

T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Afet Sonrası Hizmet Noktası Yer Seçimi İçin Kullanılacak Kriterlerin Belirlenmesi
Ve Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri Kullanılarak Bir Uygulama

Ali USLU

Haziran 2018

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Ali USLU tarafından hazırlanan AFET SONRASI HİZMET NOKTASI YER SEÇİMİ İÇİN KULLANILACAK KRİTERLERİN BELİRLENMESİ VE ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMLERİ KULLANILARAK BİR UYGULAMA adlı Yüksek Lisans Tezinin Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Süleyman ERSÖZ
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumu ve tezin **Yüksek Lisans Tezi** olarak bütün gereklilikleri yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Süleyman ERSÖZ
Danışman

Jüri Üyeleri

Başkan(Danışman): Prof. Dr. Süleyman ERSÖZ

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Çağrı SEL

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Adnan AKTEPE

...../...../.....

Bu tez ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Doktora derecesini onaylamıştır.

Prof. Dr. Mustafa YİĞİTOĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

AFET SONRASI HİZMET NOKTASI YER SEÇİMİ İÇİN KULLANILACAK KRİTERLERİN BELİRLENMESİ VE ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMLERİ KULLANILARAK BİR UYGULAMA

USLU, Ali

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Süleyman ERSÖZ

Haziran 2018

Bu çalışmanın amacı afet sonrası servis sağlayacak hizmet alanları arasında yer seçimi yapmaktır. Hizmet alanlarının seçim süreci, problemde değerlendirilen çok sayıda kriter nedeniyle kritik bir karar verme problemidir. Seçim sürecinin sonunda belirlenen noktalar, karar vericilere afet öncesi güçlü bir altyapı oluşturacaktır.

Problemin karmaşıklığı nedeniyle, olası afet sonrası hizmet alanlarını belirlemek ve sıralamak, hibrid çok kriterli bir karar verme yöntemi geliştirilerek gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan matrisler, mühendislik, sosyal bilimler ve coğrafya gibi farklı disiplinlerden uzmanların görüşlerine göre oluşturulmuştur. Kriterler arasındaki ilişkiyi araştırmak için DEMATEL, sonrasında ise kriterler arası ağırlıklar için Bulanık AAS, alternatiflerin önem derecelerine göre sıralanması için TOPSIS yöntemi kullanılmıştır.

Önerilen hibrit modelin üstünlüğü, daha önce literatürde sunulan çalışmaları yansıtabilecek şekilde, entegre bir bulanık model uygulaması olarak sunulmuştur. Bu çalışmaya ek olarak, nüfus ve idari yapı itibarıyla uygulama bölgesi (Çorum ve) benzer şehirler içinde model uygulama olarak bir ara yüz geliştirilmiştir.

Model uygulaması, Türkiye'nin İç Anadolu bölgesi yer alan Çorum ilinde gerçekleştirilmektedir. Olası afet sonrası kullanılacak servis noktaları, gelişmiş hibrit çok kriterli karar yöntemleri ile sıralanmıştır. Çalışmada farklı afet senaryoları kullanılarak alternatif konum sıralamaları üretilmektedir.

Anahtar kelimeler: Bulanık Çok Kriterli Karar Verme, DEMATEL, TOPSIS,
Bulanık AAS, Afet Yönetimi



ABSTRACT

USLU, Ali

Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Industrial Engineering, M.Sc. Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Süleyman ERSÖZ

June 2018

The purpose of the study is to select the place of the post-disaster service location among alternative sites. Due to multiple conflicting criteria to be evaluated in this problem, the selection procedure of service area is a critical decision making problem. Location points which will be determined as a result of the election process will create a strong infrastructure to decision maker before disaster.

Due to the complexity of the problem, determining and sorting best-possible post-disaster service areas is accomplished by developing a fuzzy hybrid multiple-criteria decision making method. Evaluation matrices are created according to opinions of experts from different disciplines as engineering, social sciences and geography. We use DEMATEL (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) method for investigating relationship among criteria and fuzzy ANP (Analytical Network Process) for determining criteria weights in TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) model.

An integrated fuzzy model implementation presented so as to exhibit the superiority of proposed hybrid model over studies that have been previously presented in the literature. In addition, we developed an interface for application of model to the cities which is similar to application region as of population and administrative structure.

Application of the model is carried out in a city of Central Anatolia region of Turkey, namely Çorum. Potential post disaster service points are found with developed hybrid multi criteria decision methods. In this study we, produce alternative location rankings under different disaster scenarios.

Keywords: Post-disaster services, fuzzy multi-criteria decision making



TEŞEKKÜR

Öncelikle bu tezin hazırlanmasında hiçbir zaman yardımını esirgemeyen ve lisans öğrenimine başladığım günden beri, çalışmalarımda yol gösterici olan, tez yöneticisi hocam, Sayın Prof. Dr. Süleyman ERSÖZ' e, şükranlarımı sunarım. Çalışmalarım esnasında karşılaştığım zorlukları birlikte aştığım, en ufak bir problemde yardımcı olan ve daima sorularıma cevap bulan çok sevgili dostum Doktor Öğretim Üyesi Adnan AKTEPE' ye teşekkür ederim. Ayrıca, yüksek lisans çalışmalarına başladığım ilk gün itibariyle yüksek enerjileri ve tam destekleriyle sürekli konsantre olmamı sağlamaya çalışan başta aileme, veri, bilgi, kaynak, altlık sağlayan kurumum AFAD' a ve onun çalışanları değerli mesai arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vi
TABLolar DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
KISALTMALAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI (YAPILAN ÇALIŞMALAR)	4
3. AFET YÖNETİMİ	9
3.1. Temel afet kavramları	9
3.2. Afet yönetimi döngüsü (Zarar Azaltma, Hazırlık, Müdahale ve İyileştirme)	10
3.3. Afet Yönetiminde Yer Seçiminin önemi	13
4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME	16
4.1. Ağırlıklı Toplam Yöntemi	18
4.2. Ağırlıklı Çarpım Yöntemi	18
4.3. Analitik Hiyerarşi Prosesi	19
4.4. Analitik Ağ Prosesi	25
4.5. TOPSIS	29
4.6. DEMATEL Yöntemi	33
4.7. Bulanık AAP	36
5. DEMATEL, BULANIK ANP ve TOPSIS YÖNTEMLERİYLE YER SEÇİMİNDE TASARLANAN MODEL ve UYGULAMA	41
5.1. Yöntem	41
5.2. Problemin tanımlanması, çalışma grubunun oluşturulması	42
5.3. Problemin tanımlanması, çalışma grubunun oluşturulması	42
5.4. Probleme ait kriterlerin belirlenmesi	42
5.5. Probleme ait alternatiflerin belirlenmesi	43
5.6. Kriterler için DEMATEL metodu	44
5.7. Kriterlerin önemlerinin belirlenmesi	50
5.8. Bulanık Analitik Ağ Süreci metodu	51
5.9. Kriterler arasındaki etkileşimin belirlenmesi	51
5.10. TOPSIS Yöntemi Ve Sıralama	60

6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	65
KAYNAKÇA.....	67



TABLolar DİZİNİ

<u>TABLO</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 4.1. İkili Karşılaştırma Matrisi.....	21
Tablo 4.2. Saaty İkili Karşılaştırma Ölçeği.....	22
Tablo 4.3. Normalize Edilmiş Matris.....	23
Tablo 4.4. Rassal İndeks Tablosu.....	24
Tablo 4.5. İkili Karşılaştırma Matrisi.....	28
Tablo 4.6. Karar Matrisi.....	30
Tablo 4.7. Standart Karar Matrisi.....	31
Tablo 4.8. Ağırlıklı Standart Karar Matrisi.....	31
Tablo 4.9. DEMATEL Yöntemi İkili Karşılaştırma Skalası.....	34
Tablo 4.10 İKM' lerde Kullanılan Bulanık Ölçek.....	38
Tablo 5.1. Direk İlişki Matrisi.....	45
Tablo 5.2. Normalleştirilmiş Direkt İlişki Matrisi.....	46
Tablo 5.3. Toplam İlişki Matrisi.....	47
Tablo 5.4. Toplam İlişki Matrisi ve Gönderici Alıcı Grubu Hesaplanması.....	49
Tablo 5.5. Nüfus Kapasite Kriterine Göre İkili Karşılaştırma Matrisi.....	52
Tablo 5.6. Nüfus Kapasite Kriterine Ait Durulaştırılmış İKM.....	53
Tablo 5.7. Nüfus Kapasite Kriterine Göre Normalize Edilmiş Matris.....	54
Tablo 5.8. Hazır Altyapı Kriterine Göre İkili Karşılaştırma Matrisi.....	56
Tablo 5.9. Hazır Altyapı Ait Durulaştırılmış İKM.....	56
Tablo 5.10. Hazır Altyapı Kriteri Normalize Edilmiş Matris.....	57
Tablo 5.11. Çadırkent Kapasite Kriterine Göre İkili Karşılaştırma Matrisi.....	58
Tablo 5.12. Çadırkent Kapasite Kriterine Ait Durulaştırılmış İKM.....	58
Tablo 5.13. Çadırkent Kapasite Kriteri Normalize Edilmiş Matris.....	59
Tablo 5.14. Karar Matrisi (A).....	61
Tablo 5.15. Standart Karar Matrisi (R).....	61
Tablo 5.16. Ağırlık Standart Karar Matrisi (V).....	62
Tablo 5.17. İdeal ve Negatif İdeal Çözümler	62
Tablo 5.18. Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması	63
Tablo 5.19. İdeal Çözüme Göre Yakınlığın Hesaplanması.....	64

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Alfred Weber-Pierre de Fermat Problemine Torricelli Yaklaşımı.....	5
Şekil 3.1. Bütünleşik Afet Yönetimi Evreleri.....	11
Şekil 4.1. ÇÖKV Problemlerinin Hiyerarşik Yapısı.....	20
Şekil 4.2. Hiyerarşi ve Şebeke Tipi Model Kurgusu (AHP-AAP).....	26
Şekil 4.3. Üçgensel Bulanık Sayı Üyelik Fonksiyonu.....	37
Şekil 5.1. Çalışmanın Özet Akış Süreci.....	41
Şekil 5.2. Kriterler Arası İlişki	50

KISALTMALAR DİZİNİ

AAS: Analitik Ağ Süreci

AHP: Analitik Hiyerarşi Prosesi

ANP: Analytic Network Process

TAMP: Türkiye Afet Müdahale Planı

DEMATEL: The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory

İKM: İkili Karşılaştırma Matrisi

TOPSIS: Technical for Order Performance by Similarity to Ideal Solution

BAAS: Bulanık Analitik Ağ Süreci

AFAD: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı

ELECTRE: Elimination and Choice Translating Reality

ÇKKV: Çok Kriterli Karar Verme

ÇNKV: Çok Nitelikli Karar Verme

ÇÖKV: Çok Ölçütlü Karar Verme

1. GİRİŞ

İnsanlar teknolojik gelişmelerle birlikte, çevresel olayları algılama, yorumlama ve analiz yeteneğini de sürekli olarak geliştirmektedir. Günümüzde kullanılan teknolojiler, kimi zaman gündelik hayatımızı kolaylaştırırken kimi zamanda karışıklık yaratabilmektedir.

Geçmişten bugüne kadar, insanlar ve diğer tüm canlılar için yaşama aslında tek bir olgu damga vurmuştur; hayatta kalmak. Bu olgu asırlar boyunca değişmemiş fakat bunu başarabilmek adına yapılan çalışmalar adeta modern hayatı oluşturmuştur. Bu kapsamda hayatta kalabilmek adına çeşitli araçlar kullanılmış, teknolojinin faydalarından her dönem yararlanılmıştır. Bir şekilde insanlar aslında bazı olayların önüne geçmiş ya da tedbirli davranışın kurallarını koymuşlardır.

Doğal afetler, canlı yaşamını olumsuz etkileyen, büyük oranlarda can ve mal kayıplarına yol açan, yerel ve küresel anlamda büyük zararlar doğuran doğal olay ya da olaylar bütünüdür. İnsanoğlu hayatını modernize ederken afetlere karşı tedbirlerini almış ve bu hedefte adımlar atmıştır.

Ülkemiz de sahip olduğu coğrafi şartlar nedeniyle her zaman bir doğal afet yaşama tehlikesiyle yüz yüzedir. Öncelikle deprem meydana getirebilecek, yüzlerce diri fayın bulunduğu topolojik yapısıyla birlikte, mevcut iklimi, florası ve kayma oluşumsal yapısı sebebiyle sel, heyelan, su taşkını v.b. doğal afetler sıkça yaşanmaktadır. Bu afetler neticesinde her sene pek çok insan hayatını kaybetmekte ve büyük oranda maddi kayıplar yaşanmaktadır (Bilgin M.S. 2013).

Afet meydana gelmeden evvel olası tahribatlardan kurtulmak veya en aza indirmeyi amaçlayan, afet meydana geldiğinde ise afetzedelere seri ve optimal dayanakların edindirilmesine dönük çalışmaların tamamına afet yönetimi denmektedir (Warfield, 2008).

Afet yönetimi çalışmaları afet halinde meydana gelebilecek her türlü zararın azaltılması için afet öncesi, afet esnası ve afet sonrasını kapsayan çalışmaların belirlenmesi ve yönetilmesi olarak tanımlanabilir. Böylece zarar azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirme aşamaları ile ilgili politikalar geliştirilmesi ve uygulanması süreci olarak tanımlanabilir (Petak, 1985).

Afetlere müdahale ve sonrasındaki normal hayata geçiş süreci için karar verme uygulamaları büyük öneme sahiptir. Karar alma sorunlarının çözümleri, gelişen bilim

ve teknolojiler neticesinde, artık önsezilerle olmayıp bilimsel metotlarla bulunmaya başlanmıştır (Organ, 2013). Varılmaya çalışılan amacın pek çok değişken yoluyla saptandığı ve ele alınacak seçeneklerin her birinin kendine özgü yararlarının olduğu hallerde karar almakta epey zorlanılmaktadır. Bu bağlamda bu zorlukları aşabilmek maksadıyla pek çok metot ortaya çıkarılmıştır (Kaya vd. ,2008).

Afetten önce ve afetten sonra yapılan çalışmaların bir bütün olarak değerlendirilip, bu bağlamda organize edilmesi mecburiyeti nedeniyle ortaya çıkan yaklaşım bütünlüğü afet yönetimi anlatmaktadır (Güler, 2007). Özellikle son yıllarda afet öncesi çalışmalar hem kamu hem de üniversite ve sivil toplum kuruluşları sayesinde hız kazanmış bu kapsamda risk azaltma çalışmaları yapılmaktadır. Bu çalışmaların bir ayağını da genel hayatı etkileyecek afetler sonrası hizmet verecek servis alanlarının üseçimi-belirlenmesi oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, afet sonrası kullanılacak tesislerin tercih edilmesinde rol alan etkenler ve bu etkenlerden etkilenen ölçütlerin kararlaştırılması ve bu ölçütlerin önem derecesine uygun olarak dizilmesi maksadıyla, DEMATEL yönteminden faydalanılmıştır. Öte yandan ölçütlerin kalitatif, seçeneklerin bazen sözel olması ve birbiriyle etkileşim içinde olması, bu hususları ele alan Bulanık ANP (Fuzzy ANP) yönteminin kullanabileceğini göstermektedir. Çalışmanın nihai basamağını meydana getiren ve seçenekler içinden en uygun tercihleri/dizilimleri yapmak için TOPSIS yöntemi tercih edilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde yer alan literatür taramasında; yer seçimi, afet yönetimi, çok kriterli karar verme yöntemleri ile yapılan çalışmalar öncelikle birbirleriyle olan ilişkileri düşünülerek birlikte taranmış daha sonra ise kendi özel alanlarına göre taranarak araştırmaları yapılmıştır. Arşivlerde arama yapılırken “çok kriterli karar verme” “afet yönetimi” “yer seçimi” “afet ve acil durum yönetimi” “bulanık anp” “topsis” “karar verme” “afet yönetimi ve süreç” anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Bunun haricinde çalıştığım kurum olan AFAD kütüphanesinden yararlanılarak literatür taraması çıkarılmıştır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde afet/afet yönetimi ile yer seçimi konularına değinilerek, temel afet kavramları olan tehlike, risk, kriz ve afet yönetiminin temel prensipleri olan planlama, müdahale, zarar azaltma, iyileştirme konuları tanımlanmıştır. Yer seçiminin önemi ve afet sonrası lojistik ve konuşlanma için en uygun yer seçimleri konusu da bu bölümde sunulmuştur.

Çalışmanın dördüncü bölümünde, kullanıcılar tarafından daha çok tercih edilen çok kriterli karar verme yöntemleri sıralanmıştır. Bu bölümde bazı yöntemler (ağırlıklı çarpım ve ağırlıklı toplam, analitik hiyerarşi prosesi, analitik ağ prosesi, TOPSIS) adımlarıyla birlikte verilerek, çözümleme metotları sunulmuştur.

Çalışmanın beşinci bölümünde, bu tezin uygulamasında kullanılacak olan ve yer seçimi için tasarlanıp geliştirilen model anlatılmıştır. Modeli kurgulanmasında çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan bulanık analitik ağ prosesi, TOPSIS ve DEMATEL metodu anlatılmış ve geliştirilen model bu şekilde sunulmuştur. Ayrıca çalışmanın tamamını özetleyen basit bir akış şeması kullanılmıştır.

Çalışmanın altıncı bölümü uygulama başlığında incelenerek, Çorum ili için mevcut çadırkent/konteynirkent yer seçim durumu ile model kurgusunda kullanılan yöntemlerle elde edilen bulgular izah edilmiştir.

Son bölümde ise Çorum ili çadırkent yer seçimi için kullanılan yöntemlerin yer seçiminde kullanılması gerekliliğine ve mevcut durumla, çalışma sonrası ortaya çıkan farklılıklara değinilmiştir.

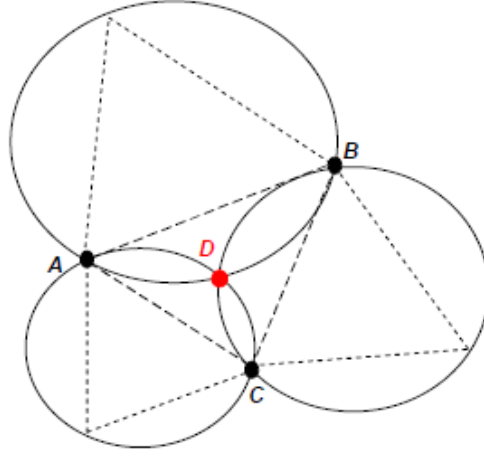
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI (YAPILAN ÇALIŞMALAR)

Çok ölçütlü karar verme metotları ile en uygun tesis/kuruluş yeri seçiminde daha önce yapılmış birçok çalışma mevcuttur. Mağaza seçimi, kargo merkezi seçimi, hastane, otogar, hava alanı, çöp döküm alanı gibi tesis yerleşimleri için çalışmalar yapılmış ve çok ölçütlü birçok yöntem bu çalışmalarda kullanılmıştır. Kaynak araştırmaları, problem olarak ele aldığımız konuyu iki ayrı başlıkta inceleyerek, tesis yer seçimi ve çok ölçütlü karar verme yöntemlerine göre yapılmıştır. Ayrıca çalışmanın hedeflendiği afet yönetimi alanıyla ilgili yapılmış ve karar verme, risk yönetimi, yer seçim çalışmaları da literatürde irdelenmiştir.

Tesis yeri seçimi konusunda ki çalışmalar aslında 17.yüzyıl başlarına dayanmaktadır. Ünlü matematikçi Pierre de Fermat belirli üç noktaya en kısa mesafede oluşturulacak şekilde bir yerleşim düzeni problemi ortaya atmıştır. Yani 4.nokta olarak adlandırılan bu noktanın diğer belirli noktalara uzaklığı ikili olarak en kısa olması problemidir. Bu matematik biliminde yapılan çalışma olarak görülse de aslında yer seçimi konusunun temellerini atmıştır. Problemin çözümü için bilim adamları pek çok yöntem ortaya koymuş ama en dikkat çeken ve meşhur olanı 1630 lu yıllarda Torricelli tarafından geliştirilen çözümdür.

Theory of the Location of Industries adlı çalışmayla (1909), Alfred Weber' in ortaya koyduğu çalışmada konum teorisi, bir sanayide hammadde ve son çıktının transfer-ulaştırma bedellerini göz önüne alıp bunlara göre matematiksel metotlarla optimum yerleşimi keşfetmeye uğraşmaktadır. Kısaca model, işletmelerin imal ettikleri nihai ürünün parasal bedelinin bu ürünü imal etmek için gerekli olan kaynakların parasal bedelinden çok olması halinde, işletmelerin hedefledikleri pazarlara yakın noktaya yerleşme isteğinde olduklarını dile getirir. Benzer şekilde şayet mamül imalatında faydalanılan kaynakların parasal bedeli nihai ürün bedelinden fazlaysa, işletmeler söz konusu kaynakların yakınına yerleşmek için çaba sarf edeceklerdir (Dawkins, 2003).

Weber in bu yaklaşımı temel olarak bir tesisin birden fazla müşteriye hizmet verecek şekilde, toplam mesafeyi en kısa olarak belirlemesi prensibidir. Ve bu yaklaşım aslında Pierre de Fermat' ın ortaya attığı problemle örtüşmektedir. Torricelli tarafından bu problem için çözüm yaklaşımı ise Şekil 2.1' de yer almaktadır.



Şekil 2.1. Alfred Weber-Pierre de Fermat Problemine Torricelli Yaklaşımı

Tesis yer seçimlerinde problem için amaç fonksiyonu, kısıt, çözüm metotları ve probleme ait farklı niteliklere göre farklı sınıflandırmalar yapılabilir. Sınıflandırma konusunda problemin bulunduğu uzay, amaç fonksiyonu, çözüm metodu, talep türü, zaman aralığı, tesis türü ve ya kısıt türü çeşitli sınıflandırma konusu olmuş, buna karşılık oluşturulan sınıflar problemin niteliğine göre seçilmiştir.

Problemin yer aldığı uzaya göre yapılan sınıflandırmalarda tesis yeri seçimi problemleri üç sınıfa ayrılır. Bunlar sürekli uzay, kesikli uzay ve şebeke uzayıdır. Sürekli uzayda yer alan problemlerde tesisler, herhangi bir yere yerleştirilebilir. Şebeke uzayında sadece düğümler ve bu düğümleri bağlayan yollara yerleştirilir. Kesikli uzayda ise tesisler aday noktalara yerleştirilebilir (Karabay, 2013).

Görmez “İstanbul için afet müdahale ve yardım tesisi yer seçimi” adlı tezinde İstanbul ilini ilgilendiren afetlerde yürütülecek çalışmalar için koordinasyon ve hizmet sunum noktaları yer seçimi sorununu incelemiştir. Çalışmasında İstanbul ilinin mevcut durumunu değerlendirerek afet öncesi/sonrası açılacak hizmet noktalarının sayısal durumu ve konumlarının etkilerini gözler önüne sermektedir. İlk defa hizmete açılacak yerlerin yanı sıra var olan devlete ait yapıları da içeren iki kademeli dağıtım düzeni kurgulamaktadır. Afetzedelere yapılacak yardımlar için erişimi hızlandıran ve ilk kez hizmete girecek merkezlerin mevcudunu minimum seviyeye indirmek için matematiksel model geliştirmiştir. Geliştirdiği modelde afet sonrası müdahale,

ilkyardı, iae gibi önemli kriterleri göz ardı ederek hepsini yardım operasyonları olarak sınıflandırmış ve bu hizmetleri verecek noktaları okul olarak almıştır.

Çalışmalarda tesis yeri seçiminde matematiksel modeller haricinde çok ölçütlü yöntemlerde kullanılmıştır. Bu tip çalışmalarda alternatif noktalar arasında yapılacak seçimi etkileyen temel faktörler aslında yer seçim probleminde kriterleri oluşturmaktadır. Çok ölçütlü karar verme yöntemleri kullanılarak tesis yeri seçimi yapılan/önerilen oldukça fazla çalışma vardır.

Nordgard vd.; risk analizini Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) yöntemlerinden AHP ile uygulamışlardır. Yaptıkları çalışma birçok araştırmacıya risk analizi ve ÇÖKV yöntemlerinin gelişimi için yol gösterici olmuştur. İskandinav yarımadasının batısındaki bir noktada hidroelektrik imal edilen bir işletmede 50 den fazla bakım üssünün risk analizini ele almışlardır. Araştırma yaptıkları tesislerin risk analizi için halk sağlığı ve emniyeti, bölge ve çevre, tanınmışlık ve potansiyel maddi zararlar kıstas olarak ortaya çıkmıştır. (Nordgard vd., 2005).

Wang S.,Liu P., 2007, yapılacak olan bir lojistik merkez için yer seçim çalışmasını gerçekleştirmişlerdir. Çözümü bulanık AHP ve TOPSIS ile yapmışlardır. Üç aday yerin olduğu problemde kriterler şunlardır: doğal kaynaklar, ekonomik yararı, sosyal yararı, taşımacılık, gelişme potansiyelidir. (Afandizadeh S. ve Moayedfar R., 2008.)

Bamyacı ve Tanyaş, çalışmalarında tüm ulaştırma ağlarına yakın lojistik ve taşımacılık için düzenlenmiş özel ihtisas bölgesi yer seçimi sorunu üzerinde durmuşlardır. Bölgelerin seçimlerinde standart bir metodoloji geliştirilmesi gerektiğinin vurgulandığı çalışmada yer seçim problemi AHP ve SAW (Simple Additive Weighting) yöntemlerinin birlikte kullanıldığı çok ölçütlü bir karar verme modeli ile tartışılmıştır. Uygulama İstanbul'un Batı yakası için yapılmıştır. Belirlenen ana kriterler: arazinin özellikleri, maliyetler, yakınlık, sosyo-ekonomik durumdur. Ambarlı, Hadımköy ve Esenyurt aday bölgeleri arasından yer seçimi yapmışlardır. (Bamyacı M.,Tanyaş M., 2008)

Afet durumunda yaralı toplama noktalarının modellenmesi çalışmasını, tesis yer problemi olarak düşünüp hizmet sağlayacak noktaların (fabrika, hastane, sağlık ocağı, market, alışveriş merkezi, toplanma alanı vb.) talep yerlerine (yaralı, afetzedede vb) belirlenmiş kısıtlar dahilinde en az maliyetle optimum yerleşim alanına yerleştirilmesi olarak hedeflemiştir. Çalışmada kullanılan senaryoları JICA' nın 2002

yılındaki İstanbul Deprem Raporundan alarak 3 farklı senaryoya göre İstanbul’ da meydana gelebilecek deprem sonrası yaralıları taşımak için model kurgulamıştır. Modeli kurgularken sağlık müdürlüğünün afet sonrası hizmet verecek mobil ekiplerinin konuşlanacakları alanları hizmet noktası ve ilçe-mahalle merkezlerinde bulunan yaralıları da talep noktası olarak değerlendirmiştir. Maksimum kapsama yöntemini kullandığı çalışmasında arz noktalarında oluşan uzaklığı 1-7 km aralığında değerlendirerek SİTATION yazılımında tüm senaryolar için uygulamış ve toplamda senaryoya göre karşılanan-karşılanamayan toplam talep sayısını (yaralı) ortaya koymuştur (Darende, 2009).

Çin’de açılması planlanan bir hastane yer seçimi için çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanmış ve çalışmalarında ANP ve TOPSIS yöntemlerini bir arada kullanmışlardır. Analitik Ağ Süreci ile kriterleri ağırlıklandırmışlar ve TOPSIS ile de alternatif bölgeler arasında sıralama yapmışlardır (Lin C. T. ve Tsai M. C.,2010).

Londra’ da yapılacak bir eğlence mekanı için aday noktaların yerlerinin değerlendirmesinde çok ölçütlü karar verme yöntemini kullanmışlardır. Çalışmalarında firma için kârlılık ve toplum için sosyal fayda kriterlerini öncelikli tutarak, TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri kullanılmış ve aday yerleşkeler arasında tercih yapmışlardır (Ishizaka vd., 2013).

Kablo sektöründe termoplastik olan PE (Polietilen) nin sağlayıcısının tercih edilme ölçütlerine karar vermek, ölçütler arasındaki bağı açıklamak ve bu ölçütlerin öncelik seviyelerini tanımlayarak istenen malzeme sağlayıcısının tercih edilme metodunu ortaya koymuşlardır. Ölçütler arasındaki ilişkileri DEMATEL yöntemiyle ortaya koymuşlar, daha sonra ise ölçütler ve alt ölçütler arasındaki bağı göz önüne almak niyetiyle ölçütler arası bağları ağ modeli kullanarak Analitik Ağ Süreci (AAS) metoduyla değerlendirmişlerdir. Maliyet, kalite, teslimat, yenilik ve esneklik ana kriterlerinin altında alt kriterler belirlenmiş, VIKOR yöntemi ile karar vericilerin her bir seçeneği her bir ölçüt açısından ele alınması istenmiştir. Verilen cevapların geometrik ortalaması alınarak kriter ağırlıklarını içeren matris oluşturulmuş ve bu şekilde sonuca ulaşılmıştır (Ar vd., 2015).

Muhtemel afet hallerinde halkın acil olan yardım taleplerinin en seri ve faydalı şekilde yerine getirilebilmesi açısından oldukça etkin bir çalışma ortaya çıkarmışlardır. Çalışmalarındaki amaç, Düzce ilinde seçilecek bir alanda inşa edilmesi düşünülen afet istasyonu için en uygun inşa yerini tespit etmektir. Yer seçimi

probleminde Bulanık TOPSIS Yöntemi kullanmışlar ve amaca yönelik olarak dört aday afet istasyonu belirlemişlerdir. Yer seçimini etkileyen kriterler için bazı niteliklerin dilsel ifade edilmesiyle üçgensel bulanık sayılar kullanılarak cevapları anlamlı hale getirmişler ve bunları pozitif ideal çözümle sonuca kavuşturmuşlardır (Aslan vd., 2015).

İstanbul’ da olası bir afet sonrası kullanılacak barınma alanlarına ait alternatifler üzerinde çalışmıştır. Çalışmasında Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR yöntemi kullanmıştır. Kriterler için 1998 yılında yayımlanan ve Afete Müdahale Asgari Standartlar ve İnsani Yardım Sözleşmesi (SPHERE) Projesinde yer alan standartları kullanmıştır. Ulaşım, Yerleşim yerlerinin durumu, Altyapı (Su, Elektrik) , Alan, Çevre uygunluk kriterlerini kullanarak İstanbul’ da daha önceden Afet Müdürlüğü tarafından belirlenen geçici barınma merkezleri arasından en iyi alternatifleri uzman görüşleriyle belirlemeye çalışmıştır (Şahin, 2017).

Güneş enerjisi santrali yer seçimi çalışması için Analitik Hiyerarşi Prosesine dayalı olarak 3 alternatifli (Diyarbakır, Karaman, Konya) bir çalışma yapmıştır. Yapılacak yatırımın, çevresel etkenler (coğrafi konum, iklim yapısı), maliyet odaklı kriterler (sabit, değişken) ve fırsat odaklı kriterler (kamusal, sosyal, lojistik) kullanarak hangi ilde konuşlanması gerekliliğini çözümlemiştir (Demirer, 2017).

3. AFET YÖNETİMİ

Doğal veya insan kaynaklı afetler toplum yaşamını sekteye uğratan önemli dönüm noktalarıdır. Afetler, ortaya çıkış süresi belli olmayan lakin değişken periyotlarda dünyanın gündemine sürekli gelen ve sonucunda normal hayata geçiş için akılcı yöntemlerin uygulanmasını gerektiren olaylardır.

İnsanların değişik dönemlerde afetlerle karşılaşması, bu süreçte insan ve doğa tarafından ortaya çıkarılmış değerleri yok etmesi, insanların afet yönetimi kavramını oluşturmaya sebep olmuştur. Her ne kadar afetlerin zamansız olması yönetim açısından zor olsa da, insanlar yönetim konusunda tecrübelerle dayalı hazırlık ve yenilikçi fikirlerle afet yönetimi modelleri kurgulamışlardır.

3.1. Temel afet kavramları

Afet: Sosyal hayatı sekteye uğratarak veya tamamen kilitleyerek fiziki, maddi ve toplumsal zayıflar meydana getiren ve o topluluğun bünyesinde bulundurduğu imkânlarıyla baş edemeyeceği doğal ve beşeri kaynaklı vakaların neticeleridir. Yönetim kavramı ise, genel anlamda, belli bir amacın gerçekleştirilmesi için bireylerin işbirliği yapmalarını, örgütlenmelerini ifade eder.

Afet bir vakanın kendisi olmayıp, onun meydana getirdiği neticedir (Açıklamalı afet yönetimi terimleri sözlüğü, Kasım 2014, AFAD).

Acil Durum: Bu terim aslında birden fazla olgu için farklı tanımlamalar içermektedir. Kişi için tanımlandığında genellikle sağlık akla gelirken, herhangi bir topluluk için tanımlandığında ise riskli bir durumu ifade edebilmektedir. 1999 depreminden sonra dünya bankası önerisiyle afet literatürümüze girmiş ve anlamı şu şekildedir. Büyük olmakla birlikte çoğunlukla bölgesel olanaklarla üstesinden gelinebilen düzeyde, aciliyet icap eden tüm hal ve koşullar acil durum olarak nitelendirilmiştir.

Risk: En temel tanımıyla bir vakanın belli şartlarda ve durumlarda meydana getirebileceği can kaybının, maddi kayıpların, iktisadi ve bölgesel gibi değerlerin kayıplarının ortaya çıkma ihtimalidir.

Diğer bir deyişle potansiyel kayıp ya da Risk; Tehlike ve hasar görebilirlik ile doğru orantılıdır.

Kriz: Literatürde birden fazla tanıma sahiptir. Birçok alan için farklı tarifleri olsa da kriz; hayatın normal akışımı sekteye uğratan, halk üzerinde zararlı neticeler meydana getirme ihtimali olan fiziki, toplumsal, iktisadi ve siyasi hadiselerin yaşanması durumudur (Açıklamalı afet yönetimi terimleri sözlüğü, Kasım 2014, AFAD).

Tehlike: Belli bir vakit aralığında veya bölgede meydana gelerek hayatı tehdit eden, halkın sosyal hayatı ile ekonomik istikrar ve işlerliğine, tabiata, tarihi ve kültürel zenginliklerine tahripde bulunma ihtimali olan doğa, teknoloji ya da beşeri kaynaklı fiziksel olgu ve durumdur.

Başka bir ifadeyle tehlike; tabiat, teknoloji veya beşeri kaynaklı olan ve fiziki, iktisadi, toplumsal tahribatlara sebep olabilecek bütün durumlar olarak açıklanır (Açıklamalı afet yönetimi terimleri sözlüğü, Kasım 2014, AFAD).

3.2. Afet yönetimi döngüsü (Zarar Azaltma, Hazırlık, Müdahale ve İyileştirme)

Yıllar boyunca afet yönetimi konusunda yapılan çalışmalar yaşanan afetler sonrası sürekli olarak değişmiş, gelişmiş ve bugün en çok kabul gören şeklini almıştır. Bu konuda günümüzde artık evrensel bir yaklaşım söz konusudur. Bütünleşik afet yönetimi olarak adlandırılan bu konu temelde afetin tüm sürecini (öncesi, sırası ve sonrası) tek bir bütün olarak ele almayı hedeflemektedir.

Önceleri afet yönetimi konusunda sadece kriz yönetimi hedef alınırken artık risk yönetimi hedef alınarak afetin muhtemel etkilerini en aza indirmek düşünülmektedir.

olamadığı, müdahale konusundaki eksiklikleri ve risk odaklı çalışmaların yapılmaması gerekçesiyle 2009 yılında kapatılarak Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) kurulmuştur. AFAD, geçmişte tekrarlanmış hatalardan dersler çıkararak afetin en önemli evresi olan Zarar Azaltma evresine önem vermiş ve bu konuda hem yapısal hem de yapısal olmayan riskleri önleme çalışmaları hazırlamıştır.

Hazırlık: Afetlere vaktinde, seri ve etkin müdahale edebilmek adına afet meydana gelmeden önce hazırlanması icap eden plan ve programlama, talim, uygulama, erken ikaz tertiplerinin teşkili, acil yardım malzeme stokları, vatandaşlara bilgi verilip ve bilinçlendirilmesi gibi çalışmaların devamlı ve sürdürülebilir biçimde yönetildiği proseslerdir (Açıklamalı afet yönetimi terimleri sözlüğü, Kasım 2014, AFAD).

Hazırlık aşamasında planlanmasına ihtiyaç duyulan işlerin esas gayesi, tehlikenin kişiler için istenmeyen etkiler meydana getirebilecek neticelerini; karşı tedbirler olarak, vaktinde, optimum biçimde ve en etkin düzenleme ve metotlarla yok etmektir.

Bireysel olarak uygun korunma tedbirlerini alarak küçük çaplı afetlerden korunmayı başarabiliriz, ancak büyük afetlerin zararlarından sakınmamız bazen mümkün olmayabilir. Hasar görebilirliği azaltmak için belli kriterler dâhilinde farklı tehlikelere karşı daha dayanıklı binalar ve tesisler inşa edebiliriz. Ama bunlar bile şiddetli veya yaygın bir afet durumunda yeterli olmayabilir. Neticede çok sayıda insan geçici de olsa yardıma muhtaç duruma düşebilir. O nedenle afet sonrasında yaşanacak karmaşık ortamda, öncelikle kurtarma ve ilk yardım faaliyetlerini yürütmek için hazırlıklı olmaya ihtiyaç vardır. Afette doğrudan fiziki zarar görmese bile alıştığı yaşam ortamını kaybeden insanlar yardıma muhtaç durumda olacaklardır.

Yaşamın rutin akışına dönmesini sağlamak adına zarara uğrayan iletişim, ulaştırma, elektrik, su kanalizasyon gibi altyapı hizmetlerinin bir kısmı ivedi olarak tamir edilip hizmete sunulmalıdır. Geçici iskan, hijyen, beslenme ve diğer zaruri taleplerin karşılanması da afet sonrasında aciliyet arz eden hususlardır. Bu hizmetlerin ne şekilde ve nerelerde sunulacağı afet öncesinde belirlenmiş olup afete hazırlık kapsamındaki çalışmalar içerisinde yer almaktadır. Afet müdahale ve iyileştirme çalışmalarıyla birlikte sosyal yaşamın çarkları da yeniden harekete geçirilmelidir (Güler, 2005).

Müdahale: Afet ve acil durum hallerinde hayat kurtarma, maddi zararı en aza indirme, tıbbi destek, beslenme, barınma, emniyet, mülkiyet ve bölge koruma, toplumsal ve psikolojik yardım hizmetlerinin yerine getirilmesine dönük çalışmaların tamamı müdahale evresini oluşturur.

Sıfırınca dakika olarak nitelendirilen ilk aşamadır. Arama-kurtarma, ilk yardım, tıbbi sağlık, beslenme, ibade, giyecek, su ve arıtma temini servislerine benzer vatandaşların ivedi taleplerinin yerine getirilmesi; hasar tespiti, yardım kaynaklarının yönetimi gibi hususlar bu evrede yerine getirilir. Bu, ilk müdahaleyle başlayıp, gidişata uygun olarak kısa veya daha uzun müddet süregelen bir prosestir. *Acil müdahale* veya *afete müdahale* olarak tanımlanmaktadır (Açıklamalı afet yönetimi terimleri sözlüğü, Kasım 2014, AFAD).

Müdahale aşaması afetin ortaya çıkmasından hemen sonra başlar ve afetin büyüklüğüne göre bazen haftalarca, aylarca devam edebilir. Bu süreç yönetilmesi güç ve zordur. Yönetim konusundaki çok başlılık ve koordinasyon eksikliği, müdahale evresini karmaşıklığa iten problemlerdir.

Afetin boyutunu ve meydana gelen ihtiyaçları seri olarak belirleyip, muhtelif şekillerde iletişim sağlayabilme, kafi oranda doğru malzeme ve gereç ile eğitimli personeli afet noktasına seri olarak ulaştırıp, acil sağlık hizmetleri ve günlük yaşam destekleri ekiplerinin çalışmalarını çerçeveler. Deneyim ve seri bir şekilde bilgi edinmeye dönük katı, etkin yönetim ve düzen ihtiyacı duymaktadır. Afetlerin bölgesel oluşu sebebiyle, acil müdahale erklerinin de yerel yönetim altında mahalli imkânlarla meydana getirilmesi, lakin afette bu imkânların da hasara uğraması ihtimali sebebiyle, yakın ya da üst düzeyden müdahale edilmesi alternatiflerinin de hiyerarşik bir nizam içinde hazır bekletilmesi, evrensel bir kaidedir (Gülkan v.d 2005).

3.3. Afet Yönetiminde Yer Seçiminin önemi

Yer seçimi, kuruluşların verdikleri hizmetin veya satışını yaptıkları ürünlerin dağıtımını, üretimini, ulaşımı, depolanması veya sunulması konusunda önemli bir karar aşamasıdır. Yer seçimi teoreminde kullanılan tesis terimi; fabrika, okul, ticari-endüstriyel-kamusal binalar olarak gösterebilir. Tesisler niteliği sayıları, maliyetleri veya sundukları hizmete göre nitelendirilebilir.

Birçok yer seçimi modelinde, yerleştirilecek yeni tesislerin sayısı bilinir. En basit tesis yer seçimi modelinde sadece bir tesis kurulur. Bu tür problemler tek-tesis problemleri olarak adlandırılır. Tesis yer seçimi modellerinin genel halinde ise; modeller aynı anda birçok tesisin yer seçimini içerir. Bu tür problemler çoklu-tesis problemleri olarak adlandırılır. Çoklu-tesis problemleri, sabit ve önceden belirlenen sayıda tesisin yerleştirildiği durumlar ile tesis sayısının karar süreci esnasında belirlendiği durumları içerir. Tesislerin diğer bir önemli özelliği, tesislerin üretim kapasitesini, verilen hizmet türünü ve yapı faktörünü içeren türleridir. En basit halinde, yer seçimi problemleri hem büyüklükleri hem de sağladıkları hizmet türü bakımından özdeş tesislerin yerleşimini gerektirir. Ancak, birçok uygulamada birbirlerinden farklılık gösteren tesislerin aynı anda yerleşimi gerekmektedir (Darende, 2009).

Tesis yeri seçiminde müşteri, yer ve tesis temel eleman olarak gösterilir ve ikili ilişkileri şu şekilde tanımlanabilir.

Tesis-yer ilişkisi, hizmet ya da mamul noktalarının belirli yerlere atanmasından kaynaklanan yatırım maliyeti ve kapasite kısıtlanmasında ki değişkenlikle alakalıdır.

Tesis-müşteri ilişkisi, müşteriden gelen taleplerin hizmet noktalarının karşılanma biçimi ile ilgilidir. Bu ilişkide müşterilere ait taleplerin karşılanabileceği hizmet merkezi sayısı ile tanımlanabilir. Farklı uygulamalarda bir tesis birden çok müşteriye, bazı uygulamalarda ise birden çok tesisle birçok müşteriye hizmet sunulabilir. Bunlar tesis müşteri ilişkisinde yer seçimi için önem arz eder.

Yer seçim kararları, genelde birden fazla alternatifin tanımlanmasını, değerlendirilmesini ve sonrasında seçimiyle sonuçlanır. Sosyal yaşam alanları, toplu konutlar, depolar, alışveriş merkezleri, havaalanları ve acil durum hizmet noktaları gibi yerleşkeler yer seçimi yapılan merkezler arasındadır.

Yer seçimi, belirlenen bir yerleşim yeri kullanımı için uygun bir alan veya noktanın saptanmasında yaygın bir şekilde belirlenmiş amaç ve etkenlerin bir arada olduğunu düşündürmeyi gerektirir. Örneğin turizm tesisi için yer seçimi işlemi ekonomik, sosyal yaşam, elverişlilik ve çevresel disiplinlerce tanımlanmış birden fazla etkeni içerir. Bu etkenlerin yer seçimi için bir arada düşünülmesi yer seçimi problemini karmaşıktırır (Jun, 2000).

Yer seçimi problemlerine, gün geçtikçe akademi ve iş dünyasından artan bir meyil söz konusudur. Problemlerin ekonomik, mühendislik, sosyoloji ve coğrafi

alanlarda ve farklı disiplinlerdeki araştırmacılar için birlikte çözümlenmesi gereken sorunlar olarak göze çarpmaktadır.

Tesis yer seçimi birçok farklı yerleşim alternatifinin, birden fazla kriterin ve birden fazla aşamanın birlikte düşünülüp, bu şekilde hareket edilmesini gerektirecek bir süreçtir. İlaveten yer seçimi yapılırken verilecek kararlar, değişken ve hareketli bir ortamda verilmektedir. Bazı kilit etkenler düşünülmemiş olaylardan dolayı farklılığa uğrayabilmektedir. Ayrıca, çok kriterli karar analizi altında, alternatifler üzerinde birden fazla seçim yeri baskın çıkabilmektedir. Her olası tesis yeri öz ağırlığı oranında avantajlı olmaktadır, fakat verilecek karar, tüm kriterlerin ve alternatiflerin bir arada düşünülmesi gerekmektedir.

Günümüzde afet yönetimi ve afet lojistiğinin öneminin artmasında en önemli hususlardan birisi afet sonrası hizmet verecek dağıtım merkezlerinin yerleşim problemidir. Bu merkezlerin yerleşimi, afet ve acil durum sonrası ihtiyaç duyulacak malzemelerinin doğru, eksiksiz ve hızlı bir biçimde dağıtımında kritik derecede önemlidir. Afet ve acil durum hizmetleri tabanlı yer seçme problemlerin de tesis yerleşim problemleriyle benzerlik göstermektedir. Fakat acil durum hizmet noktaları kriterleri daha çok afet ve acil durumun niteliksel yani kendi içinde yer alan özelliğine bağlı kalarak değişebilir. Örneğin sağlık ve arama kurtarma konularında düşünülmüş iki ayrı tesis yeri problemi bu hizmetlerin icrasında yer alacak diğer görev adımları düşünülerek farklı olarak kriterlendirilebilir. Özellikle literatürde bu problemlerin çözümünde matematiksel modeller kullanılmış ve amaç olarak hastanın, yaralının gerekli noktaya ulaşım zamanını minimuma indirmeye çalışılmış ve ya bir tesiste en fazla afetzedeyi toplamaya çalışılmıştır.

4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

Karar vermek aslında bütünsel bir süreçtir. Bu süreçte, mevcut faaliyetler, kısıtlar, alternatifler, olasılıklar, riskler içinden amaca en uygun olanlar seçilir. Karar verme, karar vericiye ait psikolojik, ekonomik, sosyal gibi dışsal faktörlerden etkilenir. Planlama, önceliklerin belirlenmesi, alternatifler, gereksinimler, kaynaklar, sistemin dizayn edilmesi, problemin çözümü ve optimalitenin elde edilmesi, farklılıkların yorumlanması karar verme sürecinde ortaya çıkan faaliyetlerdir.

Karar vermede etkili bir seçim yapmak için probleme bütünsel yaklaşılmalıdır. Tercih yapma evresinde olayı tamamıyla göz önünde bulundurarak kararda bulunmak oldukça zordur. Çünkü dikkat edilmesi gereken çok fazla ölçüt, kriter bulunabilir. Birbiriyle çelişkili bu ölçütlerin çözüm için kendi aralarında dengelenmesi gerekir ve bu şekildeki karar verme problemlerine çok kriterli ya da çok ölçütlü karar verme problemleri denilmektedir.

Karar verme problemleri kriterler, alternatifler, karar verici ya da vericiler, kontrol edilemeyen değişkenler ve sonuçlardan oluşmaktadır. Çözüm aşamasında en uygun sonuca ulaşabilmek için problemi üzerinde etkisi olan hemen hemen tüm kriterlerin ortaya konulması gerekmektedir (Can,2012).

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) bir karar verme gereği ortaya çıktığında karar ile ilişkili olarak birbiriyle çelişen birden fazla kriteri / ölçütü karşılayan, muhtemel "En iyi / Uygun" çözüm yoluna varmaya dayanan davranış ve metotları kapsamaktadır. ÇKKV, şayet esas gaye optimum seçeneğin planlanması değil de başlangıçta açık ve sayılabilir nitelikteki aday, plan, siyaset, taktik, hareket tarzı seçeneklerin kıyaslanması, derecelendirilmesi, tasnif edilmesi veya bunların içinden optimum olanın tercih edilmesi ise Çok Nitelikli Karar Verme (ÇNKV) olarak adlandırılır.

ÇKKV problemlerine uyması yönünden karar verici, direkt veya dolaylı biçimde optimum seçenekleri dizmekte faydalanılacak nihai kararını oluşturan ve "Optimum" tercihin belirlenmesine imkan veren şahıs veya şahıslar topluluğu denilebilir.

Bir problemin ÇKKV problemi olarak adlandırılabilmesi için birden çok düşünce ya da vasma haiz olması ve birden çok seçeneğin bulunması icap etmektedir.

Şu nedenle ki birbiriyle çatışan kriterleri ve en iki muhtemel çözüm yolu olmadan zaten problemden bahsedilemez (Çınar, 2004).

ÇKKV yöntemleri, 1960'lı yıllarda karar vermede faydalanılacak bazı metotlara ihtiyaç duyulması nedeniyle ilerletilmeye başlanmıştır. ÇKKV yöntemlerinden faydalanmadaki esas gaye seçenek ve ölçüt sayılarının çok olduğu hallerde karar verme mekanizmasını yönetebilmek ve karar sonucuna olabildiğince pratik ve seri şekilde ulaşmaktır (Ballı, 2005).

Çağımızda, fazla sayıda ÇKKV yöntemleri geliştirilmiş olmasına karşın, karar verici karar verme adımı bu metotlardan hangisinden faydalanacağına karar vermekte zorlanır. Duruma uygun olarak karar vereceği metot, her zaman en iyi karar verme metodu olmayabilir. Karar verici hangi metottan faydalanacağına karar verirken şu adımları izlemelidir:

- Karar probleminin hazırlanması
- Önceliklerin dizilimi
- Tüm seçeneklerin değerlendirilmesi
- Tekliflerin yapılması

Pratikte bir karar verici ya da çözümleyici, karar verme durumunda, öncelikle problemi algılamaya ya da meydana çıkarmaya uğraşmaktadır. Burada mevcut durumun belirlenmesi en hayati aşama olarak ele alınır. Bu seviyede muhtelif seçenekler, sonuçlar ve mühim ölçütler, bilginin nitelik ve niceliği gibi hususlarda karar verilmesini içerir. Sonrasında mevcut duruma en müsait ÇKKV yöntemi seçilir ve gerçekleştirilir (Karakaşoğlu,2008).

Literatürde ÇKKV problemlerinin çözümünde faydalanılan başka metotlar da olup bu metotların hiç birisi bir diğerine tam manada üstün gelememektedir. Bu metotların en mühim yararı nicel ve nitel kriterleri bir arada incelemeye olanak vermesidir (Dağdeviren vd, 2007).

Uygulamalarda sıklıkla kullanılan ÇKKV metotları ise şu şekilde sıralanabilir:

Ağırlıklı Toplam Yöntemi

Ağırlıklı Çarpım Yöntemi

Analitik Hiyerarşi Prosesi

Analitik Ağ Prosesi

TOPSIS

PROMETHEE

ELECTRE
VIKOR
DEMATEL

4.1. Ağırlıklı Toplam Yöntemi

Ağırlıklı toplam yöntemi, karar verme yöntemleri arasında en çok tanınan ve en yaygın olarak faydalanan metotlardan biridir (Triantaphyllou ve Lin, 1996: 282). Bu metotta her bir kritere göre seçeneğin değeri, gerçek sayısal değerdir ve o kriterin ağırlığı ile çarpılarak tüm kriterler için bu değerlerin toplamı alınır ve sonuç değerleri bulunur. Bu değerler içinden en yüksek değeri sağlayan seçenek, optimum seçenek olarak tercih edilir (Ballı, 200). Eğer karar verme probleminde m tane alternatif ve n tane kriter varsa, optimum seçenek aşağıdaki eşitliği sağlayacaktır. (Eşitlik 1.1)

$$P^* = \max_{m \geq i \geq 1} \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \quad (1.1)$$

Burada, a_{ij} , i . seçeneğin j . kriter bazında performans değerini, w_j de j . kriterin önem ağırlığını göstermek üzere P^* optimum seçeneğin öncelik değerine eşittir. Ağırlıklı toplam yöntemi, yakın unsurlara sahip tek boyutlu problemlerde rahatlıkla uygulanabilir (Triantaphyllou ve Lin). Farklı büyüklük ve unsurlara sahip problemlere adapte edilmemesi, bu yöntemin olumsuz özelliğidir (Karakaşoğlu, 2008).

4.2. Ağırlıklı Çarpım Yöntemi

Ağırlıklı Çarpım metodunda, kriterler birbirleriyle çarpıldığı için Basit Toplam Ağırlıklandırma metodunun aksine normalizasyon işlemine ihtiyaç duyulmamaktadır (Öz, 2007).

Ağırlıklı çarpım yönteminde, seçenekleri dizmek için çarpma işleminden faydalanılmaktadır. Her bir seçenek, diğer seçeneklerle, her bir kriter için belirlenen oranla çarpılarak karşılaştırılır (Triantaphyllou ve Lin, 1996).

$$R(a_k / a_p) = \prod_{j=1}^n (a_{kj} / a_{pj})^{w_j} \quad (1.2)$$

Eşitlik 1.2’ de görüldüğü gibi her bir seçeneğin, başka bir seçenekle tüm kriterlere göre oranı alınır ve değerler üstel olarak ağırlıklandırılıp tüm kriterler için çarpılarak sonuç değerleri bulunur. Eğer $R(a_k / a_p)$ değeri, $R(a_p / a_k)$ değerinden büyükse, tercih yapılırken a_k, a_p ’ den önce gelir (Ballı, 2005).

Ağırlıklı Çarpım metodunun en önemli özelliği, sayısal değerlerden oluşan karar matrisi üzerinde normalizasyon işlemi yapılmasına gerek kalmamaktadır. Ağırlıklı Çarpım metodu, kolay ve anlaşılır bir metottur (Öz, 2007).

4.3. Analitik Hiyerarşi Prosesi

Thomas L. Saaty (1980) tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), çok kriterli karar verme yöntemlerinden yaygın olarak kullanılan biridir. AHP yöntemi kompleks karar problemlerinde, seçenek ve kriterlere nispi önem değerleri verilmek suretiyle, yönetsel karar mekanizmasının çalıştırılması esasına dayanır (Karakaşoğlu, 2008).

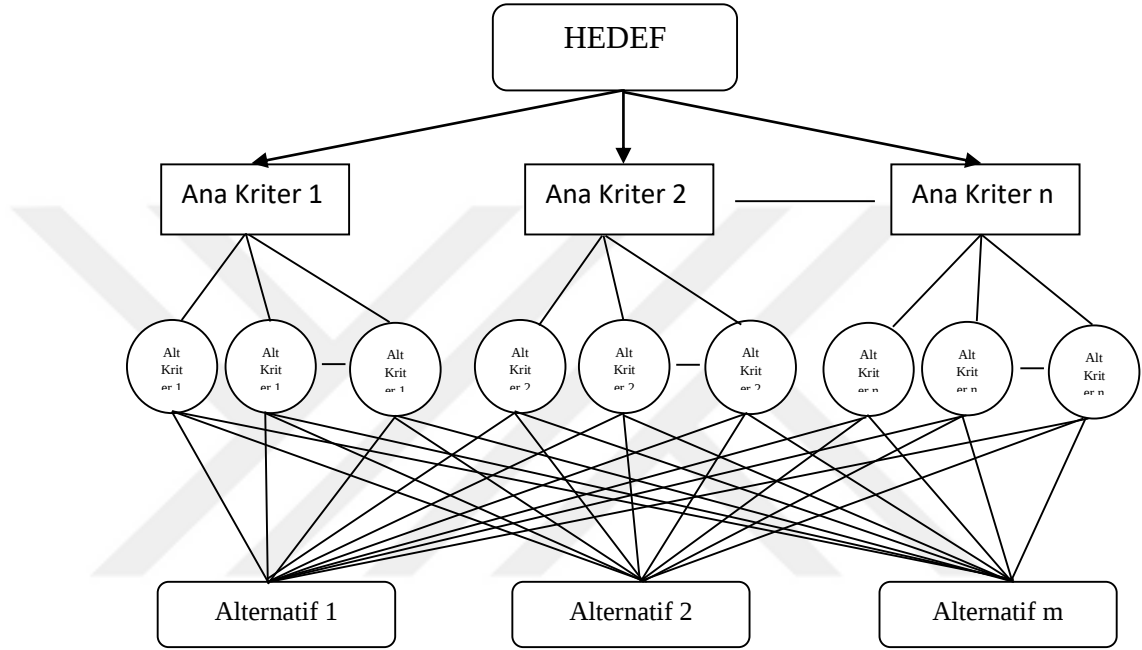
AHP, karar hiyerarşisinin nitelendirilebilmesi halinde faydalanılan, kararı etkileyen etkenler bağlamında karar noktalarının yüzdesel oranlarını veren bir karar verme ve tahminleme yöntemi olarak izah edilebilir. AHP bir karar hiyerarşisi üzerinde, önceden tanımlanmış bir oranlama yelpazesi kullanılarak, gerek kararı etkileyen etkenler ve gerekse bu etkenlerin karar noktalarının önem değerleri açısından, motomot kıyaslamalara dayanmaktadır. Nihayetinde önem farklılıkları, karar noktaları üzerinde yüzde dağılıma dönüşmektedir (Yaralıoğlu, 2004).

Saaty tarafından geliştirilen ve birçok karar verme modelinin temelini oluşturan AHP yönteminin adımları şu şekildedir:

i. Problemin tanımlanması ve hiyerarşik yapının oluşturulması

Tüm karar problemlerinde olduğu gibi ilkin problem iyi bir biçimde nitelendirilmeli ve AHP yöntemine uygun olup olmadığına karar verilmelidir (Karakaşoğlu, 2008).

Problem tanımını ana kriter, alt kriter ve alternatiflerin tespitini içermektedir. Alternatifler karar noktalarını temsil etmektedir. Ana ve alt kriterler karar noktalarının önem derecelerini etkileyen faktörlerdir. n tane ana kriter (faktör) ve m tane alternatiften (karar noktası) oluşan bir çok ölçütlü bir karar verme probleminin hiyerarşik yapısı şekil 4.1.' de görüldüğü gibidir (Aktepe ve Ersöz, 2011)



Şekil 4.1. ÇÖKV Problemlerinin Hiyerarşik Yapısı

ii. İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması

İkili karşılaştırma AHP' nin en mühim safhasıdır. İkili karşılaştırmaları elde etmek için nispi veya kati ölçümler kullanılır. Bunlardan elde edilen bilgiler ışığında yargılar bir matrise dönüştürülür (Dağdeviren, 2002: 57). Elde mevcut n adet taş olduğu $(A_1, A_2, \dots, A_n)$ ve her birinin ağırlığının da sırası ile $W_1, W_2, \dots, W_n$ olduğu varsayılın. Her taşın diğerlerine oranla nispi ağırlıkları bir matrisin satırları cinsinden yazılıp her ikiliden daha hafif olan birim olarak alınarak, diğerinin onun kaç katı ağırlıkta olduğunu ölçülebilir ve böylece göreceli ağırlıkları belirlenebilir. AHP yöntemi, herhangi bir alt düzeydeki tüm öğelerin ilgili üst düzey ögesi temel alınarak, bu öge üzerindeki nispi etkileri açısından ikişerli olarak kıyaslanıp ikili karşılaştırmalar

matrisinin oluşturulmasına ve bu matrisin en büyük öz değere sahip öz vektörünün bulunması esasına dayanır. Burada bahsedilen öz vektör öncelik sıralarının belirlenmesine, öz değer ise yargının tutarlılığının ölçülmesine yarar (Erikan, 2002: 69–70). Tablo 4.1’de ikili karşılaştırmalar matrisi görülmektedir.

Tablo 4.1. İkili Karşılaştırma Matrisi

	A_1	A_2	...	A_n
A_1	1	W_1/W_2	...	W_1/W_n
A_2	W_2/W_1	1	...	W_2/W_n
...	...		1	...
A_n	W_n/W_1	W_n/W_2	...	1

Yukarıda görüldüğü üzere matrisin köşegen değerleri 1’dir. Aynı iki faktör arasında öncelik olamayacağı için köşegenler bu şekilde doldurulmalıdır. İKM’lerde köşegenin üzerinde kalan kısmın doldurulması yeterlidir. Köşegenin alt tarafında kalan kısımdaki değerler üst tarafta kalan değerlerin tam tersidir.

AHP’de temel ölçek olarak 1–9 ölçeği kullanıldığı için A matrisinin öğeleri daima pozitif olacaktır ve A matrisi kare matristir. Yani ikili karşılaştırmalar matrisi pozitif değerlerden oluşmaktadır. $a_{ij} > 0$, $i, j = 1, 2, \dots, n$

Karar vericiler, ikili karşılaştırma sırasında yargıda bulunurken Tablo 4.2.’de görülen karşılaştırma ölçeğini kullanırlar. Bu 1–9 ölçeği Saaty tarafından geliştirilmiş ve çalışmalarda kullanılmıştır.

Tablo 4.2. Saaty İkili Karşılaştırma Ölçeği

Önem Derecesi	Tanım
1	Eşit derecede önem
3	Orta derecede önem
5	Kuvvetli derecede önem
7	Çok kuvvetli derecede önem
9	Mutlak derecede önem
2,4,6,8	Ara değerler

Karşılaştırma ölçeğinde üst sınır 9 ile sınırlandırılmıştır. Sebebi ise şu şekilde açıklanabilir.

Nitelik bakımından farklılıklar uygulamada mantıklı olup, karşılaştırılan sayıların aynı büyüklük sırasından gelmesi ya da karşılaştırmayı yapmak için kullanılan özellikler ile ilgili olarak birbirine yakın olması, yapılan çalışmanın doğruluğunu arttırmaktadır.

Bilindiği üzere, tanımlayıcı ayrımlar yapma olanağı beş sıfatla mümkün olmuştur; özdeş, zayıf, güçlü, çok güçlü, tam. Daha büyük mutlaklık, hakikilik arandığında yakın davranışlar arasında mutabakat sağlanabilir. Bu bütünlüğü elde etme adına yakın davranışların niteleyici ayrımların arasına girmekle bütün 9 olmaktadır. Sonuç olarak, bulunan ölçek pratik olarak doğrulanabilir.

Rakamları incelemek için çok defa faydalanılan pratik bir yöntem, duygularımızı üç kategoride sınıflandırmaktır. Bunlar, yüksek, orta ve düşük seviyeleridir. Daha detaylı bir sınıflandırma için ise bu kategorilerin her biri tekrar kendi içinde yüksek, orta ve düşük sınıflamasına tabi tutulur. Bunlardan da anlaşılır ki anlam farklılıkları her zaman 9 değişik türde ifade edilmektedir. Bu nedenle 9 rakamının üzerine çıkılmaması gerekmektedir (Dağdeviren, 2002).

iii. Kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanması

Kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesi için her İKM' de yer alan bütün a_{ij} ve a_{ji} değerleri sütun toplamlarına bölünür ve normalize edilmiş matris elde edilir. Normalize edilmiş matris değerleri eşitlik (1.3) yardımıyla elde edilir ve Tablo 4.3.' te gösterildiği şekilde düzenlenir.

$$b_{ij}=a_{ij} / \sum_{i=1}^n a_{ij} \quad (1.3)$$

Tablo 4.3. Normalize Edilmiş Matris

$$\text{Norm}_B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nn} \end{pmatrix}$$

Normalize edilmiş matris elde edildikten sonra her bir kriter için ağırlıklar eşitlik (1.4) yardımıyla elde edilir. Sonrasında bu ağırlık değerlerinden, kriter ağırlıklarından oluşan W özvektörü elde edilir.

$$w_i = \sum_{j=1}^n b_{ij} / n \quad (1.4)$$

$$W = \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{pmatrix}$$

iv. Tutarlılık hesabı

Kriterler ve seçenekler arası karşılaştırmalar bittikten sonra yapılan karşılaştırmaların dengeli olup olmadığını belirlemek için tutarlılık analizi yapılmalıdır. Tutarlılığın hesaplanabilmesi için öncelikle İkili Karşılaştırma Matrisi (A) ile W vektörü çarpılarak yeni bir vektör elde edilir. Bu vektörün her bir satırı ile W vektörünün karşılık gelen satırı çarpılarak λ_i ($i=1, \dots, n$) değerlerinden oluşan λ vektörü elde edilir. Daha sonra eşitlik (1.5) yardımıyla λ değerleri elde edilir ve n elemanlı matris boyutuna göre eşitlik (1.6) ile Tutarlılık İndeksi hesaplanır (Aktepe ve Ersöz, 2011).

Bazen yapılan hesaplamalarda $\lambda_{\max} = n$ eşitliğinin sağlanmadığı ancak, $\lambda_{\max}$ değerinin n sayısına çok yakın olduğu durumlarda, sonuç sıfırdan farklı olacaktır. Bu durumda matrisin tutarlılığını ölçmek için, Oak Ridge Ulusal Laboratuvarında 1-9 arasında rastgele değerler verilerek oluşturulan çeşitli boyutlardaki matrislerin tutarlılık indeksleri hesaplanmış ve Tablo 4.4.' te gösterildiği şekilde oluşturulmuştur (Polat, 2000).

$$\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad (1.5)$$

$$\text{Tutarlılık İndeksi (CI)} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (1.6)$$

Tablo 4.4. Rassal İndeks Tablosu

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

$\lambda_{\max}$ değerinin n sayısına çok yakın olduğu durumlarda, karar vericinin fikri alınarak oluşturulan matrisin tutarlılığının kontrolünün yapılabilmesi için, sıfırdan farklı olarak elde edilen tutarlılık indeksi (CI), oluşturulan matrisin boyutuna göre tablodan alınacak değere bölünerek tutarlılık oranı elde edilir. (1.7)

$$\text{Tutarlılık Oranı (CR)} = \frac{\text{Tutarlılık İndeksi (CI)}}{\text{Rassallık İndeksi (RI)}} \quad (1.7)$$

Hesaplanan tutarlılık oranı değeri 0.1' e eşit ve küçük olduğunda oluşturulan İkili Karşılaştırmaların tutarlı olduğu söylenebilir. Eğer İKM tutarlı değilse ilk İKM' ler tekrar oluşturulmalıdır.

v. Kriterlere göre alternatiflerin önem derecelerinin belirlenmesi

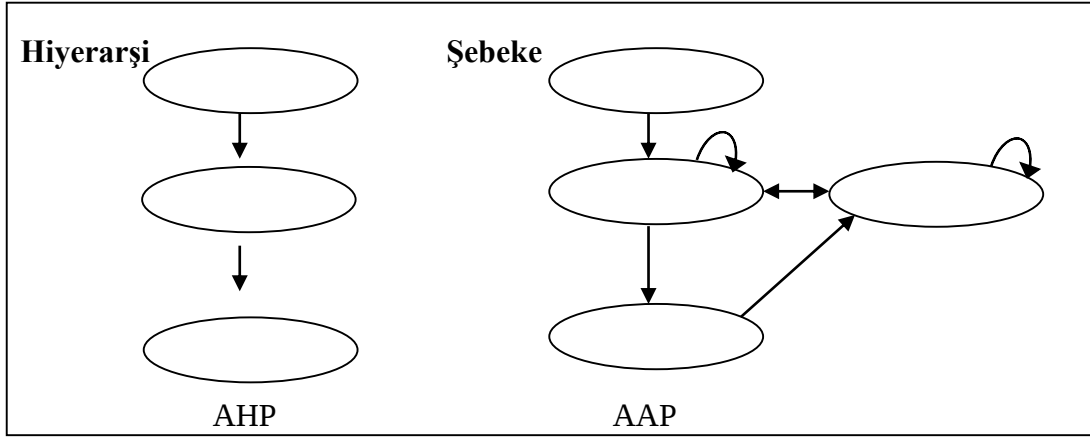
Bu aşamada ikili karşılaştırmalar ve matris işlemleri kriter sayısı kadar (n kez) yinelenir. Fakat bu defa her bir faktör için karar noktalarında kullanılacak karşılaştırma matrislerinin boyutu mxm olacaktır. Her bir karşılaştırma işleminden sonra mx1 boyutlu ve değerlendirilen faktörün karar noktalarına göre yüzdesel oranlarını gösteren sütun vektörleri elde edilir.

vi. Alternatiflere ait yüzde önem derecesinin belirlenmesi

Kriterlerin kendi içlerinde ve her bir kritere göre seçeneklerin kendi içlerinde karşılaştırmalarından sonra elde edilen ağırlıklar kullanılarak amaca varılır. Bir önceki aşamada her bir kritere göre ulaşılan seçeneklerin ağırlık vektörleri tek bir matriste birleştirilerek daha önce elde edilen öz vektörle çarpılarak seçenekler için yüzde önem dereceleri bulunur (Aktepe ve Ersöz, 2011).

4.4. Analitik Ağ Prosesi

Analitik Ağ Prosesi/Süreci (AAP) Saaty (1996) tarafından yetkinleştirilmiştir. Ve bir nevi AHP' nin bir üst sürümüdür. AHP' de bir astlık üstlük düzeni mevzu bahisken, AAP' de şebeke yapısı mevcuttur. Bunun sebebiyse kıstaslar arası bağımlılıklar ve geri bildirimler dikkate alınarak model oluşturulmasıdır. Chung (2005) tarafından model farklılığı anlatması yönünden AHP ve AAP şekilde ki gibi resmedilmiş.



Şekil 4.2. Hiyerarşi ve Şebeke Tipi Model Kurgusu (AHP-AAP)

AAP; AHP’ nin, daha tümel bir versiyonu olan, karar verme kriterleri ve seçenekleri içinde ve kendi içlerinde geri besleme ve bağımlılığa imkân tanıyan, kompleks karar problemlerinin daha uygun tarzda modellenebildiği bir yaklaşımdır (Meydan, 2009).

AAP, karar problemindeki kıstasların bir diğeri ile bağımlılıklarını ele alan bir yaklaşımdır. Etki, tabiiyet ve geribildirim AAP’ nin can alıcı noktasıdır. AAP, ÇKKV sisteminde ehemmiyeti olan bir metottur. Öbür eski yaklaşımlardaki doğrusal yapılardan daha çok, faktörler arasındaki tabiiyet ve geribildirimleri baz almaktadır. Alternatifleri seçerken yalnız alternatif ve ölçütleri değil, aynı anda bunların etkileşimlerinin olumlu ve olumsuz neticelerini de göz önüne almaktadır (Koçak vd. 2014).

AAP yöntemi, özel toplamsal bir ağırlıklandırma prosedürüdür. (Saaty, 1996) Aynı an da nitelikli karar problemleri için bir konfigürasyon, değerlendirme ve bireşim metodudur (Saaty, 2001). Bununla birlikte yöntemin doğası gereği; finans, tahminleme, performans yönetimi, personel ve yer seçimi gibi çok çeşitli alanlarda AAP yöntemi uygulanmıştır.

AAP temelde altı (6) adımdan oluşmaktadır. (AAP konusunda yapılan çalışmalarda bu adımlar bazen birleştirilir ya da ayrıştırılabilir.)

i. Problemin tanımlanması ve modelin kurgulanması

AHP' de olduğu gibi ilk aşamada problem tanımlanarak, amaç, kriterler, bağlı alt kriterler ve seçenekler anlatılır.

ii. İlişkilerin belirlenmesi

Kriterler ve alt kriterler arasındaki etkiler tespit edilir. Dâhili ve harici bağımlılıklar ve varsa geri bildirimler bağdaştırılır.

iii. İkili karşılaştırmaların yapılması ve öncelik vektörünün elde edilmesi

Alternatifler, kriterler ve alt kriterler belirlendikten sonra bunların arasındaki önemler belirlenmek suretiyle ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmalıdır. Bu adımda, kriter ve alt kriterlerin öneminin belirlenmesi ve bu önemlerin alternatiflerin seçimine etkisinin belirlenmesi hedeflenmektedir.

İkili karşılaştırmalar yapılırken değerler ve ağırlıklar ayrı ayrı atanıp, toplanmaz. Bunun yerine, tüm kriter, alt kriter ve alternatifler; ilişkili oldukları kriter, alt kriter ve alternatiflerle eşlenik olarak kıyaslanır. Bu şekilde karar vericiden, her unsuru modelin bir diğer unsuruna göre kayda değer olduğunu gördüğünü gösteren "tercihlerin yoğunluğu" yargıları ($\frac{n(n-1)}{2}$ adet) elde edilir. Elde edilen veriler, bir unsurun diğerine tercih edilişini ve bu tercihin derinliğini yansıtır. Bu nedenle, seçenekler için elde edilen sonuç değerleri de oran gösterge çizelgesinde tarif edilmiştir. Tüm bu değerler ve ağırlıklar umumiyetle "öncelikler" (priorities) olarak nitelendirilebilir (Belton, 1986).

Kriterlerin ikili karşılaştırmaları Tablo 4.5.' te gösterildiği şekilde yapılarak, matrisler elde edilir.

İkili kıyaslamalar lokal öncelik vektörü, $A.w = \lambda_{\max}.w$ denkleminin çözülmesi ile elde edilen öz vektörle belirlenir. Burada A ikili karşılaştırma matrisi, w öz vektör, $\lambda_{\max}$ ise A karşılaştırma matrisinin en büyük özdeğeridir (Saaty, 2001).

Tablo 4.5. İkili Karşılaştırma Matrisi

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	...	Kriter n
Kriter 1	1	a_{12}	a_{13}	...	a_{1n}
Kriter 2	$a_{21} = 1/a_{12}$	1		...	a_{2n}
Kriter 3	$a_{31} = 1/a_{13}$	$a_{32} = 1/a_{23}$	1	...	a_{3n}
...	...	...	...	1	...
Kriter n	$a_{n1} = 1/a_{1n}$	$a_{n2} = 1/a_{2n}$	$a_{n3} = 1/a_{3n}$	...	1

iv. Tutarlılık Analizi

Yapılan karşılaştırmaların tutarlılığını denemek adına, karşılaştırma matrisleri tamamlandıktan sonra her bir matris için tutarlılık oranı (CR) ölçülmelidir. CR, tutarlılık indeksi (CI)'ın Rastgele Tutarlılık indeksi (RI)' ya bölümü ile elde edilir. CR değeri, 0.10 değerine eşit ya da az ise ikili karşılaştırmaların tutarlı olduğu söylenebilir. (Saaty,1996) Aksi durumda (0.10'dan büyükse) karşılaştırmalarda tutarsızlık mevzu bahistir ve böyle bir durum sonrasında kriterler arası yapılan değerlendirmeler tekrar gözden geçirilmelidir. AHP yönteminde olduğu gibi n tane karşılaştırılan kritere ait Tutarlılık İndeksi eşitlik (1.8), Tutarlılık Oranı ise eşitlik (1.9) yardımıyla elde edilir.

$$Tutarlılık\ İndeksi\ (CI) = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (1.8)$$

$$Tutarlılık\ Oranı\ (CR) = \frac{Tutarlılık\ İndeksi\ (CI)}{Rastgele\ İndeksi\ (RI)} \quad (1.9)$$

v. Limit süpermatris oluşturma

Ağırlıklandırılmamış süpermatrisin oluşturulması limit süpermatrisi için ilk adımdır. Süpermatris yapısı itibariyle Makov Zinciri prosesine benzer (Saaty 1996). Bir diğerine bağlı etkenlerin olduğu bir düzende küresel önceliklerin sağlanabilmesi adına lokal öncelik vektörleri ağırlıklandırılmamış (unweighted) süpermatris olarak

bilinen matrisin sütunlarına ayrılarak işlenir. Süpermatris, yapısı nedeniyle parçalı bir matristir ve yapıdaki her bir matris bölümü, sistem içindeki iki faktör arasındaki bağı göz önüne koyar (Saaty, 1996).

İkinci adımda ağırlıklandırılmış süpermatris oluşturulur. Fakat oluşturulan bu süpermatris, olasılıksal değildir. Sütun toplamaları birden büyüktür (stokastik matris=sütun toplamaları bir olan matris). Süpermatrisin olasılıksal olmasını sağlamak için bileşenler, her bir bloklar sütunu üzerindeki tesirine göre ağırlıklandırılırlar. Bunu yapabilmek için, bir sütunun bloğunda sıfırdan farklı elemanlara sahip satır bileşenleri, o sütundaki bileşen üzerindeki etkilerine göre kıyaslanırlar. Sonrasında her bir blok o satırdaki bileşenlere karşılık gelen özvektör katsayısı ile çarpılarak, ağırlıklandırılmış (weighted) süpermatris elde edilir. Bu şekilde elde edilen süpermatrisin kolonlarının her birinin toplamı bir olur (Saaty, 1996).

Son olarak önem ağırlıklarının bir noktada eşitlenmesini sağlamak için süpermatrisin $(2n+1)$. kuvveti alınır, burada n rasgele seçilmiş büyük bir sayıdır ve elde edilen yeni matris limit süpermatris olarak isimlendirilir (Saaty, 1996). Buradaki amaç ağırlıkların bir noktada eşitlendiğini görmektir.

vi. En iyi alternatifin seçilmesi

Limit süpermatris sayesinde, seçeneklere veya kıyaslanan kıstaslarla alakalı önem ağırlıkları tespit edilir. Tercih probleminde en yüksek önem ağırlığına sahip olan seçenek, optimum seçenektir. Kriterlerin değerlendirildiği bir ağırlıklandırma probleminde ise en yüksek önem ağırlığına sahip olan kriter, karar sürecine yön veren en önemli faktördür (Göztepe, 2013).

4.5. TOPSIS

Hwang ve Yoon (1981) tarafından oluşturulan TOPSIS, (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) metodunun esası, pozitif-ideal çözüm yoluna en kısa yoldan ve negatif-ideal çözüme en uzak yoldaki seçeneği tercih etmeyi içermektedir. (Ustasüleyman, 2009)

Bu metodla alternatif seçeneklerin belli kıstaslar istikametinde ve kriterlerin alabileceği azami ve asgari değerler içinde ideal çözüme uzaklıkları belirlenerek sıralanması mümkün olabilmektedir. TOPSIS metodu karar vericinin seçtiği

alternatif, ideal sonuca en yakın ve negatif-ideal sonuca en uzak olan alternatiftir. TOPSIS metodu her bir kriterin yeknesak olarak artan ya da azalan fayda meyiline sahip olduğunu düşünmektedir (Alpay, 2010).

TOPSIS metodu, köklü mantık yapısı, ideal ve ideal karşıtı çözümleri aynı anda incelemesi ve pratik hesaplama prosedürü ile geniş bir kullanım alanı olan bir metottur (Karsak, 2002). Hedef programlama, bulanık programlama ve etkileşimli yöntemler pozitif ideal çözüme en yakın tek bir kriteri dikkate alırken, TOPSIS yöntemi çok kriterli karar problemlerini çözmek için daha kapsamlı birleştirici bir yol sağlar (Lai vd,1994).

TOPSIS yöntemi çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan ELECTRE temel yaklaşımlarından faydalanır ve çözümü ELECTRE yöntemine göre daha kısadır. 6 adımdan oluşmaktadır.

i. Karar matrisinin (A) oluşturulması

Karar matrisinin satırlarında üstünlükleri sıralanmak istenen karar noktaları, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak değerlendirme faktörleri yer alır. A matrisi karar verici tarafından oluşturulan başlangıç matrisidir. Karar matrisi aşağıdaki gibi (Tablo 4.6) gösterilir.

Tablo 4.6. Karar Matrisi

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

A_{ij} matrisinde m karar noktası sayısını, n değerlendirme faktörü sayısını verir.

ii. Standart karar matrisinin (R) oluşturulması

Standart Karar Matrisi, A matrisinin elemanlarından yararlanarak, eşitlik 1.10 yardımıyla hesaplanır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad (1.10)$$

Tablo 4.7. Standart Karar Matrisi

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

iii. Ağırlıklı standart karar matrisinin (V) oluşturulması

Öncelikle 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.

Tablo 4.8. Ağırlıklı Standart Karar Matrisi

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

iv. İdeal (A^+) ve negatif ideal (A^-) çözümlerin oluşturulması

Bu aşamada ağırlıklandırılmış matriste her bir kolonda yer alan maksimum ve minimum değerler tespit edilmektedir.

$$A^+ = \{ V_1^+, V_2^+, V_3^+, \dots, V_n^+ \} \text{ Maksimum değerler}$$

$$A^- = \{ V_1^-, V_2^-, V_3^-, \dots, V_n^- \} \text{ Minimum değerler}$$

v. Ayırım ölçülerinin hesaplanması

TOPSIS yönteminde her bir karar noktasına ilişkin inceleme etken değerinin İdeal ve negatif ideal çözüm grubundan sapmalarının tespit edilebilmesi için Euclidian Uzaklık Yaklaşımından faydalanılmaktadır. Buradan elde edilen karar noktalarına ilişkin sapma değerleri ise İdeal Ayırım (S_i^*) ve Negatif İdeal Ayırım (S_i^-) Ölçüsü olarak adlandırılmaktadır. İdeal ayırım (S_i^*) ölçüsünün hesaplanması (1.11) formülünde, negatif ideal ayırım (S_i^-) ölçüsünün hesaplanması ise (1.12) formülünde gösterilmiştir.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (1.11)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (1.12)$$

vi. İdeal çözüme göre yakınlığın hesaplanması

Her bir karar noktasının ideal çözüme görelî yakınlığının (C_i^*) hesaplanmasında ideal ve negatif ideal ayırım ölçülerinden yararlanılır. Burada kullanılan ölçüt, negatif ideal ayırım ölçüsünün toplam ayırım ölçüsü içindeki payıdır. İdeal çözüme görelî yakınlık değerinin hesaplanması aşağıdaki formülde gösterilmiştir.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad (1.13)$$

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.

4.6. DEMATEL Yöntemi

The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) Metodu; Cenevre Battelle Memorial Enstitüsü, Bilim ve İnsan İlişkileri programı tarafından 1972 ve 1976 yılları arasında incelemelerde kompleks ve girift problem gruplarının çözüm yolunun bulunmasında kullanılması maksadıyla geliştirilmiştir (Li ve Tzeng, 2009).

DEMATEL, istisnai sorunsalların kavrayışını ilerletmek, girift problem kümelerini ve hiyerarşik yapıda gerçekleştirilebilir çözümlerin tanımlanmasına yardımcı bulunmak için uygun bilimsel araştırma yöntemlerinden faydalanılmasına öncülük etme ümidiyle geliştirilmiştir. Graf teori temelli DEMATEL metodu nedensel ilişkiyi daha iyi anlamamızı sağlayacak ilgili faktörleri sebep ve sonuç gruplarına bölerek, problemleri taslak olarak planlama ve çözme imkânı verir (Li ve Tzeng, 2007).

DEMATEL yönteminin üstün yönü uzlaşmacı sebep-sonuç modeli içeren dolaylı ilişkileri ihtiva etmektedir. DEMATEL yöntemi sistem unsurları arasındaki yapı ve bağları veya geçerli sayıdaki seçenekleri irdeleyen etkin bir metottur. DEMATEL kriterleri bağların türü ve birbirleri üzerindeki etkilerinin önemi açısından öncelik sırasına göre düzenleyebilir. Diğer kriterler üstünde daha çok etkisi olan ve yüksek önceliği olduğu varsayılan kriterler, sebep kriterleri, daha çok etki altında kalan ve düşük önceliği olduğu varsayılan kriterler sonuç kriterleri olarak nitelendirilir (Tseng, 2007).

DEMATEL metodu birbirini takip eden 5 adımdan oluşmaktadır. 5. Adım sonunda elde edilen etki-yönlü graf diyagramı ile çözüme ulaşılır (Aksakal, Tseng ve Lin, 2007).

i. Direkt İlişki Matrisinin Oluşturulması (A Matrisi)

Direk ilişki matrisinin oluşturulması için öncelikle Tablo 4.9.'da gösterildiği gibi 5 seviyeden oluşan ikili karşılaştırma skalası kullanılmıştır.

Tablo 4.9. DEMATEL Yöntemi İkili Karşılaştırma Skalası

Sayısal Değer	Açıklama
0	Etkisiz
1	Düşük Etki
2	Orta Etki
3	Yüksek Etki
4	Çok Yüksek Etki

Tablo 4.9.' da verilen skalaya göre Direkt İlişki Matrisi oluşturulur. Kriterler matris yöntemiyle sıralanır ve skalada yer alan puanlamaya göre kriterler arasındaki etki-ağırlık değerleri matris hücrelerine girilir.

ii. Normalleştirilmiş direkt ilişki matrisinin oluşturulması (M Matrisi)

Direkt ilişki matrisi (A)' ya bağlı olarak aşağıdaki (1.14) ve (1.15) eşitlikleri, satır ve sütundaki en küçük değer (k) kullanılarak normalleştirilmiş direkt ilişki matrisi (M) elde edilir. A matrisinde esas köşegen değerleri 0' dır.

$$M = k \times A \quad (1.14)$$

$$k = \min \left(\frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n |a_{ij}|}, \frac{1}{\max_{1 \leq j \leq n} \sum_{i=1}^n |a_{ij}|} \right) \quad (1.15)$$

$$i, j \in \{1, 2, 3, \dots, n\}$$

iii. Toplam ilişki matrisinin oluşturulması (S Matrisi)

Toplam İlişki Matrisi, Adım 2' de oluşturulan Normalleştirilmiş Direk İlişki Matrisinin, birim matristen çıkarılarak ve tersi alınarak elde edilen matrisin çarpımıyla (eşitlik 1.16) elde edilir.

$$S = M + M^2 + M^3 \dots = \sum_{i=1}^{\infty} M^i = M \cdot (I - M)^{-1} \quad (1.16)$$

iv. Gönderici ve alıcı grubun hesaplanması (D ve R değerleri)

Adım 3' te oluşturulan S Matrisinin satırları toplamı D, sütunlar toplamı ise R değerleridir. D ve R değerlerine ulaşmak için gerekli olan 1.17 ve 1.18 eşitliği şu şekilde elde edilir.

$$D = \sum_{j=1}^n S_{i,j} \quad (1.17)$$

$$R = \sum_{j=1}^n S_{i,j} \quad (1.18)$$

Kriterlerin etki düzeyi, her kıstas için hesaplanan D+R ve D-R değerlerine göre tespit edilir. D+R değeri yüksek olan kriterlerin, diğer kriterlerle etkileşim seviyesi yüksektir. D-R değerlerinin normalde negatif olması beklenir ve bu tip kriterler diğer kriterlerden etkilendir. D-R değerleri pozitif olan kriterler ise diğer kriterler üstünde baskın olarak tanımlanır.

v. Eşik değerinin ayarlanması ve etki yönlü graf diyagramının elde edilmesi

Uygun bir etki-yönlü graf a sahip olmak için karar vericilerin (uzmanların) etki seviyesi için bir başlangıç değeri ayarlamaları gerekir. S matrisinde başlangıç değerinden daha büyük etki değerlerine sahip olan unsurlar bulunup ve etki-yönlü graf diyagramına dönüştürülür (Tsai, 2009) (Tzeng, 2007). Etki-yönlü graf diyagramı yatay eksen D+R, dikey eksen D-R olan bir koordinat düzleminde (D+R,D-R) noktalarının gösterilmesiyle elde edilir. (Wu, 2007). Etkileşimin yönü tayin edilirken satırlarda yer alan her bir unsur sütunlara göre ayrı ayrı irdelenir. Başlangıç değeri geçen ikili

karşılaştırmalarda, kıyaslama yapılan kriterler arasında etkileşim bulunmaktadır. Bu etkileşimler iç bağımlılık olarak nitelendirilir (Aktepe ve Ersöz, 2011).

4.7. Bulanık AAP

Karar verme problemleri içerisinde belirsizlikleri ve sübjektif yargıları barındırmaktadır. Bu belirsizlikleri matematiksel olarak ifade etmek için yaygın olarak kullanılan yaklaşım Zadeh (1965) tarafından geliştirilen bulanık mantık teorisidir. Bulanık mantık yaklaşımı ile oluşturulan bulanık modeller sayesinde günlük hayattaki karmaşık, belirsiz ya da iyi tanımlanmamış sistemlerin denetimine basit çözümler sunulmaktadır. İlk bulanık mantık uygulamaları kapalı sistemler için geliştirilmiş daha sonra ise açık sistemler olarak tanımlayabileceğimiz karar verme modelleri için de bulanık matematiksel yaklaşımlar geliştirilmiştir (Aktepe ve Ersöz, 2011).

Bulanık AAP sürecinde karar matrisindeki ikili karşılaştırmalar bulanık sayılar ile yapılmaktadır ve bu sayılar matrisi hazırlayan kişi tarafından belirlenir. Bulanık AAP sürecinde her bir özelliğin puanlamasında kullanılacak ağırlık vektörleri belirlenir. Sürecin sonunda ise bu ağırlıklar ile belirlenen genel bir ağırlıklandırma yapılarak sonuca ulaşılır (Güleryüz,2010).

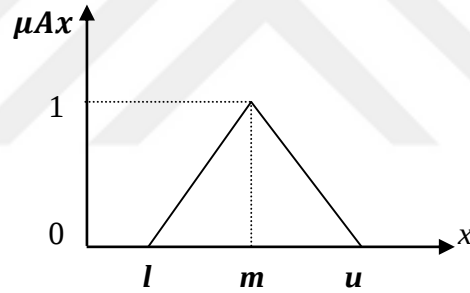
AAP üstün bir teknik olmasına karşın belirsizlikleri ortadan kaldırma konusunda zayıftır. Her ne kadar karşılaştırmaları yapan kişilerin konuya son derece vakıf olmaları sağlansa da bu kişilerin farklı bakış açıları verilerde bir tutarsızlığa sebep olabilmektedir. Bu belirsizliği ortadan kaldırmak için bulanık mantık yöntemlerinden yararlanılabilmektedir. Bulanık mantık kesinliğin olmadığı durumlarda sayısal veri elde etmemizi sağlar ve aradaki ilişkinin varlığını tayin etmede daha gerçekçi bir sonuca ulaşmamızda yardımcı olur (Göze, 2007).

Geleneksel küme yaklaşımında; kümenin üyeleri, 0 ya da 1, “evet” veya “hayır” gibi ikiye bölme kaidesine uygun olarak oluşturulmaktadır. Bulanık mantık da ise “orta”, “yüksek”, “düşük” gibi yaklaşık değerlerden faydalanılmaktadır. Bir bulanık küme, her bir elemanı 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecesine sahip bir fonksiyon $\mu_A(x)$ ile tanımlanmaktadır. Bir x faktörü A kümesine kesinlikle ait ise $\mu_A(x)=1$, kesinlikle ait değil ise $\mu_A(x)=0$ olmaktadır. Daha yüksek bir üyelik derecesi

değeri, x faktörünün A kümesine ait olma derecesinin daha yüksek olduğunu göstermektedir (Dağdeviren, 2007).

Bulanık matematiksel işlemlerde bulanık sayılar kullanılmaktadır. Bulanık sayılar literatürde en çok kabul gören haliyle üçgensel ya da yamuk bulanık sayı olarak tanımlanabilmektedir. Eşitlik 1.19’ da üçgen bulanık sayının üyelik fonksiyonu tanımlanmaktadır (Zimmermann, 1990). Şekil 4.3’te üçgensel bulanık sayının üyelik fonksiyonu görülmektedir.

$$\begin{aligned} & \frac{x-l}{m-l}, l \leq x \leq m \\ \mu_{Ax} &= \frac{u-x}{u-m}, m \leq x \leq u \\ & 0, \text{ diğ} \end{aligned} \quad (1.19)$$



Şekil 4.3. Üçgensel Bulanık Sayı Üyelik Fonksiyonu

l , m ve u parametreleri bulanık üçgen sayılarında sırayla en ufak, en muhtemel ve en fazla değeri sembolize etmektedir. Bulanık iki sayı kümesi üzerindeki matematiksel işlemler şu şekilde tanımlanır (Zimmermann, 1990).

$$\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3) \quad \tilde{N} = (n_1, n_2, n_3)$$

Toplama	$= (a_1+n_1, a_2+n_2, a_3+n_3)$
Çıkarma	$= (a_1-n_3, a_2-n_2, a_3-n_1)$
Çarpma	$= (a_1 \times n_1, a_2 \times n_2, a_3 \times n_3)$
Bölme	$= (a_1/n_3, a_2/n_2, a_3/n_1)$
Tersi	$\tilde{A}^{-1} = (1/a_3, 1/a_2, 1/a_1)$

Bulanık ANP temelde 5 adımdan oluşmaktadır. Burada Wang modeli esas alınarak Bulanık ANP adımları tamamlanmıştır.

i. Problemin tanımlanması ve ağı oluşturulması

Klasik ANP yöntemindeki gibi problem açık şekilde tanımlanarak kriterler arası iç ve dış bağımlılıklar ağa özgün şekilde tasarlanmalıdır.

ii. İKM oluşturulması ve durulaştırma

Klasik ANP yöntemindeki gibi Saaty (2001) tarafından geliştirilen Karşılaştırma Skalası kullanılarak, kriterler kendi aralarında karşılaştırılır. Bu karşılaştırmalar yapılırken, karar vericiler ya da uzmanlar kriterlerin birbirleri üzerindeki etkisine sayısal ya da dilsel cevap verebilir. Cevapların dilsel olması durumunda, hücre değerleri için üçgensel bulanık sayılarla işlem yapılarak normalizasyon sağlanmaktadır.

Tablo 4.10. İKM' lerde Kullanılan Bulanık Ölçek

Dilsel İfade	Üçgensel Bulanık Sayı	Ters Üçgensel Bulanık Sayı
Eşit Önem Derecesi	(1,1,1)	(1,1,1)
Eşite Yakın Önemli	(1,1,3)	(1/3,1,1)
Biraz Önemli	(1,3,5)	(1/5,1/3,1)
Daha Önemli	(3,5,7)	(1/7,1/5,1/3)
Çok Önemli	(5,7,9)	(1/9,1/7,1/5)
Çok Fazla Önemli	(7,9,9)	(1/9,1/9,1/7)

Karşılaştırma skalasının bulanık üçgensel sayılar (Tringular Fuzzy Numbers) için literatürde çok fazla kullanılan çeşitleri bulunmaktadır.

Skala ve ölçek değerleri kullanılarak, bütün kriterlerin satır ve sütunlarda yer aldığı ve köşegen değerlerinin 1 olduğu ikili karşılaştırma matrisi elde edilir. Bulanık

üçgen sayıların saflaştırılmasına dönük olarak kaynaklarda pek çok metot bulunmaktadır. Çalışmada kullanılan durulaştırma yöntemi eşitlik 1.20' de verilmiştir. Bu yöntem Hus ve Nian (1997) ve Liou ve Wang (1992) yaptıkları çalışmaları baz almaktadır. Bulanık halde olan matris, 1.20 yardımıyla durulaştırılır.

Bu çalışmalarda; karar vericilerin risk tolerans (λ) ve tercih (α) değerleri göz önünde bulundurulmaktadır. α , 0 ile 1 arasında herhangi bir değer alabilen kesin ya da değişebilir bir hali anlatmaktadır. λ değişkeni ise 0 ile 1 arasında bir değer alabilmekte ve karar vericinin meylini ifade etmektedir.

λ değişkeninin 0 değerini alması karar vericinin daha optimist, 1 değerini alması ise daha pesimist olduğunu ifade etmektedir (Özbek, 2013).

$$(\lambda * (m-l) * a + l) + (1 - \lambda) * (u - (u-m)) * (1-a), \quad 0 \leq \lambda \leq 1 \quad 0 \leq a \leq 1 \quad (1.20)$$

iii. Normalizasyon ve yerel kriter ağırlıklarının belirlenmesi

İkinci adımda elde edilen durulaştırılmış matris normalleştirilmiş matris haline getirilir. Normalleştirilmiş matris, her bir kriterin ilgili kriterinin toplam değerlerine (sütun değerlerine) bölünmesiyle elde edilir. Normal hale getirilen matriste satırlara ait geometrik ortalama alınarak, kriterlere ait yerel ağırlıklara (öz vektör) ulaşılır.

iv. Tutarlılık oranının hesaplanması

Kriterlere ait yerel önem ağırlıkları, eşitlik 1.20 yardımıyla elde edilen matrisle (İkili karşılaştırma matrisi) çarpılır. Elde edilen öz vektör ve matris bileşeni, toplam yerel önem ağırlığına bölünerek **Tutarlılık** elde edilir. Her kriterle ait farklı tutarlılığın toplamının ortalaması alınarak λ_{max} öz değeri bulunur. Bu değer, karşılaştırma yapılan kriter sayısına ne kadar yakın olursa, sonuçların o denli tutarlı olduğunu gösterir. Daha önce AAP adımlarında gösterilen eşitlikler (1.8 ve 1.9) yardımıyla **Tutarlılık İndeksi** ve **Tutarlılık Oranı** hesaplanır.

(Tutarlılık düzeyinin 0,1' den fazla olduğu hallerde ikili kıyaslama matrisleri denetlenmeli ve yeniden hesap edilmelidir.)

v. Alternatiflerin ağırlıklandırılması ve seçim

Bulanık ANP ağ yapısında yer alan alternatifler her bir kriter açısından değerlendirilerek matris yapısı kurgulanır. L alternatifine sahip bir serimde, n kriterin kullanıldığı düşünüldüğünde;

$L \times L$ boyutunda n tane matrisin oluşturulması gerekmektedir.

Kriterlere ait yerel önem ağırlıklarını hesaplaması (adım 3), bu adımda yerini alternatiflere bırakmaktadır. Matrislerde sırasıyla;

→ Normalizasyon

→ Satırlara ait geometrik ortalama

→ Yerel önem ağırlıkları (öz vektör) hesaplama

işlemleri yapılır.

Kriterler ve alternatiflere ait ağırlıklar, dizey çarpımı olarak sonuçlandırılır. Bu şekilde alternatifler ve kriterler ilişkilendirilmiş olur.

vi. Süpermatris ve Limitsüpermatrisin elde edilmesi

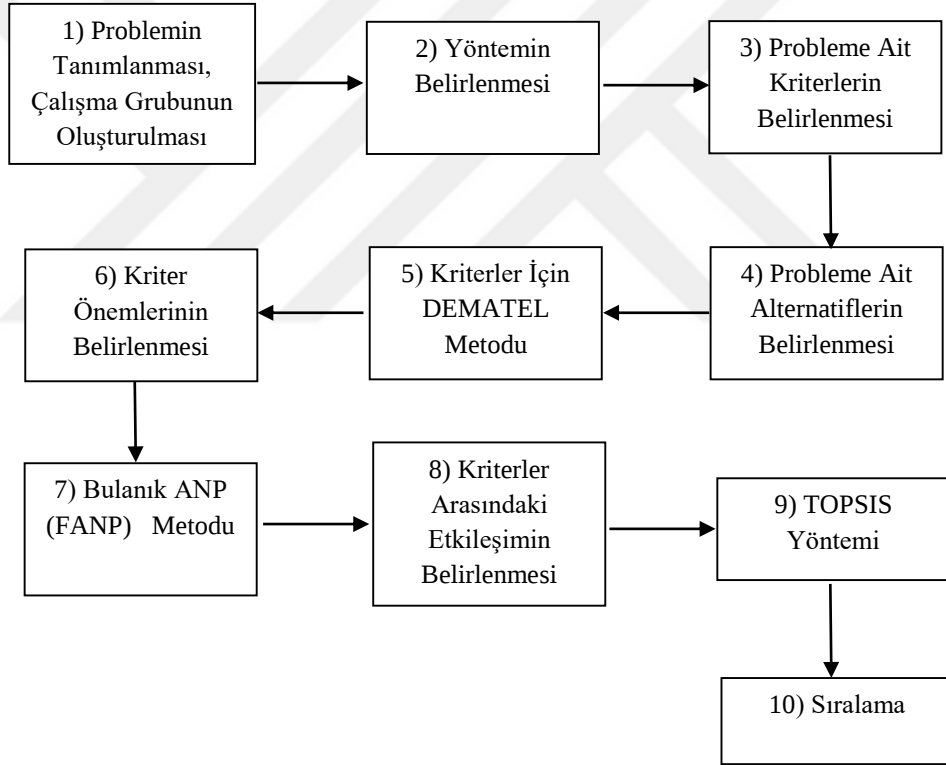
Birbirine bağlı etkileşimlerin var olduğu sistemde global önceliklerin sağlanması için, lokal öncelik vektörleri süper matris olarak bilinen matrisin bölümlerine yazılır. Bir kümede yer alan öğelerin farklı kümelerdeki öğeler üzerindeki etkisini (dış bağımlılık) ya da aynı kümede yer alan diğer öğelere etkisini (iç bağımlılık) göstermek adına bu vektörler süpermatris denilen bir matrise sütun olarak yazılırlar. Süpermatris, iki faktör arasında yer alan ilişkiyi gösteren ve burada yer alan her matris parçası sistematik bir yapıdadır. Süpermatris parçalı yapıya sahiptir. Ölçütlerin birbirleri üzerindeki göreceli etkileşimleri süper matrisin kuvveti alınarak alınır. Önem ağırlık ve derecelerini bir noktada eşitlemesini sağlamak adına süper matrisin $(2n+1)$. kuvveti alınır. Bu şekilde elde edilmiş yeni matris limitsüper matrisi olarak adlandırılır (Görener,2009).

Matris öğelerinin birbiri üzerindeki göreceli etkileri süpermatrisin satır ve sütunları durağanlaşana kadar çok yüksek derecede kuvveti alınarak oluşturulur. Oluşturulan bu yeni matrise “limit süpermatris” adı verilir. Limit süpermatristeki her sütunun normalleştirilmesiyle alternatiflere ilişkin son öncelikler elde edilir ve seçim problemlerinde en yüksek önem ağırlığına sahip olan alternatif en iyi alternatif ağırlıklandırma problemlerinde ise en yüksek önem ağırlığına sahip olan kriter karar sürecini etkileyen en önemli kriter olarak seçilir.

5. DEMATEL, BULANIK ANP ve TOPSIS YÖNTEMLERİYLE YER SEÇİMİNDE TASARLANAN MODEL ve UYGULAMA

Bu kısımda daha önce değinilen Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinin yanı sıra, bu uygulamada kullanılan DEMATEL, Bulanık AAP ve TOPSIS yöntemlerinin çözüm algoritmaları ele alınmıştır.

Çalışmanın kısmen özetini sergileyen akış şeması aşağıda sunulmuştur. Çorum ili için çadırkent/konteynirkent yer seçimi çalışmasında izlenen yol haritası akış şemasında gösterilerek, adımların açıklaması yine bu bölümde ayrıntılı olarak sunulmuştur.



Şekil 5.1. Çalışmanın Özet Akış Süreci

5.1. Yöntem

Geliştirilen yöntem çok kriterli karar verme yöntemleriyle sentezlenen melez bir model olarak adlandırılabilir. Daha önceki bölümde değinilen DEMATEL, Bulanık

AAS ve TOPSIS yöntemlerinin kullanımı bu bölümde akış sürecinde yer alan adımlarıyla birlikte verilecektir.

5.2. Problemin tanımlanması, çalışma grubunun oluşturulması

Bu çalışmada ulusal bir kamu kurumu olan Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının, etkin ve bütünleşik afet yönetimi çatısı altında, il teşkilatlarına vermiş olduğu *yer seçimi problemi* ele alınmıştır. Olası bir afet sonrası, hizmet verecek en hassas servis noktasının “Çadır kent/konteynır kent” olduğu düşünülmüş ve çalışma bu servis noktası için tasarlanmıştır.

Çalışmaya, yer seçim kurul uzmanları ve diğer afet ve acil durum uzmanları tarafından gözlemlenen bu problem düşünülerek öncelikle kriterlerin toplanmasıyla başlamıştır. Seçim işleminde kullanılacak kriterlerin belirlenmesi, kriter ağırlıklarının değerlendirilmesi ve kabul edilen kriterlerin geçişi yine uzman ekip tarafından yapılmıştır.

5.3. Problemin tanımlanması, çalışma grubunun oluşturulması

Tanımlanan problem ve ona ait kriterlerin, birbirleri üzerindeki etki ve ağırlığını, seçime olan etkisini ölçme ve bağımlılıkları elde etme amacıyla DEMATEL yöntemi, bağımlı kriter ağırlıklarının hesaplanması ise Bulanık AAS yöntemi kullanılarak yapılması amaçlanmıştır. DEMATEL ve Bulanık AAS verilerini girdi olarak kullanarak, Çorum ilinde Çadır kent/konteynır olabilecek alternatif alanların sıralanması için TOPSIS yöntemi kullanılması hedeflenmiş ve böylelikle DEMATEL, Bulanık AAS ve TOPSIS’ den oluşan melez bir yönteme karar verilmiştir.

5.4. Probleme ait kriterlerin belirlenmesi

Problemin tanımı yapıldıktan sonra, çadırkent/konteynırkent olabilecek hizmet noktalarının seçimlerini etkileyebilecek kriterlerin belirlenmesi aşamasına geçilmiştir.

Uzmanlar tarafından çadırkent/konteynır kent seçimini etkileyebilecek 13 kriter belirlenmiştir. Bunlar

- a) Nüfus Kapasitesi: Alternatiflere ait barınabilecek kişi sayısı (C₁)
- b) Jeoloji: Alternatifin yer bilim yapısı (C₂)
- c) Mülkiyet: Alternatif mülkiyetinin kullanım hakkı (tüzel, özel kişilik) (C₃)
- d) Uzaklık (Merkez): Yerleşim birimlerine uzaklık durumu (C₄)
- e) Uzaklık (Ana Arter) : Alternatifin yollara, hava alanına, ulaşım istasyonlarına olan uzaklık durumu (C₅)
- f) Alan Büyüklüğü: Alternatifin kullanılabilir yüzölçümü (C₆)
- g) Hazır Altyapı: Alternatife ait hali hazırda elektrik, su v.b. altyapının bulunması (C₇)
- h) İkincil Afet Olabilirliği: Alternatifin seçimi sonrasında ikincil bir afetten etkilenme durumu (C₈)
- i) Eğim: Alternatifin eğim durumu (C₉)
- j) Ulaşılabilirlik: Alternatife ulaşım konusunda, muhtemel trafik şartlarının oluşturduğu durum (C₁₀)
- k) Ulaşım: Alternatife kara, hava, deniz yolu v.b. ile ulaşım durumu (C₁₁)
- l) Kapasite (Çadır,Konteynır) : Alternatifin alabileceği çadır, konteynır kapasitesi (C₁₂)
- m) Yer Altı Şebeke Varlığı: Alternatifin hali hazırda seçilmesi durumunda etkileyebileceği yüksek gerilim, doğalgaz v.b. durumu (C₁₃)

5.5. Probleme ait alternatiflerin belirlenmesi

Çalışmanın gerçekleştirildiği Çorum ilinde, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Çorum ofisinde çalışan uzmanlar tarafından, çadırkent/konteynırkent olabilecek ve daha önce TAMP Çorum Planında yer alan bölgeler irdelenmiştir. Aynı zamanda uzman grup görüşüyle, TAMP Çorum Planında yer almayan fakat çadır kent kurulabilecek birkaç bölge daha eklenerek alternatifler artırılmıştır.

Uzman görüşleri ve TAMP Çorum Planında yer alan, olası çadırkent/konteynırkent bölgeleri şu şekildedir:

- a) KVN1: Ömerbey Mera Alanı

- b) KVN2: Sıklık Parkı
- c) KVN3: Aşıklar Tepesi
- d) KVN4: Cumartesi Pazarı Alanı
- e) KVN5: Slimkent
- f) KVN6: Ortaköy Yolu
- g) KVN7: Akkent TOKİ
- h) KVN8: Şehitlik Cıvarı

(KVN: Karar Verme Noktası)

5.6. Kriterler için DEMATEL metodu

Belirlenen kriterlerin etki ve önemini ölçme amacıyla DEMATEL yaklaşımıyla hazırlanan çizelgeler uzman ekip tarafından doldurulmuştur. Öncelikle on kişilik ekipten oluşan uzman gruba DEMATEL anketlerinin nasıl doldurulması gerektiği anlatılmış daha sonra verdikleri cevaplar sonrasında Direk İlişki Matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 5.1. Direk İlişki Matrisi

		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13
ÇADIRKENT KONTEYNER KENT	C1	0,0	0,8	1,2	1,8	2,0	2,5	3,0	1,8	0,8	2,3	2,2	3,0	2,1
	C2	2,1	0,0	1,2	1,2	1,5	2,3	1,6	3,1	2,5	2,2	1,9	2,0	1,7
	C3	1,3	0,7	0,0	1,3	1,3	1,0	1,8	0,3	0,6	1,8	1,2	1,4	1,1
	C4	2,8	0,6	1,3	0,0	2,0	1,1	2,3	0,2	0,5	2,3	1,6	2,0	2,0
	C5	2,2	0,8	1,4	1,3	0,0	1,0	2,1	0,5	0,5	2,3	1,7	1,8	1,8
	C6	3,0	1,1	1,5	0,9	1,4	0,0	2,0	0,8	0,8	1,2	1,9	3,3	1,9
	C7	2,9	1,1	1,6	1,8	1,1	1,2	0,0	0,4	0,9	1,3	0,7	2,5	1,2
	C8	2,9	1,6	1,3	1,4	1,1	1,6	2,2	0,0	2,0	1,9	1,8	2,5	2,1
	C9	2,7	2,3	1,4	0,8	1,4	2,0	2,3	2,9	0,0	2,2	2,3	2,6	1,9
	C10	2,3	1,1	1,3	1,9	2,4	1,2	1,6	0,6	0,9	0,0	1,8	1,8	1,5
	C11	2,2	0,9	1,3	1,7	2,6	1,0	1,3	0,7	0,9	1,7	0,0	1,8	1,4
	C12	3,4	0,9	1,2	1,3	1,5	2,9	2,5	0,9	1,2	1,1	1,6	0,0	1,8
	C13	2,1	0,7	1,0	1,1	1,9	1,6	2,1	1,3	0,8	0,9	1,1	2,0	0,0

(Burada toplanan verilerin ortalaması aritmetik olarak alınmıştır. Bunun sebebi ise DEMATEL skalasında kullanılan “0” değerinin bazı hesaplamalarda sonucu “0” yapabilme durumudur.)

DEMATEL yaklaşımı adımları ve eşitlik 1.14, 1.15, 1.16, 1.17 ve 1.18 yardımıyla, Normalleştirilmiş Direkt İlişki Matrisi (M), Toplam İlişki Matrisi (S) ve $D+R$, $D-R$ değerleri elde edilir.

Tablo 5.2. Normalleştirilmiş Direkt İlişki Matrisi

		Nüfus Kapasite	Jeoloji	Mülkiyet	Uzaklık (Merkez)	Uzaklık(Ana Arterler)	Alan Büyükliği	Hazır Altyapı (Su, Elektrik)	İkincil Afet Olabilirliği	Eğim	Ulaşılabilirlik (Trafik Şartları)	Ulaşım (Kara, Hava)	Kapasite (Çadır, Konteynr)	Yer Altı Şebeke Varlığı (Elek, Gaz..)
ÇADIRKENT KONTAYNIR KENT	Nüfus Kapasite	0,00	0,03	0,04	0,06	0,07	0,08	0,10	0,06	0,03	0,08	0,07	0,10	0,07
	Jeoloji	0,07	0,00	0,04	0,04	0,05	0,08	0,05	0,10	0,08	0,07	0,06	0,07	0,06
	Mülkiyet	0,04	0,02	0,00	0,04	0,04	0,03	0,06	0,01	0,02	0,06	0,04	0,05	0,04
	Uzaklık(Merkez)	0,09	0,02	0,04	0,00	0,07	0,04	0,08	0,01	0,02	0,08	0,05	0,07	0,07
	Uzaklık(Ana Arterler)	0,07	0,03	0,05	0,04	0,00	0,03	0,07	0,02	0,02	0,08	0,06	0,06	0,06
	Alan Büyükliği	0,10	0,04	0,05	0,03	0,05	0,00	0,07	0,03	0,03	0,04	0,06	0,11	0,06
	Hazır Altyapı (Su, Elektrik)	0,10	0,04	0,05	0,06	0,04	0,04	0,00	0,01	0,03	0,04	0,02	0,08	0,04
	İkincil Afet Olabilirliği	0,10	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,07	0,00	0,07	0,06	0,06	0,08	0,07
	Eğim	0,09	0,08	0,05	0,03	0,05	0,07	0,08	0,10	0,00	0,07	0,08	0,09	0,06
	Ulaşılabilirlik (Trafik Şartları)	0,08	0,04	0,04	0,06	0,08	0,04	0,05	0,02	0,03	0,00	0,06	0,06	0,05
	Ulaşım (Kara, Hava...)	0,07	0,03	0,04	0,06	0,09	0,03	0,04	0,02	0,03	0,06	0,00	0,06	0,05
	Kapasite(Çadır, Konteynr)	0,11	0,03	0,04	0,04	0,05	0,10	0,08	0,03	0,04	0,04	0,05	0,00	0,06
	Yer Altı Şebeke Varlığı (Elek, Gaz..)	0,07	0,02	0,03	0,04	0,06	0,05	0,07	0,04	0,03	0,03	0,04	0,07	0,00

Tablo 5.3. Toplam İlişki Matrisi

		Nüfus Kapasite	Jeoloji	Mülkiyet	Uzaklık (Merkez)	Uzaklık(Ana Arterler)	Alan Büyüklüğü	Hazır Altyapı (Su, Elektrik)	İkincil Afet Olabilirliği	Eğim	Ulaşılabilirlik (Trafik Şartları)	Ulaşım (Kara, Hava)	Kapasite (Çadır, Konteynr)	Yer Altı Şebeke Varlığı (Elek, Gaz..)
ÇADIRKENT KONTEYNER KENT	Nüfus Kapasite	0,172	0,096	0,130	0,156	0,181	0,191	0,236	0,127	0,094	0,189	0,180	0,245	0,183
	Jeoloji	0,241	0,075	0,132	0,139	0,168	0,190	0,198	0,176	0,152	0,191	0,177	0,221	0,176
	Mülkiyet	0,143	0,064	0,055	0,101	0,113	0,099	0,142	0,052	0,060	0,128	0,105	0,135	0,105
	Uzaklık(Merkez)	0,221	0,074	0,115	0,080	0,159	0,126	0,187	0,064	0,069	0,166	0,140	0,184	0,156
	Uzaklık(Ana Arterler)	0,194	0,077	0,113	0,117	0,090	0,117	0,173	0,070	0,067	0,160	0,137	0,170	0,144
	Alan Büyüklüğü	0,239	0,095	0,126	0,115	0,146	0,101	0,187	0,089	0,085	0,140	0,156	0,233	0,161
	Hazır Altyapı (Su, Elektrik)	0,214	0,086	0,118	0,130	0,122	0,125	0,107	0,068	0,079	0,129	0,106	0,190	0,125
	İkincil Afet Olabilirliği	0,256	0,121	0,131	0,141	0,151	0,165	0,210	0,075	0,131	0,176	0,168	0,228	0,181
	Eğim	0,268	0,150	0,143	0,133	0,172	0,188	0,227	0,174	0,078	0,197	0,195	0,247	0,188
	Ulaşılabilirlik (Trafik Şartları)	0,206	0,090	0,114	0,139	0,170	0,129	0,165	0,077	0,082	0,095	0,146	0,177	0,141
	Ulaşım (Kara, Hava...)	0,196	0,082	0,111	0,129	0,171	0,118	0,151	0,077	0,080	0,145	0,085	0,171	0,134
	Kapasite(Çadır, Konteynr)	0,255	0,091	0,120	0,129	0,152	0,192	0,206	0,094	0,098	0,140	0,150	0,138	0,161
	Yer Altı Şebeke Varlığı (Elek, Gaz..)	0,190	0,074	0,099	0,107	0,145	0,134	0,171	0,094	0,076	0,115	0,117	0,175	0,086

S matrisinde uzman grup tarafından belirlenen 0,19 eşik değerini geçen hücreler koyu ile belirtilmiştir. Bu hücrelere denk gelen kriterler arasında etkileşim olduğu görülmektedir. İç bağımlılıklar bu etkileşimlere göre ayarlanır. Ayrıca D+R ve D-R değerleri kriterler arasında

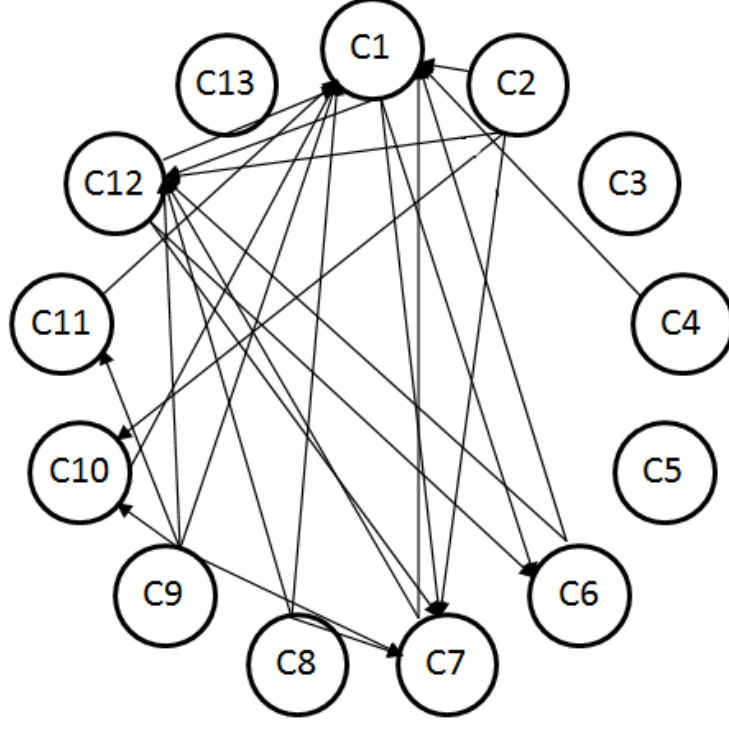
baskınlığı göstermektedir. Örneğin D-R değerinin 0' dan yüksek olduğu hücrede, kriterin diğer kriterler üzerinde baskın olduğu görülür (C2 ve C9). Ayrıca D+R değerinin yüksek olduğu durumlar ise kriterlerin, diğer kriterlerle en fazla etkileşime sahip olduğu durumdur.



Tablo 5.4. Toplam İlişki Matrisi ve Gönderici Alıcı Grubu Hesaplanması

		Nüfus Kapasite	Jeoloji	Mülkiyet	Uzaklık (Merkez)	Uzaklık(Ana Arterler)	Alan Büyüklüğü	Hazır Altyapı (Su, Elektrik)	İkincil Afet Olabilirliği	Eğim	Ulaşılabilirlik (Trafik Şartları)	Ulaşım (Kara, Hava)	Kapasite (Çadır, Konteynr)	Yer Altı Şebeke Varlığı (Elek, Gaz..)
ÇADIRKENT KONTEYNER KENT	Nüfus Kapasite	0,00	0,03	0,04	0,06	0,07	0,08	0,10	0,06	0,03	0,08	0,07	0,10	0,07
	Jeoloji	0,07	0,00	0,04	0,04	0,05	0,08	0,05	0,10	0,08	0,07	0,06	0,07	0,06
	Mülkiyet	0,04	0,02	0,00	0,04	0,04	0,03	0,06	0,01	0,02	0,06	0,04	0,05	0,04
	Uzaklık(Merkez)	0,09	0,02	0,04	0,00	0,07	0,04	0,08	0,01	0,02	0,08	0,05	0,07	0,07
	Uzaklık(Ana Arterler)	0,07	0,03	0,05	0,04	0,00	0,03	0,07	0,02	0,02	0,08	0,06	0,06	0,06
	Alan Büyüklüğü	0,10	0,04	0,05	0,03	0,05	0,00	0,07	0,03	0,03	0,04	0,06	0,11	0,06
	Hazır Altyapı (Su, Elektrik)	0,10	0,04	0,05	0,06	0,04	0,04	0,00	0,01	0,03	0,04	0,02	0,08	0,04
	İkincil Afet Olabilirliği	0,10	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,07	0,00	0,07	0,06	0,06	0,08	0,07
	Eğim	0,09	0,08	0,05	0,03	0,05	0,07	0,08	0,10	0,00	0,07	0,08	0,09	0,06
	Ulaşılabilirlik (Trafik Şartları)	0,08	0,04	0,04	0,06	0,08	0,04	0,05	0,02	0,03	0,00	0,06	0,06	0,05
	Ulaşım (Kara, Hava...)	0,07	0,03	0,04	0,06	0,09	0,03	0,04	0,02	0,03	0,06	0,00	0,06	0,05
	Kapasite(Çadır, Konteynr)	0,11	0,03	0,04	0,04	0,05	0,10	0,08	0,03	0,04	0,04	0,05	0,00	0,06
	Yer Altı Şebeke Varlığı (Elek, Gaz..)	0,07	0,02	0,03	0,04	0,06	0,05	0,07	0,04	0,03	0,03	0,04	0,07	0,00

S matrisi ve D+R, D-R değerlerinin bulunması sonrasında, kriterler arası bağımlılık 0,19 eşik değerine binaen aşağıdaki şekilde oluşmaktadır.



Şekil 5.2. Kriterler Arası İlişki

Şekil 5.2.' de görüldüğü gibi C3, C5 ve C13 kriterleri hiçbir şekilde diğer kriterlerle etkileşim içinde değil. Bundan sonraki adımlarda, uzman görüşü alınarak bu üç kriter değerlendirme dışı tutulmuştur.

C_3 (Mülkiyet), C_5 (Uzaklık Ana Arter), C_{13} (Yer Altı Şebeke Varlığı)

5.7. Kriterlerin önemlerinin belirlenmesi

DEMATEL yönteminin sonunda elde edilen ve kriterlerin birbirleri arasındaki ilişkiyi gösteren Şekil 5.2.' de görüldüğü üzere, *Nüfus Kapasite* (C_1), *Hazır Altyapı* (C_7), *Çadır kent/Konteynır kent Kapasitesi* (C_{12}), *Alan Büyüklüğü* (C_6) ve *Ulaşılabilirlik* (C_{10}) kriterleri diğer kriterlere göre önem dereceleri yüksek olduğundan

ikili karşılaştırmalara girecektir. Kriterler arası etkileşimler belirlendikten sonra İkili karşılaştırma matrisleri Bulanık ANP yöntemi kullanılarak çözümlenecektir.

5.8. Bulanık Analitik Ağ Süreci metodu

Etkileşimleri belirlenen kriterler, uzmanlar tarafından verilen bulanık cevaplar neticesinde, klasik AAS sürecine ekstra olarak durulaştırma işlemine tabi tutulmaktadır. Bulanık AAS metodolojisinin kullanımı bir sonraki adım olan TOPSIS yöntemine alternatiflerin seçimi için kriterlerin özel ağırlıklarını ortaya koyacaktır. Kriterlerin direkt olarak Çorum ili için özel olarak tasarlandığı bir AAS sürecinde, bu şekilde yapılacak yer seçim çalışması çok daha efektif olacağı düşünülmüştür.

5.9. Kriterler arasındaki etkileşimin belirlenmesi

Karar verici olan 7 kişilik ikinci uzman grup, ikili karşılaştırma matrislerini bulanık olarak değerlendirmiştir. Tablo 4.10.' da yer alan ikili karşılaştırmalarda kullanılan bulanık ölçeğe göre verilen cevaplar, üçgensel bulanık sayılara çevrilmiş, geometrik ortalama alınarak İkili Karşılaştırma Matrisleri elde edilmiştir.

Nüfus Kapasite (C_1), Hazır Altyapı (C_7), Çadır kent/Konteynir kent Kapasitesi (C_{12}), Alan Büyüklüğü (C_6) ve Ulaşılabilirlik (C_{10}) kriterlerine ait ikili karşılaştırmalar Tablo 5.5.' den (*Nüfus Kapasite*) başlayarak, diğer ikili karşılaştırmalar hesaplanarak devam ettirilmiştir. Bu matrisler, Hus ve Nian (1997) ve Liou ve Wang (1992) çalışmalarını esas alarak, eşitlik 1.20 yardımıyla durulaştırılır. Durulaştırma işlemlerinde, karar vericilerin iyimser ya da kötümser olmaması sebebiyle λ değerine 0,5 atanmıştır. α değerine ise [(0,1) (0,2) (0,3) (0,4) (0,5) (0,6) (0,7) (0,8) (0,9)] atanarak, durumun sabit ya da değişken olup olmaması takip edilmiştir. Tablo 5.6.' da durulaştırılmış, α değeri 0,4 ve λ değeri 0,5 olarak atanmış C_1 kriterine ait İkili Karşılaştırma Matrisi bulunmaktadır.

İkili karşılaştırmaya giren her kriter için sırasıyla Durulaştırılmış İkili Karşılaştırma Matrisi, Normalize Edilmiş Matris, Tutarlılık Hesaplamaları, Global Ağırlıkların Hesaplanması, Global Ağırlık Değerleri elde edilmiş ve aşağıdaki tablolarda sıralanmıştır.

Tablo 5.5. Nüfus Kapasite Kriterine (C₁) Göre İkili Karşılaştırma Matrisi

		C2			C4			C6			C7			C8			C9			C10			C11			C12		
NÜFUS KAPASİTE (C ₁)	C2	1,00	1,00	1,00	2,33	3,97	6,27	2,09	3,27	5,56	1,85	4,11	6,21	1,17	1,66	3,64	0,59	0,92	1,66	2,86	5,17	7,08	4,42	6,51	8,08	2,54	4,76	6,83
	C4	0,16	0,25	0,43	1,00	1,00	1,00	0,53	0,68	1,32	1,00	1,85	2,19	0,26	0,35	0,68	0,18	0,22	0,36	0,79	1,26	2,27	1,27	2,33	3,65	0,79	1,08	1,81
	C6	0,18	0,31	0,48	0,76	1,47	1,88	1,00	1,00	1,00	1,17	2,27	3,60	0,29	0,43	0,62	0,18	0,22	0,39	0,68	1,37	2,73	1,37	2,54	4,76	1,37	1,85	3,00
	C7	0,16	0,24	0,54	0,46	0,54	1,00	0,28	0,44	0,85	1,00	1,00	1,00	0,16	0,25	0,39	0,13	0,16	0,24	0,79	0,85	1,37	0,79	1,47	2,45	1,00	1,37	2,17
	C8	0,27	0,60	0,85	1,47	2,86	3,78	1,60	2,33	3,39	2,54	4,07	6,35	1,00	1,00	1,00	0,51	0,85	1,32	2,36	4,53	6,59	3,19	5,37	7,43	3,19	4,59	6,91
	C9	0,60	1,09	1,70	2,76	4,47	5,56	2,57	4,58	5,63	4,11	6,21	7,80	0,89	1,47	2,57	1,00	1,00	1,00	4,16	6,50	7,70	3,97	6,27	7,70	5,24	7,34	8,38
	C10	0,14	0,19	0,35	0,44	0,79	1,26	0,37	0,73	1,47	0,73	1,17	1,26	0,19	0,30	0,53	0,13	0,15	0,24	1,00	1,00	1,00	1,17	2,02	3,08	1,17	2,02	3,08
	C11	0,12	0,15	0,23	0,27	0,43	0,79	0,21	0,39	0,73	0,41	0,68	1,26	0,17	0,22	0,37	0,13	0,16	0,25	0,32	0,50	0,85	1,00	1,00	1,00	0,30	0,58	1,00
	C12	0,15	0,21	0,39	0,55	0,93	1,26	0,33	0,54	0,73	0,46	0,73	1,00	0,16	0,20	0,28	0,12	0,14	0,19	0,32	0,50	0,85	1,00	1,72	3,35	1,00	1,00	1,00

Tablo 5.6. Nüfus Kapasitesi Kriterine (C₁) Ait Durulaştırılmış İkili Karşılaştırma Matrisi ($\lambda=0,5$, $\alpha=0,4$)

		C2	C4	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
NÜFUS KAPASİTE (C ₁)	C2	1,00	3,94	3,37	3,85	1,91	0,97	4,86	6,20	4,51
	C4	0,26	1,00	0,76	1,67	0,39	0,24	1,32	2,28	1,14
	C6	0,30	1,34	1,00	2,21	0,43	0,24	1,43	2,63	1,94
	C7	0,28	0,61	0,47	1,00	0,25	0,17	0,94	1,46	1,42
	C8	0,55	2,63	2,32	4,06	1,00	0,85	4,29	5,13	4,63
	C9	1,07	4,18	4,19	5,90	1,52	1,00	6,04	5,87	6,92
	C10	0,21	0,78	0,77	1,06	0,31	0,16	1,00	1,97	1,97
	C11	0,16	0,45	0,41	0,71	0,23	0,17	0,52	1,00	0,58
	C12	0,23	0,88	0,52	0,70	0,20	0,14	0,52	1,83	1,00

Elde edilen durulaştırılmış ikili karşılaştırma matrislerinin normalize edilmesi gerekmektedir. Matris hücrelerinin her biri sütun toplamlarına bölünerek normalize matris hesaplanır.

Tablo 5.7. Nüfus Kapasite Kriterine (C_1) Göre Normalize Edilmiş Matris

		C2	C4	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
NÜFUS KAPASİTE (C_1)	C2	0,25	0,25	0,24	0,18	0,31	0,25	0,23	0,22	0,19
	C4	0,06	0,06	0,06	0,08	0,06	0,06	0,06	0,08	0,05
	C6	0,07	0,08	0,07	0,10	0,07	0,06	0,07	0,09	0,08
	C7	0,07	0,04	0,03	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06
	C8	0,14	0,17	0,17	0,19	0,16	0,21	0,21	0,18	0,19
	C9	0,26	0,26	0,30	0,28	0,24	0,25	0,29	0,21	0,29
	C10	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,04	0,05	0,07	0,08
	C11	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,02	0,04	0,02
	C12	0,06	0,06	0,04	0,03	0,03	0,04	0,02	0,06	0,04

Normalize edilmiş matris üstünde her bir kriteri ait satırın geometrik ortalaması alınarak, kriterlere ait yerel ağırlıklara (Öz vektör) ulaşılır.

Tutarlık hesaplamalarına, öz vektör ve durulaştırılmış matris dizinlerinin çarpımı ile başlanır. Buradan elde edilen öz vektör matris çarpımı, öz vektöre bölünerek tutarlılıklar bulunur. Sütunda yer alan tüm tutarlılık değerlerinin ortalaması alınarak λ_{max} değeri elde edilir. Eşitlik 2.13 ve 2.14 yardımıyla, Tablo 4.4.' te yer alan rassallık göstergesi kullanılarak Kriter tutarlılık oranı hesaplanır. Tutarlılık oranı 0,1' den büyük olduğu durumda ikili karşılaştırma matrisinin tekrar gözden geçirilmesi gerekmektedir.

Kriter	Öz vektör	Özvektör*Matris	Tutarlılık
C2	0,234818218	2,189136807	9,322687253
C4	0,063895564	0,590481409	9,241352096
C6	0,078528405	0,724208905	9,222254115
C7	0,046908428	0,435471597	9,283440379
C8	0,180223429	1,67082448	9,270850596
C9	0,26697722	2,469898807	9,251346647
C10	0,054868795	0,509986281	9,294650593
C11	0,032616235	0,303732293	9,312303818
C12	0,041163705	0,387477086	9,41307597
ORTALAMA			9,290217941

$$\text{Tutarlılık İndeksi} = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{9,29 - 9}{9 - 1} = 0,036$$

$$\text{Tutarlılık Oranı} = \frac{\text{Tutarlılık İndeksi}}{\text{Rassallık Göstergesi}} = \frac{0,036}{1,45} = 0,025$$

Nüfus kapasitesi kriterine göre yapılan ikili karşılaştırma matrisi, bağımlılık içeren diğer kriterler için de sırasıyla yapılmıştır. Fakat *Alan Büyüklüğü* (C_6) ve *Ulaşılabilirlik* (C_{10}) kriterleri için ikili karşılaştırma matrisi uygulanmamıştır. Bunun nedeni ise bu iki kriterin ikili karşılaştırmalarda $n=2$ değerini almasıdır. Tutarlılık oranı hesaplarken 2 kriter olması durumunda, rassallık göstergesi “0” değerini alır ve böyle bir durumda tutarlılık oranı “tanımsız” olmaktadır.

Tablo 5.8. Hazır Altyapı Kriterine (C₇) Göre İkili Karşılaştırma Matrisi

		Nüfus Kapasite			Jeoloji			İkincil Afet Olabilirliği			Eğim			Kapasite (Çadır, Konteynr)		
HAZIR ALTYAPI (C ₇)	Nüfus Kapasite	1,00	1,00	1,00	0,23	0,50	0,65	0,18	0,29	0,50	0,15	0,22	0,35	0,63	0,85	1,26
	Jeoloji	1,54	2,02	4,26	1,00	1,00	1,00	0,44	0,79	1,08	0,26	0,34	0,53	1,60	2,73	4,99
	İkincil Afet Olabilirliği	2,02	3,48	5,43	0,93	1,26	2,27	1,00	1,00	1,00	0,33	0,54	0,73	2,36	3,88	6,13
	Eğim	2,90	4,63	6,50	1,87	2,93	3,83	1,37	1,85	3,00	1,00	1,00	1,00	4,99	7,08	8,38
	Kapasite (Çadır, Konteynr)	0,79	1,17	1,58	0,20	0,37	0,62	0,16	0,26	0,42	0,12	0,14	0,20	1,00	1,00	1,00

Tablo 5.9. Hazır Altyapı Kriterine (C₇) Ait Durulaştırılmış İkili Karşılaştırma Matrisi ($\lambda=0,5$, $\alpha=0,4$)

		Nüfus Kapasite	Jeoloji	İkincil Afet Olabilirliği	Eğim	Kapasite (Çadır, Konteynr)
HAZIR ALTYAPI (C ₇)	Nüfus Kapasite	1,00	0,45	0,30	0,22	0,87
	Jeoloji	2,32	1,00	0,74	0,36	2,84
	İkincil Afet Olabilirliği	3,43	1,36	1,00	0,52	3,87
	Eğim	4,49	2,79	1,94	1,00	6,71
	Kapasite (Çadır, Konteynr)	1,14	0,37	0,26	0,15	1,00

Üç kriterden elde edilen ağırlıklar iç bağımlılık matrisini (W_B) oluşturmaktadır. Bu matris, kriterler arası bağımsız karşılaştırma matrisi (V_B) ile çarpıldığında kriterlere ait global ağırlıklar (V_B^*) hesaplanır. Bu şekilde 3 kriter içinde bu noktada Bulanık AAS sonlandırılır.

Tablo 5.10. Hazır Altyapı Kriteri (C_7) Normalize Edilmiş Matris

		Nüfus Kapasite	Jeoloji	İkincil Afet Olabilirliği	Eğim	Kapasite (Çadır, Konteynr)
HAZIR ALTYAPI (C_7)	Nüfus Kapasite	0,08	0,07	0,07	0,10	0,06
	Jeoloji	0,19	0,17	0,18	0,16	0,19
	İkincil Afet Olabilirliği	0,28	0,23	0,24	0,23	0,25
	Eğim	0,36	0,47	0,46	0,45	0,44
	Kapasite (Çadır, Konteynr)	0,09	0,06	0,06	0,07	0,07

Kriter	Özvektör	Özvektör*Matris	Tutarlılık
C1	0,076	0,384115567	5,082192671
C2	0,176	0,883836357	5,036043403
C8	0,245	1,234151581	5,03063212
C9	0,435	2,201602382	5,063432492
C12	0,069	0,347758976	5,055700266

$$\text{Tutarlılık İndeksi} = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{5,05 - 5}{4} = 0,013$$

$$\text{Tutarlılık Oranı} = \frac{\text{Tutarlılık İndeksi}}{\text{Rassallık Göstergesi}} = \frac{0,013}{1,11} = 0,01$$

Tablo 5.11. Çadırkent Kapasite Kriterine (C₁₂) Göre İkili Karşılaştırma Matrisi

		Nüfus Kapasite			Jeoloji			Alan Büyüklüğü			Hazır Altyapı (Su, Elektrik)			İkincil Afet Olabilirliği			Eğim		
KAPASİTE ÇADIRKENT (C₁₂)	Nüfus Kapasite	1,00	1,00	1,00	0,36	0,46	0,73	0,54	1,00	1,58	0,79	1,47	2,45	0,27	0,50	0,73	0,17	0,27	0,51
	Jeoloji	1,17	2,02	2,63	1,00	1,00	1,00	1,60	2,73	4,27	1,26	2,27	3,35	0,79	1,08	1,81	0,35	0,58	1,00
	Alan Büyüklüğü	0,63	1,00	1,85	0,23	0,37	0,62	1,00	1,00	1,00	1,17	1,72	3,35	0,27	0,46	1,17	0,23	0,34	0,55
	Hazır Altyapı (Su, Elektrik)	0,41	0,68	1,26	0,30	0,44	0,79	0,30	0,58	0,85	1,00	1,00	1,00	0,26	0,58	0,85	0,17	0,27	0,51
	İkincil Afet Olabilirliği	1,37	1,99	3,69	0,55	0,93	1,26	1,00	2,76	4,17	1,17	1,72	3,92	1,00	1,00	1,00	0,20	0,34	0,73
	Eğim	1,94	3,64	5,77	1,17	1,85	3,00	1,81	2,97	4,42	1,94	3,64	5,77	1,37	2,97	5,12	1,00	1,00	1,00

Tablo 5.12. Çadırkent Kapasite Kriterine (C₁₂) Ait Durulaştırılmış İkili Karşılaştırma Matrisi ($\lambda=0,5$, $\alpha=0,4$)

		Nüfus Kapasite	Jeoloji	Alan Büyüklüğü	Hazır Altyapı (Su, Elektrik)	İkincil Afet Olabilirliği	Eğim
KAPASİTE ÇADIRKENT (C₁₂)	Nüfus Kapasite	1,00	0,49	0,98	1,46	0,48	0,29
	Jeoloji	1,89	1,00	2,70	2,18	1,14	0,60
	Alan Büyüklüğü	1,06	0,38	1,00	1,88	0,54	0,35
	Hazır Altyapı (Su, Elektrik)	0,71	0,47	0,55	1,00	0,54	0,29
	İkincil Afet Olabilirliği	2,14	0,88	2,51	2,00	1,00	0,37
	Eğim	3,56	1,88	2,91	3,56	2,92	1,00

Tablo 5.13. Çadırkent Kapasite Kriteri (C₁₂) Normalize Edilmiş Matris

		Nüfus Kapasite	Jeoloji	Alan Büyüklüğü	Hazır Altyapı (Su, Elektrik)	İkincil Afet Olabilirliği	Eğim
KAPASİTE ÇADIRKENT (C₁₂)	Nüfus Kapasite	0,10	0,10	0,09	0,12	0,07	0,10
	Jeoloji	0,18	0,20	0,25	0,18	0,17	0,21
	Alan Büyüklüğü	0,10	0,07	0,09	0,16	0,08	0,12
	Hazır Altyapı (Su, Elektrik)	0,07	0,09	0,05	0,08	0,08	0,10
	İkincil Afet Olabilirliği	0,21	0,17	0,24	0,17	0,15	0,13
	Eğim	0,34	0,37	0,27	0,29	0,44	0,34

Kriter	Özvektör	Özvektör*Matris	Tutarlılık
C1	0,097	0,59532599	6,155856039
C2	0,200	1,238544979	6,203831957
C6	0,103	0,645425206	6,262451335
C7	0,079	0,493958758	6,250641961
C8	0,176	1,105347401	6,276716902
C9	0,345	2,15946186	6,251004201

$$\text{Tutarlılık İndeksi} = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{6,23 - 6}{5} = 0,04$$

$$\text{Tutarlılık Oranı} = \frac{\text{Tutarlılık İndeksi}}{\text{Rassallık Göstergesi}} = \frac{0,04}{1,25} = 0,032$$

5.10. TOPSIS Yöntemi Ve Sıralama

Bu adıma kadar kriterlerin önem ağırlıkları ve etkileşimleri, birbiri arasındaki bağımlılıkları, afet sonrası kullanılacak hizmet noktalarından biri olan *çadır kent/konteynır kent* yeri seçimi için hesaplanmıştır. Çalışmanın nihai amacı, *çadır kent* yeri seçiminin tek bir alternatifle sınırlandırmak yerine, karar verici gruba birden fazla alternatifi sunmaktır.

Uzman görüşleri ve TAMP Çorum Planında yer alan, aynı zamanda birkaç yeni nokta eklenerek genişletilen Çorum İline ait çadırkent/konteynırkent lokasyonları aşağıdaki gibidir.

DEMATEL yöntemiyle elde edilen sonuçlar doğrultusunda üç kriter hesaplamaya dahil edilmemiştir. Bulanık AAS yöntemiyle elde edilen global ağırlıklar bu yöntemde girdi olarak kullanılmıştır.

KVN1: Ömerbey Mera Alanı

KVN2: Sıklık Parkı

KVN3: Aşıklar Tepesi

KVN4: Cumartesi Pazarı Alanı

KVN5: Slimkent

KVN6: Ortaköy Yolu

KVN7: Akkent TOKİ

KVN8: Şehitlik Civarı

Karar matrisi 7 kişilik uzman grup tarafından, 0-20 puanlama aralığında doldurulmuştur. TOPSIS yönteminde ikili karşılaştırmalara gerek duyulmadığından 7 uzmana ait karar matrisleri *aritmetik ortalama* alınarak, Tablo 5.14.' te birleştirilmiştir.

Karar matrisi hazırlanırken, bazı kriterler için yapılan puanlamalar ters mantıkla oluşturulmuştur. Örneğin C_9 (*Eğim*) kriteri değerlendirilirken, eğimi fazla olan alternatife verilen puan daha düşük, eğimi az olan alternatife verilen puan ise daha yüksek olmuştur.

Bölüm 4.5' de yer alan TOPSIS yöntemine ait standart adımlar takip edilerek aşağıdaki veriler elde edilmiştir.

Tablo 5.14. Karar Matrisi (A)

	C1	C2	C4	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
KVN1	16,86	5,57	12,14	18,43	5,14	7,14	19,57	15,14	14,29	17,43
KVN2	8,00	11,57	12,00	16,71	12,71	15,29	2,14	14,14	13,43	6,14
KVN3	6,86	12,71	17,43	6,29	16,00	13,86	4,71	11,00	8,00	5,71
KVN4	6,86	15,29	17,71	6,43	18,57	15,14	11,29	13,00	8,00	5,43
KVN5	13,43	4,43	8,43	17,29	6,00	6,43	15,29	13,71	13,86	14,29
KVN6	9,57	7,29	6,43	11,29	2,57	8,57	11,86	12,86	11,86	11,57
KVN7	7,86	5,71	10,14	8,71	12,57	7,71	10,43	14,71	14,14	9,86
KVN8	5,29	9,29	9,00	4,00	6,29	8,57	6,71	6,71	4,86	4,43

Karar matrisi oluşturulduktan sonra, Bulanık ANP ve DEMATEL yaklaşımlarıyla elde edilen global ağırlıklar, TOPSIS yönteminde faktör ağırlıkları (W_i) olarak kullanılmıştır.

Tablo 5.15. Standart Karar Matrisi (R)

	C1	C2	C4	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
KVN1	0,59	0,20	0,35	0,53	0,16	0,23	0,60	0,41	0,44	0,59
KVN2	0,28	0,42	0,35	0,48	0,40	0,49	0,07	0,39	0,41	0,21
KVN3	0,24	0,46	0,50	0,18	0,50	0,45	0,14	0,30	0,24	0,20
KVN4	0,24	0,56	0,51	0,18	0,58	0,49	0,35	0,36	0,24	0,19
KVN5	0,47	0,16	0,24	0,50	0,19	0,21	0,47	0,38	0,42	0,49
KVN6	0,34	0,27	0,19	0,32	0,08	0,28	0,36	0,35	0,36	0,39
KVN7	0,28	0,21	0,29	0,25	0,39	0,25	0,32	0,40	0,43	0,34
KVN8	0,19	0,34	0,26	0,11	0,20	0,28	0,21	0,18	0,15	0,15

R_{ij}	28,35	27,42	34,72	34,90	32,08	30,88	32,64	36,53	32,69	29,30
-----------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Tablo 5.16. Ağırlık Standart Karar Matrisi (V)

	C1	C2	C4	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
KVN1	0,033	0,045	0,015	0,042	0,007	0,039	0,169	0,015	0,014	0,024
KVN2	0,015	0,094	0,014	0,038	0,016	0,083	0,018	0,014	0,013	0,009
KVN3	0,013	0,103	0,021	0,014	0,020	0,076	0,041	0,011	0,008	0,008
KVN4	0,013	0,124	0,021	0,015	0,024	0,083	0,097	0,013	0,008	0,008
KVN5	0,026	0,036	0,010	0,039	0,008	0,035	0,132	0,014	0,013	0,020
KVN6	0,019	0,059	0,008	0,026	0,003	0,047	0,102	0,013	0,012	0,016
KVN7	0,015	0,046	0,012	0,020	0,016	0,042	0,090	0,015	0,014	0,014
KVN8	0,010	0,075	0,011	0,009	0,008	0,047	0,058	0,007	0,005	0,006

Kriter	C1	C2	C4	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
Wi	0,055	0,223	0,042	0,079	0,041	0,168	0,282	0,037	0,032	0,041

Tablo 5.17. İdeal ve Negatif İdeal Çözümler

A*	0,033	0,124	0,021	0,042	0,024	0,083	0,169	0,015	0,014	0,024
A-	0,010	0,036	0,008	0,009	0,003	0,035	0,018	0,007	0,005	0,006

S*									
0,000	-0,079	-0,007	0,000	-0,017	-0,044	0,000	0,000	0,000	0,000
-0,017	-0,030	-0,007	-0,004	-0,007	0,000	-0,150	-0,001	-0,001	-0,016
-0,019	-0,021	0,000	-0,028	-0,003	-0,008	-0,128	-0,004	-0,006	-0,016
-0,019	0,000	0,000	-0,027	0,000	-0,001	-0,072	-0,002	-0,006	-0,017
-0,007	-0,088	-0,011	-0,003	-0,016	-0,048	-0,037	-0,001	0,000	-0,004
-0,014	-0,065	-0,014	-0,016	-0,020	-0,037	-0,067	-0,002	-0,002	-0,008
-0,017	-0,078	-0,009	-0,022	-0,008	-0,041	-0,079	0,000	0,000	-0,011
-0,022	-0,049	-0,010	-0,033	-0,016	-0,037	-0,111	-0,009	-0,009	-0,018

S ⁻									
0,022	0,009	0,007	0,033	0,003	0,004	0,150	0,009	0,009	0,018
0,005	0,058	0,007	0,029	0,013	0,048	0,000	0,008	0,008	0,002
0,003	0,067	0,013	0,005	0,017	0,041	0,022	0,004	0,003	0,002
0,003	0,088	0,014	0,006	0,020	0,048	0,079	0,006	0,003	0,001
0,016	0,000	0,002	0,030	0,004	0,000	0,113	0,007	0,009	0,014
0,008	0,023	0,000	0,017	0,000	0,012	0,084	0,006	0,007	0,010
0,005	0,010	0,004	0,011	0,013	0,007	0,072	0,008	0,009	0,008
0,000	0,039	0,003	0,000	0,005	0,012	0,039	0,000	0,000	0,000

Tablo 5.18. Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması

	S*	S ⁻
KVN1	0,092	0,158
KVN2	0,156	0,083
KVN3	0,136	0,085
KVN4	0,081	0,130
KVN5	0,109	0,120
KVN6	0,106	0,091
KVN7	0,123	0,076
KVN8	0,136	0,057

Tablo 5.19. İdeal Çözüme Göre Yakınlığın Hesaplanması

	C*	Sıralama
KVN1	0,63	1
KVN2	0,35	7
KVN3	0,38	5
KVN4	0,62	2
KVN5	0,52	3
KVN6	0,46	4
KVN7	0,38	6
KVN8	0,30	8

6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Günümüzde yer seçim problemleri, çok kriterli karar verme (ÇKKV) tekniklerinin kullanımı ile yaygın olarak çözülmektedir. ÇKKV yöntemlerin bolluğu, araştırmacılarda farklı modellerin kurgulanıp, çalıştırılmasına imkan sağlamıştır.

Çalışma, afet sonrası kullanılması öngörülen Çadirkent yer seçim problemi olarak ele alınmış, fakat Çadır kent seçim işinin hassasiyeti açısından öncelikle seçim için gerekli kriterlerin belirlenmesi kararına varılmıştır. Bu kapsamda çalışmanın yürütüldüğü Çorum ilindeki ve AFAD Başkanlıktaki uzmanlardan destek alınarak çadır kent yer seçime ait gerekli kriterler toplanmıştır. İlk aşamada yirmiden fazla olan kriterler, uzman görüşüyle elenerek 13' e düşürülmüştür.

Uzmanlar arasındaki görüş ayrılıkları, yer seçim işlemlerinin farklı disiplinlerle olan bağlılığından dolayı, kriterler arasındaki etki, önem ve bağımlılığın DEMATEL yöntemiyle çözüleceği tasarlanmıştır. DEMATEL skalası kullanarak uzmanlara yapılan anketler değerlendirilmiş ve 3 kriter daha çadirkent yer seçim kriteri olmaktan çıkarılmıştır.

DEMATEL yöntemiyle kriterler arası bağımlılıklar kurulmuş ve bu bağımlılıklar ikili karşılaştırma matrisleriyle, uzmanlara bulanık ortamda yöneltmiştir. Bulanık ANP yöntemi kullanılarak kriterler arası bağımsız ağırlıklar hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar neticesinde kriterler sırasıyla;

(C1: 0,055) (C2: 0,223) (C4: 0,042) (C6: 0,079) (C7:0,041) (C8: 0,168)(C9: 0,282) (C10: 0,037) (C11: 0,032) (C12: 0,041) ağırlıklarına sahiptir. Görüldüğü üzere C₂, C₈ ve C₉ kriterleri, çadirkent yer seçiminde diğer kriterler üzerinde çok daha fazla öneme sahiptir.

Kriter ağırlıklarının hesaplanması neticesinde TOPSIS yöntemine geçilmiş ve muhtemel bir afet sonrası Çorum İlinde kurulması öngörülen çadirkent alanları arasında sıralama yapılmıştır. Yöntemin son adımında ideal çözüm gerçekleştirilmiş ve alternatiflere ait sıralama gösterilmiştir. Çorum ilinde olası bir afet sonrası kurulacak çadirkent noktaları için öncelik, KVN1 (*Ömerbey Mera Alanı*) olacaktır.

Bununla birlikte TAMP Çorum Planında Ömerbey Köyü Mera Alanı 1.öncelikli Çadirkent/konteynırkent yeri olarak işaretlenmiştir.

Çalışmanın genişletilerek sadece çadirkent/konteynırkent olarak değil afetler sonrası kullanılacak tüm servis (sahra hastaneleri, aşevleri, mobil iletişim noktaları,

enkaz döküm alanları v.b.) noktaları için tasarlanması literatüre katkı, bu işi yapan biz AFAD personeline de kolaylık sağlayacaktır.

Uzman görüşleri alınırken, çalışmanın yapıldığı yer olan Çorum İlinin 2.bölge deprem kuşağı içerisinde yer aldığı bilinmekteydi. Bu durum Türkiye genelinde 2.bölge deprem kuşağında yer alan ve demografik, idari yapı, yüzölçümü v.b. bakımdan Çorum iline benzer yerleşim yerleri içinde uygulanabileceği düşünülmektedir.



KAYNAKÇA

“Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü”, 2014, T.C. Başbakanlık Afet Ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı

Aksakal, E., Dağdeviren, M., 2010, “ANP Ve Dematel Yöntemleri İle Personel Seçimi Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım”, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 25 (4), 905-913

Aktepe, A., 2011, “A total performance measurement model with fuzzy multicriteria decision making methods and application”, Kırıkkale Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Aktepe, A., Ersöz S., Uslu A., 2016 “Location Selection For Post-Disaster Service Supply With Fuzzy Hybrid Multi-Criteria Decision Making Models, 19th QMOD Conference On Quality And Service Sciences ICQSS 2016

Alpay, M., 2010, “Kredi Değerliliğinin Ölçülmesinde TOPSIS Yöntemi Ve Bir Uygulama”, Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Ar, İ.M., Gökşen, H., Tuncer, M.A., 2015 “ Kablo Sektöründe Tedarikçi Seçimi İçin Bütünleşik DEMATEL-AAS-VIKOR Yönteminin Kullanılması”, Ege Akademik Bakış, 15 (2), 285-300

Arık, H., 2014, “Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Mağaza Yeri Seçimi”, Bahçeşehir Üniversitesi, Bilgi Teknolojileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Arslan, T., Khisty, C. 2005 “A Rational Reasoning Method From Fuzzy Perceptions In Route Choise”, Fuzzy Sets And Systems, 150, 419-435

Aslan, H.M., Yıldız, M.S., Uysal, H.C., 2015, “ Afet İstasyonlarının Kuruluş Yeri Seçiminde Bulanık TOPSIS Yönteminin Uygulanması: Düzce’de Bir Lokasyon Analizi”, Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 3, 2, 111-128

Aydin, Y., 2013, “Bulanık TOPSIS Ve VIKOR Yöntemi Kullanılarak Rüzgar Enerjisi Santral Yeri Seçimi”, Yıldız Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Budak, S.N., 2014, “Promethee Ve ANP Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri: Ankara Sağlık Bakanlığı Hastanelerinde Uygulama”, Gazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Bulut, K., 2009, “Türkiye’ de Kullanılan Ulaştırma Modlarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Değerlendirilmesi”, Erciyes Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Butt, S.E., Cavalier, T.M., 1996 “Efficient Algorithm For Facility Location in The Presence Of Forbidden Regions”, *European Journal of Operational Research*, 90(1), 56–70.

Can, A.M., 2012, “Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri İle Samsun Lojistik Köyünün Yerinin Belirlenmesi”, Erciyes Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Cengiz, M., 2007, “Türkiye’ deki Mevcut Koşulların Bulanık Analitik Ağ Süreciyle Değerlendirilerek Uygun Tersane Yeri Seçimi”, Yıldız Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Cheng, W. Chin, L. Chuan, L., 2010 “Optimal marketing strategy: A decision-making with ANP and TOPSIS”, *International Journal of Production Economics*, 127, 190-196

Dağdeviren, M., 2007, “Integrated modelling the performance evaluation process with fuzzy AHP”, *Journal of Engineering and Natural Sciences*, 25, 3, 268-282

Darend. B., 2009, “Tesis Yer Seçimi İle Deprem Durumunda Yaralı Toplama Noktalarının Modellenmesi”, Hacettepe Üniversitesi, İstatistik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Demirer, A., 2017, “Güneş Enerjisi Santrali Yer Seçimi Probleminin Analitik Hiyerarşi Prosesi Yardımı İle Değerlendirilmesi”, Beykent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Doğramacı, S., 2009, “Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri İle Toplu Konut Yer Seçimi”, Yıldız Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi

Drezner, T. Drezner, Z., 2007 “The Gravity P-Median Model. *European Journal Of Operational Research*” 179, 1239–1251

Erden, T., 2009, “Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Analitik Hiyerarşi Yöntemi’ ne Dayalı İtfaiye İstasyon Yer Seçimi: İstanbul Örneği”, İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği, Doktora Tezi

Eroğlu, Ö., 2014, “Bakım/Onarım Alternatiflerinin Bulanık Dematel Ve SMAA-2 Yöntemleriyle Değerlendirilmesi”, Kara Harp Okulu, Savunma Bilimleri Enstitüsü, Tedarik Ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı

Göksu, A., Güngör İ., 2008, “Fuzzy analytic hierarchy process and its application of university preference ranking”, *S.D.Ü. Economic and Administrative Sciences Journal*, 13, 3, 1-26

Görmez, N., 2008, “Disaster Response And Relief Facility Location For İstanbul” , The Middle East Technical University, M.Sc. Thesis, Ankara

Göztepe, K., 2013, “Analitik Ağ Prosesi”, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ders Notları

Güler, H.H., 2008, “Zarar azaltmanın temel ilkeleri”, Kadioğlu M., Özdamar E., “Afet zararlarını azaltmanın temel ilkeleri”, Ankara

Gülyüz, S., 2010, “Geri Dönüşüm Tesislerine Lisans Verme Probleminin Bulanık ANP Ve AHP Yöntemleri İle Değerlendirilmesi”, Yıldız Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Hung, Y.H., Chou, S.C.T., Tzeng, G.H., 2006 “Using a fuzzy group decision approach-knowledge management adoption” APRU DLI 2006 Conference, Japan, 48-52

Karakaşoğlu, N., 2008, “Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Uygulama”, Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Kaya, İ., Kılınç, M.S., Çevikcan, E., 2007, “Applying a fuzzy decision making model for machine-equipment selection”, Engineer and Machine, 49, 8-14

Kırıkcı, C., 2012, “Determination Of Shelter Locations And Evacuation Routes For A Possible Earthquake In The City Of Istanbul”, Bilkent Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Koçak, D., 2014, “Mobilya Sektöründe En Uygun Tedarikçi Seçimi İçin Çok Kriterli Karar Verme Tekniğinin Uygulanması”, Erciyes Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Küçükönder, M., Karabulut, M., 2007, “Çok Kriterli Analiz Yöntemi Kullanılarak Kahramanmaraş’ ta Çöp Depolama Alanı Tespiti”, Coğrafi Bilimler Dergisi, 5 (2), 55-76

Kwiesielewicz, M., Uden, E. V., 2004, “Inconsistent and Contradictory Judgments’ In Pairwise Comparison Method In The AHP”, Computers & Operations Research, 31, 713-719

Liou, T., Wang J. “Ranking Fuzzy Numbers With Integral Value”, Fuzzy set and systems, 50 pp. 247-255

Organ, A. 2013, “Bulanık DEMATEL yöntemiyle makine seçimini etkileyen kriterlerin değerlendirilmesi”, Ç.Ü. Social Science Journals, 1, 157-172

Öz, A.H., 2007, “Yük Helikopteri Seçiminde Bulanık Çok Amaçlı Karar Verme Modeli”, İstanbul Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi

Özbek, A., 2014, “The use of multi criteria decision making methods in supplier selection”, G.Ü., Social Science Elektronik Journal, 11, 69-99

Özdağoğlu, A., 2011, “A multi criteria decision making methodology on the of facility location: Fuzzy ANP”, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, s00170-011-3505-1, 59, 787-803

Özder, E.H., 2015, “Tedarikçi Seçiminde Analitik Ağ Süreci Ve Hedef Programlama Tekniklerinin Entegrasyonu: Örnek Olay Çalışması”, Kırıkkale Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Özer, Y.E., 2017, “Afet Konusundaki Algı Ve Yerel Aktörlerin Sorumlulukları”, Sayıştay Dergisi, 106, 1-34

Rezaeiniya, N., Ghadikolaei, A.S., Tekmeh, J.M., 2014, “ Fuzzy ANP Approach for New Application: Greenhouse Location Selection; a Case in Iran”, Journal Of Mathematics And Computer Science, 8, 1-20

Saaty, T.L., 2001, “Decision making with dependence and feedback the ANP”, Rws Publications, Pittsburgh, Pa

Sahin, E.K., 2012, “CBS Tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi Yöntemi Kullanılarak Heyelan Duyarlılık Haritasının Üretilmesi: Trabzon İli Örneği”, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Jeodezi Ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Sahin, S., 2007 “Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Bulanık Ortamda Afet Yönetimi Sisteminde Geçici Barınma Alanları Yer Seçimi”, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Saral, A., 2010, “Çok Kriterli Karar Verme Ve Bilgi Difüzyonu Yöntemleri Yardımıyla, Taşkın Risk Analizi Yazılımının Gerçekleştirilmesi”, İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, İletişim Sistemleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Sheu, J.B., 2004, “A Hybrid Fuzzy-Based Approach For Identifying Global Logistics Strategies”. Transportation Research. 40, 39-61

Soner S., Önüt S., 2006 “Multi Criteria Supplier Selection: An Electre-AHP Application”, Journal of Engineering and Natural Sciences, 4, 110-120

SPHERE Projesi, 1998 “Afete Müdahalede Asgari Standartlar Ve İnsani Yardım Sözleşmesi”

Törenci, H.E., 2015, “Afet Yönetimi ve Bursa’ da Sağlık Sektöründe Afet Yönetimi”, Beykent Üniversitesi, İşletme Yönetimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Tsai, W.H., Chou W.C., 2009, “Selecting management systems for sustainable development in SMEs:A novel hybrid model based on DEMATEL, ANP, and ZOGP”, Expert Systems with Applications, 36, 1444–1458

Tzeng, G. H., Chiang, C. H., & Li, C. W., 2007 “Evaluating intertwined effects in e-learning programs: A novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL”, Expert Systems with Applications, 32(4), 1028–1044

Uludağ, A.S., Deveci, M., 2013, “Kuruluş Yeri Seçim Problemlerinde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Kullanılması Ve Bir Uygulama”, AİBÜ Sosyal Bilimler Dergisi, 13, 257-287

Wu, W. W., Lee, Y. T., 2007, “Developing global managers competencies using the fuzzy DEMATEL method”, Expert Systems with Applications, 32(2), 499–507

Yeşilyurt, C., 2016, “Hızlı Tüketim Ürünleri Sektöründe Analitik Ağ Süreci İle Reklam Mecrası Seçimi”, İstanbul Teknik Üniversitesi, İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Yıldırım, B. F., 2015, “Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde ARAS Yöntemi”. KAÜ İİBF Dergisi, 6 (9), 285-296

Yurdakul, M., Yıldırım E., 2013, “Identifying the optimum marketing strategy by analytic network process”, D.Ü. Social Science Journals, Special Issue, 211-226

Yurdakul M., Tansel Y., 2003, “An Illustrative Study Aimed to Measure and Rank Performance of Turkish Automotive Companies Using TOPSIS” G.Ü. J. Fac. Eng. and Arch. 18, (1), 1-18

Wang, J., 2009, “Research On Project Selection System Of Pre-Evaluation Of Engineering Design Project Bidding”, International Journal Of Project Management, 27, 584-599

Zadeh, L. A. 1965, “Fuzzy Sets”, Information And Control, 8, 338-353

Zhou, X., 2012, “Fuzzy Analytical Network Process Implementation With Matlab”, A Fundamental Tool For Scientific Computing And Engineering Applications, 3, Chapter 6