

T.C
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**HASTANELERİN AFETE HAZIRLIĞINA YÖNELİK BAYESYEN BWM VE
VIKOR TEMELLİ BÜTÜNSSEL BİR MODEL ÖNERİSİ**

Halit Serdar SANER

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MÜHENDİSLİK YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Doç. Dr. Muhammet GÜL

TUNCELİ-2021

T.C
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**HASTANELERİN AFETE HAZIRLIĞINA YÖNELİK BAYESYEN BWM VE
VIKOR TEMELLİ BÜTÜNSEL BİR MODEL ÖNERİSİ**

Halit Serdar SANER
(190080012)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MÜHENDİSLİK YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Doç. Dr. Muhammet GÜL

TUNCELİ-2021

T.C
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

HASTANELERİN AFETE HAZIRLIĞINA YÖNELİK BAYESYEN BWM VE
VIKOR TEMELLİ BÜTÜNSEL BİR MODEL ÖNERİSİ

Halit Serdar SANER
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MÜHENDİSLİK YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

Bu tez 16/04/2021 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

İmza

Doç. Dr. Erkan ÇELİK
(İstanbul Üniversitesi)
BAŞKAN

İmza

Doç. Dr. Muhammet GÜL
(Munzur Üniversitesi)
DANIŞMAN

İmza

Doç. Dr. Üyesi Melih
YÜCESAN
(Munzur Üniversitesi)
ÜYE

Bu tez, Enstitümüz Mühendislik Yönetimi Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Doç. Dr. Murat KORUNUR
Enstitü Müdürü

NOT: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı “Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu”ndaki hükümlere tabidir.

27/04/2021

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

İmza

Halit Serdar SANER

Danışman

Doç. Dr. Muhammet GÜL

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitim hayatımın başından bu yana desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, tezimin tüm sürecini adım adım takip eden ve kendimi yetersiz hissettiğim anlarda yardımlarıyla cesaretlendiren danışman hocam Sayın Doç. Dr. Muhammet GÜL'e, çok teşekkür ederim.

Tez çalışmamın kapsamının genişlemesi için ihtiyaç duyduğum verileri sunan hastane idarecilerine, değerli görüşleriyle sonuca ulaşmamı sağlayan karar verici uzmanlara ve tezde kullandığım MATLAB ve LİNGO yazılımlarına erişim konusunda yardımları için Sayın Doç. Dr. Melih YÜCESAN'a teşekkür ederim.

Başta sonuca ulaşamayacağımı düşünüp pes ettiğim anlarda devam etmem konusunda ısrarlı desteklerinden ötürü Çevre Y. Müh. Yener TÜRKMENOĞLU ve Öğr. Gör. Yiğit ALİŞAN olmak üzere, yüksek lisans ders döneminden itibaren çalışma saatlerinde eksikliğimi hissettirmeyen değerli mesai arkadaşlarıma ve akademik yazım dili konusundaki destekleri için Gıda Y. Müh. Necmi ARİTÜRK'e teşekkür ederim.

Attığım her adımda sonuna kadar arkamda duran, hep daha iyiye ve daha doğruya ulaşmam için ellerinden geleni yapan ve tez sürecinde aramıza giren mesafeye sabırla katlanan kıymetli aileme sonsuz teşekkür ederim.

Halit Serdar SANER
TUNCELİ - 2021

İÇİNDEKİLER

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	I
TEŞEKKÜR.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
GRAFİKLER LİSTESİ	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ	V
TABLolar LİSTESİ	VI
KISALTMALAR LİSTESİ	VII
ÖZET.....	VIII
ABSTRACT	IX
1. GİRİŞ	1
1.1. Afetin Tanımı ve Afet Çeşitleri	2
1.2. Türkiye’de Yaşanan Afetler	3
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	6
2.1. Hastanelerin Afet Hazırlıkları Hakkındaki Çalışmalar	6
2.2. BBWM ile Yapılmış Çalışmalar.....	15
2.3. TOPSIS ve VIKOR ile Yapılmış Son Çalışmalar	17
2.4. Çalışmanın Farklılıkları ve Literatüre Katkıları	19
3. METODOLOJİ.....	20
3.1. Çok Kriterli Karar Verme Metotları	20
3.2. Bayesyen BWM.....	20
3.3. VIKOR Yöntemi	24
3.4. TOPSIS Yöntemi.....	25
3.5. Önerilen Yaklaşım.....	28
4. UYGULAMA	30
4.1. Hastanelerin Afete Hazırlığı ile İlgili Değerlendirme Kriterleri	30
4.2. Hastaneler Hakkında Bilgilendirme	36
4.3. Değerlendirmeye Katılan Uzman Ekip.....	36
4.4. BBWM ile Hastanelerin Afete Hazırlık Kriterlerinin Önem Seviyelerinin Belirlenmesi.....	37
4.5. VIKOR ile Hastanelerin Afete Hazırlık Seviyelerinin Tespiti	48
4.6. Karşılaştırma ve Duyarlılık Analizi.....	48
5. SONUÇ.....	55
5.1. Çalışmanın Özeti	55
5.2. Çalışmanın Metodolojik ve Uygulamaya Katkıları.....	56
5.3. Çalışmanın Sınırlamaları	57
5.4. Geleceğe Yönelik Önergeler.....	57
6. KAYNAKLAR.....	58
ÖZGEÇMİŞ	

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1.1. 2000–2020 yılları arasında Türkiye’de yaşanan afet sayıları.....	4
Grafik 1.2. 2000–2020 yılları arasında yaşanan afetlerin türlerine göre sayıları.....	4
Grafik 1.3. 2000–2020 yıllarında yaşanan afetlerde hayatlarını kaybedenlerin sayısı.....	5
Grafik 4.1. Farklı ν değerlerine göre oluşan VIKOR Q sonuçları.....	54



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Beyesyen BWM uygulama adımları.....	21
Şekil 3.2. Tezde izlenen yaklaşımın akış diyagramı.....	29
Şekil 4.1. Afet durumlarına hazırlıklı olma bileşenleri.....	31
Şekil 4.2. En iyi ve en kötü kriter seçimi.....	38
Şekil 4.3. İkili karşılaştırmalar.....	38
Şekil 4.4. Ana kriterlere ait kredal sıralama gösterimi.	40
Şekil 4.5. Hastane binası alt kriterlerine ait kredal sıralama gösterimi.....	42
Şekil 4.6. Ekipman alt kriterlerine ait kredal sıralama gösterimi.....	43
Şekil 4.7. İletişim alt kriterlerine ait kredal sıralama gösterimi.....	44
Şekil 4.8. Ulaşım alt kriterlerine ait kredal sıralama gösterimi.....	45
Şekil 4.9. Personel alt kriterlerine ait kredal sıralama gösterimi.....	46
Şekil 4.10. Esneklik alt kriterlerine ait kredal sıralama gösterimi.....	47



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Hastanelerin afete hazırlıkları hakkındaki çalışmalar.....	11
Tablo 2.2. BBWM yöntemi kullanılarak yapılmış çalışmalar.....	16
Tablo 2.3. TOPSIS ve VIKOR yöntemlerini birlikte kullanan güncel çalışmalar.....	18
Tablo 4.1. Afete hazırlık durum değerlendirmesi kriterleri ve performans ölçütleri.....	35
Tablo 4.2. Uzman değerlendirmeleri.....	39
Tablo 4.3. BBWM ile elde edilen ana kriter ağırlıkları.....	40
Tablo 4.4. BBWM ile elde edilen hastane binası alt kriterlerinin ağırlıkları.....	42
Tablo 4.5. BBWM ile elde edilen ekipman alt kriterlerinin ağırlıkları.....	43
Tablo 4.6. BBWM ile elde edilen iletişim alt kriterlerinin ağırlıkları.....	44
Tablo 4.7. BBWM ile elde edilen ulaşım alt kriterlerinin ağırlıkları.....	45
Tablo 4.8. BBWM ile elde edilen personel alt kriterlerinin ağırlıkları.....	46
Tablo 4.9. BBWM ile elde edilen esneklik alt kriterlerinin ağırlıkları.....	47
Tablo 4.10. Hastanelerin hesaplanan S, R ve Q değerleri.....	48
Tablo 4.11. Çalışmaya alternatif yaklaşımlar ile çözüm araçları.....	49
Tablo 4.12. Uzmanlara bağlı ağırlık sonuçları.....	50
Tablo 4.13. Nihai sonuçlar (yerel ve global ağırlık değerleri).....	51
Tablo 4.14. Hastanelerin nihai skorları.....	52
Tablo 4.15. Hastanelerin sıralaması.....	52
Tablo 4.16. Korelasyon analizi sonuçları.....	53
Tablo 4.17. Farklı v değerlerine göre oluşan VIKOR Q sonuçları.....	53

KISALTMALAR LİSTESİ

DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
PASÖ	: Panamerikan Sağlık Örgütü
USGS	: ABD Jeolojik Araştırmalar Merkezi
EM-DAT	: Acil Durumlar Veritabanı
BWM	: En İyi – En Kötü Metodu
BBWM	: Bayesyen En İyi – En Kötü Metodu
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
MSDS	: Malzeme Güvenlik Veri Sayfaları
AHP	: Analitik Hiyerarşi Süreci
FAHP	: Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci
DEMATEL	: Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Metodu
TOPSİS	: İdeal Çözüm Yöntemlerine Benzerlik Yoluyla Tercih Sıralaması Tekniği
VIKOR	: Daha Fazla Kriter Optimizasyonu ve Uzlaşma Çözümü Tekniği
FDEMATEL	: Bulanık Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Metodu
YGAP	: Yüksek Güvenlikli Adli Psikiyatri
ANP	: Analitik Ağ Süreci
D-ANP	: DEMATEL ve ANP yöntemlerinin bir arada kullanımı

ÖZET

Hayatın günlük işleyişine engel olan ve insanların hem sağlıklarını hem de sosyal yaşantılarını tehlikeye atan felaketler karşısında güvenle başvurmak isteyecekleri yerlerdir hastaneler. Oluşabilecek en kötü şartları göz önünde bulundurarak tüm hazırlıklar yapılmalı ve verilecek hizmet aksamadan devam etmelidir. Bu çalışmada, ele alınan altı hastanenin afet sonrası karşılaşılan acil durumlara hazırbulunuşluk düzeyleri incelenmiştir.

Öncelikle hastanelerin hizmetlerine sorunsuz devam etmesi için var olması düşünülen 6 ana 34 alt kriter belirlenmiştir. Alanlarında uzman 5 karar vericiyle bu kriterlerin ağırlıkları hesaplanmış ve ülkenin farklı bölgelerinden seçilen 6 hastanenin belirlenen bu kıstasları ne ölçüde sağladığı yöneticileriyle yapılan görüşmelerle öğrenilmiştir.

Elde edilen tüm bu veriler Bayesyen BWM, VIKOR ve TOPSIS ÇKKV metotları kullanılarak geliştirilen bir karar modeliyle değerlendirilmiştir. Uzmanlar tarafından ikili kıyas mantığıyla değerlendirilen kriter ve alt kriterlerin ağırlıkları Bayesyen BWM ile hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre “Personel” en önemli kriter olarak belirlenmiştir. Onu çok az bir farkla “Ekipman” takip etmektedir. Bu da personel ve ekipmanın acil durumlarda birbirlerinden ayrı düşünülmemeyeceğinin göstergesidir. Daha sonra Bayesyen BWM ile hesaplanan ağırlık değerleri, hastanelerden alınan verilerle birleştirilerek VIKOR için girdi sağlanmıştır. VIKOR ile elde edilen sonuçlar neticesinde afetlere en hazır hastanenin Hastane-2 olduğu tespit edilmiştir. Bu hastaneye ait VIKOR Q değeri 0,000 olarak elde edilmiştir. Bu hastaneyi Hastane-4 ($Q=0,5661$) ve Hastane-5 ($Q=0,7464$) izlemektedir. Kalan sıralama ise Hastane-6, Hastane-3 ve Hastane-1 şeklinde olmuştur.

Sonuçların tutarlılığı TOPSIS ile değerlendirilerek kontrol edilmiş ve Hastane-2 yine en hazır hastane olarak öne çıkmıştır. Bu çalışmada Bayesyen BWM’nin kullanılması, uzman grubun görüşlerinin bilgi kaybı olmadan birleştirilmesini ve olasılıksal bakışla kriter ve alt kriter ağırlıklarının daha az ikili karşılaştırma yükü ile belirlenmesini sağlamıştır. Bayesyen BWM’nin literatüre katkısı olan “Kredal Sıralama” ile her bir kriter arasındaki hiyerarşinin yorumlanması daha hassas bir şekilde yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hastane afet hazırlığı, Bayesyen BWM, VIKOR, TOPSIS, Kredal Sıralama.

ABSTRACT
A Holistic Model Based on Bayesian BWM and VIKOR for Hospital Disaster Preparedness

Hospitals are places where people want to apply safely in the face of disasters that hinder daily functioning and endanger both their health and social life. All preparations should be made by considering the worst conditions that may occur, and the service to be provided should continue without interruption. In this study, the preparedness levels of six hospitals in times of disasters were examined.

Firstly, six main 34 sub-criteria were determined, which are required for hospitals to continue their services without any problems. Weights of these criteria were calculated by five decision-makers who are experts in their fields. The extent to which six hospitals selected from different regions of the country met these specified criteria was learned through interviews with their managers.

All these data obtained were evaluated with a decision model developed using Bayesian BWM, VIKOR and TOPSIS MCDM methods. The Bayesian BWM calculated weights of the criteria and sub-criteria evaluated by the experts with a pairwise comparison manner. According to these results, "Personnel" has been determined as the most important criterion. It is followed by "Equipment" with a slight difference. This result indicates that personnel and equipment cannot be considered separately from each other in emergencies. Then, the weight values calculated with Bayesian BWM were combined with the data received from the hospitals, and input was provided for VIKOR. According to the results obtained with VIKOR, Hospital-2 is the most prepared hospital against disasters. The VIKOR Q value of this hospital was obtained as 0,000. This hospital is followed by Hospital-4 ($Q = 0.5661$) and Hospital-5 ($Q = 0.7464$). Other hospitals are Hospital-6, Hospital-3, and Hospital-1, respectively.

When TOPSIS evaluates the solidity of the results, Hospital-2 again stands out as the readiest hospital. The use of Bayesian BWM ensured that the views of the expert group were combined without the loss of information, and the weights of the criteria and sub-criteria with a probabilistic perspective were determined with less pairwise comparison. The interpretation of hierarchy between each criterion with the "Credal Ranking", which is the contribution of the Bayesian BWM to the literature, was made more precisely.

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun yaşamı boyunca ne zaman ihtiyaç duyacağını bilemeyeceği yerlerdir hastaneler. Günlük hayatın içinde öngörüleebilecek hastalıklar, kazalar ya da kronikleşmiş rahatsızlıklar için başvurulmuş hastaneler belirli bir sistem içerisinde işlemektedir. Çalışan personel sayısından boş yatak durumuna, yiyecek içecek stoklarından otopark düzenine kadar her açıdan alışlagelmiş şekilde devam eden bir döngü vardır. Belirli bir ortalama insan, bulunduğu konuma ve hizmet verdiği sağlık alanına göre bu yerlerden sağlık hizmeti almak isteyecektir. Günlük çalışma planları, nöbetçi personel sayısı ve mesai saatleri bu durumlara göre ayarlanmıştır.

Süregelen bu düzenin bozulacağı ve yaşanması istenmeyecek ama gerçekleşmesi olası durumlarda hastanelerin nasıl bir hizmet vereceği ise tüm toplumu yakından ilgilendirmektedir. Afet olarak tanımlayabileceğimiz bu beklenmeyen sistem bozucu durumlarda hem insan sağlığı açısından hem de fiziksel açıdan tam bir bilinmezlik yaşanabilir. Oluşabilecek kaos ortamı ve insanlar üzerindeki panik havası ile düzenli bir hizmet sunmanın olasılığı giderek azalacaktır.

Halk böyle yıkıcı durumlarda sağlığının güvence altında olduğunu bilmek ister, hastanelerin bu konuda sorumluluğu oldukça fazladır. İnşasından itibaren her konuda tüm önlemlerin alınması ve güvenli bir ortamın hazır edilmesi gerekmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'ne (DSÖ) göre, hastaneler önce üç alanda koruma sağlamak zorundadır: Hayatın korunması, yatırımın korunması ve operasyonel koruma (DSÖ, 2005).

Gelişen teknolojinin sunduğu imkânlar, daha önce yaşanan felaketlerden sonra edinilen tecrübeler ve bilinç düzeyi artan insanlar, hastanelerin bir sonraki afet durumuna hazırlanması açısından yardımcı olabilecek etmenlerdir. Alınacak önlemler ile duygusal anlamda hissedilecek yıkımın önüne geçmek, bu hissin olabildiğince azalmasını sağlamak mümkündür. Böylece panik havasının yaşanması engellenerek insanların daha sistemli hareket etmesi sağlanır.

Bu tez çalışmasında coğrafi konumu itibariyle birçok afetin yaşanabildiği ülkemizde, hastanelerin afet durumuna hazırlık seviyesinin değerlendirilmesi hedeflenmektedir. Alınan önlemlerin incelenmesi sonrasında, hastanelerin acil durum planlamalarında iyileştirmeler ve bu planları yapacak hastane sayısında artış beklenmektedir.

1.1. Afetin Tanımı ve Afet Çeşitleri

İnsanlar için can veya mal kaybına neden olabilen, sosyal hayatı ve insani faaliyetleri sekteye uğratarak toplumu olumsuz anlamda etkileyen olaylara afet denilmektedir. Doğal ve doğal olmayan olarak ikiye ayırabileceğimiz afetlerin sayısı dünya genelinde her geçen yıl artış göstermektedir (DSÖ, 2018).

Can kaybı ve ekonomik kayıp anlamında en tehlikeli afetleri şu şekilde sıralayabiliriz (Yi ve ark., 2010):

Doğal Afetler:

- Deprem,
- Sel,
- Fırtına,
- Toprak kayması,
- Volkanik yanardağ patlaması,
- Tsunami.

Doğal Olmayan Afetler:

- Terör saldırıları,
- Kimyasal patlamalar,
- Orman yangınları,
- Bina çökmesi,
- Endüstriyel kazalar,
- Büyük çaplı trafik kazaları,
- Savaşlar.

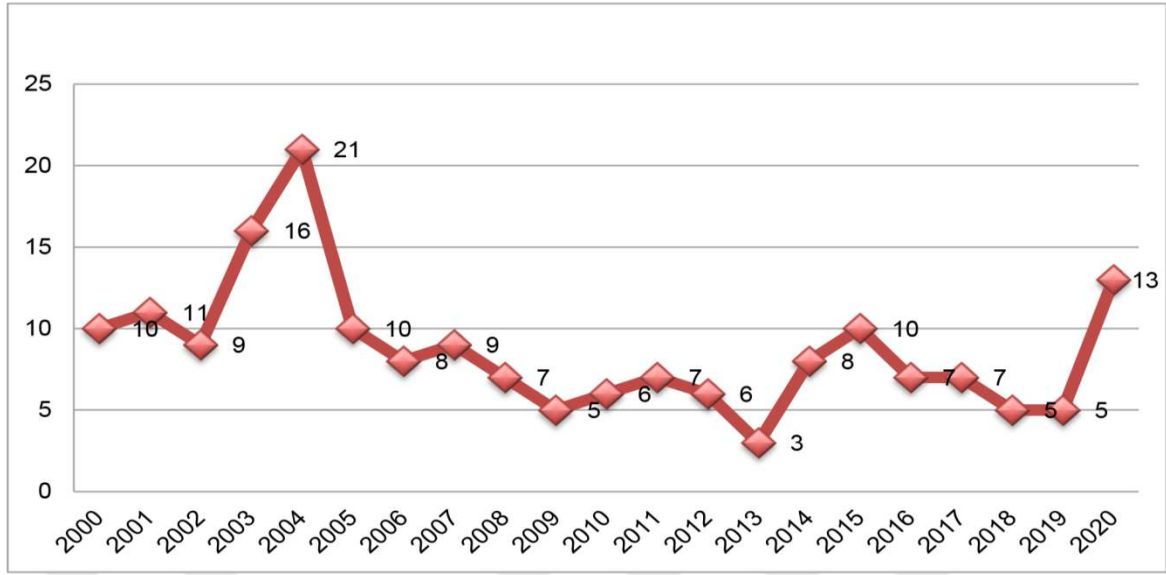
Bahsettiğimiz tüm bu afet çeşitleri yılda ortalama 200 milyon insanı etkilemekte ve yaklaşık 65.000'inin hayatını kaybetmesine neden olmaktadır, son bir yılda hayatımızın ve tüm alışkanlıklarımızın değişmesine neden olan Covid-19 pandemisi 100 milyonun üzerinde hasta sayısına ulaşmış ve 2 milyondan fazla kişinin hayatına mal olmuştur (URL-1, 2021).

1.2. Türkiye’de Yaşanan Afetler

Ülkemiz konumu itibariyle birçok afet olayının yaşandığı bir yerdir. ABD Jeolojik Araştırmalar Merkezi (USGS) verilerine göre dünyadaki depremlerin %17’sinin gerçekleştiği 2. büyük deprem kuşağında yer alması nedeniyle (URL-2, 2021), Türkiye’de orta ve büyük şiddette depremlerin sık sık yaşandığı görülmektedir. Geçtiğimiz 2020 yılında önce Elazığ’da daha sonra İzmir’de meydana gelen depremlerde toplam 161 vatandaşımız hayatını kaybetmiştir. Doğu Karadeniz Bölümü yıllık ortalama yağış miktarının metrekareye 1500 kg olduğu ve topoğrafik yapısı ve meteorolojik özellikleri nedeniyle sel ve heyelan olaylarının sıkça yaşandığı bir bölgedir. Yine ülkenin doğu ve güneydoğusu yıllardır süregelen terörist saldırılara maruz kalmakta, güney ve batı bölgelerinde kıyı şeridinde yer alan alanlarda da sık sık orman yangınları meydana gelmektedir.

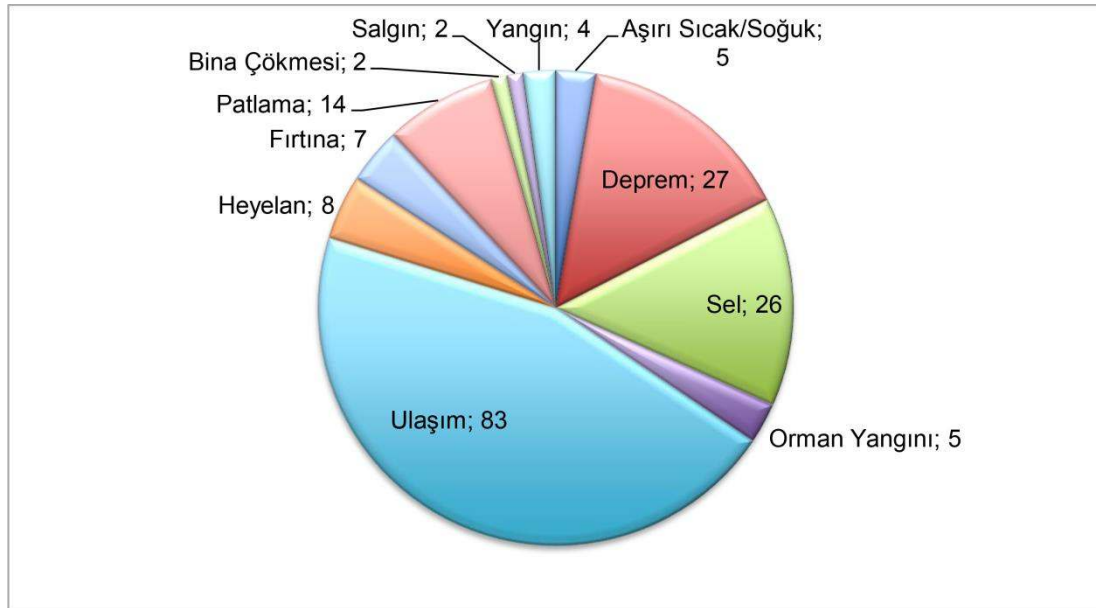
Belçika merkezli Acil Durumlar Veri Tabanı (EM-DAT)’taki veriler incelendiğinde 21. yüzyılın başından itibaren içinde bulunduğumuz 2021 yılına kadar ülkemizde toplam 183 afet meydana gelmiştir. 2004 yılında 21 afetle yaşanan en yüksek afet sayısına ulaşılmışken, onu 16 vaka ile 2003 yılı takip etmektedir. 2013 yılında yaşanan afet sayısı sadece 3’tür, onun dışındaki yıllarda bu sayı ne yazık ki 5’in altına düşmemiş ve 7 kez çift haneli sayıda afet yaşanmıştır. Nicelik olarak az vaka görünen yıllarda da olayların büyük çaplı olması nedeniyle hem can kaybı açısından hem de halkın üzerinde bıraktığı psikolojik etki açısından yıkımı büyüktür. Örneğin, 8 vakanın görüldüğü 2014 yılında Soma maden faciası yaşanmış ve 301 madenci hayatını kaybetmiştir. Hem can kaybı yaşayan aileler hem geçimini madenlerden sağlayan yöre halkı hem de başka bölgelerdeki maden işçileri ve aileleri bu olayın etkisinden uzun bir süre kurtulamamışlardır.

Geride bıraktığımız 2020 yılında Elâzığ ve İzmir depremlerinin, Van’da peş peşe yaşanan iki çığ felaketinin ve yine Van ve Çeşme’de meydana gelen göçmen teknelerinin batmasının da içinde bulunduğu 13 olay meydana gelmiştir. Grafik 1.1’de 2000-2020 yılları arasında yaşanan toplam afet sayısı görülmektedir.



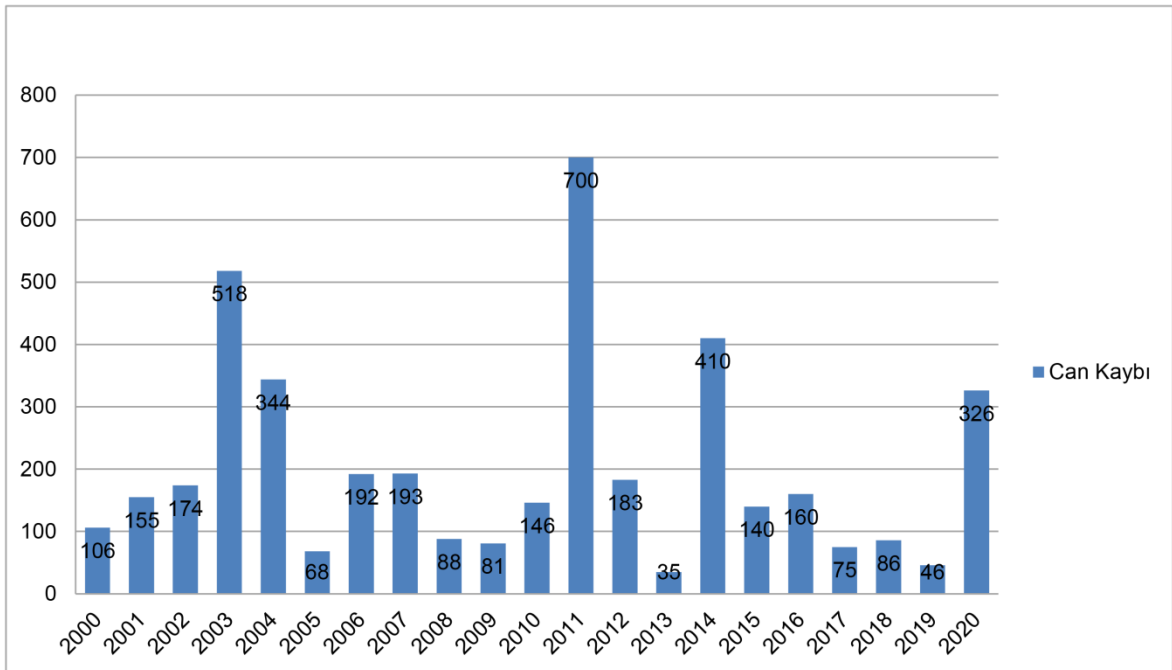
Grafik 1.1. 2000–2020 yılları arasında Türkiye’de yaşanan afet sayıları

Yaşanan bu 183 afet olayında ilk sırada büyük çaplı trafik kazaları yer almaktadır. 39 tane karayolu, 34 tane deniz yolu, 7 tane hava yolu ve 3 tane de demiryolu ulaşımında olmak üzere toplam 83 adet büyük çaplı ulaşım kazası meydana gelmiştir. Ulaşım kazaları, toplam afetlerin yarıya yakını (%45) oluşturmaktadır. Onun ardından 27 olayla (%15) deprem ve 26 olayla (%14) sel gelmektedir. Grafik 1.2’de türlerine göre toplam afet sayıları paylaşılmıştır.



Grafik 1.2. 2000–2020 yılları arasında yaşanan afetlerin türlerine göre sayıları

Yaşanan tüm bu afetler sonucunda 21 yılda toplam 4226 can kaybı yaşanmıştır. Van'da meydana gelen ve 644 vatandaşımızın kaybıyla sonuçlanan iki depremin etkisiyle 2011 yılı toplamda 700 ile en fazla can kaybının yaşandığı yıl olmuştur. Bingöl depreminin, Trabzon ve Diyarbakır'daki uçak kazalarının yaşandığı 2003 yılında toplam 518, Soma maden felaketinin yaşandığı 2014 yılında 410, en fazla afet olayının görüldüğü 2014 yılında 344, geçtiğimiz 2020 yılındaysa 326 vatandaşımız hayatını kaybetmiştir. Geriye kalan yıllarda kayıp sayısının 200'ü geçmediği görülmüştür. Grafik 1.3'te yıllar içerisindeki toplam can kaybı sayıları paylaşılmıştır.



Grafik 1.3. 2000–2020 yıllarında yaşanan afetlerde hayatlarını kaybedenlerin sayısı

Son 21 yılda ülkemizde yaşanan afet çeşitliliği de gösteriyor ki her an her türlü sorunla karşı karşıya kalabiliriz. Tüm bunları göz önünde bulundurarak afetlere karşı hazırlıklı olmalıyız. Gerek bireysel gerekse toplumsal önlemler alarak afet sonrası oluşabilecek karışıklık ortamının önüne geçmek mümkün olabilir. Hastanelerin alacağı önlemler ise tamamen en fazla sayıda insan hayatının kurtulması anlamını taşıyacaktır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Hastanelerin afet durumlarına hazırlıkları literatürde gerek ÇKKV metotları ile gerekse kavramsal açıdan birçok kez ele alınmış ve çeşitli öneriler getirilmiştir. Değerlendirmeye alınan kriterler, bu kriterlere ait alt kriterlerin sayıları ve sınıflandırılmaları, yapılan çalışmalarda verilerin toplanış biçimleri ve seçilen hastanelerin çeşitliliği tüm bu sonuçların farklılık göstermesini sağlamıştır. Bununla birlikte yeni bir ÇKKV yöntemi olan BBWM ile ilgili bu alanda herhangi bir çalışma yapılmamış olması, bu metodun uygulama alanlarıyla ilgili ayrı bir tarama yapmamızı gerektirmiştir. TOPSIS ve VIKOR'un birlikte kullanıldığı son çalışmalar da yine araştırmamızın başka bir alt başlığını oluşturmaktadır.

2.1. Hastanelerin Afet Hazırlıkları Hakkındaki Çalışmalar

Ortiz-Barrios ve arkadaşları, dünya genelinde artan ve ne zaman gerçekleşeceğini bilemediğimiz felaketlerin, hastanelerin daha sağlıklı bir şekilde hizmet vermelerini giderek zorlaştırdığını ve bu durumlara olabildiğince hazırlıklı olmaları gerektiğini belirtmişlerdir. Ülkemizden seçilen 4 hastanenin afete hazırlık düzeyinin belirlenmesi amacıyla bulanık analitik hiyerarşi süreci (FAHP), bulanık karar verme deneme ve değerlendirme metodu (FDEMATEL) ve ideal çözümlere ulaşmak için kullanılan (TOPSİS)'ten oluşan hibrit bir bulanık karar verme modeli kullanmışlardır. FAHP ile hazırlık düzeylerinin belirleneceği 6 kriterin ağırlıkları hesaplanmış, kriterlerle alt kriterler arasındaki karşılıklı bağımlılığı ortaya çıkarmak için FDEMATEL uygulanmıştır. Son olarak TOPSIS ile de hastanelerin sıralamasını elde edilmiştir. Çalışılan hastane sayısının daha da arttırılabileceğini ve böylece sonuçların pekiştirilebileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca ülke yönetiminde söz sahibi olanların yeni yapılacak hastaneler için afet planlaması yaparken bu sonuçları dikkate almalarını önermektedirler (Ortiz-Barrios ve ark., 2020).

Hosseini ve arkadaşları, deprem ve nükleer sızıntı ihtimalinin fazla olduğu İran'da hastanelerin bu tarz beklenmedik olumsuz durumlara karşı hazır olmalarının zorunlu olduğu belirtmişlerdir. 2018 yılının ilk yarısında Ahvaz bölgesinden seçilen 8 hastanenin, 4 ana 29 alt kriterle afet durumlarına karşı hazırlık seviyeleri değerlendirmek üzere veriler toplanmıştır. Toplanan bu veriler TOPSİS tekniğiyle analiz edilmiştir. Yapılan çalışma sonrasında seçilen hastanelerin afetlere istenilen düzeyde hazır olmadıkları belirlenmiştir.

Hastane yöneticilerinin afet yönetimi konusunda gerekli bilgileri almaları, eğitim planları geliştirerek personellerini acil durumlarda hızlı ilk yardım konusunda eğitmeleri ve farklı çalışma alanlarındaki bilgi ve becerilerini artırarak afet anında aktif katılım sağlamaları gerektiğini tespit edilmiştir (Hosseini ve ark., 2019).

Marzaleh ve arkadaşları, nükleer terörizm ve radyasyon riskinin her geçen gün arttığı İran'da acil servislerin afet hazırlıklarının düzeyini belirlemek için Delphi tekniğini kullanarak bir çalışma yapmışlardır. 32 uzman tarafından, belirlenen 31 hazırlık faktörünün ağırlıkları karşılaştırmıştır ve personelin hazırlık seviyesinin en fazla öneme sahip olduğu belirlenmiştir. Hükümetlerin kapsamlı hazırlık için; kültürel, sosyal, ekonomik ve politik düzeyde gelişime teşvik etmelerini önermişlerdir (Marzaleh ve ark., 2019).

Ortiz-Barrios ve ark., yaşanan acil durumlarda geçerli acil durum prosedürlerinin etkinleştirilmesinin ve yaralıların doğru yönlendirilmesinin önemini vurgulamışlardır. Afet anından başlayarak, bütünsel, güvenli ve kaliteli bir organizasyonun sağlanması için süreçte katılan tüm aktörlerin etkin bir şekilde yönetilmesinin gerektiğini belirtmişlerdir. Kolombiya'da 3 hastane üzerinde yapılan bu çalışmanın amacı, hastanelerin büyük afetlere ve acil durumlara daha iyi hazırlanmasına yardımcı olmak ve acil servislerin bir afet durumuna hazır olup olmadığını değerlendirmektir. Analitik hiyerarşi sürecine (AHP) dayalı analitik karar verme tercih modeli, karar verme deneme ve değerlendirme laboratuvarı (DEMATEL) ve ideal çözüm yöntemlerine benzerlik yoluyla tercih sıralaması tekniği (TOPSİS) olarak adlandırılan hibrit bir model önerilmektedir. Analitik hiyerarşi süreci, kriterleri ve alt kriter ağırlıklarını belirlemek için kullanılır. Daha sonra, kriterler ve alt kriterler arasındaki karşılıklı bağımlılığı değerlendirmek için karar verme deneme ve değerlendirme laboratuvarı kullanılır. Bunun ardından acil servislerin yakınlık katsayılarına göre en yüksekten en düşüğe doğru sıralanması için ideal çözüme benzerlik yoluyla tercih sıralaması tekniği uygulanır. Sonuç olarak, önerilen yöntemin uzlaşmacı çözüm yöntemlerini iyileştirmede etkili olduğu, sağlık sistemi veya programının ne kadar iyi performans gösterdiğinin değerlendirilmesini kolaylaştırarak, acil servislerin afet durumlarına hazırlık durumunu değerlendirmek için bir kılavuz sayılabileceği belirtilmiştir (Ortiz-Barrios ve ark., 2017).

Gül ve Güneri (2015), İstanbul'daki hastanelerin acil servislerinin özellikle deprem konusundaki hazırlık kabiliyetine ilişkin kavramsal bir çalışma yapmışlardır. Değerlendirme raporları ve bire bir görüşmelerden toplanan verileri, İstanbul'da daha önce deprem deneyimi yaşayan uzman görüşleriyle birleştirmişlerdir. Görüşmeler, depremle

ilgili bazı anahtar ifadeler açısından analiz edilmiştir. Hastane bakımı açısından deprem sırasında karşılaşılan önemli sorunlar saptanmıştır (Gül ve Güneri, 2015).

Top ve arkadaşları, 2010 yılında Türkiye'deki kamu, üniversite ve özel hastanelerin 100 veya daha fazla yatak kapasitesine sahip 251 tanesi ile olası afetlere hazırlık için yaptıkları planları incelemek için bir anket çalışması yapmışlardır. 32 soruluk bu anketin sonucunda verilerin istatistiksel analiz için frekans dağılımları yapılarak hastanelerin türü ve kapasitesine göre tablolar oluşturulmuştur. Bu çalışma 233 hastanenin (%92,8) afet planları yazdığını, kamu hastanelerinin %63,5'inin, özel hastanelerin %80'inin ve üniversite hastanelerinin de %31,8'inin yıllık olarak tatbikat yaptıklarını ortaya çıkarmıştır (Top ve ark., 2010).

Tabatabaei ve Abbasi (2016), afet esnasındaki riskleri değerlendirmek için hastane güvenlik endeksine dayalı olarak bazı İran hastanelerinde kesitsel bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. İki farklı anketle hazırlık süreçlerinin değerlendirilmesi konusunda önemli 3 ana, 145 alt kriteri belirlemişlerdir (Tabatabaei ve Abbasi, 2016).

Naser ve arkadaşları 2018 yılında yapmış oldukları çalışmada, Güney Yemen'de bulunan 5 kamu ve 5 özel hastanenin afete hazırlık durumunu değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, hastanelerin hazırlık düzeylerinin yetersiz seviyede olduğu görülmüştür (Naser ve ark., 2018).

Samsuddin ve arkadaşlarının 2018 yılında Malezya'daki hastanelerin felaketler esnasında gösterebilecekleri direnci araştırdıkları çalışmada, personeller arasında toplam 243 hazırlık niteliği ve 23 dayanıklılık göstergesi dikkate alınarak kesitsel bir anket uygulanmıştır. İnsan kaynakları, eğitim ve anında reaksiyon becerisinin en kritik özellikler olduğu saptanmıştır (Samsuddin ve ark., 2018).

Shabanikiya ve arkadaşları, afetler sırasında kapasite artışını kontrol altında tutabilmek için Delphi yöntemini kullanarak bir çalışma yapmışlardır. 5 ana başlıktaki 13 alt kriterin değerlendirilmesiyle edinilen sonuç, hastanelerin afetlerde kapasite artışı kapasitesine hazırlık durumunu değerlendirmek ve hastanelerin afetlere karşı geleceğini planlamak için kullanılmıştır (Shabanikiya ve ark., 2019).

Rezaei ve Mohebbi-Dehnavi 2017 yılında İran'da seçtikleri 10 hastanede, 10 ana kriteri merkeze alarak hazırladıkları 137 soru içeren bir standart kontrol listesiyle veri toplayarak çalışma yapmışlardır. Sonuçlar hazırlık düzeylerinin orta ve iyi düzeyde olduğunu göstermiştir (Rezaei ve Mohebbi-Dehnavi, 2019).

Saeid ve arkadaşları, İran'ın Erdebil şehrindeki 15 hastanede anket yöntemiyle analitik bir çalışma yapmışlardır. İki kısımdan oluşan bu anketin ilk kısmında demografik veriler, ikinci kısmında hazırlık aşamalarının değerlendirilmesi istenmiştir. Triyaj ve insan kaynakları konusunda yetersiz hazırlık düzeyi belirlenmiştir (Saeid ve ark., 2019).

Munasinghe ve Matsui 2019 yılında Sri Lanka'nın heyelan ve tsunami gibi afetlerle sık sık karşılaşan bir bölgesindeki hastanede hazırlamış oldukları anket çalışmasıyla doktorlar ve hemşirelerden bilgi toplamışlardır. Değerlendirme sonucunda birçok ana kriterde yetersiz hazırlık düzeyi belirlenmiş ve diğer hastanelerin de bu çalışmadan faydalanarak önlemlerini arttırması planlanmıştır (Munasinghe ve Matsui, 2019).

Adini ve arkadaşları 2006 yılında, kimyasal yaralanmaların yoğun görüldüğü İsrail'de yapmış oldukları anket çalışması sonucunda, tatbikatların çokluğunun ve kapasitenin genişletilmesinin önemini vurgulamışlardır (Adini ve ark., 2006).

Al Thobaity ve arkadaşlarının 2019 yılında Sudi Arabistan'da yapmış oldukları çalışmada 2 şehirden 8 devlet hastanesi değerlendirmeye alınmıştır. Bu hastanelerdeki doktorlar ve hemşirelerin %58 katılımı ile gerçekleştirdikleri anket çalışması sonucunda afete hazırlık sürecinde en önemli görülen 5 ana kriter belirlenmiştir. Bu çalışmada belirlenen etmenlerin acil afet planlamalarında göz önünde bulundurulması hedeflenmektedir (Al Thobaity ve ark., 2019).

Mulyasari ve arkadaşları özellikle büyük şiddetli depremlerin sık görüldüğü Japonya'da 8 şehirden seçtikleri hastanelerde yapmış oldukları anket çalışması sonucunda 21 alt kriterli 6 ana kriteri belirlemişlerdir. Çalışmanın sonucunda daha önce tsunami ve deprem gibi büyük ölçekli felaketler yaşamış olan iki şehrin bu acı deneyimler sonrasında yaptıkları iyileştirme hazırlıklarının başarılı bir şekilde ilerlediği görülmüştür (Mulyasari ve ark., 2013).

Olivieri ve arkadaşları kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer (KBRN) felaketler karşısında hastanelerin hazırlık durumlarının ölçülebilmesi için 10 farklı ülkeden uzmanlarla çevrimiçi olarak görüşmeler gerçekleştirmiş ve kendilerinden bir değerlendirme listesi üzerinde görüşlerini belirtmeleri istenmiştir. Bu yapılan değerlendirmeler Delphi tekniği ile çözümlenmiş ve %85 uzlaşma sağlanmıştır. KBRN felaketleri karşısında 7 ana 30 alt kriter önemli olarak belirlenmiştir (Olivieri ve ark., 2017).

Zhong ve arkadaşları, Çin'in Shandong eyaletindeki 3 hastanede yürüttükleri çalışmayla hastanelerin afet hazırlıkları kapsamında önem göstermesi gereken 4 ana kriteri

belirlemişlerdir. Değerlendirmeler sonucunda ulaşılan sonuç olası felaketlerde kapasite artırımının yetersiz düzeyde olduğunu göstermiştir (Zhong ve ark., 2014).

Moheimani ve arkadaşları, son bir yıldır tüm dünyayı etkisi altına almış olan COVID-19 pandemisine karşı İran'ın Tahran şehrindeki 25 hastanenin hazırlık durumlarını incelemişlerdir. Alanında uzman ve hastanelerin durumlarına hakim 3 doktorla yapılan anket çalışması sonrasında toplanan verilerin Rosetta yazılımı vasıtasıyla işlenmesi sonucunda Tahran hastanelerinin COVID-19 hastalarına ihtiyaç duyulan destek ve hizmeti sağlamada hayal kırıklığını önlemek için yeterli tıbbi ekipman ve ilaç kaynaklarına ihtiyaç duyduğu görülmektedir (Moheimani ve ark., 2021).

Nekoie-Moghadam ve arkadaşları 2016 yılında 15, Alruwaili ve arkadaşları 2018 yılında 19, Verheul ve Dückers da 2019 yılında 40 makalelik inceleme çalışmaları hazırlayarak literatüre katkıda bulunmuşlardır.

Tablo 2.1.'de literatürde hastanelerin afetlere hazırlığını ele alan çalışmaların listesi ve ayrıntıları görülmektedir.

Tablo 2.1. Hastanelerin afete hazırlıkları hakkındaki çalışmalar

Yazar	Yılı	Yayın Türü	Yayın Yeri	Afet Türü	Çalışılan Ülke	Çalışma Tipi	Kullanılan Yöntemler	Ana Kriter Sayısı	Ana Kriterler	Alt Kriter Sayısı
Ortiz-Barrios ve ark.	2020	Araştırma Makalesi	International Journal of Disaster Risk Reduction	Genel	Türkiye	ÇKKV Temelli	FAHP, FDEMATEL, TOPSIS	6	Hastane Binası, Ekipman, İletişim, Ulaşım, Personel, Esneklik	36
Ortiz-Barrios ve ark.	2017	Araştırma Makalesi	Journal of Multi Criteria Decision Analysis	Genel	Kolombiya	ÇKKV Temelli	AHP, DEMATEL, TOPSIS	7	Çevre, Kalite, Personel, Ekipman, Teknoloji, Hasta Güvenliği, Referanslar	23
Hosseini ve ark.	2019	Araştırma Makalesi	Hospital Topics	Deprem	İran	ÇKKV Temelli	TOPSIS	4	Yapısal Hazırlıklar, Yapısal Olmayan Hazırlıklar, Fonksiyonel, İnsan Kaynaklı	21
Marzaleh ve ark.	2019	Araştırma Makalesi	Bulletin of Emergency Trauma	Radyoaktif ve Nükleer Olaylar	İran	ÇKKV ve Kişisel Anket Temelli	AHP, Delphi	3	Personel, Ekipman, Yapısal	31
Tabatabaei ve Abbasi	2016	Araştırma Makalesi	International Journal of Health System and Disaster Management	Genel	İran	Kişisel Anket Temelli	Hastane Güvenliği Endeksi Standart Anketi	3	Personel, Malzeme, Yapısal	145
Gül ve Güneri	2015	Araştırma Makalesi	Journal of Homeland Security & Emergency Management	Deprem	Türkiye	Kavramsal	Birebir Görüşme	3	Jeolojik, Tıbbi, Yönetimsel	-

Top ve ark.	2010	Araştırma Makalesi	Journal of Homeland Security & Emergency Management	Genel	Türkiye	Kişisel Anket Temelli	Anket	1	Hastane Afet Planı	32
Naser ve ark.	2018	Araştırma Makalesi	Prehospital and Disaster Medicine	Genel	Yemen	Kişisel Anket Temelli	2011 Yılı DSÖ Standartları Kontrol Listesi	9	Afet Sonrası Kurtarma, Komuta ve Kontrol, İletişim, Güvenlik, Lojistik ve Tedarik Yönetimi, Triyaj, Ameliyathane Kapasitesi, Temel Hizmetlerin Sürekliliği, İnsan Kaynakları	-
Samsuddin ve ark.	2018	Araştırma Makalesi	Procedia Engineering	Genel	Malezya	Kişisel Anket Temelli	Anket	4	Yapısal Hazırlıklar, Yapısal Olmayan Hazırlıklar, Fonksiyonel, Esneklik	243
Shabanikiya ve ark.	2019	Araştırma Makalesi	International Journal of Disaster Risk Reduction	Genel	İran	Kişisel Anket Temelli	Delphi	5	Afetlerde Operasyonların ve Alanların Yönetimi, İlaç/Ekipman, İnsan Gücü, İdari İşlevler, Eğitim/Tatbikat	13
Alruwaili ve ark.	2018	Araştırma Makalesi	Disaster Medicine and Public Health Preparedness	Genel	NA	19 Makalelik İnceleme Çalışması	PRISMA	-	-	-
Rezaei ve Mohebbi-Dehnavi	2019	Araştırma Makalesi	Journal of Education and Health Promotion	Genel	İran	Kişisel Anket Temelli	Kontrol Listeli	10	Acil Durum, Hasta Kabul Hizmetleri, İnsan Kaynakları, İletim, Ulaşım, Güvenlik, İletişim, Destek, Yönetim, Eğitim	-

Saeid ve ark.	2019	Araştırma Makalesi	Health in Emergencies and Disasters Quarterly	Genel	İran	Kişisel Anket Temelli	Anket	9	Afet Sonrası Kurtarma, Komuta ve Kontrol, İletişim, Güvenlik, Lojistik ve Tedarik Yönetimi, Triyaj, Ameliyathane Kapasitesi, Temel Hizmetlerin Sürekliliği, İnsan Kaynakları	-
Munasinghe ve Matsui	2019	Araştırma Makalesi	International Journal of Disaster Risk Reduction	Genel	Sri Lanka	Kişisel Anket Temelli	Anket	6	Güvenlik Açığı, Afet Müdahale Kapasitesi, İletişim Olanakları, Kritik Malzemelerin Tedariği, Ulaşım, Morg Kapasitesi	-
Adini ve ark.	2006	Araştırma Makalesi	Prehospital and Disaster Medicine	Genel	İsrail	Kişisel Anket Temelli	Anketler, Parametreler, Yetenek Değerlendirme ve Öz Değerlendirme	9	Afet Planlama Unsurları, Acil Durum Koordinasyonu, İletişim, Eğitim, Esneklik, Personel, Ekipman, Tıbbi Malzeme Stokları, Laboratuvar Kapasitelerinin Genişletilmesi	-
Al Thobaity ve ark.	2019	Araştırma Makalesi	International Journal of Disaster Risk Reduction	Genel	Sudi Arabistan	Kişisel Anket Temelli	Anket	5	Kapasite Artışı, Dezenfeksiyon, İletişim, Güvenlik, Afet Sonrası Destek	-

Mulyasari ve ark.	2013	Araştırma Makalesi	International Journal of Disaster Risk Science	Genel	Japonya	Kişisel Anket Temelli	Anket	6	Hastane Binası, Planlama, Ekipman, İletişim, Ulaşım, Personel	21
Nekoie-Moghadam ve ark.	2016	Araştırma Makalesi	Society for Disaster Medicine and Public Health	Genel	NA	15 Makalelik İnceleme Çalışması	PRISMA	-	-	-
Verheul ve Dückers	2019	Araştırma Makalesi	Prehospital and Disaster Medicine	Genel	NA	40 Makalelik İnceleme Çalışması	PRISMA	-	-	-
Olivieri ve ark.	2017	Araştırma Makalesi	European Journal of Emergency Medicine	KBRN	Genel	Kavramsal	Delphi	7	Planlama ve Organizasyon, Güvenlik, Standart Operasyon Prosedürleri, İletişim, Kaynaklar, Dezenfeksiyon, Yönetim	30
Zhong ve ark.	2014	Araştırma Makalesi	BMC Health Services Research	Genel	Çin	Kişisel Anket Temelli	Anket	4	Güvenlik, Afet Yönetimi Mekanizmaları, Ekipman, Kapasite	-
Moheimani ve ark.	2021	Araştırma Makalesi	International Journal of Systems Science: Operations & Logistics	Covid-19	İran	Kavramsal	Rosetta	3	Ekipman, İletişim, Ulaşım	13

2.2. BBWM ile Yapılmış Çalışmalar

Bayesyen BWM henüz yeni önerilmiş bir yöntem olduğu için literatürdeki çalışma sayısı kısıtlıdır. Metodu öneren Mohammadi ve Rezaei'nin ontoloji hizalaması alanında yapmış olduğu çalışma uzmanların tercihlerini karşılayan çoklu performans ölçütlerine dayalı yeni bir değerlendirme ve karşılaştırma metodolojisi sunmaktadır. Öncelikle, karar vericilerin belirleyeceği performans metriğinin önemi, daha sonra hizalama sistemleri, birden çok ölçütü ve bunların kalibre edilmiş önemini hesaba katan, önerilen uzman temelli toplu performansa dayalı olarak değerlendirilir. Bu değerlendirmeye göre hizalama sistemlerinin sıralamasının, yalnızca hassasiyet ve geri çağırma içeren F-ölçüsünden farklı olduğu gösterilmiştir. Önerilen metodolojinin herhangi bir görev veya uygulama için ontoloji hizalama sistemlerini çoklu performans ölçütlerine dayalı olarak değerlendirmek ve karşılaştırmak için kullanılabileceği öngörülmektedir (Mohammadi ve Rezaei, 2020a).

Yang ve arkadaşları, Tayvan'daki turizm merkezlerinin spor turizmi konusunda daha girişimci olmaları amacıyla yaptıkları çalışmada, 4 ana 18 alt kriterin 4 şehirden hangisine daha uyumlu olduğu üzerine 9 karar vericiden görüş almışlardır. Alınan sonuçlar BBWM ve VIKOR ile değerlendirilmiş ve dördüncü alternatif şehir spor turizmi açısından daha uygun olarak belirlenmiştir (Yang ve ark., 2020).

Li ve arkadaşları, Çin Demiryolu Ekspresinin yeni yatırımlar yaparken müşterilerinin hangi önceliklerini göz önünde bulundurması gerektiğiyle ilgili bir çalışma yapmışlardır. Yolcuların 8 kriter üzerinden yaptığı anket sonuçları BWM ve BBWM yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiş ve en önemli kriterin güvenlik olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Li ve ark., 2020).

Hsu ve arkadaşları, koronavirüs salgını sonrası eğitime ara verilen üniversitelerde yeniden yüz yüze eğitimin başlamasının salgını arttırmaması için ne gibi önlemler alınması gerektiği üzerine bir çalışma yapmışlardır. Daha önce salgın alanında çalışmış 32 karar vericinin 5 ana kriter ve 36 alt kriter üzerine değerlendirmeleri alınmış, bu veriler BBWM yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak kampüs alanının kapsamlı dezenfeksiyonunun önemi vurgulanmıştır (Hsu ve ark., 2021).

Tablo 2.2.'de BBWM yöntemi kullanılarak yapılmış çalışmaların listesi görülmektedir.

Tablo 2.2. BBWM yöntemi kullanılarak yapılmış çalışmalar

Yazar	Yılı	Yayın Türü	Yayın Yeri	Çalışma Alanı	Çalışılan Ülke	Kullanılan Yöntemler	Özet
Mohammadi ve Rezaei	2020	Araştırma Makalesi	Omega	ÇKKV	-	BBWM	BMW’de her karar verici iki kriterle farklı değerlendirmeler yapabilirken, farklı karar vericilerin değerlendirmelerinin bir araya getirilmesine izin verilmez, karar vericilerin değerlendirmelerini olasılıksal ortamda toplamak için Mohammadi ve Rezaei tarafından Bayesyen BWM önerilmiştir.
Mohammadi ve Rezaei	2020	Araştırma Makalesi	Journal of Web Semantics	Felsefe	-	BBWM	Performans ölçütleri ve ontoloji hizalamalarının kriter ve alt kriter olarak kullanılmasına dayalı olarak modellenen bir BBWM çalışmasıdır. Uzmanların tercihlerini karşılayan çoklu performans ölçütlerine dayalı yeni bir değerlendirme ve karşılaştırma metodolojisi sunmaktadır.
Yang ve ark.	2020	Araştırma Makalesi	Sustainability	Spor Turizmi	Tayvan	BBWM, VIKOR	Ülkedeki turizm merkezlerinin yerel kültürün tanıtımı için spor turizmini kullanmasıyla birlikte ortaya çıkan sektörün daha sürdürülebilmesi için bir model önerilmiştir. Devlet desteği, çalışma ve yerel pazarlamanın sürdürülebilirlik açısından önem değerlendirmesi yapılmıştır.
Li ve ark.	2020	Araştırma Makalesi	Transportation Research Part A	Demiryolu Ulaşım Hizmetleri	Çin	BWM, BBWM	Çin Demiryolu Ekspresinin yeni yatırımlar yaparken müşterilerinin hangi önceliklerini göz önünde bulundurması gereğiyle ilgili bir çalışmadır.
Hsu ve ark.	2021	Araştırma Makalesi	Sustainability	Sağlık	Tayvan	BBWM	Covid-19 salgını sürecinde üniversitelerin yüz yüze eğitime mümkün olabildiğince en sağlıklı şekilde devam edebilmesi üzerine yapılan bir çalışmadır.
Ma ve ark.	2019	Bildiri	ICISCE 2019	Enerji	Çin	BBWM, TOPSIS	Optimum elektrokimyasal enerji depolamanın seçimi için BBWM kullanılarak bir öneri yapılmıştır.

2.3. TOPSIS ve VIKOR ile Yapılmış Son Çalışmalar

Çok kriterli karar verme metotları kullanılarak hazırlanmış çalışmalarda birçok kez TOPSIS ve VIKOR yöntemlerinden faydalanılmıştır. 20.yüzyılın son çeyreğinde önerilen bu metotlar önümüzdeki yıllarda da çok çeşitli alanlarda araştırmacılara sunacakları alternatif çözümler ile yardımcı olacaktır.

Bu yöntemlerin beraber kullanıldığı güncel çalışmalara baktığımızda da finanstan otomotive, bilgi teknolojilerinden mühendisliğe kadar yine çok farklı alanları görmekteyiz. Bakioğlu ve Atahan (2021) gelişen sürücüsüz araç teknolojisinde karşılaşılabilecek riskleri önceliklendirmede, Sarı ve arkadaşları (2021) insan sağlığını ve tarım faaliyetlerini zarara uğratan obruk oluşumlarının tahmin edilebilmesine yönelik, Hu ve arkadaşları (2020) kişisel verilerin gizliliğini koruyarak hizmet alınan doktorların değerlendirilmesini sağlayan çevrimiçi bir sistem önerme amacıyla, Abdel-Basset ve arkadaşları (2020) sanayi sektöründe finansal performans değerlendirmesi için, Hafezalkotob ve arkadaşları (2020) İran otomotiv endüstrisinin hibrit motorlu araç tasarımı için en uygun model önermesi amaçlı, Rajesh (2020) de Hindistan bağlamında sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi için bütünleştirici bir karar verme modeli formüle edebilmek amacıyla bu iki yöntemi bir arada kullanmışlardır.

Tablo 2.3.'te TOPSIS ve VIKOR yöntemlerini birlikte kullanan güncel çalışmaların listesi görülmektedir.

Tablo 2.3. TOPSIS ve VIKOR yöntemlerini birlikte kullanan güncel çalışmalar

Yazar	Yılı	Yayın Türü	Yayın Yeri	Çalışma Alanı	Çalışılan Ülke	Kullanılan Yöntemler	Özet
Bakioğlu ve Atahan	2021	Araştırma Makalesi	Applied Soft Computing	Mühendislik	Türkiye	AHP, VIKOR, TOPSIS	Gelişen sürücüsüz araç teknolojisinde karşılaşılabilecek riskleri önceliklendirmek için yapılmıştır.
Sarı ve ark.	2021	Araştırma Makalesi	Arabian Journal of Geosciences	Mühendislik	Türkiye	AHP, VIKOR, TOPSIS	Son yıllarda büyük bir artış göstererek insan sağlığını ve tarım faaliyetlerini zarara uğratan obruk oluşumlarının tahmin edilebilmesine yönelik bir çalışmadır.
Hu ve ark.	2020	Araştırma Makalesi	International Transactions in Operational Research	Bilgi Teknolojileri	Çin	VIKOR, TOPSIS	Kişisel verilerin gizliliğini koruyarak hizmet alınan doktorların değerlendirilmesini sağlayan online bir sistem önermesidir.
Abdel-Basset ve ark.	2020	Araştırma Makalesi	Risk Management	Finans	Mısır	AHP, VIKOR, TOPSIS	ÇKKV yöntemleri kullanarak sanayi sektöründe finansal performans değerlendirmesi önermesi yapmaktadır.
Hafezalkotob ve ark.	2020	Araştırma Makalesi	IEEE Transactions on Cybernetics	Otomotiv	İran	BWM, VIKOR, TOPSIS	İran otomotiv endüstrisinin hibrit motorlu araç tasarımı için en uygun model önermesidir.
Rajesh, R.	2020	Araştırma Makalesi	Technology in Society	Lojistik	Hindistan	AHP, VIKOR, TOPSIS	Hindistan bağlamında sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi için çeşitli stratejileri, arayüzleri ve düzenlemeleri her birine katkıda bulunan özelliklerle birlikte ele alan bütünleştirici bir karar verme modeli formüle edilmiştir.

2.4. Çalışmanın Farklılıkları ve Literatüre Katkıları

Bu tez çalışmasında hastanelerin afete hazırlığı Bayesyen BWM, VIKOR ve TOPSIS ÇKKV metotlarını içeren bir karar modeliyle değerlendirilmiştir. Kullanılan bu modelin sağladığı farklılıklar ve literatüre katkıları şu şekilde özetlenebilir:

➤ Bayesyen BWM metodu bu alanda ilk kez kullanılmıştır. Daha önce afet yönetimi kapsamında yapılmış olan çalışmalarda kullanılan ÇKKV yöntemlerinden farklı olarak Bayesyen BWM ile uzman görüşlerinin birleştirilmesinde herhangi bir bilgi kaybı olmamıştır. Olasılıksal bakış açısıyla kriter ve alt kriter ağırlıkları daha az bir ikili karşılaştırma yükü ile belirlenmiştir.

➤ Kriter ağırlıkları arasındaki hiyerarşik sıralamanın yorumlanmasında Bayesyen BWM'nin literatüre katkısı olan “Kredal Sıralama” sayesinde daha hassas sonuç alınmıştır. Bu şekilde kriterlerin ağırlıkları arasındaki farkın birbirlerine olan baskınlığını değerlendirebilmenin daha kolay ve anlaşılabilir olması sağlanmıştır.

➤ Önerilen Bayesyen BWM ve VIKOR tabanlı yöntemin yanı sıra alternatif çözümlerle ulaşılan sonucun tutarlılığı kontrol edilmiştir. Detaylı bir karşılaştırma çalışması ile yöntemin uygulanabilirliği ve sağlamlığı test edilmiş alternatif yaklaşımların ürettiği sonuçlar arasındaki ilişki Pearson Korelasyon Analizi ile analiz edilmiştir.

3. METODOLOJİ

3.1. Çok Kriterli Karar Verme Metotları

Tek kriterli problemleri ele alırken karar verme son derece sezgiseldir, çünkü sadece en yüksek tercih derecesine sahip alternatifin seçilmesi yeterlidir. Bununla birlikte, karar verici birden fazla kriter içeren alternatifleri değerlendirdiğinde, kriterlerin ağırlıkları, tercih bağımlılığı ve kriterler arasındaki çelişkiler gibi birçok etmen problemleri karmaşıklştırıyor gibi görünmekte ve problemlerin daha karmaşık yöntemlerle aşılması gerekmektedir (Tzeng ve Huang, 2011).

Mevcut ÇKKV yöntemlerinin sayısı göz önüne alındığında, karar verici, uygun bir karar destek aracı seçme gibi zahmetli bir görevle karşı karşıyadır ve genellikle seçimin gerekçelendirilmesi zor olabilir. Yöntemlerin hiçbirisi mükemmel değildir ve tüm sorunlara uygulanamaz. Her yöntemin kendine has sınırlamaları, özellikleri, hipotezleri, önermeleri ve perspektifleri vardır (Ishizaka ve Nemery, 2013). ÇKKV yöntemlerinin çeşitliliği güçlü bir nokta olarak görülse de aynı zamanda bir zayıflık da olabilir (Roy ve Bouyssou, 1993).

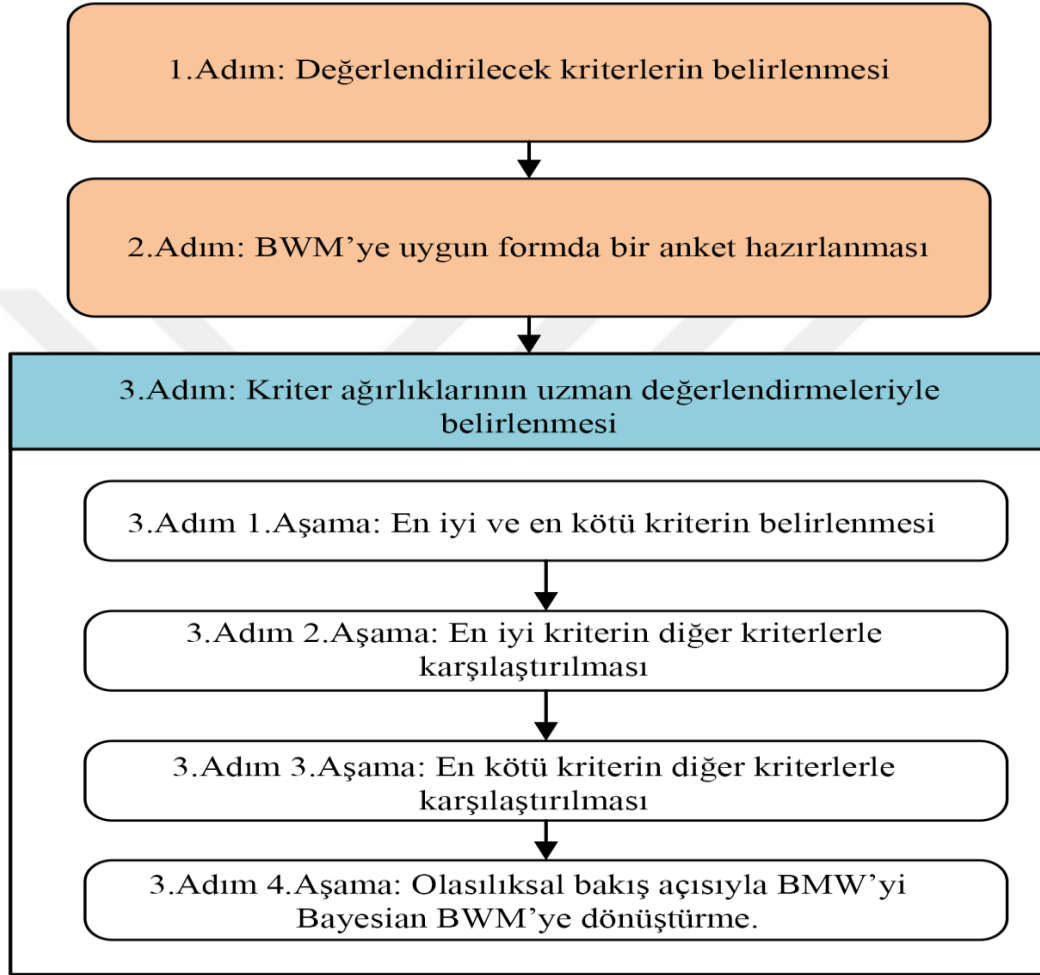
Bu çalışmamızda çok kriterli karar verme yöntemlerinin üç tanesinden faydalandık. Bu yöntemler aşağıdaki alt bölümlerde detaylı olarak anlatılmaktadır.

3.2. Bayesyen BWM

BWM’de her karar verici iki kriterle farklı değerlendirmeler yapabilirken, farklı karar vericilerin değerlendirmelerinin bir araya getirilmesine izin verilmez (Mohammadi ve Rezai, 2020a). Hafezalkotob ve Hafezalkotob (2017) tarafından karar vericilerin değerlendirmelerini bir araya getirmek için demokratik ve otokratik karar verme yöntemleri önerilirken, Qiong ve ark. (2016) de bulanık çarpım ağırlıklı geometrik toplama kullanmıştır. Mohammadi ve Rezai (2020a), karar vericilerin değerlendirmelerini olasılıksal ortamda toplamak için yine Rezai (2015) tarafından önerilen BWM’nin bir uzantısı olan Bayesyen BWM’yi önermişlerdir. Bayesyen BWM üç adımdan oluşur:

- İlk aşamada değerlendirilecek kriterler belirlenir.
- İkinci adımda, orijinal BWM değerlendirmesine uygun olarak bir anket hazırlanır.

➤ Üçüncü adımda problem, Rezaei (2015) tarafından önerilen orijinal BWM'ye göre değerlendirildikten sonra olasılıksal bir bakış açısıyla Bayesyen BWM'ye uygulanabilir hale getirilir. Uygulama adımları aşağıdaki şekilde ayrıntılı olarak verilmiştir.



Şekil 3.1. Beyesyen BWM uygulama adımları

Birinci Adım: Değerlendirilecek Kriterlerin Belirlenmesi

Değerlendirilecek kriterler ve bu kriterlerin kapsamı belirlenir.

İkinci Adım: BWM'ye Uygun Anket Oluşturma

Karar vericilerin en iyi ve en kötü kriterleri belirlemesi, bu kriterleri de diğer kriterlerle ilişkilendirmesi için bir anket formu hazırlanır.

Üçüncü Adım: Karar Vericilerin Değerlendirmelerine Göre Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

3.1–3.3 Aşamalarında Rezai'nin 2015'te önerdiği haliyle BWM adımları uygulanır.

3.1 Aşama: Uzman (k), listedeki en iyi c_B^k ve en kötü c_W^k kriterleri belirler. Bu aşamada ikili karşılaştırma yapılmamaktadır.

3.2 Aşama: Karar verici, belirlediği en iyi kriterle diğer kriterleri ikili karşılaştırma yöntemiyle birbirlerine göre değerlendirir.

Bu aşamada karar verici, kendi belirlediği en iyi ya da en önemli kriteri diğer kriterlerle kıyaslar. Bu kıyaslamada sonuçlar 1 ila 9 arasındadır. En iyi kriterle en yakın görülen kriter için küçük bir değer verilirken, en uzaktaki kriter için en büyük değer kullanılır. Bu aşamada en iyinin diğerlerine göre kıyaslanması (A_B^k) şeklinde gösterilir.

$$A_B^k = (a_{B1}^k, a_{B2}^k, \dots, a_{Bn}^k), k = 1, 2, \dots, K \quad (1)$$

a_{Bj}^k , k uzmanı için en iyi kriter olan (c_B^k) 'nın her bir $c_j \in C$ kriteri karşısındaki önceliğini göstermektedir.

3.3 Aşama: Karar verici, önceki adımdaki gibi önceden belirlediği en kötü kriterin diğer kriterlere göre karşılaştırmasını yapar.

$$A_W^k = (a_{1W}^k, a_{2W}^k, \dots, a_{nW}^k)^T \quad (2)$$

a_{jW}^k , k uzmanı için her bir $c_j \in C$ kriteri karşısında en kötü kriter olan (c_W^k) 'nın önceliğini göstermektedir.

3.4 Aşama: Olasılıksal bakış açısıyla BMW, Bayesyen BMW'ye dönüştürülür.

Olasılık bakış açısıyla, kriterler rastgele olaylardır. Ağırlıkları, gerçekleşme olasılıkları olarak değerlendirilebilir. Olasılık teorisinde ve çok kriterli karar verme problemlerinde $w_j \geq 0$ ve $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ 'dir. Bu yüzden, bu modellerde olasılıklı modelleme kullanmak mantıklıdır.

Olasılık modellerinde tüm girdi ve çıktılar olasılık dağılımları olarak modellenmelidir. Öncelikle tüm kriterler değerlendirilerek en iyi A_B ve A_W en kötü kriterler belirlenir. Multinomial dağılım modellenir. Bunun için tüm modellerin tam sayı olması gerekmektedir (Forbes ve ark., 2001). En kötü kriter A_W 'nin olasılık kütle fonksiyonu:

$$P(A_W|w) = \frac{(\sum_{j=1}^n a_{jW})!}{\prod_{j=1}^n a_{jW}!} \prod_{j=1}^n w_j^{a_{jW}} \quad (3)$$

W olasılık dağılımını simgeler.

Çok terimli dağılımda, A_w her olayın meydana gelme sayısını temsil eder. J olayının olasılığı, toplam deneme sayısı ile yakından ilgilidir.

$$w_j \propto \frac{a_{jW}}{\sum_{i=1}^n a_{iW}}, \quad \forall j = 1, \dots, n. \quad (4)$$

Benzer şekilde,

$$w_W \propto \frac{a_{jW}}{\sum_{i=1}^n a_{iW}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n a_{iW}} \quad (5)$$

(2) ve (3) denklemleri kullanılarak

$$\frac{w_j}{w_W} \propto a_{jW} \quad \forall j = 1, \dots, n. \quad \text{elde edilir.}$$

A_B multinomial dağılım kullanılarak hesaplanabilir. Ancak A_B ve A_w birbirinden farklıdır. En iyi kriter A_B diğer kriterlerle karşılaştırılırken, en kötü kriter A_w diğer kriterlere göre değerlendirilir. Böylece A_B , ağırlığın tersini verir.

$$A_B \sim \text{multinomial} \left(\frac{1}{w} \right) \quad (6)$$

w olasılık dağılımını temsil eder.

Aynı şekilde A_w ,

$$\frac{w_B}{w_j} \propto a_{Bj} \quad \forall j = 1, \dots, n.$$

Orijinal BWM girdileri multinomial dağılım olarak bu şekilde modellenmiştir. Böylece, çok kriterli karar verme problemlerinin ağırlıklandırılması, olasılık dağılımının belirlenmesi problemine dönüşmüştür. Bu nedenle, ağırlıkları bulmak için istatistiksel çıkarım teknikleri kullanılabilir.

Aşağıdaki olasılık modeline dayalı olarak, birleştirilmiş $w^* = (w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$ ağırlıklarının ve her bir karar vericinin w^k , $k = 1, \dots, K$ ağırlığını elde etme:

$$(A_B^k | w^k) \sim \text{multinomial} \left(\frac{1}{w} \right), \quad \forall k = 1, \dots, K \quad (7)$$

$$(A_W^k | w^k) \sim \text{multinomial} (w^k), \quad \forall k = 1, \dots, K$$

$$(w^k | w^*) \sim \text{Dir} (\gamma x w^*), \quad \forall k = 1, \dots, K$$

$$\gamma \sim \text{gamma}(0.1, 0.1),$$

$$w^* \sim \text{Dir}(1)$$

multinomial, multinomial dağılımı, Dir, Dirichlet dağılımı ve Gama (0.1, 0.1) 0.1 şekil parametreleri ile dağılan olasılık fonksiyonunu göstermektedir.

Bu modeli çözmek için Monte Carlo yöntemlerinden biri olan JAGS kullanılır. W'nin olasılık dağılımları, karar vericilerin değerlendirmelerine dayanan kriter ağırlıklarıdır. Ek olarak, bir karar verici grubunun bir kriteri diğerine tercih etme derecesini ölçmek için bir güven düzeyinin atandığı ve “kredal sıralama” ismi verilen yeni bir sıralama şekli Mohammadi ve Rezaei (2020a) tarafından önerilmiştir. BBWM'nin son aşamasında da verilen yöntemle bu sıralama elde edilir.

3.3. VIKOR Yöntemi

VIKOR yöntemi, karmaşık sistemlerin çok kriterli optimizasyonu için Opricovic ve Tzeng (2004) tarafından geliştirilmiştir. Alternatifleri sıralayan ve ideale en yakın olan uzlaşmacı çözümü belirleyen önde gelen ÇKKV yöntemlerinden biridir (Gül ve ark., 2016). Başlangıçtaki (verilen) ağırlıklarla elde edilen uzlaşık çözümünün tercih kararlılığı için uzlaşık sıralama listesini, uzlaşık çözümünü ve ağırlık kararlılığı aralıklarını belirler. Bu kriter ağırlıklarını kullanarak birbiriyle çelişen kriterlerin kendi arasında sıralanması ve içlerinden seçim yapılmasına olanak sağlar. Ayrıca ideal çözüme yakınlık ölçüsünü kullanan bir sıralama indeksi sağlar (Opricovic, 1998).

VIKOR yönteminin çözüm adımları aşağıdaki gibidir (Opricovic 1998; Opricovic ve Tzeng, 2004):

1.Adım: Her bir kriter için en iyi ve en kötü değerlerin belirlenmesi

Tüm kriter fonksiyonlarının en iyi ve en kötü değerleri belirlenir.

(i)'inci sıradaki kriter fayda sunan bir değerlendirme kriteri ise; $f_i^* = \max_j f_{ij}, f_i^- = \min_j f_{ij}$, (i)'inci sıradaki kriter maliyet sunan bir değerlendirme kriteri ise; $f_i^* = \min_j f_{ij}, f_i^- = \max_j f_{ij}$ formülleriyle hesaplanır.

2.Adım: Her bir alternatifin S_j ve R_j değerlerinin hesaplanması

S_j ve R_j değerleri (j)'inci seçenek için ortalama ve en kötü grup skorlarının gösterimidir.

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)$$

$$R_j = \max [w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)]$$

Burada w değeri kriter ağırlıklarını ifade etmektedir, toplamaları 1 olmak zorundadır.

3.Adım: Her bir alternatifin Q_j değerinin hesaplanması

$$Q_j = v \frac{(S_j - S^*)}{(S^- - S^*)} + (1 - v) \frac{(R_j - R^*)}{(R^* - R^-)}$$

v değeri, maksimum grup faydası ya da özniteliklerin çoğunluğu olarak anılır ve çoğunlukla 0,5 olarak kullanılmaktadır. $(1 - v)$ ise, minimum pişmanlık ağırlığı adlandırılır.

4.Adım: Alternatiflerin S, R ve Q değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanarak koşulların belirlenmesi

Aşağıda ifade edilen iki koşulun sağlanması durumunda en küçük Q değerine sahip olan alternatif (A'') uzlaşık çözüm olarak kabul edilir.

Koşul.1; kabul edilebilir avantaj

$$Q(A^2) - Q(A^1) \geq 1/(J - 1)$$

Burada A^2 değeri, sıralamada en iyi ikinci sıradaki alternatifi temsil etmektedir.

Koşul.2; karar vermede kabul edilebilir istikrar

En iyi Q değerine sahip seçenek, S ve R değerlerinden en az birinde en iyi sonucu gerçekleştirmelidir. Bu iki koşuldan herhangi birisinin gerçekleşmemesi halinde aşağıdaki uzlaşma çözümleri önerilir:

i. Koşul.1 gerçekleşmiyorsa; $A^1, A^2, \dots, A^m$ alternatifleri göz önüne alınarak,

$Q(A^m) - Q(A^1) < 1/(J - 1)$ eşitliğini sağlayan alternatifler uzlaşık çözüm kümesi için önerilir. m değeri küme içerisindeki toplam seçenek sayısının gösterimidir.

ii. Koşul.2 gerçekleşmiyorsa; A^1 ve A^2 alternatifleri uzlaşık çözüm kümesi içerisine alınır.

Q 'ya göre sıralanan en iyi alternatif, minimum Q değerine sahip olandır. Sıralama sonucu, alternatiflerin uzlaşma sıralaması listesi ve "avantaj oranı" ile uzlaşma çözümüdür.

3.4. TOPSIS Yöntemi

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) çok kriterli karar verme yöntemi, C.L. Hwang ve K. Yoon tarafından 1980 yılında geliştirilmiştir. Temel olarak, ideal adı verilen en uygun çözüm noktasına en kısa mesafe ve negatif ideal adı verilen en kötü çözüm noktasına en uzak mesafede olan seçeneğin

seçilmesi prensibine dayanmaktadır. Ancak bunu yaparken mesafelerin göreceli önemini dikkate almaz (Opricovic ve Tzeng, 2004). TOPSIS, kolay anlaşılır matematiksel mantığı, öznel girişlerinin fazla yoğun olmaması, en iyi alternatifi en hızlı şekilde belirleme ve göreceli ölçüt ağırlıklarının içerisine dahil etme gibi özellikleriyle çok kriterli karar verme yöntemlerinin en yaygın kullanılanlarından (Wang ve ark., 2018).

TOPSIS yönteminin uygulama aşamaları şu şekildedir (Hwang ve Yoon, 1980; Behzadian ve ark., 2012):

1.Adım: (A) karar matrisinin oluşturulması

Karar vericinin ilk olarak oluşturduğu, satırlarda karar noktalarının sütunlarda ise kararı etkileyecek değerlendirme faktörleri bulunur.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

2.Adım: Normalize edilmiş (standart) karar matrisinin (R) oluşturulması

A matrisindeki kriterlere ait değerlerin kareleri toplamının karekökü alınarak standart karar matrisi oluşturulur.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \text{ formülü kullanılarak aşağıdaki matris elde edilir.}$$

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

3.Adım: Ağırlıklı standart karar matrisinin (V) oluşturulması

Değerlendirme faktörlerine ilişkin ağırlık değerleri (w_i) belirlenir ($\sum_{i=1}^n w_i = 1$).

Daha sonra R matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili (w_i) değeri ile çarpılarak V matrisi oluşturulur.

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım.4: İdeal (A^*) ve negatif ideal (A^-) çözümlerin oluşturulması

Burada ideal çözüm için maksimum ve negatif ideal çözüm için de minimum değerler belirlenir.

$$A^+ = \left\{ \max_i v_{ij} \mid j \in J, \min_i v_{ij} \mid j \in J' \right\}$$

$$A^- = \left\{ \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \right\}$$

Adım.5: Öklid mesafesi kullanılarak ideal ve negatif ideale uzaklıkların hesaplanması

TOPSIS yönteminde her bir karar noktasına ilişkin değerlendirme faktör değerinin ideal ve negatif ideal çözüm setinden sapmalarının bulunabilmesi için ideal ayırım (D_i^*) ve negatif ideal ayırım (D_i^-) değerleri aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

Adım.6: İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması

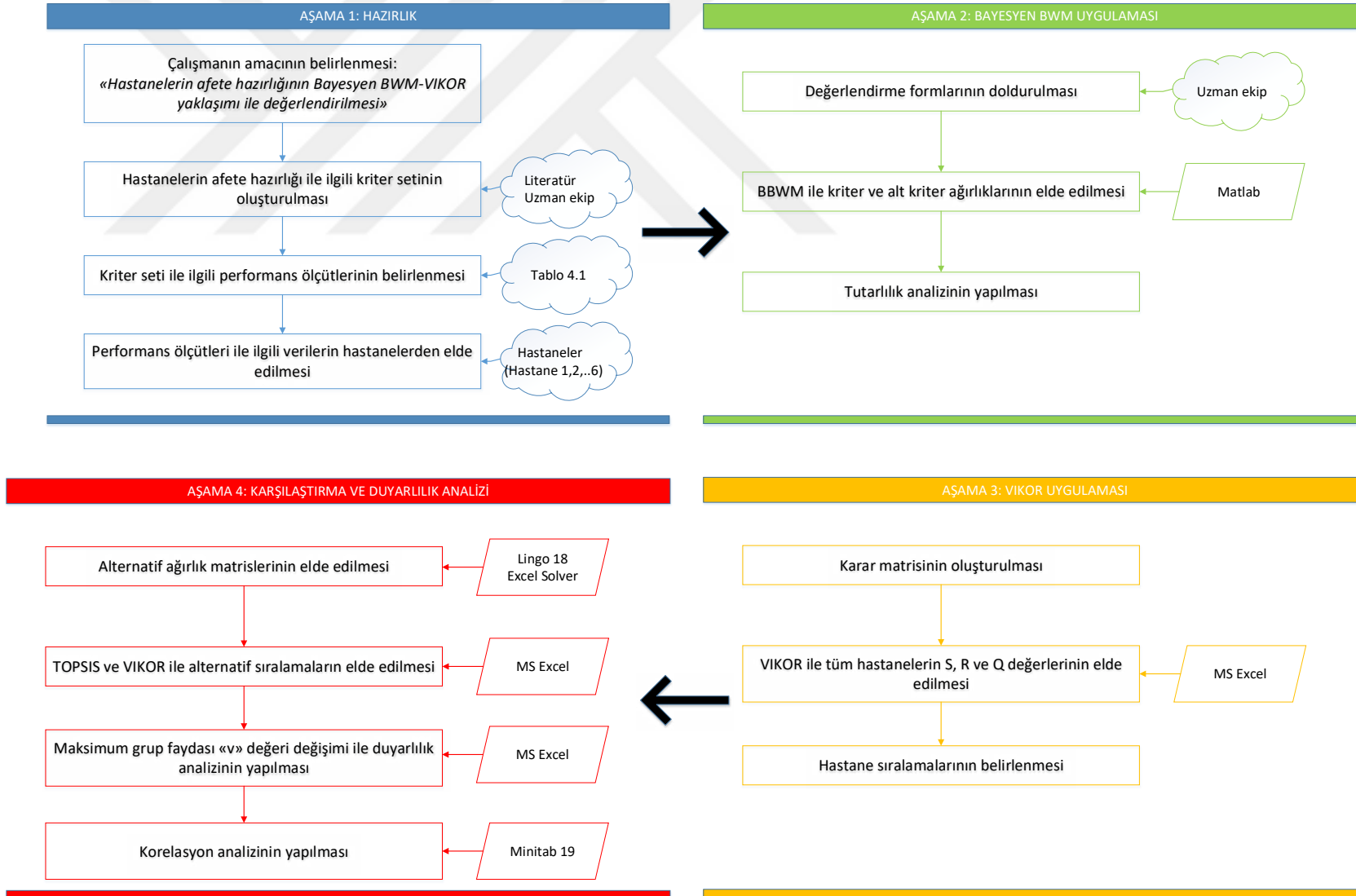
Her bir karar noktasının ideal çözüme göreli yakınlığı (C_i^*) aşağıdaki formül yardımıyla bulunur.

$$C_i^* = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+}$$

Burada (C_i^*) değeri $0 \leq C_i^* \leq 1$ aralığında değer alır ve $C_i^* = 1$ ilgili karar noktasının ideal çözüme, $C_i^* = 0$ ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını gösterir.

3.5. Önerilen Yaklaşım

Tez çalışmasında takip edilen yaklaşım Şekil 3.2.'te de görüldüğü gibi 4 aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar; hazırlık, BBWM uygulaması, VIKOR uygulaması ve karşılaştırma ve duyarlılık analizi şeklinde ifade edilebilir. Hazırlık aşamasında çalışmanın amacı, kullanılacak kriter seti, kriter seti ile ilgili ölçülecek ve veri toplanacak performans ölçütleri belirlenir. Daha sonra bu performans ölçütlerine ait veriler 6 farklı hastaneden elde edilir. İkinci aşama BBWM metodunun uygulandığı aşamadır. Burada iletişim sağlanan uzman ekip değerlendirmeleri yapar ve sonrasında toplanan değerlendirmeler MATLAB programında işlenerek kriter ağırlıkları ve alt kriter ağırlıkları belirlenir. Bunun yanında her bir kriter grubu için kredal sıralamalar ve bunları gösteren grafikler de yine MATLAB kullanılarak çizdirilir. Bu aşamada en son olarak bir tutarlılık analizi de ayrıca yapılır. Üçüncü aşama VIKOR uygulaması aşamasıdır. Bu aşamada ilk olarak hastanelerden toplanan veriler ve BBWM ile elde edilen ağırlık vektörü ile karar matrisi oluşturulur. Daha sonra her bir hastane için S, R ve Q değerleri MS Excel ile geliştirilen bir karar destek sistemi yardımıyla hesaplanır. Nihai olarak hastane sıralamaları belirlenir. Dördüncü ve son aşama ise karşılaştırma ve duyarlılık analizlerinin yapıldığı aşamadır. Burada ilk olarak iki farklı alternatif araç (Lingo ve Excel Solver) kullanılarak kriter ve alt kriter ağırlıkları belirlenir. Bu alternatif ağırlık vektörleri hem VIKOR hem de TOPSIS'de kullanılarak toplamda altı farklı yaklaşım için hastane sıralamaları bulunur. Farklı bir duyarlılık çalışması olarak VIKOR'da bulunan maksimum grup faydası parametresinin değeri değiştirilerek nihai Q değerlerinin değişimi tespit edilir. Son olarak altı farklı yaklaşımdan elde edilen nihai skor değerleri arasında bir Pearson korelasyon analizi çalışması yapılarak yaklaşımların ürettiği sonuçların ilişkisi analiz edilir.



Şekil 3.2. Tezde izlenen yaklaşımın akış diyagramı

4. UYGULAMA

Bu bölümde önerilen modelin uygulanabilirliğini test etmek için sırasıyla BBWM, VIKOR ve TOPSIS metotlarının uygulamaları sunulmuştur. Bu bağlamda ilk olarak, hastanelerin afete hazırlığı ile ilgili 6 ana 34 alt kriter hakkında detaylı bilgi verilmiştir. Devamında bu kriter ve alt kriterlerle ilgili performans ölçütleri belirlenmiş ve 6 farklı hastaneden bu performans ölçütleri ile ilgili veriler toplanmıştır. Hastanelere ait karakteristik özellikler de ayrıca sunulmuştur. Kriter ve alt kriterler, konusunda deneyimli 5 uzman tarafından değerlendirilmiştir. İlk olarak 10 uzmanla bağlantı kurulmuş, bunlardan yarısı geri dönüş sağlamıştır. BBWM metodunda kriterlerin ikili karşılaştırması uzmanlık ve deneyim gerektirdiğinden bu şekilde sınırlı sayıda bir karar verici ekiple çalışılmıştır. Değerlendirmelerine başvurulmuş uzman grup, konu ile ilgili çalışmalar yürüten akademisyenler ve saha tecrübesi olan karar vericilerden oluşmaktadır. Bu uzmanlara ait deneyim, yaş, çalışma alanı gibi bilgiler paylaşılmıştır. İkinci aşamada da VIKOR ve TOPSIS metotları ile hastanelerin afete hazırlık durumu değerlendirilmiştir.

4.1. Hastanelerin Afete Hazırlığı ile İlgili Değerlendirme Kriterleri

Sağlık sektörü üzerindeki afet etkisi, hastaneler, sağlık tesislerinin, acil polikliniklerinin zarar görmesi durumunda ikincil bir afetmiş gibi sonuçlanmaktadır (Mulyasari ve ark., 2013). Hastanelerin afete dayanamaması, olay sırasında hastanelerde yatan hasta, yaşlı ve çocukların hayatını kaybetmesi durumunda halkın morali üzerindeki etki ve acil servislerin en çok ihtiyaç duyulduğunda başarısız olması gibi olumsuz sosyal sonuçları beraberinde getirir. Afet sonrası etkiler, afetin türü, hazırlıksızlık, sağlık sisteminin kapasitesi ve riskle ilgili koşullar gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak farklılık gösterir. Sağlık tesislerinin geliştirilmesinde, afetlerden sonra bir ülkenin ekonomisine büyük bir ekonomik yük getiren yeniden yapılanma ve iyileştirme maliyetleri gibi çok büyük yatırımlar gereklidir. Afetler, sadece hastane binalarına, donanımlarına, ikame tesislerine ve malzemelere verilen hasar açısından doğrudan maliyet getirmez, aynı zamanda genellikle tamamen hesaba katılmayan ve doğrudan maliyetlerden daha yüksek olabilen dolaylı maliyetler de getirir (Birleşmiş Milletler, 2009).

Hastanelerin afetlere daha hazırlıklı olmalarına yardımcı olmak için bir dizi güvenli hastane raporu ve araç seti yayınlayan DSÖ, güvenli hastaneleri “afetler, acil durumlar

veya krizler sırasında ve hemen sonrasında hizmetleri maksimum kapasitede ve aynı altyapı içinde çalışan ve erişilebilir durumda olan sağlık tesisleri” olarak tanımlamaktadır.

Güvenli hastanelerin üç hedefi vardır:

- Hastaların, ziyaretçilerin ve hastane personelinin hayatını korumak.
- Hastanede mevcut kullanılan ekipman ve onlar için yapılan yatırımı korumak.
- Hastanenin düzenli işleyişine devam etmesiyle performansının korunması.

Bu şekilde alınacak önlemlerle tesisleri daha güvenli hale getirmenin, yaşanılacak felaketler sonrasında yeniden yapılanma harcamalarına kıyasla çok daha ekonomik olduğu belirlenmiştir (DSÖ, 2008).

Adini ve ark., afet durumlarına yüksek düzeyde hazırlıklı olmanın ana bileşenlerini, planlama, altyapı, bilgi-beceri ve eğitim olarak tanımlamışlardır (Adini ve ark., 2006).



Şekil.4.1. Afet durumlarına hazırlıklı olma bileşenleri (Adini ve ark., 2006)

Sağlık hizmeti veren kurumların, ihmal kaynaklı olmadığı sürece öngörülmesi mümkün olmayan afetlerin her an gerçekleşebileceği bilinciyle, zarar gören kişi sayısını asgari düzeyde tutacak acil durum hazırlık planlarını tasarlamaları çok önemlidir (Kaji ve ark., 2007).

DSÖ, PASÖ (1996, 2003), hastanelerin depremler gibi olası tehlikelere karşı hassasiyet unsurlarını şu şekilde değerlendirmiştir:

Binalar; binaların duyarlılığı, hastanelerin felaketlere dayanma direncini belirleyen tasarım, malzemelerin dayanıklılığı ve fiziksel savunmasızlığı kapsar. Küçük bir yapısal veya mimari ögenin çökmesi veya başarısızlığı hem mali hem de insani açıdan kayba neden olur.

Hastalar; hastalara hizmet verebilmek için sağlık kuruluşlarının hizmet kapasitesinin yaklaşık yüzde 50'si oranında günde 24 saat çalışması zorunludur. Herhangi bir felaket, potansiyel hastaların sayısını ve dolayısıyla risk düzeylerini artıracaktır. Düzenli bakıma ihtiyaç duyan hastalar için bekleme listeleri hem rutin bakımı hem de acil durumların yarattığı talebi karşılamak imkânsız olacağından daha uzun olacaktır. Ayrıca hastalar; hasar görmüş, kısmen boşaltılmış veya operasyon dışı tesislerin bir sonucu olarak hizmet sunumundaki düşüş açısından da savunmasızdır.

Hastane yatakları; bir afet sonrasında, yaralıların acil durumları nedeniyle talep artacağından, hastane yataklarının mevcudiyeti sık sık azalacaktır.

Sağlık destek personeli; tıp personeli arasından yaşanabilecek kayıplar, bir felaketten etkilenen ülke için büyük kayıplara yol açabilir ve genel ekonomik yükü artırabilir. Müdahale kapasitesinde güven kaybı hissetmemek için, geçici olarak dış kaynak kullanımı gerekmektedir.

Ekipman ve tesisler; yapısal olmayan unsurlara (donanım, mobilya, mimari özellikler ve tıbbi malzemeler gibi) verilen hasar zaman zaman şiddetli olabilir ve yapısal unsurların maliyetini aşabilir. Hasarlar daha az maliyetli olduğunda bile, hastaneleri operasyonlarını durdurmaya zorlayacak kadar kritik olabilirler.

Temel yaşam hatları ve hizmetler; hastanelerin işlev görme yeteneği, elektrik, su, iletişim, atık yönetimi gibi diğer temel hizmetlere de bağlıdır. Tüm sağlık tesislerinde yedek acil durum hizmetleri bulunmayabilir; Bir doğal afet bu hizmetlerden bazılarını etkilediğinde, tüm hastanenin performansı etkilenir.

Bu bilgiler eşliğinde ayrıntılı araştırma sonucu hastanelerin afet durumlarına hazırlığında dikkat edilmesi gereken 6 ana, 34 alt kriter belirlenmiştir. Tablo 4.1'de gösterilen kriterler hakkında açıklamalar şu şekildedir:

Hastane binası; yapısal hazırlık olarak tanımlanır.

Fiziksel altyapı; binaların felaketlere karşı dayanıklı olup olmadığının ölçütüdür.

Konum; deprem gibi afetlerin karşılaşılan şiddet açısından hastanelerin inşası için doğru yeri bulmak olarak tanımlanan kriterdir.

Kat sayısı; hastanenin sahip olduğu kat sayısıdır.

Kapasite; hastanenin insan, tıbbi ekipman ve tedavi alanları bakımından sahip olduğu toplam kapasite kapasitesini ifade eder.

Afet toplanma alanı; hastanenin herhangi bir afet toplanma alanının olup olmadığını gösterir.

Yalıtım (izolasyon); hastanenin yalıtım kapasitesinin durumunu ve/veya mevcudiyetini tanımlar.

Havalandırma; hastanenin havalandırmasının olup olmadığını belirler.

Ekipman; yapısal olmayan hazırlık ile ilgilidir. Kriter, donanımın kalitesi ve miktarının kullanılabilirliğine odaklanmaktadır.

İlaç; hastane tesisleri için acil durumlarda ilaç stokları ve ilaç kapasitesini ifade eder.

Potansiyel tehlikeli madde; acil durumlar sırasında potansiyel tehlikeli maddenin yönetimi ile ilgilidir.

Malzeme güvenliği yönetimi; bu kriter Malzeme Güvenlik Veri Sayfaları (MSDS) standartlarını belirtir.

Acil sağlık hizmetleri için tıbbi ekipman; acil tıbbi hizmetler için tıbbi ekipmanların miktarını ve kalitesini gösterir.

Güç kaynağı; hastane için herhangi bir jeneratörün olup olmadığını gösterir.

İçme suyu, yiyecek; hastane için içme suyunun kullanılabilirliği ve yönetimi ile afet şartlarında hastane için yiyeceklerin mevcudiyetini ve yeterliliğini gösterir.

Çadır; gerekli çadırların mevcudiyetini ve miktarını gösterir.

Yatak; afet şartlarında hastane için yatak olup olmadığını ve yeterlilik durumunu gösterir.

Triyaj kartları; ihtiyaç duyulan triyaj etiketlerinin miktarını gösterir.

İletişim; afet durumunda hastanenin bilgi teknolojisi durumu ile ilgilidir.

Acil durum ağı (kurumlar arası iletişim); afete müdahale konusunda söz sahibi kurumlarla hastanenin iletişim yeteneğini gösteren kıstastır.

İletişim araçları; hastanenin iletişim araçlarını ve kullanılabilirlik durumlarını gösteren kriterdir.

Bilgi kalitesi; erişilen bilginin güvenilirliğini gösteren ölçüttür.

Ulaşım; hastanenin ulaşım kaynaklarını ve afet durumunda hastaneye giden yolların durumunu belirtir.

Araç sayısı; felaket sonrasında ihtiyaç duyulacak durumlarda sahip olunan ambulans miktarını gösterir.

Helikopter pisti; helikopter pisti alanının mevcut olup olmadığını gösterir.

Güvenlik; genel güvenlik standartlarını gösterir.

Ulaşılabilirlik; afet durumlarında yerleşkeye erişim sağlayan yolların varlığını ve bozulma durumunu gösterir.

Personel; personel niteliği ve niceliği ile ilgili kapasiteyi göstermektedir.

Eğitim; personelin afete hazırlıklı olma ve afet durumunda davranış açısından eğitim düzeyini gösterir.

Afet tatbikatları; çalışanlar ve hastalar için afet tatbikatlarının uygulanmasıyla ilgilidir.

Acil durum müdahale ekibi; acil tıbbi hizmetler için eğitimin yapılıp yapılmadığı ve uygulanması ile ilgilidir.

Koordinasyon; afet durumunda personelin afete hazırlıklı olma ve davranış açısından koordinasyon seviyesini gösterir.

Personel sayısı; hastanenin afetler sırasında sahip olduğu eğitimli personel sayısı ile ilgilidir.

Çalışma saatleri; sahip olunan eğitimli personelin çalışma saatleri ile ilgilidir.

Esneklik; hastanelerin mümkün olan en fazla sayıda hastayı kabul etme kapasitelerini artırma kabiliyetlerini göz önünde bulundurmaktadır.

Tesis kullanımında esneklik; etkilenen kişilerin bakımı için idari alanlar tahsis edilebilir. Bu alanlar, küçük etkileri olan kişilere acil bakım sağlamak için birincil olarak kullanılabilir.

Acil durum personeli; bu personel (hemşireler, pratisyen hekimler ve uzmanlar) doğrudan hastaneyle çalışmaz, ancak afet yaşandığında diğer noktalardan takviye edilirler.

Kan bankası; kan bankasının mevcudiyeti ile ilgilidir.

İlaç ve tıbbi malzeme tedarik zinciri; mümkün olan en kısa sürede ilaç ve malzeme sağlayan tedarik zincirlerine sahip olunmalıdır.

Finansman; hastanenin afet durumu için hükümetten veya özel bir projeden bütçesi veya mali desteğinin olup olmadığı ile ilgilidir.

Tablo 4.1. Afete hazırlık durum değerlendirmesi kriterleri ve performans ölçütleri

ANA KRİTERLER	ALT KRİTERLER	ÖLÇÜTLER
(A) Hastane Binası	A1 - Fiziksel Altyapı	Altyapısı iyi düzeyde odaların yüzde değeri
	A2 - Konum	Merkez nüfusa olan ortalama uzaklık kilometre değeri
	A3 - Kat Sayısı	Hastanenin kat sayısı
	A4 - Kapasite	Mevcut çalışan sağlık personelinin sayısı
	A5 - Afet Toplanma Alanı	Hastanenin afet durumları için belirlediği toplanma alanı var mı? Evet/Hayır
	A6 - Yalıtım (İzolasyon)	Doğru yalıtılmış odaların yüzdesi
	A7 - Havalandırma	Uygun havalandırma koşullarındaki oda yüzdesi
(B) Ekipman	B1 - İlaç	İlaç stoklarının ortalama doluluk yüzdesi
	B2 - Potansiyel Tehlikeli Madde	Hastane, tehlikeli maddeleri uygun bir şekilde yönetmek için protokoller uyguladı mı? Evet/Hayır
	B3 - Malzeme Güvenliği Yönetimi	Hastane, Malzeme Güvenliği Veri Sayfaları standartlarını uyguladı mı? Evet/Hayır
	B4 - Acil Sağlık Hizmetleri İçin Tıbbi Ekipman	Mevcut tıbbi cihazların yüzdesi
	B5 - Güç Kaynağı	Hastanenin güç kaynağı var mı? Evet/Hayır
	B6 - İçme Suyu & Yiyecek	Hastanenin "Gıda Hizmetleri" departmanı var mı? Evet / Hayır
	B7 - Çadır	Hastanede olası fiziki tahribat sonucu kullanılmak üzere çadır stoku mevcut mu? Evet/Hayır
	B8 - Yatak	Hastanenin toplam yatak sayısı
	B9 - Triyaj Kartları	Hastane triyaj etiketleri kullanıyor mu? Evet / Hayır
(C) İletişim	C1 - Acil Durum Ağı	Hastane bir acil bakım ağına ait mi? Evet / Hayır
	C2 - İletişim Araçları	Hastanenin acil bakım ağı ortaklarıyla iletişim akışlarını destekleyen bir platformu var mı? Evet / Hayır
	C3 - Bilgi Kalitesi	Bilgi kalitesinin dilsel ifade değeri. (1-Çok Düşük, 2-Düşük, 3-Orta, 4-Yüksek, 5-Çok Yüksek)
(D) Ulaşım	D1 - Araç Sayısı	Hastanenin sahip olduğu toplam ambulans sayısı
	D2 - Helikopter Pisti	Hastanede helikopter pisti var mı? Evet / Hayır
	D3 - Güvenlik	Hastanenin istihdam ettiği güvenlik görevlisi sayısı
	D4 - Ulaşılabilirlik	Afet halinde hastaneye erişilebilecek yolların sayısı
(E) Personel	E1 - Eğitim	Hastanenin düzenlediği afete hazırlık konusunda eğitim programı sayısı
	E2 - Afet Tatbikatları	Hastane yönetiminin gerçekleştirdiği afet tatbikatlarının sayısı
	E3 - Acil Durum Müdahale Ekibi	Acil Durum Müdahale Ekibinin varlığı, eğitimin mevcudiyeti ve uygulanması. (1-Çok Düşük, 2-Düşük, 3-Orta, 4-Yüksek, 5-Çok Yüksek)
	E4 - Koordinasyon	Afet durumunda personelin afete hazırlıklı olma ve davranış açısından koordinasyon seviyesi. (1-Çok Düşük, 2-Düşük, 3-Orta, 4-Yüksek, 5-Çok Yüksek)
	E5 - Personel Sayısı	Afete hazırlık konusunda eğitim almış personel sayısı
	E6 - Çalışma Saatleri	Afetlerde hastanenin sahip olduğu eğitimli personelin çalışma saatleri
(F) Esneklik	F1 - Tesis Kullanımında Esneklik	Afet durumunda acil bakım için uyarlanabilecek idari alan sayısı
	F2 - Acil Durum Personeli	Hastanede çalışmayan ancak afet durumunda bu birime atanabilen hemşire, pratisyen ve uzmanların toplamı
	F3 - Kan bankası	Hastanede kan bankası var mı? Evet / Hayır
	F4 - İlaç ve Tıbbi Malzeme Tedarik Zinciri	Hastanenin hizmet aldığı tedarikçi sayısı
	F5 - Finansman	Hastanenin hükümetten bir bütçesi veya mali desteği veya afet durumları için özel bir projesi var mı? Evet / Hayır

4.2. Hastaneler Hakkında Bilgilendirme

Hastane-1 bulunduğu il merkezine uzak ve ulaşımın zor olduğu bir ilçede hizmet gören entegre bir hastanedir. Bulunduğu bölgede yaşanan doğal afetler nedeniyle talep yoğunluğu sık sık artmaktadır. Bu sebeple yatak kapasitesi de geçtiğimiz yıllara oranla artış göstermiştir.

Hastane-2, ülkenin en büyük şehir hastanelerinden birisidir. Bulunduğu şehrin ve komşu illerin gereksinimlerini karşılamak maksadıyla oldukça geniş bir alana son teknolojik donanımlarla inşa edilmiştir. 7 ayrı hastane bir merkezden hizmet vermektedir. Bunların dışında 100 yataklı YGAP (Yüksek Güvenlikli Adli Psikiyatri) hastanesi de yine yerleşke içerisinde. Hastane nüfus yoğunluğunun bulunduğu bölgeye görece uzaktır. Bunu da kurulduğu geniş alanın merkezi bir alanda bulunamamasıyla açıklayabiliriz.

Hastane-3, ülkenin kuzeydoğusundaki kardiyovasküler hastalıkların eğitimi ve araştırılması konusunda uzmanlaşmış bir hastanedir. Bu hastane Eğitim ve Araştırma Hastanesi statüsündedir. 12 departmanla hizmet vermektedir. Bölgede kalp merkezi olan tek hastanedir. Şehir merkezine yaklaşık 5 km uzaklıktadır.

Hastane-4 Sağlık Araştırma ve Uygulama Merkezi statüsündedir. Hastane 40 birim ile hizmet vermektedir. Bu yönüyle bölgenin en büyük hastanelerinden biridir. Madde Bağımlılığı Tedavi Merkezi, Genetik Hastalıklar Tanı Merkezi Çocuk İzleme Merkezi bebek yoğun bakım ünitesi ve Onkoloji Merkezleri ile bölgedeki diğer hastanelerden ayrılmaktadır. İl merkezine yaklaşık 15 km uzaklıktadır.

Hastane-5 bulunduğu bölgenin en eski hastanelerinden biridir. Hastane şehir merkezinde yer almakta ve 21 bölümle faaliyet göstermektedir.

Hastane-6, kemik hastalıkları konusunda uzmanlaşmış bir branş hastanesi olarak hizmet vermektedir. Hastane 7 bölümle hizmet vermektedir. Evde sağlık hizmetleri ve robotik yürüme ünitesi ile bölgedeki diğer hastanelerden ayrılmaktadır. Şehir merkezine yaklaşık 3 km uzaklıktadır.

4.3. Değerlendirmeye Katılan Uzman Ekip

Çalışmamızda karar verici olarak, hastane alanında akademik çalışmaları bulunan 4 akademisyen ve yükseköğrenimini bu alanda yapan bir araştırmacı yer almıştır. Dört tanesi 35-40, biri 40-45 yaş aralığında olan bu uzmanlar sağlık ve mühendislik alanlarında

literatüre katkıda bulunmaya devam etmektedirler. Uzman-1, 12 yıllık akademik tecrübeye sahip, hastanelerin afete hazırlığı alanında birçok çalışması bulunan ve bu alandan doktora mezunu bir doçenttir. Uzman-2, ekonometri alanında doktorasını yapmış, 7 yıllık akademik deneyime sahip bir doçent olarak mühendislik ve sağlık sektöründe çalışmalar yapmaya devam etmektedir. Sağlık sistemlerinde talep tahmini, imalat ve sağlık sektörlerinde yöneylem araştırması metotları ve optimizasyon konularında çalışmaları bulunan Uzman-3, 10 yıllık akademik kariyerine doçent olarak devam etmektedir. Uzman-4 yükseköğrenimini afet hazırlıkları alanında tamamlamıştır ve bilişim sektöründe çalışmaktadır. Kalite, süreç iyileştirme ve Altı Sigma konularında 8 yıl özel sektör deneyimi bulunan Uzman-5, 12 yıldır akademisyen olarak çalışmalarına devam etmektedir.

4.4. BBWM ile Hastanelerin Afete Hazırlık Kriterlerinin Önem Seviyelerinin Belirlenmesi

Bu bölümde BBWM ile hastanelerin afete hazırlık kriterlerinin ağırlıkları belirlenmiştir. Bu bağlamda Bölüm 3.2.'de sunulan BBWM adımları sırasıyla takip edilerek problem çözülmeye çalışılmıştır. Aşağıda adım adım izlenen prosedür detaylandırılmıştır:

1.Adım: 34 alt kriterden A2 (Konum) kriteri maliyet kriteri olarak belirlenirken, diğer tüm alt kriterler fayda kriteri olarak belirlenmiştir. Zira konum kriteri, hastanenin hedef topluluktan ortalama uzaklığını ifade eden bir kriter olduğundan, düşük değerde olması istenen bir durumdur. A(Hastane Binası) kriteri 7 alt kriterden oluşmaktadır. Bunun yanında, B(Ekipman) kriteri 9, C(İletişim) kriteri 3, D(Ulaşım) kriteri 4, E(Personel) kriteri 6 ve F(Esneklik) kriteri 5 alt kriterden oluşmaktadır.

2.Adım: Bu adımda, 5 uzman karar verici tarafından en iyi ve en kötü kriterler belirlenir ve buradan hareketle “en iyi-diğerleri” ve “diğerleri-en kötü” değerlendirme matrisleri oluşturulur. Bu yapılırken karar vericilerin değerlendirmelerini kolay bir şekilde toplamak için kullanıcı dostu bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Bu karar destek sistemi vasıtasıyla tüm değerlendirmeler sağlıklı bir şekilde birleştirilmiştir. Değerlendirmelerde Rezaei (2015)'de ifade edilen 1-9'luk skaladan faydalanılmıştır. Hem kriter hem de alt kriterlerin değerlendirilmesi aşamasında, kriterlerin/alt kriterlerin kendileriyle kıyaslanması eşit önemli olarak değerlendirilecektir. Bu çalışmada değerlendirme yapılacak toplam 7 adet değerlendirme bulunmaktadır. Her bir

değerlendirmede 2 tablo doldurulmuştur (En iyi/Diğerleri ve Diğerleri/En kötü olmak üzere). En iyi ve en kötü kriter seçimi Şekil 4.2.'deki gibi gerçekleştirilmiştir. İkili karşılaştırmalar ise Şekil 4.3.'teki gibi gerçekleştirilmiştir. Karar destek sisteminden elde edilen değerlendirmeler Tablo 4.2.'de detaylı olarak gösterilmiştir.

En önemli kriter	
A	Hastane binası
3 (Orta)	

En az önemli kriter	
A	Hastane Binası
B	Ekipman
C	İletişim
D	Ulaşım
E	Personel
F	Esneklik

Şekil 4.2. En iyi ve en kötü kriter seçimi

Hastane binası	Ekipman	İletişim
3 (Orta)	2 (Eşit/Orta)	6 (Şiddetli/Çok Şiddetli)

Ekipman	İletişim
4 (Orta/Şiddetli)	4 (Orta/Şiddetli)

İletişim	Ulaşım	Personel
2 (Eşit/Orta)	2 (Eşit/Orta)	6 (Şiddetli/Çok Şiddetli)

Şekil 4.3. İkili karşılaştırmalar

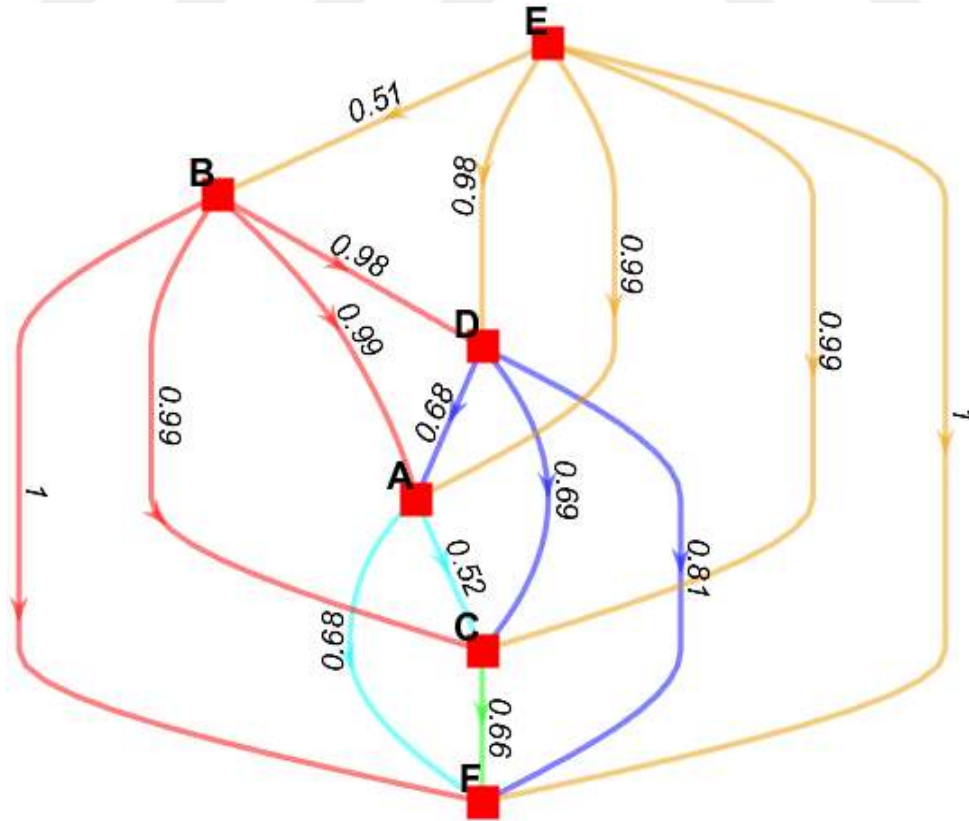
Tablo 4.2. Uzman değerlendirmeleri

	En iyi-Diğerleri	U1	U2	U3	U4	U5	Diğerleri-En kötü	U1	U2	U3	U4	U5
ANA KRİTERLER	En İyi kriter	E	B	B	E	E	En kötü kriter	C,D	A	E	E	C
	A	3	9	2	7	3	A	2	1	3	5	4
	B	2	1	1	4	2	B	3	9	4	6	5
	C	5	3	3	5	6	C	1	3	2	6	1
	D	5	3	4	3	5	D	1	3	3	8	2
	E	1	2	3	1	1	E	5	4	2	9	6
	F	4	4	4	8	4	E	2	2	1	1	3
HASTANE BİNASI	En İyi kriter	A4	A1	A1	A1	A4	En kötü kriter	A3,A6,A7	A3,A7	A7	A3	A3
	A1	2	1	1	1	2	A1	4	9	4	7	6
	A2	5	4	3	2	3	A2	2	2	3	6	5
	A3	9	9	5	7	7	A3	1	1	5	1	1
	A4	1	2	4	2	1	A4	9	4	5	8	7
	A5	6	5	5	2	4	A5	2	2	3	7	4
	A6	7	8	4	2	6	A6	1	2	3	7	2
	A7	7	8	6	2	5	A7	1	1	1	7	3
EKİPMAN	En İyi kriter	B4	B4	B1	B4, B1	B1	En kötü kriter	B2, B3, B5, B9	B7	B9	B9	B2
	B1	2	2	1	1	1	B1	5	4	5	8	9
	B2	9	3	2	2	9	B2	1	3	3	7	1
	B3	8	3	3	2	5	B3	1	3	3	7	5
	B4	1	1	3	1	2	B4	9	9	3	8	8
	B5	7	3	4	2	7	B5	1	3	2	6	4
	B6	6	3	3	3	4	B6	2	3	2	8	6
	B7	4	9	5	5	6	B7	2	1	3	5	3
	B8	5	4	5	2	3	B8	2	2	3	7	7
	B9	7	4	5	4	8	B9	1	2	2	1	2
İLETİŞİM	En İyi kriter	C1	C1	C1	C1	C1	En kötü kriter	C2	C3	C2	C3	C2
	C1	1	1	1	1	1	C1	7	9	3	4	3
	C2	7	3	3	2	3	C2	1	3	2	3	1
	C3	4	9	3	2	2	C3	2	1	2	1	2
ULAŞIM	En İyi kriter	D4	D4	D1	D4	D1	En kötü kriter	D1, D2	D2	D2	D2	D2
	D1	6	3	1	2	1	D1	1	3	5	6	4
	D2	7	9	5	5	4	D2	1	1	1	1	1
	D3	3	3	3	3	3	D3	2	3	2	3	2
	D4	1	1	3	1	2	D4	7	9	3	7	3
PERSONEL	En İyi kriter	E1	E3	E1	E1	E5	En kötü kriter	E6	E6	E6	E6	E3
	E1	1	2	1	1	2	E1	7	4	5	6	5
	E2	5	3	5	2	5	E2	2	3	3	4	2
	E3	5	1	5	2	6	E3	2	9	4	5	1
	E4	4	3	5	3	3	E4	2	3	3	5	4
	E5	7	3	6	4	1	E5	1	3	3	3	6
	E6	7	9	6	6	4	E6	1	1	1	1	3
ESNEKLİK	En İyi kriter	F3	F4	F1	F2	F4	En kötü kriter	F1	F1	F3	F5	F5
	F1	4	8	1	4	4	F1	1	1	3	2	2
	F2	3	4	3	2	2	F2	2	2	2	4	4
	F3	1	3	4	2	3	F3	4	3	1	6	3
	F4	2	1	2	2	1	F4	2	8	3	6	5
	F5	2	3	4	4	5	F5	2	3	3	1	1

3.Adım: Bu adımın ilk üç alt adımı yukarıda da bahsedildiği gibi geliştirilen karar destek sistemi yardımıyla gerçekleştirilmiştir. 4. alt adımda ise Mohammadi ve Rezai (2020a)'da belirtilen prosedür izlenmiştir. Bu prosedürle ilgili MATLAB kodları yazarlar tarafından (URL-3) adresinde paylaşılmıştır. Kodlar yukarıda sunulan değerlendirmeler için özelleştirilerek çalıştırılmıştır. Bu çalıştırma neticesinde kriter ve alt kriterlerin yerel ağırlık değerleri elde edilmiştir. Bunun yanında kredal sıralamalar belirlenmiş, bunlarla ilgili özel grafikler de ayrıca sunulmuştur. Tablo 4.3'te BBWM ile elde edilen ana kriterler ağırlıkları sunulmuştur. Şekil-3'te ise ana kriterlere ait kredal sıralama grafiği verilmiştir.

Tablo 4.3. BBWM ile elde edilen ana kriter ağırlıkları

Ana Kriter	Ağırlık	Sıralama
A	0,122	4
B	0,254	2
C	0,120	5
D	0,140	3
E	0,256	1
F	0,106	6



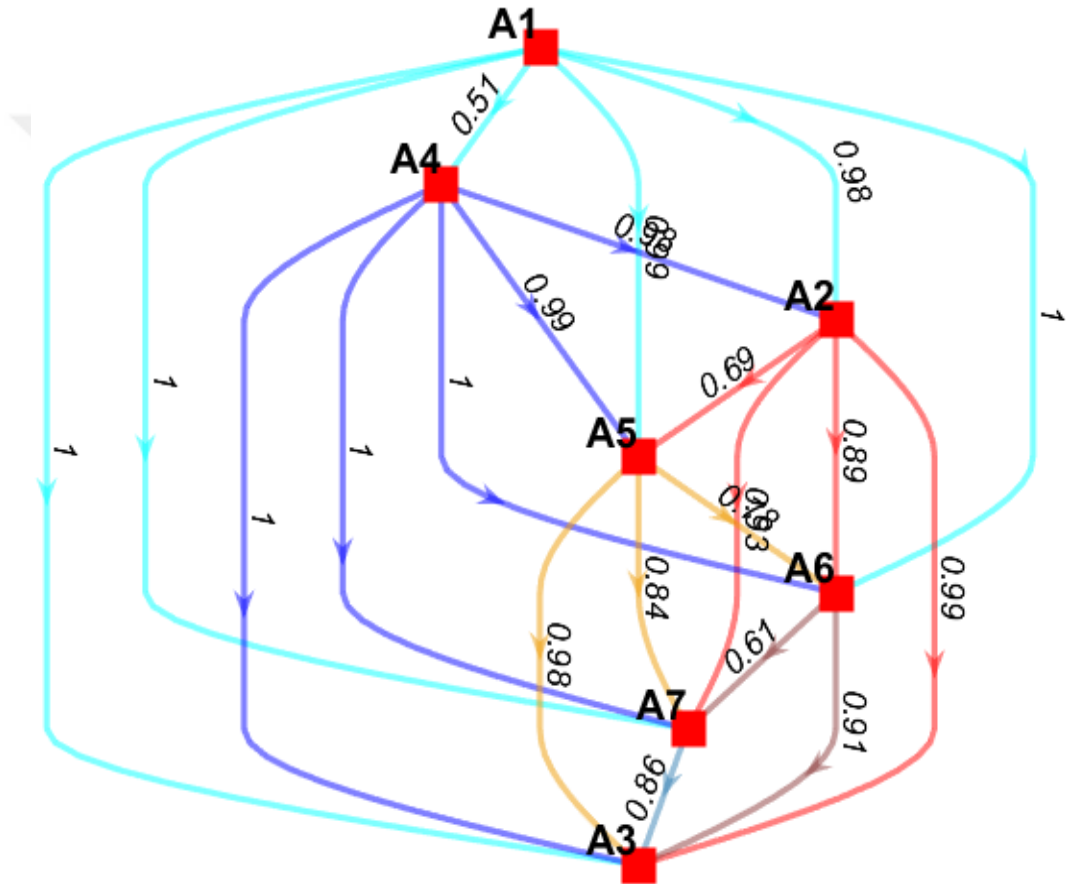
Şekil 4.4. Ana kriterlere ait kredal sıralama gösterimi.

“E(Personel)” kriteri 0,2562 önem değeri ile en önemli kriter olarak belirlenmiştir. Buradan çıkarabileceğimiz sonuç, hastanelerdeki acil durum planları ne kadar kapsamlı ve doğru hazırlanmış olursa olsun, bu planın sorunsuz bir şekilde uygulanabilmesi yeterli sayıda ve eğitilmiş personelin mevcut olmasıyla mümkündür. Karar vericilerimizin değerlendirmesi sonucunda çok küçük bir farkla ikinci en önemli kriter 0,25427 değeri ile “B(Ekipman)” olmuştur. Yeterli ve eğitilmiş personelin bildiklerini uygulamaya koyabilmesinde en büyük ihtiyacı kullanıma hazır ekipman olacaktır. Bu iki kriterin ardından D(Ulaşım) afet anında karşılaşılan yaralanmalar ve yaşanan şok ile birlikte başvurulacak hastanelerin bulunan konuma yakın olması gerekliliği düşünülerek üçüncü, A(Hastane Binası) afete karşı dayanıklılığı ve yoğun hasta artışı karşısında hizmete devam edebilmesini sağlayacak kapasitesinin olması öngörülerek dördüncü olmuştur. C(İletişim) kriteri, gelişen teknoloji ile birlikte zorluk çekilmesi düşünülmendiğinden önem sırasında beşinci olurken ve F(Esneklik) de karar vericilerimiz tarafından en az öneme sahip kriter olarak belirlenmiştir.

ÇKKV ile kriter ağırlıkları belirlenirken, yüksek değerli olarak bulunan kriterler daha önemli olarak değerlendirilir. Ancak, sıralama yapılırken değer olarak birbirine yakın iki kriterin arasında küçük bir farklılık olabilir. Bu durum, ağırlık hesaplanırken grup karar vericileri için önemli bir husus olarak ortaya çıkar. Bir kriterin başka bir kriterle ne kadar üstün olduğunu gösteren kredal sıralamanın (Mohammadi ve Rezai (2020a)) önemi bu noktada ortaya çıkmaktadır. Şekil-3'te ortaya çıkan değerleri bu minvalde değerlendirmek gerekir. Şekil 4.4.'te okların üzerinde yazılı olan değerler, $(A \xrightarrow{D} B)$ D güvenilirliğinde A kriterinin B kriterinden daha önemli olduğunu göstermektedir. Buradaki D değeri bir olasılık değeridir ve 0 ile 1 arasında değişir. Örneğin, Şekil-3'te $E \xrightarrow{1} F$ E kriterinin kesinlikle F kriterinden önemli olduğunu göstermektedir. Zira, buradaki güvenilirlik değeri 1'dir. Aynı grafikten F kriterinden giden hiçbir ok olmadığından bu kriterin diğer kriterlere üstünlüğü olmadığı görülmektedir. $E \xrightarrow{0,51} B$, E kriterinin ağırlık değerinin her ne kadar B kriterinin ağırlık değerinden büyük olmasına rağmen 0,51 güvenilirlik değeri her iki kriterin birbirine mutlak üstünlüğünün zayıf bir ihtimal olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.4. BBWM ile elde edilen hastane binası alt kriterlerinin ağırlıkları

Hastane Binası Kriterleri	Ağırlık	Sıralama
A1	0,240	1
A2	0,139	3
A3	0,068	7
A4	0,240	2
A5	0,122	4
A6	0,099	5
A7	0,092	6



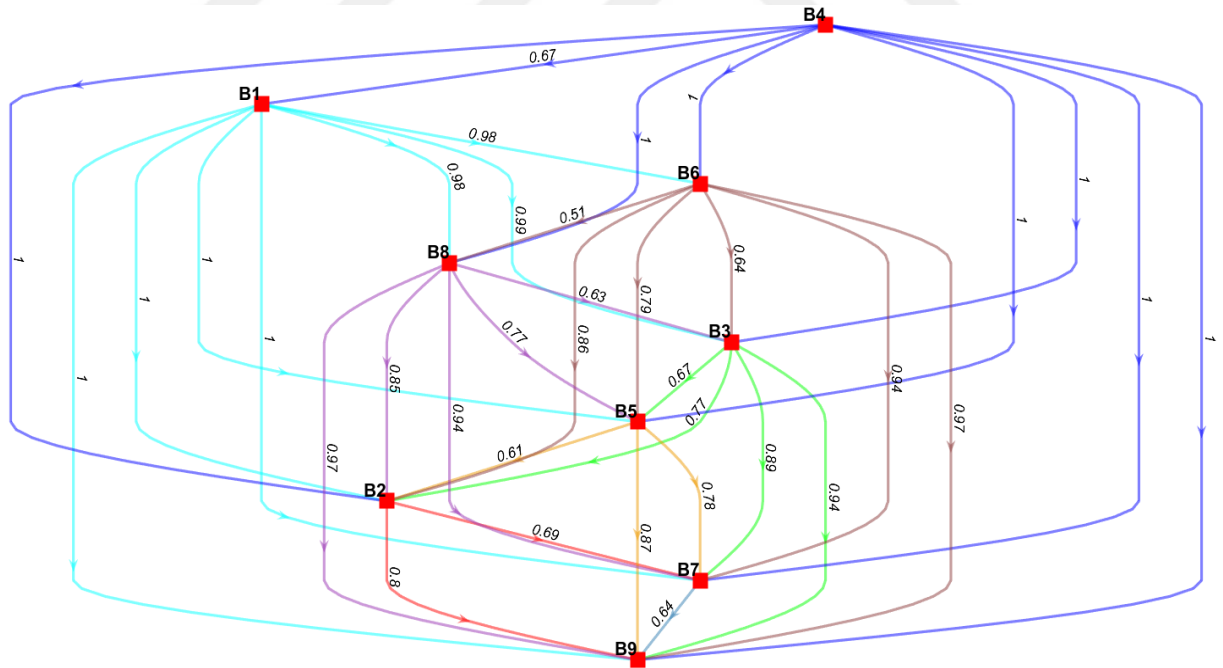
Şekil 4.5. Hastane binası alt kriterlerine ait kredal sıralama gösterimi.

Hastane binası ana kriterinin değerlendirilmesinde önem değeri ilk sırada yer alan alt kriter 0,2401929 ile “A1(Fiziksel Altyapı)” olmuştur. Deprem gibi fiziki zarar verebilecek afet türlerinde hastanelerin minimum düzeyde hasar görüp hizmet vermeye devam etmesi gerekmektedir. Altyapının ardından ikinci olarak 0,2397832 değerli “A4(Kapasite)” gelmektedir. Hastanenin bulunduğu bölgenin nüfus yoğunluğu ile afet durumunda karşılaşılabilecek talep doğru orantılıdır. Bu talep artışı, bölge halkı kaynaklı

olabileceği gibi, nüfusu fazla olan çevre illerde yaşanabilecek olası felaketlerin ardından destek amaçlı kullanım ile de olabilir. Bu iki kriteri takip eden “A2(Konum)”, bölge merkezine olan mesafenin mümkün olduğunca kısa olması gerekliliğidir. Değerlendirme sonucu A5(Afet Toplanma Alanı), A6(Yalıtım), A7(Havalandırma) ve A3(Kat Sayısı) şeklinde sıralama devam etmiştir.

Tablo 4.5. BBWM ile elde edilen ekipman alt kriterlerinin ağırlıkları

Ekipman Kriterleri	Ağırlık	Sıralama
B1	0,186	2
B2	0,080	7
B3	0,097	5
B4	0,206	1
B5	0,086	6
B6	0,107	3
B7	0,069	8
B8	0,106	4
B9	0,063	9



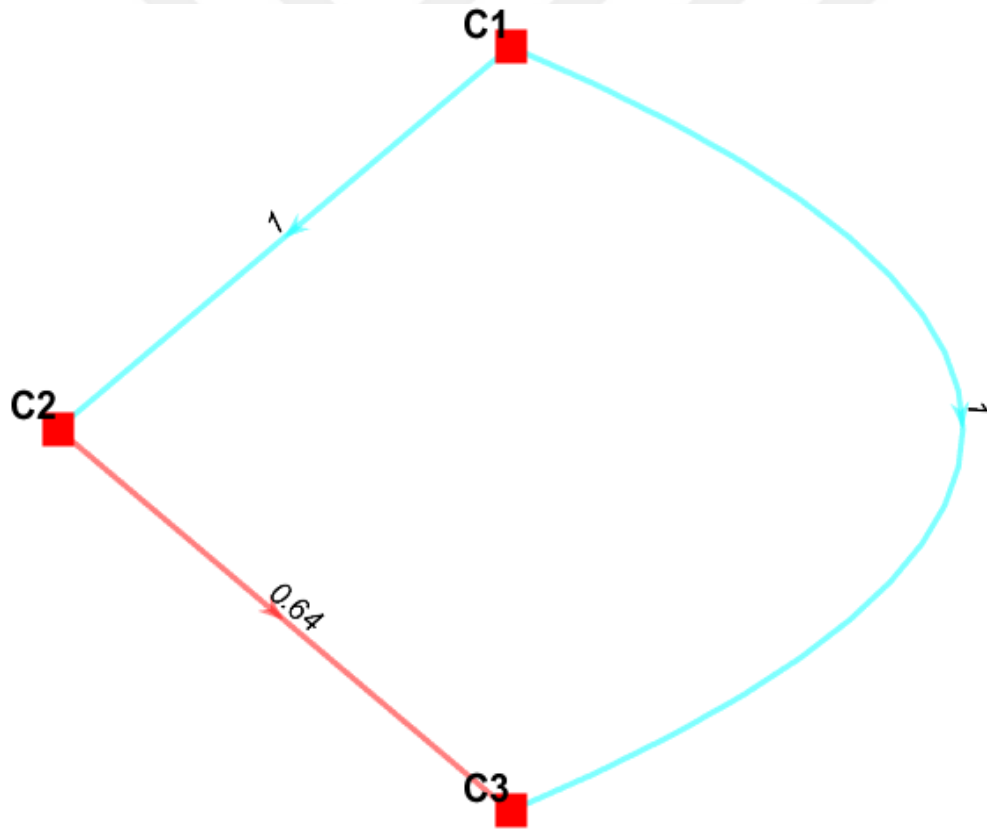
Şekil 4.6. Ekipman alt kriterlerine ait kredal sıralama gösterimi.

“B4(Acil sağlık hizmetleri için tıbbi ekipman)” 0,206366 önem değeri ile Ekipman ana kriterinin en önemli alt kriteri olarak belirlenmiştir. Afetzedeye en hızlı şekilde müdahale edilebilmesi tıbbi ekipmanın eksiksiz olması ve hazır bulundurulması

gerekmektedir. Bu ana kriterimizde gerek alt kriter sayısının fazla olması gerekse tıbbi ekipman ve ilaç birimlerinin afetten hemen sonra hayati öneme sahip olması nedeniyle önem değerleri arasında ikinci sırada 0,185884 değeri ile “B1(İlaç)” yer almaktadır. Bu kriterleri sırasıyla B6(İçme suyu ve yiyecek), B8(Yatak), B3(Malzeme güvenliği yönetimi), B5(Güç kaynağı), B2(Potansiyel tehlikeli madde), B7(Çadır) ve B9(Triyaj kartları) takip etmiştir.

Tablo 4.6. BBWM ile elde edilen iletişim alt kriterlerinin ağırlıkları

İletişim Kriterleri	Ağırlık	Sıralama
C1	0,590	1
C2	0,217	2
C3	0,193	3



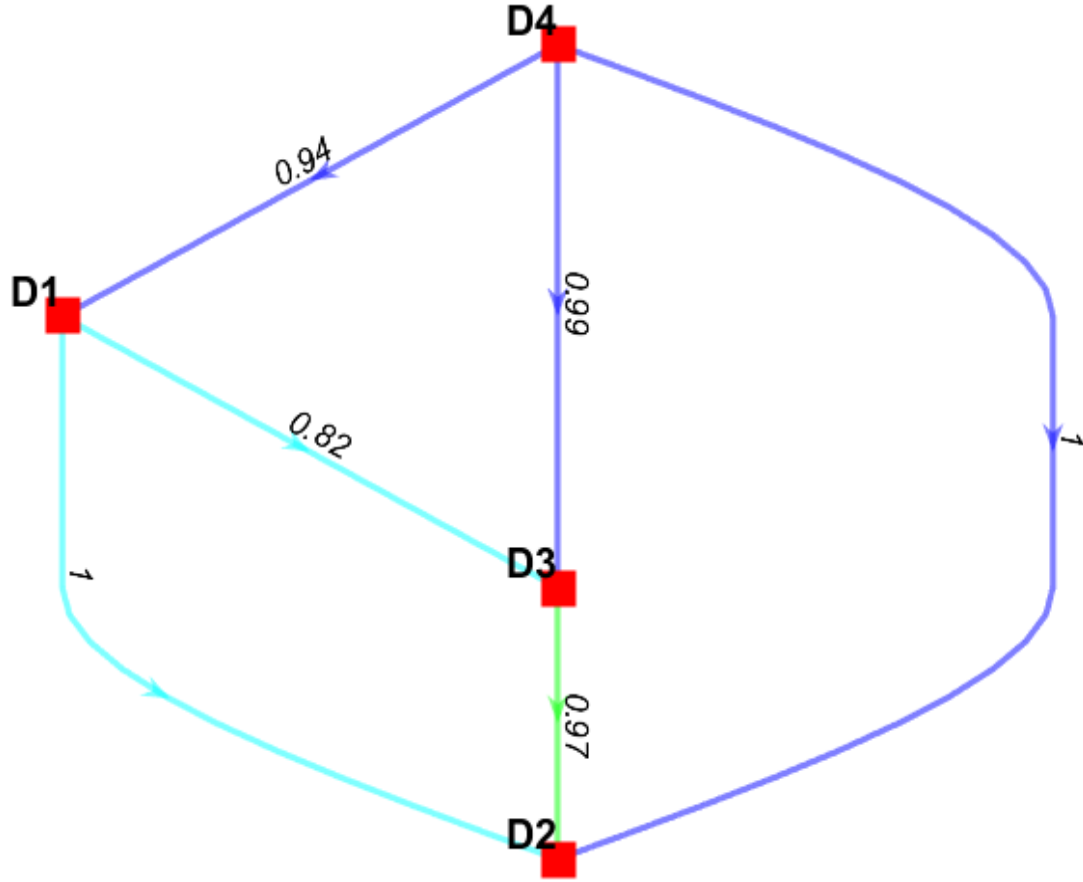
Şekil 4.7. İletişim alt kriterlerine ait kredal sıralama gösterimi.

“C1(Acil durum ağı)” kriteri 0,589709 önem değeri ile en önemli kriter olarak belirlenmiştir. Afet sonrası iletişim ağının sorunsuz işlemesi ve doğru bilgiye zamanında

ulaşılması hayati önem taşımaktadır. İkinci en önemli kriter 0,217082 ile “C2(İletişim Araçları)”, üçüncü ise 0,193208 önem değerli “C3(Bilgi kalitesi) olmuştur.

Tablo 4.7. BBWM ile elde edilen ulaşım alt kriterlerinin ağırlıkları

Ulaşım Kriterleri	Ağırlık	Sıralama
D1	0,269	2
D2	0,107	4
D3	0,203	3
D4	0,421	1



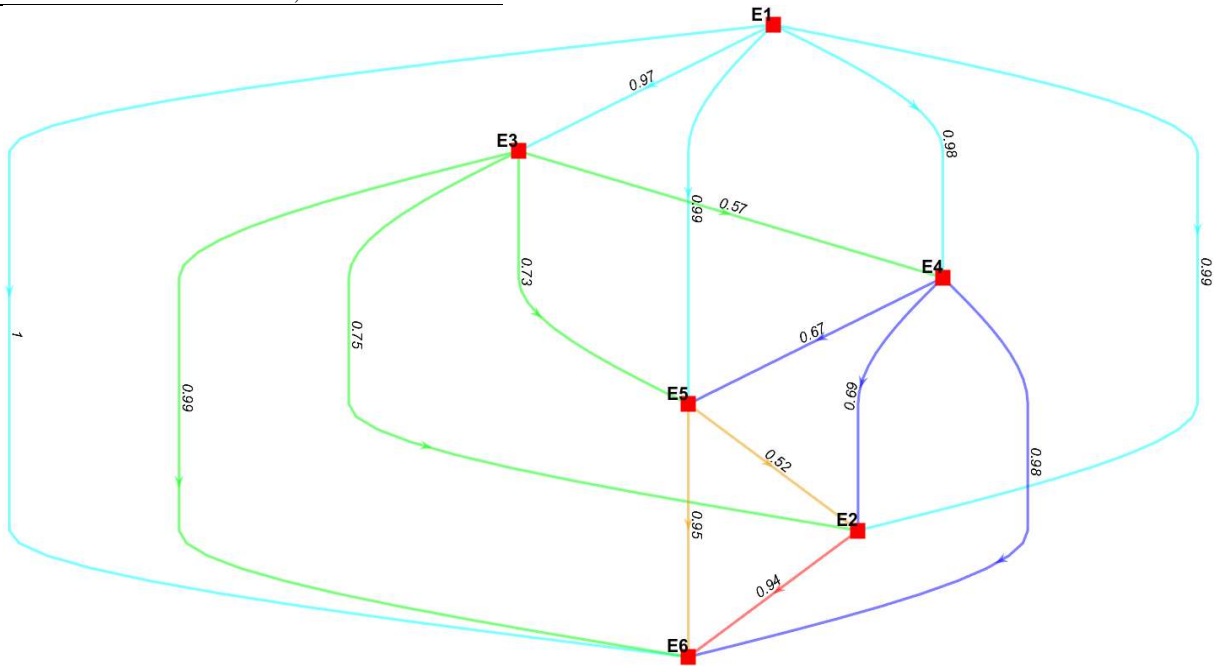
Şekil 4.8. Ulaşım alt kriterlerine ait kredal sıralama gösterimi.

“D4(Ulaşılabilirlik)”, bu alanda en önemli kriter olarak belirlenirken, önem değeri 0,420714’tür. A2(Konum) alt kriterinden farklı olarak burada hastaneye erişmek için kat edilecek yolların durumu ele alınmaktadır. Yolların oluşabilecek yoğun trafiği kaldırabilecek düzeyde olup olmaması, ulaşım için alternatif güzergahların bulunup bulunmaması afet sonrası hızlı müdahalede büyük öneme sahiptir. “D1(Araç sayısı)” kriteri 0,269415 değeri ile ulaşım açısından ikinci sırada yer almaktadır. Hastanenin ambulans sayısının çokluğu afetzedeye ulaşma açısından zamanı hızlandırabilmektedir. Bu

kriterleri 0,202704 önem değeri ile D3(Güvenlik) ve 0,107167 ile D2(Helikopter pisti) takip etmiştir.

Tablo 4.8. BBWM ile elde edilen personel alt kriterlerinin ağırlıkları

Personel Kriterleri	Ağırlık	Sıralama
E1	0,288	1
E2	0,142	5
E3	0,173	2
E4	0,164	3
E5	0,145	4
E6	0,088	6



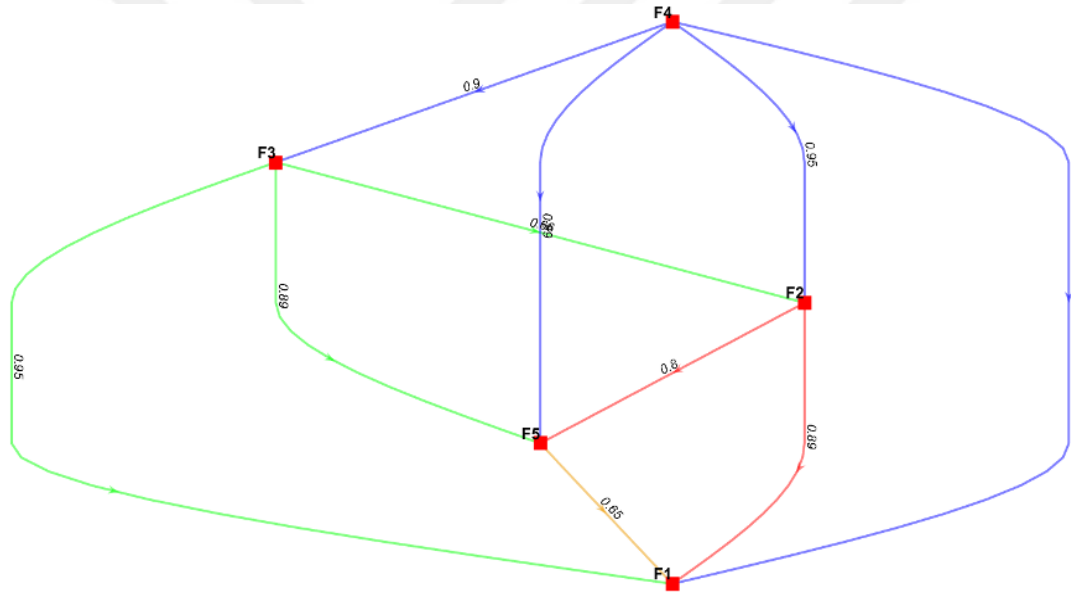
Şekil 4.9. Personel alt kriterlerine ait kredal sıralama gösterimi.

Ana kriterlerimiz arasından en büyük önem değerine sahip Personel kriterinin alt kriterlerinde “E1(Eğitim)”, 0,288255 ile en yüksek değerde öneme sahiptir. Personelin gerekli bilgi donanımına sahip olması ve karşılaşılabileceği zorluklar karşısında çözüm üretebilmesi gerekmektedir. Bu da kaliteli bir eğitim ile mümkün olabilir. Eğitimi 0,172886 değeri ile “E3(Acil durum müdahale ekibi)” kriteri takip etmektedir. Afetzedeler ile ilk teması sağlayacak bu ekip oluşan yoğunluğu aciliyet durumlarına göre kategorize edip daha sistematik bir çalışma ortamı sağlayabilir. E4(Koordinasyon) alt kriteri 0,164257 önem değeriyle üçüncü sırada gelmektedir. Personelin birbirleriyle uyum içinde çalışmalarını karşılaşılabilecek güçlükleri minimum düzeyde tutmada önem arz etmektedir. E5(Personel

Sayısı), eğitimli ve uyumlu personel sayısının mümkün olduğunda fazla olması gerekliliğiyle dördüncü olarak yer edinmişken, önem değeri de 0,144745'tir. E2(Afet tatbikatları) alınan eğitimin afet öncesi uygulanma sahası yaratmasıyla beşinci öncelikken ve E6(Çalışma saatleri) bu alanda son sırada yer almıştır.

Tablo 4.9. BBWM ile elde edilen esneklik alt kriterlerinin ağırlıkları

Esneklik Kriterleri	Ağırlık	Sıralama
F1	0,129	5
F2	0,191	3
F3	0,216	2
F4	0,318	1
F5	0,146	4



Şekil 4.10. Esneklik alt kriterlerine ait kredal sıralama gösterimi.

“F4(İlaç ve tıbbi malzeme tedarik zinciri)” bu alanda en önemli kriter olarak öne çıkmaktadır. 0,318086 önem değerli bu kriter, ekipman kriterinde de belirttiğimiz önceliklerimizin sürdürülebilir olması için önemlidir. 0,216335 önem değeri ile ikinci sırada gelen “F3(Kan bankası)”, yoğun talep karşısında daima taze kana ulaşabilmek gerekliliğini göstermektedir. Üçüncü sırada gelen, “F2(Acil durum personeli)” normal şartlarda hastanede görevli olmayan ancak acil durumlarda ek olarak görev alan personelleri temsil etmektedir. “F5(Finansman)” ve “F1(Tesis kullanımında esneklik)” bu kriterde son iki sırayı almıştır.

4.5. VIKOR ile Hastanelerin Afete Hazırlık Seviyelerinin Tespiti

Bu bölümde VIKOR ÇKKV metodu ile hastanelerin afete hazırlık seviyeleri belirlenmiştir. Bu bağlamda, BBWM ile belirlenen kriter ağırlıkları ile 6 farklı hastaneden elde edilen veriler (her bir kritere ait performans ölçütleri) kullanılarak bir VIKOR skoru elde edilmiştir. VIKOR metoduna özgü S, R ve Q değerleri hesaplanmış, maksimum grup faydası katsayısını ifade eden v değeri 0,5 olarak alınmıştır. VIKOR'un ikinci aşamasında hesaplanan en iyi ve en kötü performans değerleri için A2 kriteri maliyet kriteri olarak dikkate alınmıştır. Tablo 4.10'da her bir hastane için hesaplanan S, R ve Q değerleri verilmiştir.

Tablo 4.10. Hastanelerin hesaplanan S, R ve Q değerleri

	S Değerleri	R Değerleri	Q Değerleri
HASTANE-1	0,773	0,074	1,000
HASTANE-2	0,168	0,059	0,000
HASTANE-3	0,573	0,072	0,779
HASTANE-4	0,381	0,071	0,566
HASTANE-5	0,530	0,072	0,744
HASTANE-6	0,540	0,072	0,753

VIKOR Q indeks değerleri sonuçlarına göre, ele alınan kriterler altında afetlere en hazır olan hastanenin Hastane-2 olduğu görülmüştür ($Q=0,000$). Bu hastaneyi Hastane-4($Q=0,566$) ve Hastane-5($Q=0,746$) izlemektedir. Dördüncü, beşinci ve son sıradaki hastaneler ise sırasıyla Hastane-6 ($Q=0,752$), Hastane-3 ($Q=0,779$) ve Hastane-1 ($Q=1,000$) olmuştur.

4.6. Karşılaştırma ve Duyarlılık Analizi

Önerilen metodun sağlamlığını test etmek için bir karşılaştırma analizi yapılmıştır. Önerilen BBWM ve VIKOR entegre yaklaşımının sonuçları Tablo 4.11.'de detayları sunulan beş farklı yaklaşımın sonucuyla karşılaştırılmıştır.

Tablo 4.11. Çalışmaya alternatif yaklaşımlar ile çözüm araçları

#	Entegre yaklaşım			
	Afete hazırlık kriter ağırlıklarının belirlenmesi	Çözüm aracı	Hastane sıralama	Çözüm aracı
Önerilen	BBWM	MATLAB	VIKOR	MS Excel
Yaklaşım 1	BBWM	MATLAB	TOPSIS	MS Excel
Yaklaşım 2	Klasik BWM	Lingo	VIKOR	MS Excel
Yaklaşım 3	Klasik BWM	Lingo	TOPSIS	MS Excel
Yaklaşım 4	Klasik BWM	Excel Solver	VIKOR	MS Excel
Yaklaşım 5	Klasik BWM	Excel Solver	TOPSIS	MS Excel

Tablo 4.11.'de sunulduğu üzere her bir yaklaşım iki aşamadan oluşmakta ve her bir aşama farklı bir araç ile çözülmektedir. Örneğin, yaklaşım 3 Klasik BWM ve TOPSIS metotlarının entegrasyonu ile oluşturulmuş bir modeldir. Afete hazırlık kriter ağırlıklarının belirlenmesi BBWM ile belirlenirken hastane afete hazırlık sıralamaları TOPSIS metodu ile belirlenmiştir. Klasik BWM hesaplamaları Lingo yazılımı ile elde edilirken TOPSIS hesaplamaları MS Excel yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Yaklaşımların her biri ayrı ayrı çözümlenerek sonuçlar elde edilmiştir.

Hastanelerin afete hazırlık kriterlerinin göreceli önem düzeylerinin (ağırlıklarının) belirlenmesinde iki ayrı çözücü araç kullanılmıştır. Bunlardan birisi Rezaei (2015) tarafından hazırlanan Excel Solver tabanlı çözücüdür, diğeri ise Quadratik programlama modellerini çözdürebilen Lingo ticari yazılımıdır. Her iki modele ait karar vericilerin değerlendirmeleri (en iyi-diğerleri ve diğerleri-en kötü matrislerini içerecek şekilde) tabloda verilmişti. Her iki çözücü ile elde edilen uzmanlara bağlı ağırlık sonuçları Tablo 4.12.'de, nihai sonuçlar (yerel ve global ağırlık değerleri) Tablo 4.13.'te gösterildiği şekliyle hesaplanmıştır.

Tablo 4.12. Uzmanlara bağılı ağırlık sonuçları

	LINGO					BWM-SOLVER				
K/A	Uzm-1	Uzm-2	Uzm-3	Uzm-4	Uzm-5	Uzm-1	Uzm-2	Uzm-3	Uzm-4	Uzm-5
K										
A	0,145	0,046	0,234	0,171	0,092	0,141	0,045	0,211	0,148	0,081
B	0,234	0,405	0,290	0,225	0,130	0,211	0,393	0,338	0,221	0,141
C	0,068	0,131	0,159	0,054	0,130	0,070	0,135	0,141	0,053	0,113
D	0,081	0,131	0,103	0,063	0,206	0,085	0,135	0,106	0,089	0,188
E	0,369	0,189	0,159	0,370	0,404	0,387	0,191	0,141	0,379	0,439
F	0,104	0,098	0,056	0,117	0,038	0,106	0,101	0,063	0,111	0,039
A1	0,196	0,472	0,431	0,205	0,178	0,211	0,428	0,344	0,209	0,237
A2	0,086	0,101	0,084	0,163	0,156	0,092	0,115	0,164	0,139	0,147
A3	0,049	0,049	0,151	0,042	0,023	0,048	0,044	0,098	0,041	0,026
A4	0,461	0,176	0,151	0,344	0,161	0,441	0,207	0,123	0,353	0,147
A5	0,082	0,083	0,060	0,120	0,161	0,077	0,092	0,098	0,105	0,147
A6	0,063	0,064	0,070	0,048	0,161	0,066	0,057	0,123	0,070	0,147
A7	0,063	0,054	0,053	0,078	0,161	0,066	0,057	0,049	0,084	0,147
B1	0,210	0,139	0,225	0,238	0,169	0,194	0,139	0,244	0,315	0,156
B2	0,039	0,096	0,153	0,022	0,119	0,040	0,098	0,152	0,027	0,117
B3	0,048	0,096	0,132	0,076	0,119	0,048	0,098	0,102	0,077	0,117
B4	0,367	0,298	0,132	0,216	0,145	0,372	0,287	0,102	0,192	0,233
B5	0,053	0,096	0,083	0,046	0,093	0,055	0,098	0,102	0,055	0,117
B6	0,065	0,096	0,118	0,112	0,145	0,065	0,098	0,076	0,096	0,078
B7	0,092	0,034	0,061	0,058	0,066	0,094	0,033	0,102	0,064	0,047
B8	0,074	0,072	0,061	0,194	0,119	0,077	0,074	0,076	0,128	0,117
B9	0,053	0,072	0,036	0,039	0,026	0,055	0,074	0,046	0,048	0,019
C1	0,715	0,692	0,592	0,535	0,461	0,708	0,692	0,600	0,542	0,500
C2	0,100	0,231	0,242	0,167	0,373	0,083	0,231	0,233	0,167	0,333
C3	0,185	0,077	0,167	0,299	0,167	0,208	0,077	0,167	0,292	0,167
D1	0,104	0,187	0,533	0,451	0,271	0,092	0,188	0,518	0,466	0,287
D2	0,090	0,063	0,095	0,104	0,061	0,092	0,063	0,089	0,103	0,067
D3	0,194	0,187	0,147	0,171	0,271	0,215	0,188	0,196	0,172	0,191
D4	0,613	0,563	0,225	0,274	0,397	0,600	0,563	0,196	0,259	0,455
E1	0,518	0,183	0,514	0,225	0,348	0,507	0,185	0,468	0,221	0,325
E2	0,112	0,127	0,088	0,063	0,139	0,107	0,130	0,122	0,089	0,200
E3	0,112	0,392	0,155	0,054	0,187	0,107	0,380	0,122	0,053	0,200
E4	0,118	0,127	0,088	0,171	0,187	0,134	0,130	0,122	0,148	0,133
E5	0,070	0,127	0,088	0,370	0,090	0,068	0,130	0,101	0,379	0,100
E6	0,070	0,044	0,067	0,117	0,049	0,077	0,043	0,066	0,111	0,042
F1	0,093	0,059	0,382	0,113	0,059	0,085	0,059	0,375	0,118	0,118
F2	0,154	0,117	0,101	0,278	0,294	0,136	0,124	0,167	0,237	0,353
F3	0,407	0,170	0,074	0,161	0,294	0,373	0,166	0,083	0,158	0,235
F4	0,173	0,484	0,308	0,381	0,294	0,203	0,485	0,250	0,416	0,235
F5	0,173	0,170	0,135	0,068	0,059	0,203	0,166	0,125	0,072	0,059

Tablo 4.13. Nihai sonuçlar (yerel ve global ağırlık değerleri)

LİNGO			BWM-SOLVER		
Kriterler/Alt Kriterler	Local Ağırlıklar	Global Ağırlıklar	Kriterler/Alt Kriterler	Local Ağırlıklar	Global Ağırlıklar
A	0,137		A	0,125	
A1	0,297	0,041	A1	0,286	0,039
A2	0,118	0,016	A2	0,131	0,018
A3	0,063	0,009	A3	0,051	0,007
A4	0,259	0,036	A4	0,254	0,035
A5	0,101	0,014	A5	0,104	0,014
A6	0,081	0,011	A6	0,093	0,013
A7	0,082	0,011	A7	0,081	0,011
B	0,257		B	0,261	
B1	0,196	0,050	B1	0,209	0,054
B2	0,086	0,022	B2	0,087	0,022
B3	0,094	0,024	B3	0,088	0,023
B4	0,232	0,059	B4	0,237	0,061
B5	0,074	0,019	B5	0,085	0,022
B6	0,107	0,028	B6	0,083	0,021
B7	0,062	0,016	B7	0,068	0,017
B8	0,104	0,027	B8	0,094	0,024
B9	0,045	0,012	B9	0,048	0,012
C	0,108		C	0,102	
C1	0,599	0,065	C1	0,608	0,066
C2	0,222	0,024	C2	0,209	0,023
C3	0,179	0,019	C3	0,182	0,020
D	0,117		D	0,120	
D1	0,310	0,036	D1	0,310	0,036
D2	0,082	0,010	D2	0,083	0,010
D3	0,194	0,023	D3	0,193	0,022
D4	0,414	0,048	D4	0,415	0,048
E	0,298		E	0,307	
E1	0,357	0,107	E1	0,341	0,102
E2	0,106	0,032	E2	0,130	0,039
E3	0,180	0,054	E3	0,172	0,051
E4	0,138	0,041	E4	0,133	0,040
E5	0,149	0,044	E5	0,156	0,046
E6	0,069	0,021	E6	0,068	0,020
F	0,083		F	0,084	
F1	0,141	0,012	F1	0,151	0,012
F2	0,189	0,016	F2	0,203	0,017
F3	0,221	0,018	F3	0,203	0,017
F4	0,328	0,027	F4	0,318	0,026
F5	0,121	0,010	F5	0,125	0,010

Elde edilen ağırlık vektörleri takip edilecek yaklaşıma göre TOPSIS veya VIKOR modeline eklenerek hastanelerin afete hazırlık durumları analiz edilmiştir.

Tablo 4.14. ve Tablo 4.15. her bir metotla elde edilen nihai skorları (VIKOR için Q değeri, TOPSIS için yakınlık katsayısı) ve sıralamaları göstermektedir.

Tablo 4.14. Hastanelerin nihai skorları

Metot	CCi/Q değeri					
	HASTANE	HASTANE	HASTANE	HASTANE	HASTANE	HASTANE
	-1	-2	-3	-4	-5	-6
BBWM-VIKOR	1,000	0,000	0,779	0,566	0,744	0,753
Klasik BWM-VIKOR*	1,000	0,000	0,835	0,663	0,803	0,813
Klasik BWM-VIKOR**	1,000	0,000	0,830	0,659	0,803	0,814
BBWM-TOPSIS	0,228	0,739	0,206	0,350	0,238	0,201
Klasik BWM-TOPSIS*	0,219	0,781	0,183	0,307	0,208	0,174
Klasik BWM-TOPSIS**	0,226	0,776	0,184	0,311	0,213	0,177

**Klasik BWM ağırlık vektörü Lingo ile hesaplanmıştır. **Klasik BWM ağırlık vektörü Excel Solver ile hesaplanmıştır.*

Tablo 4.15. Hastanelerin sıralaması

Metot	Sıralama					
	HASTANE	HASTANE	HASTANE	HASTANE	HASTANE	HASTANE
	-1	-2	-3	-4	-5	-6
BBWM-VIKOR	6	1	5	2	3	4
Klasik BWM-VIKOR*	6	1	5	2	3	4
Klasik BWM-VIKOR**	6	1	5	2	3	4
BBWM-TOPSIS	4	1	5	2	3	6
Klasik BWM-TOPSIS*	3	1	5	2	4	6
Klasik BWM-TOPSIS**	3	1	5	2	4	6

**Klasik BWM ağırlık vektörü Lingo ile hesaplanmıştır. **Klasik BWM ağırlık vektörü Excel Solver ile hesaplanmıştır.*

Bu sonuçlara göre tüm modellerde afete en hazır hastanenin Hastane-2 olduğu görülmektedir. Hastane-2'yi yine tüm modellere göre Hastane-4 takip etmektedir. Diğer hastanelerin sıralamaları makul çerçevede farklılıklar içermesine rağmen sonuçlar çoğunlukla birbirine yakındır. Modellerin nihai skorları arasında korelasyon analizi yapıldığında Tablo 4.16'da görüldüğü gibi tüm kombinasyonlarda %90'ın üzerinde bir korelasyon katsayısı elde edilmiştir.

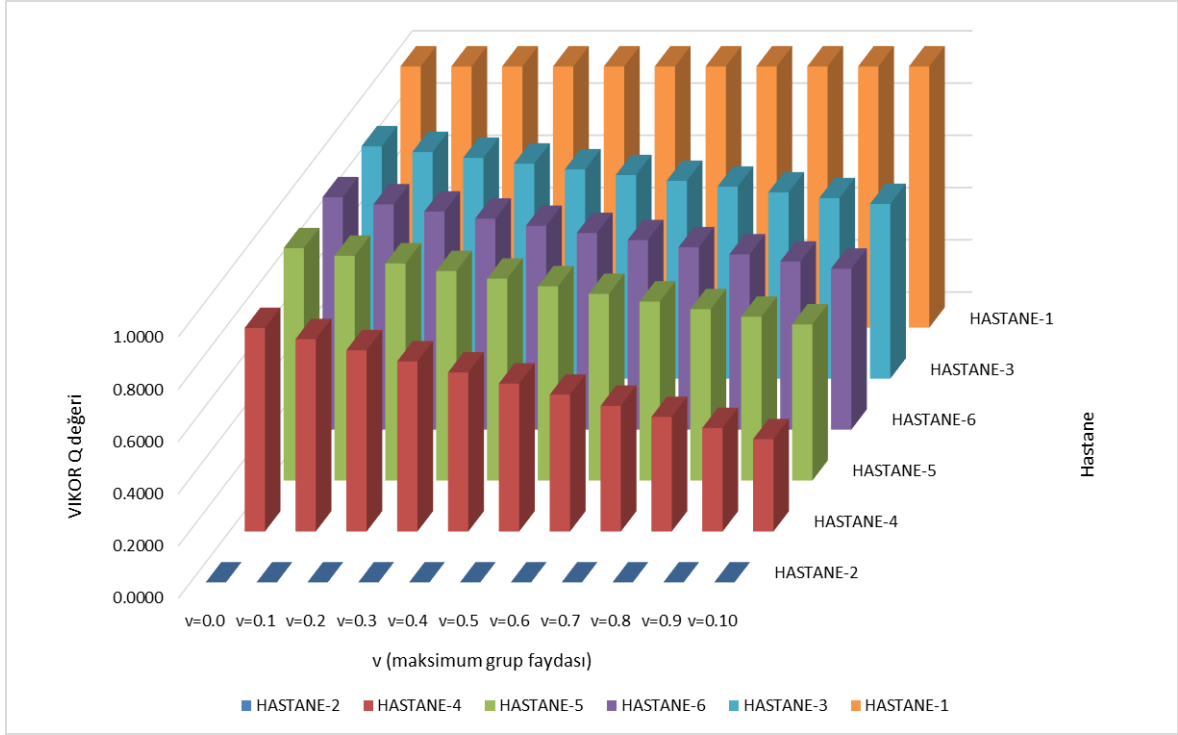
Tablo 4.16. Korelasyon analizi sonuçları

	<i>BBWM- VIKOR</i>	<i>Klasik BWM- VIKOR*</i>	<i>Klasik BWM- VIKOR**</i>	<i>BBWM- TOPSIS</i>	<i>Klasik BWM- TOPSIS*</i>	<i>Klasik BWM- TOPSIS**</i>
BBWM- VIKOR	1					
Klasik BWM- VIKOR*	0,994	1,000				
Klasik BWM- VIKOR**	0,995	1,000	1,000			
BBWM- TOPSIS	-0,952	-0,973	-0,974	1,000		
Klasik BWM- TOPSIS*	-0,939	-0,966	-0,967	0,997	1,000	
Klasik BWM- TOPSIS**	-0,937	-0,965	-0,965	0,997	1,000	1,000

Yukarıda bahsedilen karşılaştırma analizine ek olarak VIKOR yöntemine özgü bir duyarlılık analizi de ayrıca yapılmıştır. Burada amaç VIKOR’da maksimum grup faydasını ifade eden “ v ” değerinin değişkenliği durumunda nihai skor ve sıralamaların nasıl değiştiğini gözlemlemektir. Tablo 4.17. ve Grafik 4.1.’de v ’nin 0’dan 1’e 0,1 aralıklarla değişmesi durumunda elde edilen Q değerlerinin değişimi görülmektedir. Buradan elde edilen sonuçlar tüm v değerlerinde VIKOR Q değerlerinin trendinin değişmediğini göstermiştir.

Tablo 4.17. Farklı v değerlerine göre oluşan VIKOR Q sonuçları

Hastane	VIKOR Q değeri										
	$v=0,0$	$v=0,1$	$v=0,2$	$v=0,3$	$v=0,4$	$v=0,5$	$v=0,6$	$v=0,7$	$v=0,8$	$v=0,9$	$v=0,10$
HSTN-2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,000	0,000	0,000	0,000
HSTN-4	0,779	0,736	0,694	0,651	0,609	0,566	0,5236	0,481	0,439	0,396	0,353
HSTN-5	0,889	0,860	0,831	0,802	0,773	0,744	0,7144	0,685	0,656	0,627	0,598
HSTN-6	0,889	0,862	0,835	0,807	0,780	0,753	0,7253	0,698	0,671	0,643	0,616
HSTN-3	0,889	0,867	0,845	0,823	0,801	0,779	0,7570	0,735	0,713	0,691	0,669
HSTN-1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,0000	1,000	1,000	1,000	1,000



Grafik 4.1. Farklı v değerlerine göre oluşan VIKOR Q sonuçları

5. SONUÇ

Hayatın tüm alanında profesyonellerden beklenen işlerini duygularını katmadan serinkanlı olarak yapmalarıdır. Alışılmışın dışında karşılaşılan sağlık sorunları ve afet durumlarında başvurmak zorunda kalacağımız hastanelerden de beklentimiz bu yöndedir. Büyüklerimizden de hep duyduğumuz üzere hastaneler hem gitmek istemediğimiz hem de yokluğunu hissetmekten korktuğumuz yerlerdir. Fiziki şartları, teknik imkanları ve tüm çalışanlarıyla, zor durumda kaldığımızda beklentilerimizi karşılamasını umarak yaşadığımız acı tecrübelerin ya da ağır sağlık sorunlarının üstesinden gelebiliriz. Bu yoğun beklentinin karşılanabilmesi için olası tüm sorunları göz önünde bulundurarak hazırlanmış bir afet planı her anlamda kazanç olarak geri dönecektir. Yaptığımız bu çalışmanın sonuçlarından yola çıkarak kayıpların önüne geçmenin mümkün olmasını hedefliyoruz.

5.1. Çalışmanın Özeti

Bu tez çalışmasında, hastanelerin afete hazırlığının değerlendirilmesiyle ilgili bir karar modeli geliştirilmiştir. Bu karar modeli Bayesyen BWM, VIKOR ve TOPSIS ÇKKV metotlarını içermektedir. Önerilen yaklaşım ile hastanelerin afete hazırlığı ile ilgili 6 ana kriter ve 34 alt kriter değerlendirmeye alınmıştır. Uzmanlar tarafından ikili kıyas mantığıyla değerlendirilen kriter ve alt kriterler Bayesyen BWM ile ağırlıklandırılmıştır. Elde edilen ağırlık değerleri ile hastanelerden alınan veriler birleştirilerek VIKOR ve TOPSIS için girdi sağlanmıştır. Ayrıca farklı araçlarla elde edilen ağırlık vektörleri kullanılarak karşılaştırma ve duyarlılık analizi çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

BBWM ile elde edilen sonuçlara göre “Personel” kriteri %26’lık önem değeri ile en önemli kriter olarak belirlenmiştir. Bu kriteri %25 ile “Ekipman”, %14 ile “Ulaşım”, %12 ile “Hastane Binası” ve “İletişim”, %11 ile de “Esneklik” izlemektedir.

VIKOR ile elde edilen sonuçlar neticesinde afetlere en hazır hastanenin Hastane-2 olduğu tespit edilmiştir. Bu hastaneye ait VIKOR Q değeri 0,000 olarak elde edilmiştir. Bu hastaneyi Hastane-4 (Q=0,5661) ve Hastane-5 (Q=0,7464) izlemektedir. Dördüncü, beşinci ve son sıradaki hastaneler ise sırasıyla Hastane-6, Hastane-3 ve Hastane-1 olmuştur.

Karşılaştırma analizi sonuçlarına göre altı farklı yaklaşımın tümünde Hastane-2 afete en hazır hastane olarak öne çıkmıştır. Hastane-2’yi yine tüm yaklaşımlara göre Hastane-4 takip etmektedir. Bazı yaklaşımlara göre elde edilen hastane sıralamaları

minimal farklılıklar içerse de sonuçların çoğunluğunun birbirine yakın olduğu yapılan korelasyon analizi ile teyit edilmiştir. Modellerin nihai skorları arasındaki ilişki tüm kombinasyonlarda %90'ın üzerindedir. Duyarlılık analizi bağlamında VIKOR metodundaki maksimum grup faydası parametresi değiştirilerek Q değerindeki değişim analiz edilmiştir. Denenen bütün varyasyonlara göre Q değerinin trendinin değişmediği görülmüştür.

5.2. Çalışmanın Metodolojik ve Uygulamaya Katkıları

Hastanelerin afete hazırlık değerlendirmesi konusunda ÇKKV tabanlı yaklaşımların sınırlı olmasından dolayı bu tez çalışmasında önerilen metodoloji hem teorik hem de uygulama yönüyle literatüre katkı sağlamaktadır. Bu katkıları şu şekilde özetleyebiliriz:

➤ Bu çalışmada Bayesyen BWM hem TOPSIS hem de VIKOR metodu ile entegre edilerek ilk defa afet yönetimi kapsamında bir probleme uygulanmıştır. Bayesyen BWM'nin kullanılması ile uzman grubun görüşleri bilgi kaybı olmadan birleştirilmiş ve olasılıksal bakışla kriter ve alt kriter ağırlıkları daha az bir ikili karşılaştırma yükü ile belirlenmiştir. Bayesyen BWM'nin literatüre katkısı olan “Kredal Sıralama” ile her bir kriter arasındaki hiyerarşinin yorumlanması daha hassas bir şekilde yapılmıştır.

➤ Afete hazırlık kriter ve alt kriterlerinin değerlendirmesi sürecinde donanımlı ve konuyla doğrudan ilişkili bir uzman gruba çalışılmıştır.

➤ Detaylı bir karşılaştırma çalışması ile yöntemin uygulanabilirliği ve sağlamlığı test edilmiş alternatif yaklaşımların ürettiği sonuçlar arasındaki ilişki Pearson Korelasyon Analizi ile analiz edilmiştir.

➤ Bu tez çalışmasının teorik katkılarının yanında uygulamaya yönelik katkıları da bulunmaktadır. Model her ne kadar sınırlı sayıda hastane arasından bir sıralama öngörse de bölgesel ve ulusal ölçekte uyarlanabilir bir model olması hasebiyle literatüre katkı sağlamaktadır. Burada önerilen model, ülke genelindeki tüm hastaneler için merkezi politika koyucular tarafından uygulanarak afetlere hazırlanmada rehber bir araç olarak değerlendirilebilir.

5.3. Çalışmanın Sınırlamaları

Çalışmanın yukarıda vurgulanan katkılarına rağmen bazı sınırlamaları bulunmaktadır. Bunlardan ilki sınırlı sayıdaki hastanenin çalışma kapsamında değerlendirilmesi ve veri toplamadaki genel sıkıntılardır. Bir diğeri Bayesyen BWM uygulaması aşamasında değerlendirmeleri alınan uzman grubun her bir üyesi için bir uzmanlık katsayısının kullanılmamasıdır. Diğer bir kısıtlama ise gerçek dünya problemlerindeki uzman değerlendirmelerinin doğasındaki belirsizlik ve sübjektifliği daha iyi yansıtması açısından çeşitli bulanık mantık eklentilerinin çalışmaya dahil edilmemesidir. Bu bağlamda gelecek çalışmalar için bu eklentilerle zenginleştirilmiş yeni ÇKKV modeli de geliştirilebilir.

5.4. Geleceğe Yönelik Önergeler

Modelde kriter ve alt kriter ağırlıklarının belirlenmesinde iki farklı araç yardımı ile farklı ağırlık matrisleri elde edilmiştir. Bunların elde edilmesinde kullanılan uzman değerlendirmeleri aynıdır. Farklı olan şey çözüm yapılan araçtır. Bundan dolayı ileriki çalışmalarda kriter ağırlıklarının belirlenmesinde başta klasik BWM olmak üzere revize AHP, DEMATEL, ANP gibi farklı ÇKKV metotları da kullanılabilir. Zira kriterler arasındaki etkileşimin dikkate alındığı DEMATEL-ANP birleşimi bir metot olan D-ANP ayrıca kullanılabilir.

Çalışmada kullanılan kriter seti çeşitli dinamik durumlar düşünülerek revize edilebilir. Hastane personelinin afetlere duyarlılığı ve afet kültürü bu bağlamda kriter setine dahil edilebilir. Ayrıca son dönemlerde dünyanın zorlu bir mücadeleye giriştiği salgın hastalık afetlerine özgü hazırlık kriterleri de geliştirilebilir ve kriter havuzuna eklenebilir. EM-DAT'ın afet sınıflandırması dikkate alınarak her bir afet türü için hastanelerin hazırlığına yönelik farklı modeller önerilebilir.

6. KAYNAKLAR

- Abdel-Basset, M., Ding, W., Mohamed, R.,** 2020. An integrated plithogenic MCDM approach for financial performance evaluation of manufacturing industries. *Risk Management*, 22:192–218,
- Adini, B., Goldberg, A., Laor, D., Cohen, R., Zadok, R., Bar-Dayana, Y.,** 2006. Assessing levels of hospital emergency preparedness. *Prehospital and Disaster Medicine*, 21(6): 451 – 457,
- Bakioğlu G., Atahan A.O.,** 2021. AHP integrated TOPSIS and VIKOR methods with pythagorean fuzzy sets to prioritize risks in self-driving vehicles. *Applied Soft Computing*, 99:106948,
- Behzadian, M., Otaghsara, S. K., Yazdani, M., Ignatius, J.,** 2012. A state-of the-art survey of TOPSIS applications. *Expert Systems With Applications*, 39(17):13051-13069,
- BM,** 2009. Birleşmiş Milletler uluslararası afet riskini azaltma stratejisi (UNISDR), “Afet riskini azaltma terminolojisi” <https://www.unisdr.org/2009/campaign/pdf/wdrc-2008-2009-information-kit.pdf>
- DSÖ,** 2018. “İklim değişikliği ve sağlık” <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/276405/9789241514972-eng.pdf?ua=1>
- DSÖ/PASÖ,** 1996. “Sağlık tesislerinde afet azaltımı” <http://helid.digicollection.org/en/p/printable.html>
- DSÖ/PASÖ,** 2003. “Yeni sağlık tesislerinin doğal afetlerden korunması: afet azaltımının teşviki” https://www.preventionweb.net/files/629_10343.pdf
- DSÖ/PASÖ,** 2005. “Güvenli hastane: kolektif sorumluluk - küresel bir afet azaltma ölçütü” <http://www1.paho.org/english/dd/ped/SafeHospitalsBooklet.pdf>
- EM-DAT,** 2021. Acil durumlar veritabanı. https://www.emdat.be/emdat_db. Türkiye’de son 20 yılda yaşanan afetler. 30 Ocak 2021.
- Gül, M., Güneri, A. F.,** 2015. Are emergency departments in İstanbul ready for the earthquakes? Past experience and suggestions for future preparedness from employees’ viewpoint and the literature. *Homeland Security & Emergency Management*, 12(4): 967–983,
- Gül, M., Çelik, E., Aydın, N., Gümüş, A.T., Güneri, A.F.,** 2016. A state of the art literature review of VIKOR and its fuzzy extensions on applications. *Applied Soft Computing*, 46:60-89,

- Hafezalkotob, A., Hafezalkotob, A., Liao, H., Herrera, F., 2020.** Interval MULTIMOORA Method Integrating Interval Borda Rule and Interval Best–Worst-Method-Based Weighting Model: Case Study on Hybrid Vehicle Engine Selection, *IEEE Transactions on Cybernetics*, 50(3):1157-1169,
- Hafezalkotob, A., Hafezalkotob, A., 2017.** A novel approach for combination of individual and group decisions based on fuzzy best-worst method. *Applied Soft Computing*, 59:316-325,
- Hosseini, S. M., Bahadori, M., Raadabadi, M., Ravangard R., 2019.** Ranking hospitals based on the disasters preparedness using the TOPSIS technique in Western Iran. *Hospital Topics*, 97(1): 23-31,
- Hsu, W.-C. J., Lo, H.-W., Yang, C.-C., 2021.** The formulation of epidemic prevention work of covid-19 for colleges and universities: Priorities and recommendations. *Sustainability*, 13(4):1-19,
- Hu J., Zhang X., Yang Y., Liu Y., Chen X., 2020.** New doctors ranking system based on VIKOR method. *International Transactions in Operational Research*, 27(2):1236-1261,
- Hwang, C. L., Paidy, S. R., Yoon, K., Masud, A. S. M., 1980.** Mathematical programming with multiple objectives: A tutorial. *Computers & Operations Research*, 7(1-2):5-31,
- Ishizaka, A., Nemery, P., 2013.** Multi-criteria decision analysis: methods and software. John Wiley & Sons.
- Kaji, A. H., Koenig, K. L., Lewis, R. J., 2007.** Current hospital disaster preparedness. *Journal of the American Medical Association*. 298(18): 2188-2190,
- Li, Q., Rezaei, J., Tavasszy, L., Wiegmans, B., Guo, J., Tang, Y., Peng, Q., 2020.** Customers' preferences for freight service attributes of China Railway Express. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 142:225-236,
- Marzaleh M. A., Rezaee, R., Rezaianzadeh, A., Rakhshan, M., Haddadi, G., Peyravi M., 2019.** Developing a model for hospitals' emergency department preparedness in radiation and nuclear incidents and nuclear terrorism in Iran. *Bulletin of Emergency and Trauma*. 7(3): 300–306,
- Mohammadi, M., Rezaei J., 2020a.** Bayesian Best-Worst Method: A Probabilistic Group Decision Making Model. *Omega*, 96:102075,
- Mohammadi, M., Rezaei J., 2020b.** Evaluating and comparing ontology alignment systems an MCDM approach. *Journal of Web Semantics*, 64:100592,

- Moheimani, A., Sheikh, R., Hosseini, S. M. H., Sana, S. S.,** 2021. Assessing the preparedness of hospitals facing disasters using the rough set theory: guidelines for more preparedness to cope with the COVID-19. *International Journal of Systems Science: Operations & Logistics*, 8:1-16,
- Mulyasari, F., Inoue, S., Prashar, S., Isayama, K., Basu, M., Srivastava, N., Shaw, R.,** 2013. Disaster Preparedness: Looking through the Lens of Hospitals in Japan. *International Journal of Disaster Risk Science*. 4(2): 89-100,
- Munasinghe, N. L., Matsui K.,** 2019. Examining disaster preparedness at Matara District General Hospital in Sri Lanka. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 40: 101154
- Naser, W. N., Ingrassia, P. L., Aladhrae, S., Abdulraheem, W. A.,** 2018. A study of hospital disaster preparedness in South Yemen. *Prehospital and Disaster Medicine*, 33(2): 133-138,
- Olivieri, C., Ingrassia, P.L., Della Corte, F., Carenzo, L., Saporì, J-M., Gabilly, L., Segond, F., Grieger, F., Arnod-Prin, P., Larrucea, X., Violi, C., Lopez, C., Djalali, A.,** 2017. Hospital preparedness and response in CBRN emergencies: TIER assessment tool, *European Journal of Emergency Medicine*, 24(5): 366-370,
- Opricovic, S.,** 1998. Multicriteria optimization of civil engineering systems. *Faculty of Civil Engineering, Belgrade*, 2(1):5-21,
- Opricovic, S., Tzeng, G. H.,** 2004. Compromise solution by MCDM methods: a comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 156(2):445-455,
- Ortiz-Barrios, M. A., Herrera-Fontalvo, Z., Rúa-Muñoz, J., Ojeda-Gutiérrez, S.,** 2017. An integrated approach to evaluate the risk of adverse events in hospital sector. *Management Decision.*, 56(10): 2187-2224,
- Ortiz Barrios, M. A., Gül, M., López-Meza, P., Yücesan, M., Navarro-Jiménez E.,** 2020. Evaluation of hospital disaster preparedness by an FAHP-FDEMATEL-TOPSIS hybrid approach: the case of Turkish hospitals. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 49: 101748,
- Rajesh, R.,** 2020. Sustainable supply chains in the Indian context: An integrative decision-making model. *Technology in Society*, 61:101230,
- Rezaei, J.** 2015. Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega (United Kingdom)* 53: 49-57,
- Rezaei, F., Mohebbi-Dehnavi, Z.,** 2019. Evaluation of the readiness of hospitals affiliated to Isfahan University of Medical Sciences in unexpected events in 2017. *Journal of Education and Health Promotion*, 8.
- Roy, B., Bouyssou, D.,** 1993. Aide multicritère à la décision: méthodes et cas. *Economica*.

- Saeid, M., Khankeh, H., Habibisoola, A., Mohammadali, M., Hamidkolg, G., Dadkhah, B.,** 2019. Investigating hospital preparedness in Ardabil Province against unexpected accidents. *Health in Emergencies and Disasters*, 4(3): 127-134.
- Samsuddin, N. M., Takim, R., Nawawi, A. H., Alwee, S. N. A. S.,** 2018. Disaster preparedness attributes and hospital's resilience in Malaysia. *Procedia Engineering*, 212: 371-378.
- Sarı, F., Kahveci, M., Somay-Altas, M.,** 2021. Evaluating sinkhole formation with multicriteria decision analysis: a case study in Karapınar-Konya, Turkey. *Arabian Journal of Geosciences*, 14:281,
- Shabanikiya, H., Jafari, M., Gorgi, H. A., Seyedin, H., Rahimi, A.,** 2019. Developing a practical toolkit for evaluating hospital preparedness for surge capacity in disasters. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 34: 423-428,
- Tabatabaei, S. A. N., Abbasi, S.,** 2016. Risk assessment in social security hospitals of Isfahan Province in case of disasters based on the hospital safety index. *International Journal of Health System and Disaster Management*, 4(3): 82,
- Top, M., Gider, Ö., Tas, Y.,** 2010. An investigation of hospital disaster preparedness in Turkey. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*. 7(1): 69,
- Tzeng, G. H., Huang, J. J.,** 2011. Multiple attribute decision making: methods and applications. CRC press.
- URL-1.,** 2021. <https://github.com/CSSEGISandData/COVID-19>. COVID-19 güncel vaka sayıları. 30 Ocak 2021.
- URL-2.,** 2021. https://www.usgs.gov/faqs/where-do-earthquakes-occur?qt-news_science_products=0#qt-news_science_products. Dünya geneli deprem kuşakları. 30 Ocak 2021.
- URL-3.,** 2021. <https://github.com/Majeed7/BayesianBWM>. Bayesyen BWM'nin uygulama adımları. 02 Şubat 2021.
- Wang, Z.X., Li, D., Zheng, H. H.,** 2018. The External Performance Appraisal of China Energy Regulation: An Empricial Study Using a TOPSIS Method Based on Entropy Weight and mahalanobis Distance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(236):2-18,
- Yang, J.-J., Chuang, Y.-C., Lo, H.-W., Lee, T.-I.,** 2020. A two-stage MCDM model for exploring the influential relationships of sustainable sports tourism criteria in Taichung City. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7):2319,
- Yi, P., George, S. K., Paul, J. A., Lin, L.,** 2010. Hospital capacity planning for disaster emergency management. *Socio-Economic Planning Sciences*. 44(3): 151-160,

Zhong S, Clark M, Hou X, Zang, Y.L., Fitzgerald G., 2014. Development of hospital disaster resilience: conceptual framework and potential measurement. *Emergency Medicine Journal*, 31:930-938.



