dynamic temporary blood facility location-allocation during and post-disaster periods. *Annals of Operations Research*, 283, 705-736.
- Smet, H. D., Lagadec, P. ve Leysen, J. (2012). Disasters out of the box: a new ballgame? *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 20(3), 138-148.
- Sottinen, T. (2009). Operations Research with GNU Linear Programming Kit. *ORMS*, 1020(200).
- Stefko, R., Gavurova, B. ve Kocisova, K. (2018). Healthcare efficiency assessment using DEA analysis in the Slovak Republic. *Health Economics Review*, 8(6), 2-12.

- Strumberger, I., Bacanin, N., Tomic, S., Beko, M. ve Tuba, M. (2017). Static drone placement by elephant herding optimization algorithm. *2017 25th Telecommunication Forum (TELFOR)*, ss. 1-4, IEEE.
- Strumberger, I., Sarac, M., Markovic, D. ve Bacanin, N. (2018tuba). Moth search algorithm for drone placement problem. *International Journal of Computers*, 3, 75-80.
- Şahin, Y. ve Altın, F. G. (2016). Çadır kent Yer Seçimi Problemi için Bir Atama Modeli: Isparta Örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, 8(16), 323-336.
- Tariq, R., Rahim, M., Aslam, N., Bawany, N. ve Faseeha, U. (2018). DronAID : A Smart Human Detection Drone for Rescue. *2018 15th International Conference on Smart Cities: Improving Quality of Life Using ICT & IoT (HONET-ICT)*, ss. 33-37, IEEE.
- The International Disaster Database [EM-DAT]. (t.y.). Consult the Database. 12 Ocak 2021 tarihinde public.emdat.be adresinden erişildi.
- The International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies [IFRC]. (2020). World Disasters Report 2020 Come Heat or High Water, Geneva.
- The International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies [IFRC]. (2020). Australia: Bushfires-Information Bulletin.
- The United States Agency for International Development. (2015). ‘Go Bags’ Increase Earthquake Preparedness in Nepal. 10 Mayıs 2021 tarihinde https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1866/SuccessStory_NepalEarthquake_05-29-2015.pdf adresinden erişildi.
- The World Bank. (2021). Disaster Risk Management. 11 Eylül 2021 tarihinde <https://www.worldbank.org/en/topic/disasterriskmanagement/overview#1> adresinden erişildi.
- Tomio, J., Sato, H., Matsuda, Y., Koga, T. ve Mizumura, H. (2015). Household and community disaster preparedness in Japanese provincial city: a population-based household survey. *Adv Anthropol*, 4(2), 68–77.
- Top, M., Gider, Ö. ve Taş, Y. (2010). An Investigation of hospital disaster preparedness in Turkey. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 7(1), 1-19.
- Toregas, C., Swain, R., ReVelle, C. ve Bergman, L. (1971). The location of emergency service facilities. *Operations Research*, 19(6), 1363-1373.

- Tuba, E., Capor-Hrosik, R., Alihodzic, A. ve Tuba, M. (2017). Drone Placement for Optimal Coverage by Brain Storm Optimization Algorithm. A. Abraham. P. Muhuri. A. Muda ve N. Gandhi (Ed.). *17th International Conference on Hybrid Intelligent Systems* içinde, ss. 167-176. Springer Cham.
- Turğut, B. T., Taş. G., Herekoğlu, A., Tozan, H. ve Vayvay, O. (2011). A fuzzy AHP based decision support system for disaster center location selection and a case study for Istanbul. *Disaster Prevention and Management*, 200(5).
- Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (2015). Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP) ve Afet Yönetim ve Karar Destek Sisteminin (AYDES) uygulamaya alınması.
- Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2021, 3 Ağustos). *Yangınlarda Hasar Gören Yapılar Drone ile Tespit Ediliyor*. 10 Ağustos 2021 tarihinde <https://www.csb.gov.tr/yaniginlarda-hasar-goren-yapilar-drone-ile-tespit-ediliyor-bakanlik-faaliyetleri-31967> adresinden erişildi.
- Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı. (2021). *Sağlık İstatistikleri Yıllıkları*. 2 Mayıs 2021 tarihinde <https://www.saglik.gov.tr/TR.84930/saglik-istatistikleri-yilliklari.html> adresinden erişildi.
- URL-1, <https://www.amazon.com/-/es/preparaci%C3%B3n-terremotos-emergencia-supervivencia-desastres/dp/B073PMFJCQ> 12 Temmuz 2021.
- URL-2, <https://72hours.ca/collections/emergency-kit/products/1-person-72hrs-deluxe-toilet-emergency-survival-kit> 12 Temmuz 2021.
- URL-3, <https://preparednessmama.com/starting-your-72-hour-kits/> 12 Temmuz 2021.
- URL-4, <https://1staidsupplies.com/shop/disaster-kits-survival-supplies/disaster-earthquake-kits/office/> 12 Temmuz 2021.
- URL-5, <https://www.rollingstone.com/product-recommendations/lifestyle/best-survival-kit-bug-out-bag-966266/> 12 Temmuz 2021.
- URL-6, <https://www.businessinsider.com/best-emergency-kit> 12 Temmuz 2021.
- URL-7, <https://survival-mastery.com/reviews/survival/best-bug-out-bag-backpack.html> 12 Temmuz 2021.
- URL-8, <https://mavicguides.com/the-use-of-drones-in-disaster-response-is-a-new-and-innovative-way-to-get-information-and-data-quickly/> 20 Ağustos 2021.
- URL-9, <https://interdrone.com/public-safety/2017-the-year-of-natural-disasters-and-putting-drones-to-work/> 20 Ağustos 2021.

- URL-10, <https://www.precisionhawk.com/blog/how-drones-aid-in-disaster-response> 20 Ağustos 2021.
- Uscher-Pines, L., Chandra, A. ve Acosta, J. (2013). Household preparedness is not enough: the challenges and opportunities in assessing community readiness for disasters. *Journal of Public Health Management and Practice*, 19, 70-76.
- Üstün, A. K. (2016). Evaluating Istanbul's disaster resilience capacity by data. *Natural Hazards*, 80, 1603-1623.
- Valdmanis, V., Bernet, P. ve Moises, J. (2010). Hospital capacity capability and emergency preparedness. *European Journal of Operational Research*, 207(3), 1628-1634.
- Varabyova, Y. ve Schreyögg, J. (2013). International comparisons of the technical efficiency of the hospital sector: Panel data analysis of OECD countries using parametric and non-parametric approaches. *Health Policy*, 112(1-2), 70-79.
- Wang, Y., Xu, G., Zhang, W. ve Zhou, Z. (2020). Location analysis of earthquake relief warehouses: evaluating the efficiency of location combinations by DEA. *Emerging Markets Finance and Trade*, 56, 1752-1764.
- Wei, Y. M., Fan, Y., Lu, C. ve Tsai, H. T. (2004). The assessment of vulnerability to natural disasters in China by using the DEA method. *Environmental Impact Assessment Review*, 24(4), 427-439.
- Wells, G. (1999). Community emergency response team (cert): A realistic approach toward risk management. National Fire Academy.
- World Health Organization. (2021). WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. <https://covid19.who.int/> adresinden erişildi.
- World Wide Fund for Nature. (2021). Australia's 2019-2020 Bushfires: The Wildlife Toll: Interim Report.
- Yıldız, A. (2006). Yatırım fonları performanslarının veri zarflama analizi yöntemiyle değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 61(02), 211-234.
- Younis, M. ve Akkaya, K. (2008). Strategies and techniques for node placement in wireless sensor networks: A survey. *Ad Hoc Networks*, 6(4), 621-655.
- Zorbas, D., Pugliese, L. ve Razafindralambo, T. (2016). Optimal drone placement and cost-efficient target coverage. *Journal of Network Computer Applications*, 75, 16-31.

EKLER

Ek 1. 2019 Yılına Ait Veri Seti

Karar Birimleri	Verme	Girdiler		Çıktılar		
		Toplam Nüfus	Yatak Doluluk Oranı (%)	Yatak Sayısı	Toplam Sağlık Personeli	112 Ambulans Sayısı
Adana		2237940	77.3	7137	18183	95
Adıyaman		626465	71.5	1351	4700	47
Afyonkarahisar		729483	57.7	2185	5675	65
Ağrı		536199	59.7	878	2539	49
Amasya		337800	56.2	835	2838	40
Ankara		5639076	64	19326	58751	225
Antalya		2511700	64.4	7390	21841	95
Artvin		170875	55.7	346	1527	49
Aydın		1110972	80.2	3164	9111	72
Balıkesir		1228620	70.2	3334	9815	74
Bilecik		219427	69.6	335	1587	36
Bingöl		279812	55.1	705	2099	39
Bitlis		348115	59.8	988	2290	46
Bolu		316126	66.1	1460	3421	47
Burdur		270796	58.9	758	2409	42
Bursa		3056120	72	8079	21797	115
Çanakkale		542157	59.1	1685	4921	54
Çankırı		195789	46.4	465	1644	41
Çorum		530864	67.7	1658	4439	63
Denizli		1037208	66.4	3249	9122	73
Dişarbakır		1756353	57.7	4759	12143	99
Edirne		413903	63.8	1936	4553	51
Elâzığ		591098	66.2	2991	5570	62
Erzincan		234747	64.1	540	2028	53
Erzurum		762062	67.4	3623	7210	71
Eskişehir		887475	68.8	3507	9373	56
Gaziantep		2069364	68	6265	13328	78
Giresun		448400	69.9	1575	4187	57
Gümüşhane		164521	44.4	327	1124	43
Hakkâri		280991	55	410	1515	51
Hatay		1628894	75.3	4204	11029	88
Isparta		444914	75.2	2022	5279	50
Mersin		1840425	68	4770	14115	99
İstanbul		15519267	61.1	40697	119772	452
İzmir		4367251	68.6	12248	37728	157
Kars		285410	53.1	743	2170	45
Kastamonu		379405	60	1090	2915	64
Kayseri		1407409	69.1	4573	12524	86
Kırklareli		361836	65.2	912	2639	49
Kırşehir		242938	69.9	472	2004	39
Kocaeli		1953035	70.6	4559	13711	69
Konya		2232374	69.4	7597	18353	104
Kütahya		579257	71.9	1886	4519	46
Malatya		800165	61	2954	7877	75
Manisa		1440611	69.4	4730	11205	85
Kahramanmaraş		1154102	74.2	2947	8601	76
Mardin		838778	69.7	1446	4964	50
Muğla		983142	61.8	2065	7835	89
Muş		408809	61.9	770	2100	47
Nevşehir		303010	75.4	697	2246	39

Ek 1. (Devamı)

Karar Birimleri	Verme	Girdiler		Çıktılar		
		Toplam Nüfus	Yatak Doluluk Oranı (%)	Yatak Sayısı	Toplam Sağlık Personeli	112 Ambulans Sayısı
Niğde		362861	70.7	888	2584	44
Ordu		754198	67	2229	5983	68
Rize		343212	62.8	1121	3205	49
Sakarya		1029650	72.2	1936	6693	58
Samsun		1348542	74.7	4935	12825	74
Siirt		330280	64.2	858	2060	49
Sinop		218243	53.4	585	1892	44
Sivas		638956	55.1	2630	5965	83
Tekirdağ		1055412	63.9	2748	6620	60
Tokat		612747	63.6	2249	5253	61
Trabzon		808974	69.2	3242	8769	63
Tunceli		84660	42.3	150	936	38
Şanlıurfa		2073614	79.6	3980	10363	98
Uşak		370509	54	1235	3138	49
Van		1136757	63.9	3020	7169	81
Yozgat		421200	54.6	1286	3520	63
Zonguldak		596053	63.1	2252	4978	43
Aksaray		416367	55.5	834	2843	46
Bayburt		84843	58.9	200	714	29
Karaman		253279	65.9	598	2013	40
Kırıkkale		283017	71.6	1254	3021	39
Batman		608659	67.2	1325	3929	34
Şırnak		529615	55.5	631	2331	56
Bartın		198249	65.1	432	1388	32
Ardahan		97319	52.4	210	839	46
Iğdır		199442	72.8	313	1199	37
Yalova		270976	76.2	620	2092	32
Karabük		248458	71.3	691	2283	39
Kilis		142490	88.7	321	1367	46
Osmaniye		538759	71	1295	4064	46
Düzce		392166	69.7	793	2745	38

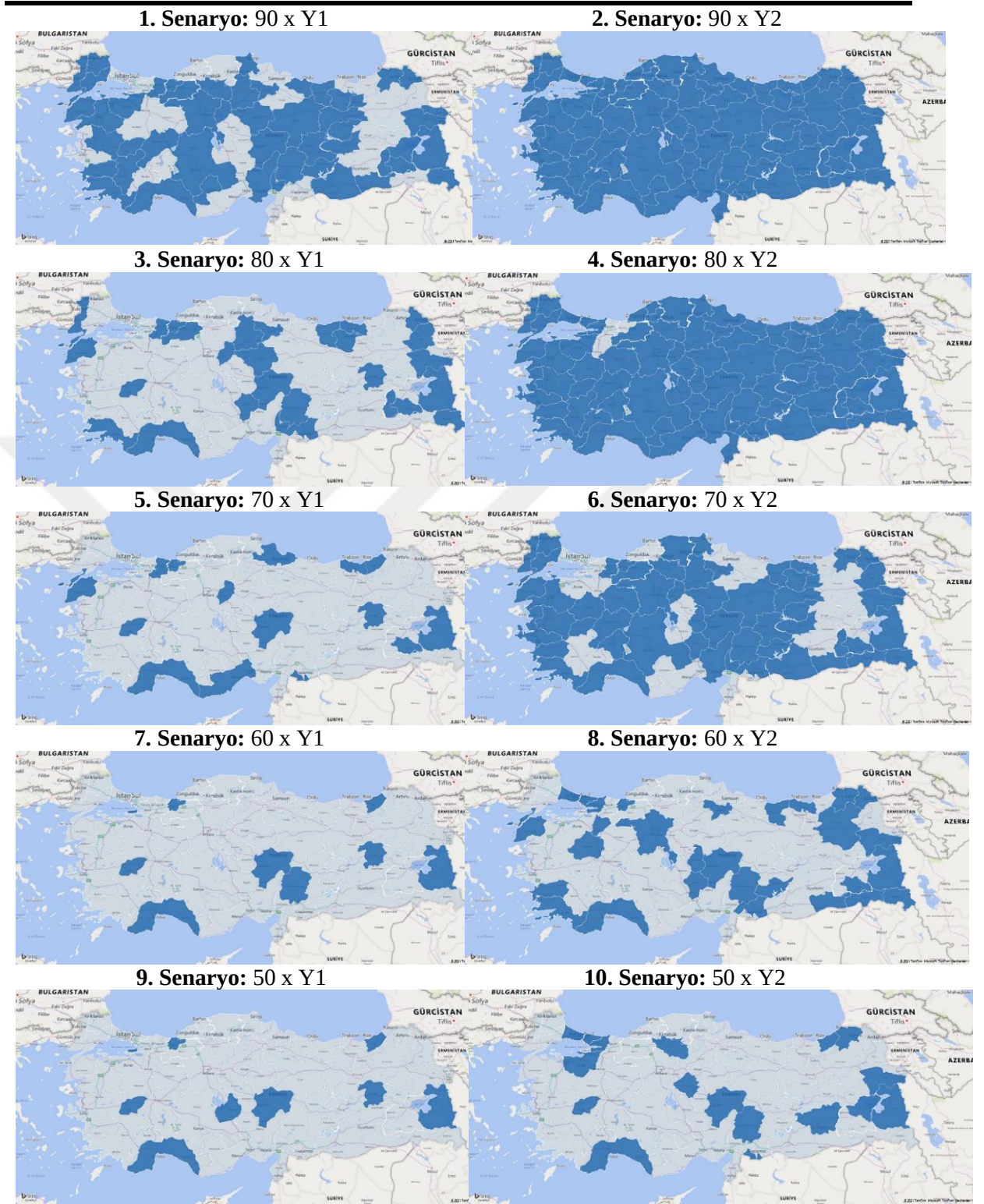
Ek 2. İllerin 2019 Yılına Ait Etkinlik Sonuçları

Karar Verme Birimleri	VRS	CRS	Ölçek Etkinlik	Ölçeğe Göre Getiri
Adana	85.2%	83.3%	97.8%	drs
Adıyaman	70.8%	68.8%	97.2%	drs
Afyonkarahisar	79.8%	79.3%	99.4%	drs
Ağrı	64.5%	61.2%	94.9%	drs
Amasya	77.9%	76.8%	98.5%	drs
Ankara	100.0%	100.0%	100.0%	-
Antalya	82.9%	82.8%	99.9%	irs
Artvin	97.2%	91.1%	93.7%	drs
Aydin	80.6%	77.6%	96.3%	drs
Balıkesir	78.7%	76.9%	97.8%	drs
Bilecik	71.4%	62.8%	88.0%	drs
Bingöl	73.8%	71.8%	97.4%	drs
Bitlis	73.4%	71.4%	97.3%	drs
Bolu	100.0%	100.0%	100.0%	-
Burdur	83.4%	80.6%	96.7%	drs
Bursa	75.8%	73.6%	97.0%	drs
Çanakkale	86.9%	86.1%	99.1%	drs
Çankırı	85.6%	85.1%	99.4%	drs
Çorum	86.8%	82.7%	95.3%	drs
Denizli	85.8%	84.9%	98.9%	drs
Diyarbakır	86.3%	85.7%	99.4%	drs
Edirne	100.0%	100.0%	100.0%	-
Elâzığ	100.0%	100.0%	100.0%	-
Erzincan	95.7%	83.8%	87.6%	drs
Erzurum	100.0%	100.0%	100.0%	-
Eskişehir	98.4%	98.2%	99.8%	irs
Gaziantep	80.0%	79.7%	99.7%	drs
Giresun	91.1%	87.3%	95.8%	drs
Gümüşhane	96.3%	96.2%	100.0%	drs
Hakkâri	87.1%	84.7%	97.2%	drs
Hatay	79.2%	68.2%	86.1%	drs
Isparta	100.0%	100.0%	100.0%	-
Mersin	84.5%	76.3%	90.2%	drs
İstanbul	100.0%	100.0%	100.0%	-
İzmir	83.2%	82.8%	99.6%	drs
Kars	79.6%	77.1%	96.8%	drs
Kastamonu	98.1%	91.0%	92.8%	drs
Kayseri	87.3%	86.3%	98.9%	drs
Kırklareli	77.6%	71.7%	92.4%	drs
Kırşehir	78.1%	71.2%	91.1%	drs
Kocaeli	66.4%	66.2%	99.7%	drs
Konya	90.9%	90.3%	99.4%	drs

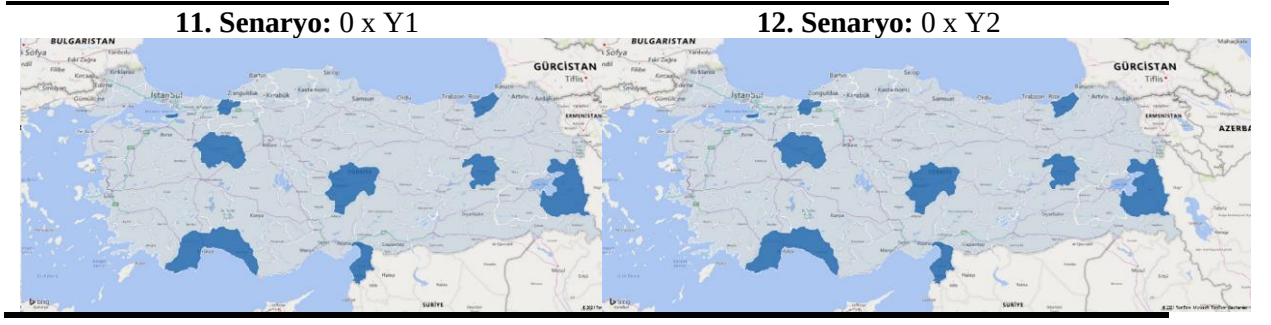
Ek 2. (Devamı)

Karar Verme Birimleri	VRS	CRS	Ölçek Etkinlik	Ölçeğe Göre Getiri
Kütahya	73.8%	72.9%	98.8%	drs
Malatya	96.8%	96.6%	99.7%	drs
Manisa	85.4%	82.8%	96.9%	drs
Kahramanmaraş	77.8%	73.0%	93.7%	drs
Mardin	59.7%	57.3%	95.9%	drs
Muğla	95.9%	88.9%	92.7%	drs
Muş	69.9%	63.8%	91.3%	drs
Nevşehir	71.9%	64.3%	89.4%	drs
Niğde	72.6%	66.6%	91.7%	drs
Ordu	81.6%	79.1%	96.9%	drs
Rize	88.8%	86.1%	96.9%	drs
Sakarya	64.9%	62.3%	96.0%	drs
Samsun	92.6%	92.1%	99.4%	drs
Siirt	79.1%	70.5%	89.1%	drs
Sinop	87.3%	83.7%	95.9%	drs
Sivas	100.0%	100.0%	100.0%	-
Tekirdağ	66.0%	64.3%	97.5%	drs
Tokat	85.6%	85.4%	99.7%	drs
Trabzon	99.5%	99.5%	100.0%	irs
Tunceli	100.0%	100.0%	100.0%	-
Şanlıurfa	79.2%	65.3%	82.4%	drs
Uşak	84.2%	84.0%	99.8%	drs
Van	83.4%	76.0%	91.1%	drs
Yozgat	92.5%	91.5%	99.0%	drs
Zonguldak	82.9%	81.9%	98.8%	irs
Aksaray	70.9%	69.4%	97.9%	drs
Bayburt	100.0%	87.7%	87.7%	irs
Karaman	77.3%	70.7%	91.4%	drs
Kırıkkale	98.5%	96.6%	98.0%	irs
Batman	58.4%	58.1%	99.5%	drs
Şırnak	74.1%	73.3%	98.9%	drs
Bartın	66.7%	62.6%	93.9%	drs
Ardahan	100.0%	100.0%	100.0%	-
Iğdır	69.8%	56.1%	80.3%	drs
Yalova	67.8%	66.0%	97.2%	drs
Karabük	82.2%	78.8%	95.9%	drs
Kilis	98.1%	87.9%	89.6%	drs
Osmaniye	71.4%	69.0%	96.6%	drs
Düzce	66.3%	62.8%	94.7%	drs

Ek 3. Afet Risk Düzeyi Değişkenine (M1) Göre Senaryolar

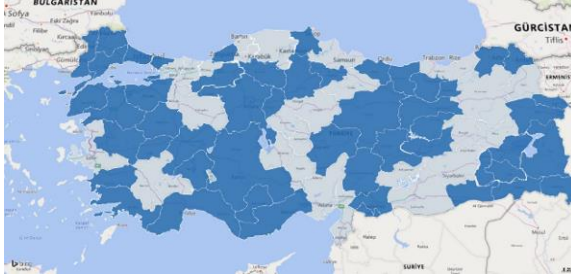


Ek 3. (Devamı)

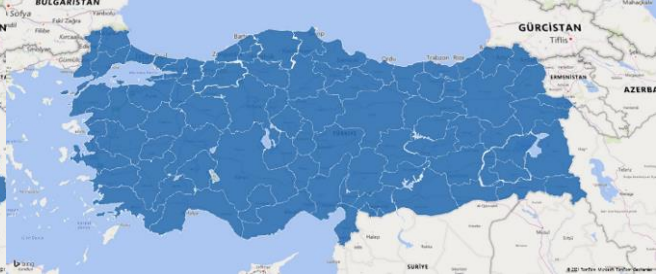


Ek 4. Nüfus Değişkenine (M2) Göre Senaryolar

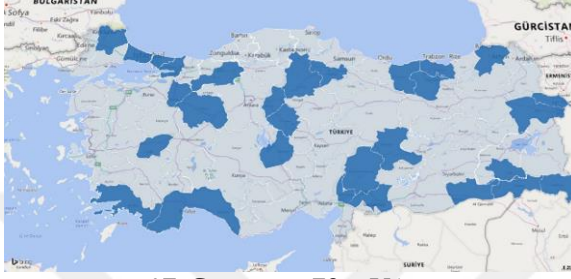
13. Senaryo: 90 x Y1



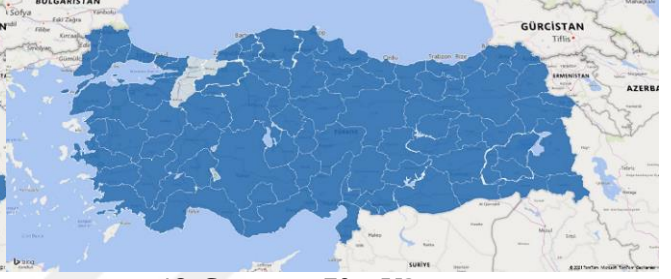
14. Senaryo: 90 x Y2



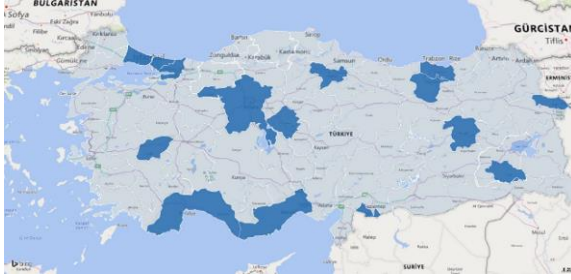
15. Senaryo: 80 x Y1



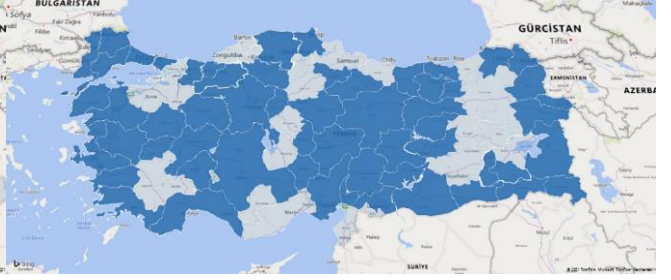
16. Senaryo: 80 x Y2



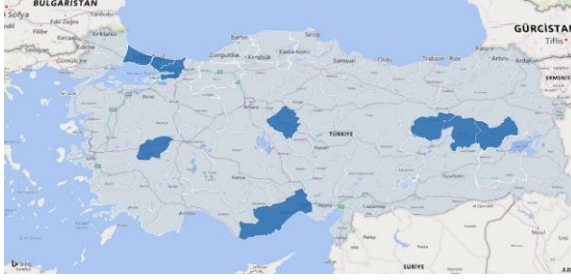
17. Senaryo: 70 x Y1



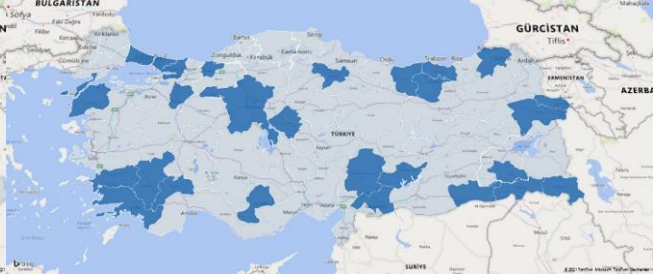
18. Senaryo: 70 x Y2



19. Senaryo: 60 x Y1



20. Senaryo: 60 x Y2



21. Senaryo: 50 x Y1



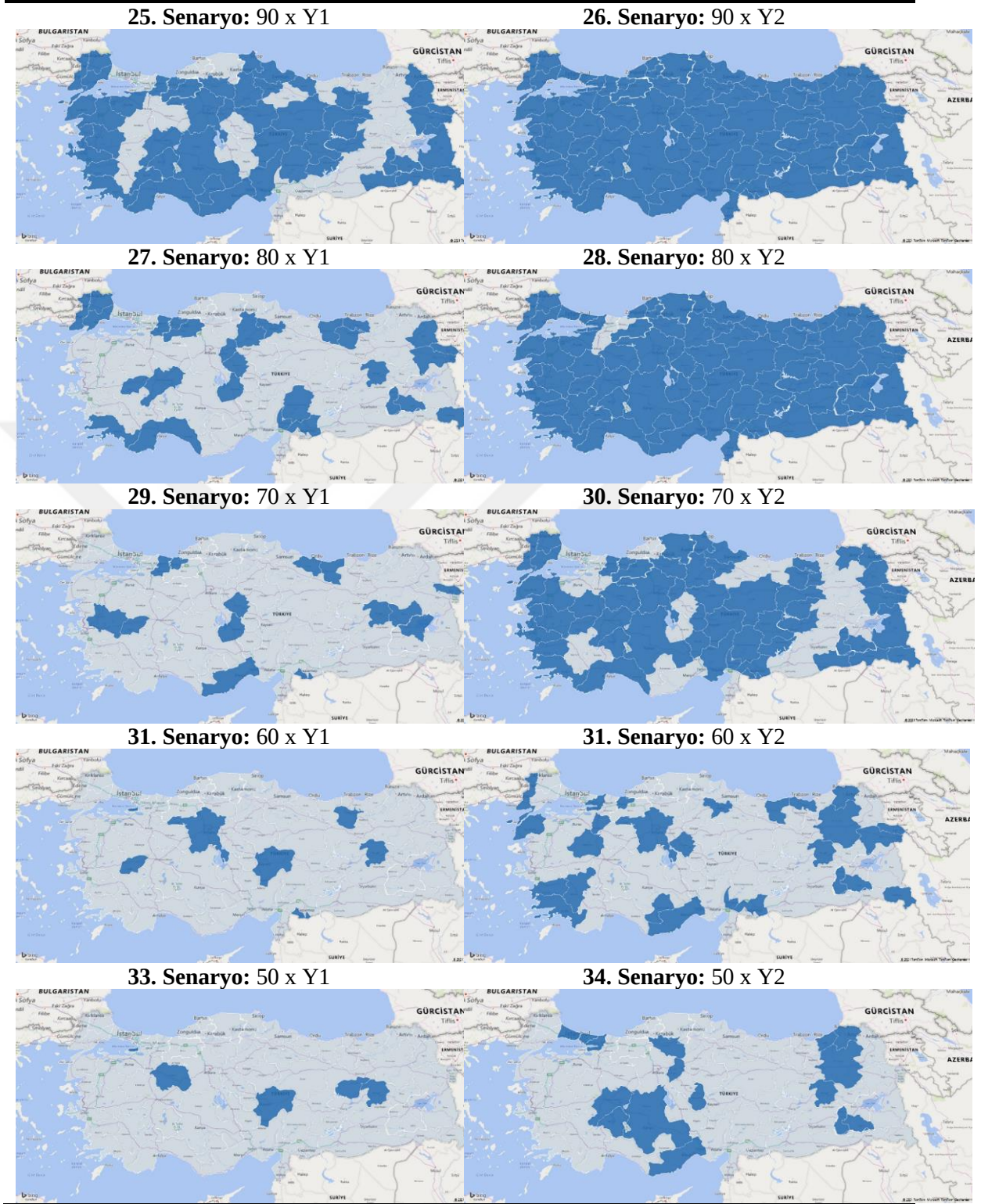
22. Senaryo: 50 x Y2

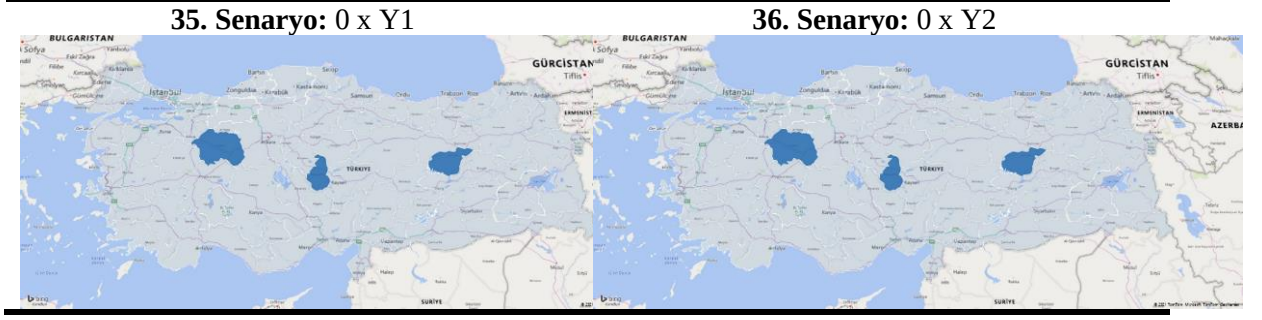


Ek 4. (Devamı)



Ek 5. Afet Risk Düzeyi-Nüfus Bileşeni Değişkenine (M3) Göre Senaryolar



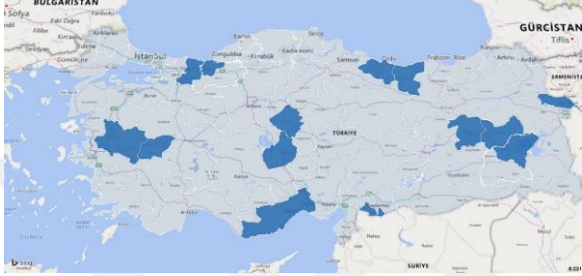


Ek 6. Özel Senaryolar

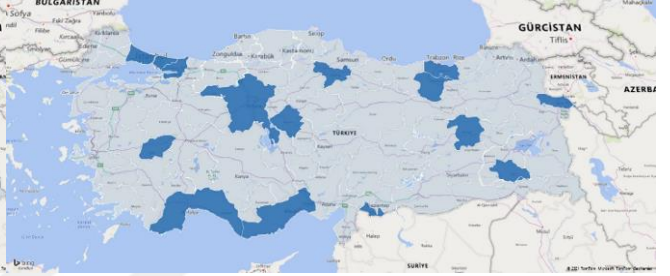
37. Senaryo: (Y1:70) x (Y2:50) x M3



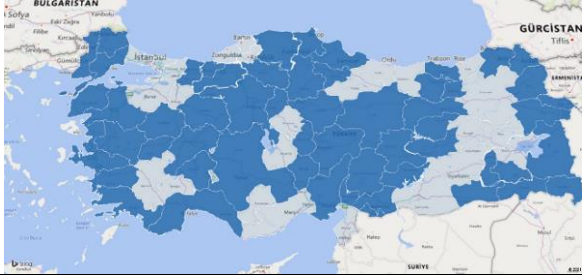
17. Senaryo: 70 x M3 x Y1 (2020 MGM verisine göre)



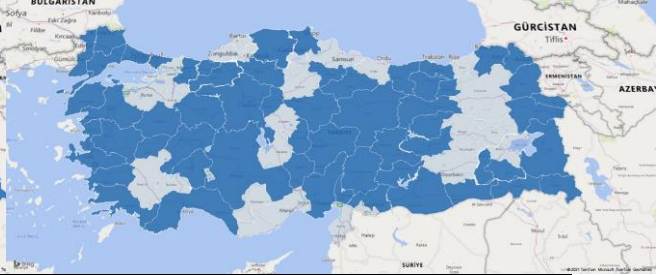
38. Senaryo: 70 x M3 x Y1 (Alan Uzmanı Görüşlerine Dayanan Verilerle)



18. Senaryo: 70 M3 Y2 (2020 MGM verisine göre)



39. Senaryo: 70 M3 Y2 (Alan Uzmanı Görüşlerine Dayanan Verilerle)



ÖZGEÇMİŞ

2010 yılında liseden okul birinciliğiyle mezun oldu. Akabinde Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Acil Yardım ve Afet Yönetimi lisans programına yerleşti. Aynı yıl Balıkesir İl Sağlık Müdürlüğü bünyesinde acil tıp teknisyeni olarak göreve başladı. 2014 yılında üniversiteden dereceyle mezun oldu. Lisans mezuniyetinin ardından Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde pedagojik formasyon eğitimini tamamladı ve aynı dönemde Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Afet Eğitimi ve Yönetimi tezli yüksek lisans programına yerleşti. Bu süreçte 2016 yılında, Balıkesir 112 Acil Sağlık Hizmetleri Müdürlüğü'ndeki görevinden ayrılıp Öğretim Üyesi Yetiştirme Programı'yla Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Acil Yardım ve Afet Yönetimi programında araştırma görevlisi olarak göreve başladı. Ankara Üniversitesi bünyesindeki 6 aylık yabancı dil eğitiminden sonra yüksek lisans tahsilini tamamladı. Ardından Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Afet Yönetimi doktora programına yerleşti. İyi derecede İngilizce, başlangıç derecesinde Arapça bilmektedir.

Projeler:

Afet Farkındalığı ve Tahliye Modellemesi; Gümüşhane Üniversitesi Örneği (2017)

1. Uluslararası Afet Yönetimi Kongresi (2018)

Yayınlar:

Özpolat Özgün. E., Şahinöz. S. ve Göktekin. Z. Gümüşhane İli 112 Acil Sağlık Hizmetleri İstasyonlarında Çalışan Personelin Crush Sendromu Bilgi Düzeyleri. *Paramedik ve Acil Sağlık Hizmetleri Dergisi*.