

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

Adnan ABDULVAHİTOĞLU

**AHP-TOPSIS TABANLI MATEMATİKSEL PROGRAMLAMA
İLE JANDARMA KARAKOLU KURULUŞ YERİ SEÇİMİ VE
CAS/CBS İLE ANALİZİ**

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

ADANA, 2021

ÖZ

DOKTORA TEZİ

AHP-TOPSIS TABANLI MATEMATİKSEL PROGRAMLAMA İLE JANDARMA KARAKOLU KURULUŞ YERİ SEÇİMİ VE CAS/CBS İLE ANALİZİ

Adnan ABDULVAHİTOĞLU

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Doç. Dr. Melik KOYUNCU

Yıl: 2021, Sayfa: 287

Jüri : Prof. Dr. Mesut BAŞIBÜYÜK

: Doç. Dr. Z. Figen ANTMEN

: Dr. Öğr. Üyesi Fikri EGE

: Dr. Öğr. Üyesi Pınar MİÇ

Küreselleşmenin, nüfus artışının ve teknolojiadaki hızlı değişimin sebep olduğu dinamik ortam; devletlerin iç ve dış güvenlik tanımlarının belirsizleşmesine ve güvenlik modellerinin değişmesine neden olmaktadır. Bu nedenle kamu düzeni ile ulusal güvenliğe yönelik tehditler de farklılaşmaktadır. Bu bağlamda terörizm, ayrılıkçı hareketler, etnik ve dini çatışmalar, uluslararası organize suçlar vb. asimetrik tehditler, olarak ortaya çıkan bu yeni parametreler güvenlik algılarını büyük oranda değiştirmektedir. Bununla birlikte hızla artan dünya nüfusunun ihtiyaç duyduğu kaynaklar da hızla tükenmektedir. İnsanların ihtiyaçlarının karşılanamaması nedeniyle ortaya çıkan toplumsal kargaşa ve ekonomik sorunlar kamu düzeninin bozulmasına neden olmaktadır. Bu nedenle hızla azalan doğal kaynaklar ve bu kaynakların paylaşımı ile birlikte teknolojik gelişmelere paralel olarak artan suç ve suç çeşitleri, ülkelerin en önemli güvenlik sorunu haline gelmektedir.

Bununla birlikte halen dünya genelinde etkili olan Covid-19 salgını da ülke genelinde birtakım olağanüstü tedbirlerin alınmasını gerekli kılmaktadır. Türkiye’de iç güvenliğin ve kamu düzeninin sağlanması, İçişleri Bakanlığı’na bağlı polis, jandarma ve sahil güvenlik birimleri tarafından yerine getirilmektedir. Bunlardan kendisine has değerler sistemi, örnek bir disiplin anlayışı ve kurumsal bir yapısı olan Jandarma, ülkemizin en ücra köşelerindeki karakolları vasıtasıyla sorumluluk sahasında emniyet ve asayiş sağlamaktadır. Bu çalışmada Jandarma karakollarının kuruluş yerleri, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleriyle değerlendirilerek ve Karma Tam Sayılı Programlama kullanılarak belirlenecektir. Bu şekilde oluşturulan matematiksel modelin GAMS programı kullanılarak çözülmesi ile sezgiler ve uygulamalardan uzak optimum karar verilmiş olacaktır. Daha sonra tespit edilen kuruluş yeri Coğrafi Analiz Sistemi(CAS) ve Coğrafi Bilgi Sistemi(CBS) kullanılarak analiz edilecektir.

Anahtar Kelimeler: AHP, TOPSIS, karma tam sayılı programlama, jandarma karakolu, CAS/CBS

ABSTRACT

Phd THESIS

SELECTING THE FACILITY LOCATION OF THE GENDARMERIE STATION WITH AN AHP-TOPSIS BASED MATHEMATICAL PROGRAMMING AND ANALYSING WITH GAS/GIS

Adnan ABDULVAHİTOĞLU

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Melik KOYUNCU
Year: 2021, Pages: 287
Jury : Prof. Dr. Mesut BAŞIBÜYÜK
: Assoc. Prof. Dr. Z. Figen ANTMEN
: Assist. Prof. Dr. Fikri EGE
: Assist. Prof. Dr. Pınar MİÇ

Dynamic environment brought about by globalization, population growth and rapid change in technology; causes the internal and external security distinction of the countries to become more ambiguous and to change security paradigms too. Therefore, threats to national security and public order also differ. In this context, terrorism, separatist movements, ethnic and religious conflicts, international organized crime etc. asymmetric threats emerge as new parameters, and their security perceptions also change drastically. However, the resources needed by the rapidly increasing world population are also rapidly depleting. The social turmoil and economic problems that arise due to the inability to meet the needs of people cause public order to deteriorate. For this reason, with the rapidly decreasing natural resources and sharing of these resources, cause increases in crime numbers and crime types in parallel with technological developments which become the most important security problem of the countries.

However, the Covid-19 epidemic, which is still effective worldwide, requires some extraordinary measures to be taken across the country. Ensuring internal security and public order in Turkey are fulfilled by the police, the gendarmerie and the coast guard units that are affiliated to the Ministry of Interior. Gendarmerie, which has its institutional characteristics, values system and an exemplary discipline understanding, provides safety and security in the field of responsibility through its stations in the most remote corners of the country. In this study, facility locations of Gendarmerie stations will be determined by using Multiple Criteria Decision Making (MCDM) methods and using Mixed Integer Programming. By solving the mathematical model created in this way by using the GAMS program, the optimum decision was made without intuition and emotions. Then the detected facility location was analyzed using Geographic Analysis System (GAS) and Geographic Information System(GIS).

Key Words: AHP, TOPSIS, mixed integer programming, gendarmerie station, GAS/GIS

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Yaşanan hızlı küreselleşme ile birlikte hızla değişen güvenlik algıları, Ortadoğu gibi bir coğrafyada yer alması ve gelişmekte olan bir ülke olması nedeniyle Türkiye’de, iç güvenliğin sağlanmasının önemini daha da artırmaktadır. Hükümetlerin temel görevlerinden biri de vatandaşlarının refahı ve huzuru için emniyet ve asayişini temin ederek kamu düzenini sağlamaktır. Hızla gelişen ve değişen ülkemizde de teknolojik gelişmelere paralel olarak artan suç ve suç çeşitleri ile mücadele, suçluların yakalanarak adalete teslim edilmesi ve meydana gelmesi muhtemel suçların önlenmesi her geçen gün daha da zorlaşmakta ve bir iç güvenlik sorunu haline gelmektedir.

Bununla birlikte insan davranışları, suç çeşitleri ve suçlu profilleri dolayısıyla güvenlik algıları da değişmektedir. Bu bağlamda sosyal devlet anlayışının temel unsurlarından biri olan ülke genelinde emniyet ve asayişini sağlamak, suçluları yakalayıp adalete tesis etmek ve kamu düzenini sağlamak önem kazanmaktadır.

Bu maksatla ülke içinde devletin otoritesini uygulayan unsura kolluk kuvveti denmektedir. Kolluk kuvvetleri aynı zamanda siyasi rejimin yani hükümetin ülke içindeki gücü olup, vatandaşların huzuru ve refahı için emniyet ve asayişini temin ederek kamu düzeninin tesisi için gerekli önlemleri almaktadır. Kamu düzeni bir başka deyişle şahsa ait veya halka açık yerlerde vatandaşın güvenli, huzurlu, sağlıklı ve refah içerisinde yaşamalarının sağlanmasıdır. Bu önemli görevi yerine getirmek için diğer kamu kurumlarından farklı olarak devlet otoritesini temsil eden silahlı bir kurumun kurulması ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bugün bu hizmeti yerine getiren kurumlara genel olarak kolluk kuvvetleri denmektedir. Türkiye’de bu husus büyük çoğunlukla İçişleri Bakanlığına bağlı olarak görev yapan Emniyet Genel Müdürlüğü, Jandarma Genel Komutanlığı ve Sahil Güvenlik Komutanlığı tarafından yerine getirilmektedir.

Türkiye’de emniyet ve asayiş sağlamaktan sorumlu kolluk kuvvetlerinden biri olan Jandarma Genel Komutanlığı ÷lke yüzölçümünün yaklaşık %93’ünden ve ÷lke nüfusunun yaklaşık %21’inden sorumlu olup, 81 il ve 955 ilçede iki yüz binin üzerinde personel ve yaklaşık 2000 jandarma karakolu ile ÷lkenin en ücra köşelerinde hizmet vermektedir. Burada en temel unsur yani jandarma teşkilatının çekirdek unsuru jandarma karakollarıdır.

Bu nedenle bu çalışmada işletmeler açısından sonucu önemli, uzun vadeli, çok kriterli, çok alternatifli ve çok sayıda karar verici olması nedeniyle stratejik bir karar olan tesis kuruluş yeri seçimi kapsamında jandarma karakollarının kuruluş yeri seçimi incelenmiştir. Yapılan literatür taramada karakol kuruluş yeri seçimi ile ilgili daha önce yapılmış herhangi bir akademik çalışma tespit edilememiştir. Ayrıca bu konuda yöneticilere karar desteği sağlayacak bilimsel tabanlı bir model de bulunmamakta sadece güncel mevzuatta bazı kriterler bulunmaktadır.

Bu nedenle hızla değişen şartlar sonucu ortaya çıkan yeni durumlara da cevap verebilecek şekilde mevzuatta belirtilen kriterlerin yeniden güncellenmesi, jandarma karakollarının kuruluş yerlerinin bu yeni kriterler göz önünde bulundurularak belirlenmesi ve bu işlemlerin bilimsel verilere dayalı bir metodoloji ile yapılması gerekmektedir. Bu şekilde karakol kuruluş yerlerinin optimum verimliliği sağlayacak şekilde planlanması ile kurulacak yeni karakolların etkinliği ve verimliliği daha da artırılmış olacaktır.

Bu kapsamda yapılan inşaatlar, kurulan tesisler vb. harcamaların ÷lke ekonomisine getirdiği mali yük, personel maliyeti, etkinlik, verimlilik vb. hususlar göz önüne alındığında: sadece bir kişinin kararı ile değil de birden fazla kişinin karar alma sürecinde yer alacağı ve bilimsel metotlarla yapılan değerlendirmeler sonucu alınan kararlar, kısıtlı bütçe imkanlarından tahsis edilen milli kaynaklarının israf edilmemesine de katkı sağlayacaktır.

Bu bağlamda yapılan araştırmalar neticesinde, güvenlik kuvvetlerinin kuruluş yerlerine etki eden çok fazla kriter olduğu ve bu konuda yeterli akademik çalışma yapılmadığı gör÷lm÷ştür. Bu yüzden Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV)

teknikleri ve matematiksel modelleme kullanılarak değişik alanlarda yapılmış akademik çalışmalar incelenmiştir. Böylece bu yöntemlerin Jandarma Karakollarının en etkin görev yapabileceği kuruluş yerinin seçiminde birlikte kullanılabilirliği araştırılarak, bir ilimizde açılması düşünülen jandarma karakollarının kuruluş yeri seçimi ele alınmıştır.

Bu kapsamda öncelikle çalışma ile ilgili daha önce yapılmış olan kuruluş/yerleşim yeri seçimi, kullanılacak çok kriterli karar verme teknikleri, matematiksel modelleme, coğrafı bilgi sistemleri ve güvenlik/kolluk/karakol konulu çalışmalar incelenerek literatür taraması yapılmıştır. Daha sonra jandarma karakollarının kuruluş yerlerinin belirlenmesi sürecine karar desteği sağlanması maksadıyla bir metodoloji geliştirilmiştir. Bu bağlamda karakol kuruluş yerlerinin belirlenmesinde etkili olan ana kriterler ve alt kriterler belirlenmiş, bu kriterler göz önünde bulundurularak oluşturulan matematiksel modelde ÇKKV tekniklerinden AHP-TOPSIS ile elde edilen sonuçlardan yararlanılmıştır.

Daha sonra sorumluluk sahasındaki yerleşim yerleri, buralarda yaşayan nüfus, meydana gelen suç eşitleri ve sayıları ile yerleşim yerlerinin birbirine mesafesi gibi hususların göz önüne alınması ile kurulan karma tamsayılı programlama modeli, GAMS bilgisayar programı kullanılarak zlmştir. En son olarak elde edilen sonuca göre jandarma karakolu kurulmasına karar verilen yerleşim yerindeki en uygun arazi yapısı Coğrafı Bilgi Sistemleri ve Coğrafı Analiz Sistemleri kullanılarak analiz edilmiştir.

Yapılan bu çalışma ile;

- i. Günümüz koşullarında emniyet ve asayiş hizmetlerinin daha etkin ve verimli olarak vatandaşlara en hızlı şekilde ulaştırılmasının sağlaması,
- ii. Jandarmanın dolayısıyla devletin halk nezdinde görünürlüğünün arttırılması,
- iii. Kamu düzeni ve güvenliğini daha etkin sağlayacak bir sistem kurulması,

- iv. Kısıtlı bütçe imkanları ile jandarma için ayrılan kaynakların israf edilmesinin önlenmesi,
- v. Kritik yol ve kavşakları kontrol altına alarak suçlu ve suç örgütlerinin hareketlerinin kısıtlanması,
- vi. Başta terör örgütleri olmak üzere suçlu ve suç örgütlerinin faaliyetlerini engelleyebilecek şekilde alan hâkimiyetinin sağlanması ve
- vii. Vatandaşların işlemlerini kolaylaştırmak için ihtiyaç duyulan yerlerde geçmişte kapatılmış karakolların yeniden açılması veya ihtiyaç duyulan yerlere yeni karakollar teşkil edilmesi amaçlanmıştır.

Bununla birlikte 2020 yılında ülkemizde başlayan Coronavirüs salgınında olduğu gibi, salgınla mücadele kapsamında alınan kararların uygulanmasında güvenlik kuvvetlerine büyük görev düşmekte olup, vatandaşların para, ilaç, gıda vb. ihtiyaçlarının ulaştırılmasında da güvenlik kuvvetleri bizzat görev almaktadır. Suçların oluşmadan önlenmesinde veya oluşuktan sonra müdahalede ana unsur olarak görev yapan karakolların savaş, salgın ve doğal afetler gibi olağan üstü durumlarda da aktif olarak görev yaptıkları göz önüne alındığında karakol kuruluş yerlerinin devriyelerin en etkin ve verimli görev yapabileceği bir yerde seçilmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak bu çalışmada, bir ilde çalışma yapmaktan çok bundan sonra ülke genelinde yapılacak çalışmalarda karakol kuruluş yerlerinin seçiminde yaşanan karar verme sürecinde bir sistemin kurulması, bir model oluşturulması ve bu kapsamda bilgisayar programlarından faydalanılarak hızlı ve isabetli karar verebilme imkân ve kabiliyetinin artırılmasının gerekliliği ortaya konmuştur

TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, yapıcı ve yönlendirici fikirleri ile bana daima yol gösteren Tez Danışmanım Sayın Doç. Dr. Melik KOYUNCU ve Bölüm Başkanı Prof. Dr. ALİ KOKANGÜL'e teşekkür ederim.

Doktora Çalışmamın her aşamasında benden desteğini esirgemeyen, her zaman bana ayırabildiği bir zamanı olan, yardımseverliği ile bir akademisyen olarak örnek aldığım Sayın Dr. İrfan MACİT'e şükranlarımı sunarım.

Yoğun çalışma şartlarımdan dolayı sıkıldığım, bunaldığım zamanlarda sürekli beni olumlu yönde motive ederek doktora çalışmalarımda bana destek veren eşim Doç.Dr. Aslı ABDULVAHİTOĞLU'na, hayatım boyunca iyi bir örnek olmaya çalıştığım oğullarım Murat ve Aktuğ ABDULVAHİTOĞLU'na ve beni yetiştirip büyüten rahmetli ebebeynlerim Ali ve Zeynep ABDULVAHİTOĞLU ile bu günlere gelmeğimde emeği geçen başta öğretmenlerim olmak üzere tüm büyüklerime, yakınlarıma ve dostlarıma sonsuz sevgiler.

Çalışma esnasında fikirlerinden faydalandığım ülkemizin en ücra köşelerinde fedakarca görev yapan değerli silah arkadaşlarıma ve mensubu olmaktan gurur duyduğum Jandarma Genel Komutanlığının tüm personeline sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarken, bu çalışmayı Şehitlerimiz, Gazilerimiz ve başta Ulu Önder Mustafa Kemal ATATÜRK olmak üzere ebediyete intikal etmiş üzere tüm gazilerimize adayarak, onları şükranla anıyorum.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ	XIV
ŞEKİLLER DİZİNİ	XVI
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XVIII
1. GİRİŞ	1
1.1. Tesis Kuruluş Yeri Seçimi	3
1.1.1. Tesis Kuruluş Yeri Seçiminin Önemi	6
1.1.2. Tesis Kuruluş Yeri Seçiminin Prensipleri.....	7
1.1.3. Tesis Kuruluş Yeri Seçiminin Amaçları	8
1.1.4. Tesis Kuruluş Yeri Seçim Problemlerinin Sınıflandırılması.....	11
1.1.5. Tesis Kuruluş Yeri Seçiminin Aşamaları.....	15
1.1.6. Tesis Kuruluş Yeri Seçimine Etki Eden Hususlar	17
1.2. Jandarma Karakolları	21
1.3. Karar Verme.....	24
1.3.1. Askeri Karar Verme Süreci	31
1.3.2. Grup Karar Verme Süreci.....	33
1.3.3. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV).....	34
1.3.3.1. ÇKKV Problemleri	37
1.3.3.2. ÇKKV'nin Temel Kavramları	39
1.3.3.3. ÇKKV Problemlerinin Sınıflandırılması	40
1.3.3.4. ÇKKV Teknikleri	41
1.3.3.4.(1). AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) Yöntemi	42
1.3.3.4.(2). ANP (Analitik Ağ Süreci) Yöntemi	43

1.3.3.4.(3). ARAS (Katkı Oranı Değerlendirmesi) Yöntemi	45
1.3.3.4.(4). CODAS (Kombine Mesafe Tabanlı Değerlendirme) Yöntemi	46
1.3.3.4.(5). DEMATEL (Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı) Yöntemi	48
1.3.3.4.(6). EDAS (Ortalama Çözüm Uzaklığına Dayalı Değerlendirme) Yöntemi	50
1.3.3.4.(7). ELECTRE (Gerçeği İfade Edecek Eleme ve Seçim Yöntemi) Yöntemi	51
1.3.3.4.(8). Entropi Ağırlık Yöntemi	53
1.3.3.4.(9). GRAY (Gri İlişki Analizi) Teorisi	54
1.3.3.4.(10). MOORA (Oran Analizine Göre Çok Amaçlı Optimizasyon) Yöntemi	57
1.3.3.4.(11). PROMETHEE (Zenginleştirme Değerlendirmesi İçin Tercih Sıralaması Düzenlemesi) Yöntemi	58
1.3.3.4.(12). SAW (Basit Toplam Ağırlıklandırma) Yöntemi	60
1.3.3.4.(13). SMAA (Stokastik Çok Kriterli Kabul Edilebilirlik Analizi) Yöntemi	61
1.3.3.4.(14). SMART (Basit Çok Nitelikli Derecelendirme Tekniği) Yöntemi	62
1.3.3.4.(15). SWARA (Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi) Yöntemi	64
1.3.3.4.(16). TOPSIS (İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Tercih Sıralama Tekniği) Yöntemi	65
1.3.3.4.(17). WASPAS (Ağırlıklandırılmış Bütünleşik Toplam Çarpım Değerlendirmesi) Yöntemi	66
1.3.3.4.(18). VIKOR (Çok Ölçütlü Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm) Yöntemi	68
1.3.3.5. ÇKKV Tekniklerinin Seçimi	70

1.4. Çalışma Konusunun Tanımı ve Önemi	71
1.5. Çalışmanın Amacı	71
1.6. Çalışmanın Kapsamı.....	72
1.7. Çalışmanın Özgün Katkısı.....	73
1.8. Çalışmanın Aşamaları	73
1.9. Çalışmanın Organizasyonu.....	75
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	76
2.1. Tesis Kuruluş Yeri Seçimi ile İlgili Yapılan Çalışmalar	76
2.2. ÇKKV Yöntemleri Kullanılarak Yapılan Çalışmalar	81
2.3. Matematiksel Modelleme ile Yapılan Çalışmalar.....	95
2.4. Coğrafi Analiz Sistemi/Coğrafi Bilgi Sistemi ile Yapılan Çalışmalar.....	98
2.5. Güvenlik Kuvvetleri ile İlgili Yapılan Çalışmalar	99
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	105
3.1. Materyal	106
3.1.1. Türkiye’de İç Güvenlik Birimlerinin Tarihi Gelişimi.....	107
3.1.2. Jandarma Karakolu	111
3.1.2.1. Jandarma Karakollarının Kurulması	115
3.1.2.2. Jandarma Karakolların Kuruluş Yerlerinin Seçimine Etki eden Kriterler	121
3.1.2.2.(1) Kamu Hizmetlerinin Gerekliliği	122
3.1.2.2.(2) Karakolda Görevli Personel ve Ailesinin Sosyal İhtiyaçları.....	122
3.1.2.2.(3) Karakolda Görevli Personel ve Ailesinin Barınma ve Güvenlik İhtiyaçları	123
3.1.2.2.(4) Karakol Sorumluluk Bölgesindeki Yerleşim Alanları ve Ulaşım Durumu.....	123
3.1.2.2.(5) Karakol Sorumluluk Bölgesindeki Nüfus Durumu/Yoğunluğu	124
3.1.2.2.(6) Karakol Kuruluş İşlemlerinin Maliyeti	124

3.1.2.3. Jandarma Karakolları Kuruluş Yerlerin Bilimsel Metotlarla Belirlenmesi İhtiyacı	125
3.2. Yöntem.....	128
3.2.1. AHP.....	128
3.2.1.1. AHP'nin Teorik Yapısı	129
3.2.1.2. AHP'nin Aşamaları	131
3.2.1.2.(1). Karar Verme Probleminin Tanımlanması ve Hiyerarşik Yapının Oluşturulması	133
3.2.1.2.(2). Önceliklerin Belirlenmesi	135
3.2.1.2.(3). Kriterler Arası İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması:	137
3.2.1.2.(4). Kriterlerin Yüzde Önem Dağılımları ve Öncelik Vektörünün Oluşturulması:	140
3.2.1.2.(5). Kriter Kıyaslamalarındaki Tutarlılık Oranının Hesaplanması:	144
3.2.1.2.(6). Kriterlerin Yüzde Önem Dağılımları Bulunarak Nihai Sıranın Belirlenmesi:	148
3.2.1.3. AHP'nin Avantaj ve Dezavantajları	149
3.2.2. TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) Yöntemi	151
3.2.2.1. TOPSIS Tekniğinin Uygulama Alanları	152
3.2.2.2. TOPSIS Tekniğinin Temel Kavramları	153
3.2.2.3. TOPSIS Tekniğinin Teorik Yapısı.....	154
3.2.2.4. TOPSIS Tekniğinin Aşamaları	155
3.2.2.4.(1). Karar Matrisinin Oluşturulması	156
3.2.2.4.(2). Normalleştirilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması	157
3.2.2.4.(3). Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin oluşturulması.....	159

3.2.2.4.(4). İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Setlerinin Oluşturulması.....	161
3.2.2.4.(5). Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması	162
3.2.2.4.(6). İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması .	165
3.2.2.4.(7). Alternatiflerin Sıralanması ve Sonuç.....	165
3.2.2.5. TOPSIS'in Avantaj ve Dezavantajları	167
3.2.3. Matematiksel Modelleme.....	169
3.2.3.1. Karma Tamsayılı Modelleme	170
3.2.4. Coğrafi Bilgi Sistemi/Coğrafi Analiz Sistemi (CBS/CAS).....	174
3.2.4.1. CBS'nin Tanımı ve Tarihsel Gelişimi	175
3.2.4.2. CBS'nin Bileşenleri.....	176
3.2.4.3. CBS'nin Metodolojisi	177
3.2.4.4. CBS'nin Uygulama Alanları.....	179
3.2.4.5. Coğrafi Analiz Sistemi (CAS)	179
3.2.4.5.(1) CAS'nin Özellikleri	180
3.2.4.5.(2) CAS Menüleri ve Kullanımı.....	181
3.2.4.5.(2).a. Gösterim Menüsü:.....	181
3.2.4.5.(2).b. Benim Katmanlarım Menüsü.....	182
3.2.4.5.(2).c. CAS- CBS Menüleri:	182
4. BULGULAR VE ARAŞTIRMALAR	186
4.1. Karakol Kuruluş Yerinin Belirlenmesine Etki Eden Kriterlerin AHP ile Ağırlıklandırılması	193
4.1.1. Ana Kriterlerin AHP ile Ağırlıklandırılması	195
4.1.2. Kamu Hizmetlerinin Gerekliliği Kriterinin Alt Kriterlerinin AHP ile Ağırlıklandırılması.....	196
4.1.3. Jandarma Personeli ve Ailesinin Sosyal İhtiyaçları Kriterinin Alt Kriterlerinin AHP ile Ağırlıklandırılması.....	197
4.1.4. Jandarma Personeli ve Ailesinin Barınma ve Güvenlik İhtiyaçları Kriterinin Alt Kriterlerinin AHP ile Ağırlıklandırılması	198

4.1.5. Sorumluluk Bölgesindeki Ulaşım ve Yerleşim Alanlarının Durumu	
Kriterinin Alt Kriterlerinin AHP ile Ağırlıklandırılması	200
4.1.6. Bölgedeki Nüfus Durumu/Yoğunluğu Kriterinin Alt Kriterlerinin AHP	
ile Ağırlıklandırılması.....	201
4.1.7. Maliyet Kriterinin Alt Kriterlerinin AHP ile Ağırlıklandırılması.....	202
4.2. Alternatiflerin TOPSIS ile Sıralanması.	205
4.3. Y Karakolunun Kuruluş Yerinin Seçimi İçin Matematiksel Modelin	
Oluşturulması.	214
4.4. Modelin Çözümü.....	222
4.5. Coğrafi Analiz Sistemi (CAS) ile Karakolun Kurulacağı Arazinin Analizi..	223
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	228
KAYNAKLAR	236
ÖZGEÇMİŞ	269
EKLER.....	271
EK-1. GAMS PROGRAMI ÇÖZÜM SONUCU	273

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Önem değerleri ve tanımları	137
Çizelge 3.2. Rastgele indeks sayıları.	146
Çizelge 3.3. Farklı araştırmacıların kullandığı RI değerleri.	146
Çizelge 4.1. Ana kriterlerin ikili karşılaştırma değerleri	195
Çizelge 4.2. Kamu hizmetlerinin gerekleri ana kriterinin alt kriterlerinin ikili karşılaştırma değerleri	196
Çizelge 4.3. Jandarma personeli ve ailesinin sosyal ihtiyaçları ana kriterinin alt kriterlerinin ikili karşılaştırma değerleri	198
Çizelge 4.4. Jandarma personel ve ailesinin barınma ve güvenlik ihtiyaçları ana kriterinin alt kriterlerinin ikili karşılaştırma değerleri.	199
Çizelge 4.5. Sorumluluk bölgesindeki ulaşım ve yerleşim alanlarının durumu ana kriterinin alt kriterlerinin ikili karşılaştırma değerleri.	201
Çizelge 4.6. Sorumluluk bölgesindeki ulaşım ve yerleşim alanlarının durumu ana kriterinin alt kriterlerinin ikili karşılaştırma değerleri.	202
Çizelge 4.7. Maliyet ana kriterinin alt kriterlerinin ikili karşılaştırma değerleri	203
Çizelge 4.8. Karakol kuruluş yerinin değerlendirilmesi için tespit edilen kriter ağırlıklarının sonuca etkisi.....	204
Çizelge 4.9. TOPSIS’te kullanılacak kriterlerin ağırlıkları.....	206
Çizelge 4.10. TOPSIS karar matrisinin oluşturulması.	207
Çizelge 4.11. Normalleştirilmiş karar matrisi	208
Çizelge 4.12. Ağırlıklandırma işleminde kullanılacak kriter ağırlıkları	208
Çizelge 4.13. Ağırlıklandırılmış normalize matris.....	209
Çizelge 4.14. Pozitif ideal çözüm setleri.....	210
Çizelge 4.15. Negatif ideal çözüm setleri	210
Çizelge 4.16. İdeal çözüme uzaklık değerlerinin hesaplanması	211
Çizelge 4.17. Karakolların ideal çözüme uzaklık değerleri	212
Çizelge 4.18. Negatif ideal çözüme uzaklık değerlerin hesaplanması.....	212

Çizelge 4.19. Karakolların negatif ideal çözüme uzaklık değerleri	213
Çizelge 4.20. İdeal ve negatif ideal çözüme uzaklık değerleri.....	213
Çizelge 4.21. Alternatiflerin sıralanması	213
Çizelge 4.22. Yerleşim yerlerinin birbirine ulaşım süresi (CBS kullanılarak hesaplanmıştır).....	217
Çizelge 4.23. Yerleşim yerlerinde yaşayan nüfus durumu.	218
Çizelge 4.24. Suç türlerinin iki karşılaştırma matrisi.....	218
Çizelge 4.25. Meydana gelen suç çeşitlerinin önem dereceleri	219
Çizelge 4.26. Jandarma devriyelerinin bir yılda müdahale ettiği olay sayısı.....	219

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1. Türkiye’de emniyet ve asayişten sorumlu kurumlar.	1
Şekil 1.2. Weber yerleşim yeri üçgeni	9
Şekil 1.3. Tesis yeri yerleşim problemlerinin sınıflandırılması.....	11
Şekil 1.4. Geleneksel karar yaklaşımı.....	26
Şekil 1.5. Modern karar yaklaşımı.....	27
Şekil 1.6. Karar verme süreci.....	27
Şekil 1.7. Karar türleri.	28
Şekil 1.8. Çağdaş karar verme yaklaşımında komutan kararının oluşumu.	32
Şekil 1.9. Çok kriterli karar verme süreci	39
Şekil 1.10. ÇKKV problemlerinin sınıflandırılması	40
Şekil 3.1. Etkili bir karakol kuruluş yeri seçim stratejisi.....	106
Şekil 3.2. Bursa’da Osmanlı döneminde bir jandarma karakolu	114
Şekil 3.3. AHP’nin üç temel ilkesi	130
Şekil 3.4. AHP metodolojisi	131
Şekil 3.5. AHP yönteminin akış şeması.....	132
Şekil 3.6. AHP’nin hiyerarşik yapısı.	134
Şekil 3.7. Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi	136
Şekil 3.8. TOPSIS metodolojisi	152
Şekil 3.9. TOPSIS diyagramı.....	155
Şekil 3.10. TOPSIS tekniğinin uygulama adımları.....	156
Şekil 3.11. Pozitif ve negatif ideal çözümler kümesi.....	162
Şekil 3.12. Eukleid uzaklıkları (ayırma ölçüleri yani S_i^* ve S_i^- değerleri)	163
Şekil 3.13. TOPSIS ile alternatiflerin seçimi	166
Şekil 3.14. CBS'nin temel bileşenleri.....	177
Şekil 3.15. Coğrafi bilgi sistemlerinin metodolojisi	177

Şekil 3.16. Coğrafi analiz sistemi ana menü	181
Şekil 3. 17. Coğrafi analiz sistemi gösterim menüsü	182
Şekil 3.18. CAS- CBS menüsü:	182
Şekil 3.19. CAS-CBS ile mesafe ölçümü.....	183
Şekil 3.20. CAS-CBS görüş analizi.	184
Şekil 3.21. CAS-CBS profil alma.	185
Şekil 4.1. Karar verme faaliyetlerinin başlıca özellikleri.....	186
Şekil 4.2. J.Gn.K.lığı bilimsel karar destek (BİLKARDES) faaliyetlerinde uygulanan süreç	187
Şekil 4.3. Problemin ÇKKV yöntemleri ile çözölen kısmının metodolojisi.....	189
Şekil 4.4. Önerilen metodolojinin tamamının şematik gösterimi	190
Şekil 4.5. Karakol kuruluş yeri seçimi çalışmasının uygulama süreci.....	191
Şekil 4.6. Problemin tanımı, kriterleri ve alt kriterlerini gösteren hiyerarşik yapı.....	194
Şekil 4.7. Tömlşik AHP-TOPSIS uygulama akış şeması.....	205
Şekil 4.8. Karakolun açılacağı yerleşim yerleri haritası (Kapalı ağ özerinden hizmet veren J.Gn.K.lığı CBS'den alınmıştır.)	215
Şekil 4.9. Jandarma devriyesinin olaylara müdahale aşamaları.....	216
Şekil 4.10. Karakol kurulacak 8 numaralı yerleşim yerinin üç boyutlu görünümü (J.Gn.K.lığı CAS'tan alınmıştır)	223
Şekil 4.11. Ölü bölge görüş analizi 5m yükseklik 200m çap.....	224
Şekil 4.12. Ölü bölge görüş analizi 10m yükseklik 200m çap.....	225
Şekil 4.13. Ölü bölge görüş analizi 5m yükseklik 300m çap.....	225
Şekil 4.14. Ölü bölge görüş analizi 10m yükseklik 300m çap.....	226
Şekil 4.15. CAS profil alt analizi	226

SİMGELER VE KISALTMALAR

ANP:	Analitik Ağ Süreci
ARAS	: Katkı Oranı Değerlendirmesi
AR-GE	: Araştırma Geliştirme
AVM	: Alışveriş Merkezi
BİLKARDES	: Bilimsel Karar Destek
BOCR	: Faydalar, Fırsatlar, Maliyetler, Riskler
Cki	: Uyum Seti
C	: ELCTRE Yönteminde Uyum Matrisi
CAS	: Coğrafi Analiz Sistemi
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CI	: Tutarlılık Göstergesi
CODAS	: Kombine Mesafe Tabanlı Değerlendirme
CR	: Tutarlılık Oranı
C_i^*	: İdeal çözüme göre yakınlık değeri
ÇAKV	: Çok Amaçlı Karar Verme
ÇÖKV	: Çok Ölçütlü Karar Verme
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
D	: ELECTRE Yönteminde Uyumsuzluk Matrisi
Dki	: Uyumsuzluk Seti
DEA	: Veri Zarflama Analizi
DEMATEL	: Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı
DP	: Doğrusal Programlama
EDAS	: Ortalama Çözüm Uzaklığına Dayalı Değerlendirme
ELECTRE	: Gerçeği İfade Edecek Eleme ve Seçim Yöntemi

ETL	: Ayıkla Taşı Yükle
ERP	: Kurumsal Kaynak Planlaması
F	: ELECTRE Yönteminde üstünlük matrisi
FAHP	: Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci
FANP	: Bulanık Analitik Ağ Süreci
FTOPSIS	: Bulanık TOPSIS
FMEA	: Hata Türleri ve Etkileri Analizi
GAMS	: Genen Cebirsel Modelleme Sistemi bilgisayar programı
GRAY	: Gri İlişki Analizi
GPS	: Global Konum Belirleyici
GSM	: Mobil İletişim İçin Küresel Sistem
HP	: Hedef Programlama
J.Gn.K.lığı	: Jandarma Genel Komutanlığı
J	: Fayda (maksimizasyon) değeri
J'	: Kayıp (minimizasyon) değeri
ISM	: Uluslararası Güvenlik Yönetimi
İHA	: İnsansız Hava Aracı
KDS	: Karar Destek Sistemleri
KHK	: Kanun Hükmünde Kararname
KOM	: Kaçakçılık ve Organize Suçlarla Mücadele
LINGO	: Etkileşimli Genel Optimizasyon Dili bilgisayar programı
LPI	: Lojistik Performans İndeksi
MCDM	: Çok Kriterli Karar Verme
MOORA	: Oran Analizine Göre Çok Amaçlı Optimizasyon Yöntemi
NDA	: Ortalamadan Negatif Uzaklık Matrisi
NLP	: Sinir Dili Programlaması

OECD	: Ekonomik İşbirliği Teşkilatı
PDA	: Ortalamadan Pozitif Uzaklık Matrisi
PROMETHEE	: Zenginleştirme Değerlendirmesi İçin Tercih Sıralaması Düzenlemesi Yöntemi
p_i^c	: SMAA Yönteminde Güvenilirlik Faktörü
RI	: Rastgele İndeks (Rastsallık Göstergesi)
RFM	: Etkili Pazarlama Yöntemi
$Q^{(1)}$	: WSM yöntemine göre toplam göreceli önem değeri
$Q^{(2)}$	: WPM yöntemine göre toplam göreceli önem değeri
SAW	: Basit Toplam Ağırlıklandırma Yöntemi
SN	: NDA'larının Ağırlıklı Toplam Değeri
SP	: PDA'larının Ağırlıklı Toplam Değerleri
SWOT	: Güçlü Yönler, Zayıf Yönler, Fırsatlar, Tehditler
SMAA	: Stokastik Çok Kriterli Kabul Edilebilirlik Analizi Yöntemi
SMART	: Basit Çok Nitelikli Derecelendirme Tekniği
SPSS	: Sosyal Bilimler için İstatiksel Paket Programı
STÖ	: Sivil Toplum Örgütleri
S^*	: İdeal çözüm seti
S^-	: Negatif ideal çözüm seti
S_i^+	: İdeal çözüm setinden sapmalar
S_i^-	: Negatif ideal çözüm setinden sapmalar
SWARA	: Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi Yöntemi
TRIZ	: Yaratıcı Problem Çözme Teorisi
TOPSIS	: İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Tercih Sıralama Tekniği
TSK	: Türk Silahlı Kuvvetleri
TSP	: Tam Sayılı Programlama
X	: Başlangıç Matrisi

VİKOR	: Çok Ölçütlü Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm Yöntemi
WASPAS	: Ağırlıklandırılmış Bütünleşik Toplam Çarpım Değerlendirmesi
WPM	: Ağırlıklandırılmış Çarpım Modeli
WSM	: Ağırlıklandırılmış Toplam Modeli
w_i^c	: SMAA Yönteminde Merkezi Ağırlık Vektörü
Y	: Yoğunluk
$\emptyset^+$	: PROMETHEE Yönteminde pozitif üstünlük
$\emptyset^-$	: PROMETHEE Yönteminde negatif üstünlük
λ	: Landa (Temel Değer)

1. GİRİŞ

Günümüzde yaşanan hızlı küreselleşme ile birlikte hızla değişen güvenlik algıları, Ortadoğu gibi bir coğrafyada yer alması ve gelişmekte olan bir ülke olması nedeniyle Türkiye’de, iç güvenliğin sağlanması önemi daha da artırmaktadır. Hükümetlerin temel görevlerinden biri de vatandaşlarının refahı ve huzuru için emniyet ve asayiş temin ederek kamu düzenini sağlamaktır. Türkiye’de bu husus büyük çoğunlukla İçişleri Bakanlığına bağlı olarak görev yapan Emniyet Genel Müdürlüğü, Jandarma Genel Komutanlığı ve Sahil Güvenlik Komutanlığı tarafından yerine getirilmektedir.



Şekil 1.1. Türkiye’de emniyet ve asayişten sorumlu kurumlar.

Güncel mevzuatta, bu birimlerden çoğunlukla ülkemiz kırsal alanından sorumlu olan Jandarma Genel Komutanlığı kadrolarının ve kuruluş yerlerinin İçişleri Bakanlığınca düzenleneceği belirtilmektedir (Kanun, 1983). Bir askeri nitelikli kolluk kuvveti olan Jandarma Genel Komutanlığı 15 Temmuz 2016 sonrasında doğrudan İçişleri Bakanlığına bağlanmış (KHK, 2016) ve yeniden yapılanma sürecine girmiştir.

Bu kapsamda daha önce çeşitli sebeplerde kapanmış olan jandarma karakollarının bir kısmının yeniden açılması ve ihtiyaç duyulan yerlere yeni karakollar kurulması gündeme gelmiştir. Bu karakollardan görevlendirilen jandarma devriyelerinin acil durumlarda ve bir suç oluştuğunda en kısa sürede olay yerine ulaşması gerekmektedir. Çünkü sağlanamayan kamu düzeninin sonucu siyasi, ekonomik ve sosyal hayattaki bozulmadan kaynaklanacak toplumsal olaylar ve bunların neden olduğu maliyetlerin ülke ekonomisine geri dönülemez olumsuz etkileri olmaktadır. Bununla birlikte 2019 yılı sonlarında ortaya çıkan ve hızlı bir şekilde tüm dünyayı saran Covid-19 salgını nedeniyle alınan tedbirlerin uygulanması, alınan kararlara uyulup uyulmadığının kontrolü ve devlet otoritesinin sağlanması için güvenlik kuvvetlerin sahada etkin olarak görev yapmaları gerekmektedir.

Bu kapsamda hükümet tarafından alınan tedbirlerin uygulanması esnasında, özellikle yardım maksadıyla oluşturulan vefa destek grupları ile sokağa çıkma yasağı nedeniyle evinden ayrılamayan kronik rahatsızlığı olanlar ile yaşı 65'ten büyük olan vatandaşların başta maaşları olmak üzere, gıda, ilaç, temizlik malzemeleri vb. ihtiyaçlarının karşılanmasında karakollardan çıkarılan devriyeler aktif olarak görev almaktadır. Teknoloji ne kadar gelişirse gelişsin, salgın, savaş, doğal afet vb. hayatın sosyal akışının sekteye uğradığı olağan dışı durumlarda kamu düzeni ve devlet otoritesinin tesisinde güvenlik kuvvetlerinin vatandaşlarla birebir temas kurması ön plana çıkmaktadır. Bu nedenlerden dolayı en fazla hedef kitleye en etkili hizmeti verecek şekilde güvenlik kuvvetlerinin tesis kuruluş yerlerinin seçilmesi gerekmektedir. Yani bu konu bir tesis kuruluş yeri seçim problemi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Girişimciler yeni bir teşebbüste bulunmak istediklerinde işletmelerinin faaliyet alanı ile ilgili olarak ekonomik düşünceleri ve hedefleri çerçevesinde en uygun yeri seçerek maliyet avantajı sağlamak isterler. Kamu kuruluşları da benzer şekilde bazı hedeflerine ulaşmak için eldeki sınırlı bütçe imkânları ile en yüksek verimlilikte vatandaşa hizmet götürmek isterler. Özetle ister kamu olsun ister özel

sektör olsun tesis kuruluş yeri seçimi; hedefi, amaçları ve belli kriterleri olan önemli bir konudur.

Dünyada sanayi devrimine geçişle birlikte işletmelerin karlılıklarını artırmak için tesis kuruluş yerine karar verme konusunda analiz yaparak karar vermelerinin tarihi 17'nci yüzyıla dayanmaktadır. Bu konuda yapılan ilk çalışmaların amacı, belirli bir coğrafya içerisinde en uygun ulaşım sağlanan merkez noktayı bulmak olmuştur. Özellikle ikinci dünya savaşı ile birlikte yöneylem araştırmalarında yapılan çalışmaların artması neticesinde ilk öngörülen matematiksel modeller zaman içerisinde geliştirilmiş, çeşitlenmiş ve problemlerin de değişmesiyle farklı çalışmalar ortaya çıkmıştır.

Tesis yeri seçimi işletmeler için önemli bir husustur. Senaryoların değişmesine ve teknoloji ile birlikte değişik çözümler ortaya konmasına rağmen tesis yeri seçiminin zor bir problem olduğu gerçeği hiç değişmemiştir. Önemi her zaman devam etmiştir. Günümüzde literatürde tesis yeri seçimi ile ilgili yayınlanmış çok fazla çalışma bulunmaktadır ve bu çalışmalara her yıl yüzlercesi eklenmektedir.

1.1. Tesis Kuruluş Yeri Seçimi

Tesis kavramı ile fabrika, atölye, AVM, sanayi sitesi, depo, işyeri, okul, hastane, karakol, kütüphane, itfaiye istasyonu, üniversite gibi özel veya kamuya ait kurum ve kuruluşlar kastedilmektedir. Yer seçimi kavramı ile ise hedeflenen süre içinde çeşitli ölçütlere göre en avantajlı yerin belirlenmesi ifade edilmektedir. Tesis yeri seçimi işletmelerin belirlenen hedeflerine ulaşabilmeleri maksadıyla yapılan yatırım için en uygun yerin seçimi işlemi olup, işletmelerin geleceğini etkileyen güncel ve önemli bir konudur.

Literatürde Weber problemi olarak bilinen ve sistematik bir çözüm önerilen ilk tesis yeri seçimi çalışması 1929 yılında ortaya çıkmıştır ve bu konuda öncü olarak kabul edilmektedir. Bir tesis yeri seçimi probleminde, en kısa mesafeyi bulmayı amaçlayan bir matematiksel model geliştirilirken, Öklid mesafesindeki

noktayı bulmak hedeflenmiştir. Bu problemlerde maliyet ile mesafenin doğru orantılı olduğu varsayılarak mesafeyi kısaltmak dolayısıyla maliyeti düşürmek amaçlanmıştır. İlk çalışmalarda tek bir tesisin bulunduğu varsayılarak bu tesisin müşterilere uzaklıklarını en aza indirecek kuruluş yerinin tespitine hedeflenilmiştir. 1950-60'lı yıllardan itibaren araştırmacılar çalışmalarında senaryoları, çözümleri ve kurdukları modelleri çeşitlendirmişlerdir (Ayöperken ve Ermiş, 2011).

Kuruluş yeri seçimi, yöneticiler tarafından bir işletmenin nerede kurulacağına karar verilmesi çalışmalarıdır. İşletmeler için stratejik öneme haiz olan hammadde, üretim, depolama, dağıtım gibi temel hedefleri karşılayan ve en düşük maliyetle verimlilik/performans artışı sağlayan yer, en uygun yerleşim yeridir. Bu konu araştırmacılar tarafından tesis yerleştirme problemi olarak ele alınmaktadır.

Tesis yerleştirme problemleri daha çok ulaşım maliyetlerinin en aza indirilmesi şeklinde yöneylem araştırmacıların ilgi alanında yer almıştır. Araştırmacılar bu maksatla belirli sayıda tesisi talep noktalarına en yakın tesislerden en hızlı şekilde hizmet verecek şekilde ilişkilendirilmeye çalışmışlardır. Tesis yerleşim yerlerinin seçiminde genel amaç çoğunlukla tesis ile talep noktaları arasındaki mesafeyi azaltarak maliyeti düşürmek ve işletmelerin karlılığını artırmaktır (Durak ve Yıldız, 2015).

Hızla küreselleşen çağdaş dünyada, işletmeler için tesis kuruluş yeri seçimi stratejik bir karardır ve çok önemlidir. Kamu sektöründe ise vatandaş memnuniyetinin göz önüne alınması, hizmetlerin ülkenin en ücra köşesinde yaşayan vatandaşlara ulaşacak şekilde planlanması ve hizmetlerin zamanında vatandaşlara götürülmesi kamu kuruluşlarının var olma sebeplerini etkileyen en önemli etkenlerdir. Bu durumda tesislerin talep noktalarına yakınlığı sunulan hizmetlerin hızını ve etkinliğini olumlu yönde etkileyecektir. Diğer yandan, çok büyük maliyetleri göze alarak tesis kurma kararı alan işletmeler her türlü olması muhtemel hususu hesaba katmak zorundadırlar. Çünkü kurulan bir tesisin yerinin veya hizmet verilecek alanın daha sonra değiştirilmesi, harcanan maliyetin israf

edilmesi, milli servetin boşa harcanması demektir. Burada anlattığımız işletmelerin tesis yerleşim yeri, tesisin üzerine bina edildiği fiziksel alanı ifade etmektedir.

Tesis yeri seçim problemlerinin temeli Weber'in 1909 yılında yapmış olduğu çalışmalara dayanmaktadır. Günümüzde incelediğimiz bilimsel şekliyle daha kapsamlı ve gerçekçi yöntemler ile algoritmalar ise 1960'lı yılların ortalarında netleşmeye başlamıştır. Tesis yerleşim yeri problemlerinin formülasyonu ile ilgili ilk çalışmaları kimin yaptığı konusunda değişik görüşler bulunsa da araştırmacılar ilk çalışma olarak Balinski'nin 1966 yılında yaptığı çalışmayı kabul etmektedir. 1978 yılında Morris, tesis kuruluş yeri çalışmalarını daha fonksiyonel hale getirmiştir (Ballı, 2014).

Tesis yeri seçim problemi akademik çalışmalarda olduğu kadar gerçek hayatta da oldukça fazla karşılaştığımız problemlerdendir. Özel sektör kuruluşu olsun veya kamu kuruluşu olsun hemen, hemen tüm işletmeler bu problem ile karşılaşmaktadır. Kamu kurum ve kuruluşları hizmet tesisi kuruluş yerlerini (Hastaneler, okullar, itfaiye binaları, sağlık ocakları, acil servis tesisleri, karakollar, ödeme noktaları vb.) en uygun yerde seçerek vatandaş memnuniyetini artırmaya ve kaynakları israf etmemeye çalışırken; özel sektör (depo yerleri, satış yerleri, tedarik merkezleri, üretim tesisleri, vb.) en uygun yeri seçerek karlılıklarını artırmak ve pazarda devamlılıklarını sağlamamak istemektedirler.

Tesis yerleşim yeri problemlerini matematiksel olarak, n sayıda tesisin m sayıda talep noktasına $n < m$ olacak şekilde ve ulaştırma maliyetleri enazlayacak şekilde yerleştirilmesidir şeklinde ifade edebiliriz (Bastı, 2012).

Tanımı, tesis kuruluş yerinin bazı kısıtlar dikkate alınarak ve maliyetler en aza indirilerek müşterilerin (talep noktası) taleplerini karşılayacak şekilde en uygun yerde seçilmesidir şeklinde biraz daha açabiliriz. Tesis kuruluş yeri seçim problemi sadece coğrafi olarak tesislerin kurulacağı yerlerin belirlenmesi olarak düşünülmemelidir. Bu maksatla geliştirilen modeller işletme içindeki ünitelerin veya hizmetlerin en verimli ve en az maliyetle yürütülmesi maksadıyla yerleştirilmesi için de yaygın bir şekilde uygulanmaktadır.

Kısaca tesis yeri seçimi kamu veya özel sektöre ait bir kuruluşun uzun süre faaliyetlerine devam edeceği bir coğrafi alandır ve bu kuruluşların devamlılıklarına önemli katkısı olmaktadır. Bu nedenle tesisi yeri seçiminin önemi karar vericilerce yeterince özümsemelidir.

1.1.1. Tesis Kuruluş Yeri Seçiminin Önemi

Günümüzde teknolojik gelişmelere paralel olarak yaşam standartları da hızla yükselmekte, yerleşim alanları genişlemekte, ulaşım ağı gelişmekte, zaman kavramı kısalmakta, talep noktalarına mesafe, sosyal ve çevresel faktörler gibi birçok etkenin önemi artmaktadır. Bu nedenlerden dolayı en iyi tesis kuruluş yerini seçme işlemi daha da zorlaşmakta ve karmaşıklaşmaktadır (Ağdaş, 2014).

Tesis yeri seçimi işletmelerin tedarik zinciri faaliyetlerini doğrudan etkileyerek lojistik maliyetlerinin belirlenmesinde en fazla etkisi olan karardır. Bu nedenle işletmelerin karlılıklarına uzun vadede çok boyutlu ve olumlu etkileri olmaktadır. Ülkemizde birden fazla noktada tesisleri bulunan işletmeler ile aynı şekilde çok fazla ülkede tesisleri olan küresel işletmelerin sayılarındaki artışla birlikte tesis kuruluş yeri seçim problemleri ile ilgili ulusal ve uluslararası çalışmalarda da artış olmuştur. Öneminin küresel düzeyde kavranması ve işletmelerin karlılıklarına doğrudan etkisinin artması ile birlikte tesis yeri seçimi ve kapsama problemleri olarak da ifade edilen bu konu, geçmişe göre çok daha fazla incelenen ve önemi kavranan bir konu olmuştur (Bastı, 2012).

İlerleyen bölümlerde tesis yeri seçimin sınıflandırılmasında ayrıntılı olarak anlatılacak olan yerleşim yeri seçimi problemi, sürekli yapıda harita üzerinde istenilen noktaya tesisin yerleştirilebildiği bir model ya da ayrık yapıda tesislerin şebeke yapısı üzerinde sadece belirlenen noktalara yerleştirilebildiği bir model olarak tanımlanabilmektedir.

Tesis kuruluş yeri seçimi yukarıda belirtilen hususlara ilave olarak mülk edinme maliyetleri ve tesis yapımına ilişkin yüksek maliyetler de göz önünde bulundurularak uzun vadeli çalışmalar yapılmaktadır. Çünkü seçim esnasında

verilecek hatalı bir karar ile işletmenin yanlış yere kurulması nedeniyle bu sorunun ortadan kaldırılması için yapılacak harcamalar maliyeti daha da artıracaktır (Üçüncü ve Bayram, 2016).

Bu nedenle karar vericilerin tesis kuruluş yeri çalışmalarını matematiksel ve analitik yöntemler ile yapmaları, belirledikleri amaca daha kısa sürede ulaşmalarını ve doğru karar vermelerini sağlamaktadır. Bu kapsamda karar vericiler birçok alternatifi çok sayıda kriteri göz önünde bulundurarak değerlendirmekte, bu durum da aynı anda birçok ölçütünün hesaba katılması durumunu yani problemin karmaşıklaşması sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Karar vericiler bu ve benzeri durumlarda ÇKKV tekniklerini kullanarak işlemlerini kolaylaştırmaya ve daha isabetli kararlar vermeye çalışmaktadır (Yavuz ve Deveci, 2014).

Tesis kurulduktan sonra üzerinde yer değişikliği yapmak veya tesisin yerleşimini yeniden düzenleyerek ünitelerini yeniden yerleştirmek büyük maliyetlere sebep olacağından, bu planlamanın gelecekte ortaya çıkacak durumlara da cevap verecek en iyi şekilde yapılması gerekmektedir. Tesis planlamalarının ülke ekonomilerinden çok büyük pay alması konu üzerine yapılan çalışmaların önemini artırmaktadır. Bu nedenle ülkelerin iç güvenliğinin sürekliliğini sağlayan hizmet sektörü kuruluşlarından olan Jandarma tesislerinin değişen zaman ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde planlanması ülke ekonomisine, büyük faydalar sağlayacaktır (Akça ve Şahin, 2017).

1.1.2. Tesis Kuruluş Yeri Seçiminin Prensipleri

İşletmelerin karlılıklarını veya verimliliklerini artırmak maksadıyla en iyi tesis yerini seçmek zorunda olmaları karar vericiler için çözülmesi oldukça zor bir problemdir. Bu tür problemlerde tesis yeri seçimine etki eden birçok parametrenin veya kriterin bulunması ve oldukça fazla kısıtın dikkate alınmasının gerekliliği problemi zorlaştırmaktadır. Literatür taramada tesis yeri seçimi konusunun araştırmacıların her zaman dikkatini çektiği ve üzerinde farklı tekniklerle çok fazla çalışma yapıldığı görülmektedir.

Literatür taramada tesis yeri seçimi hakkında ilk defa Alfred Weber tarafından yirminci yüzyıl başlarında çalışma yapıldığı görülmektedir. Alfred Weber belirli prensiplere bağlayarak yaptığı çalışmalarda tesisler ile talep noktaları arasındaki mesafeyi en aza indirerek maliyetleri minimize etmek istemiştir. Objektif verileri bilimsel metotlarla değerlendirerek bazı prensiplerin kullanıldığı bir model ortaya koymaya çalışmıştır (Jamshidi, 2009).

Bu denli önemli olan tesis yeri seçiminde karar vericiler tarafından uyulması gereken bazı prensipler vardır. Bunlar (Özcan, 2014);

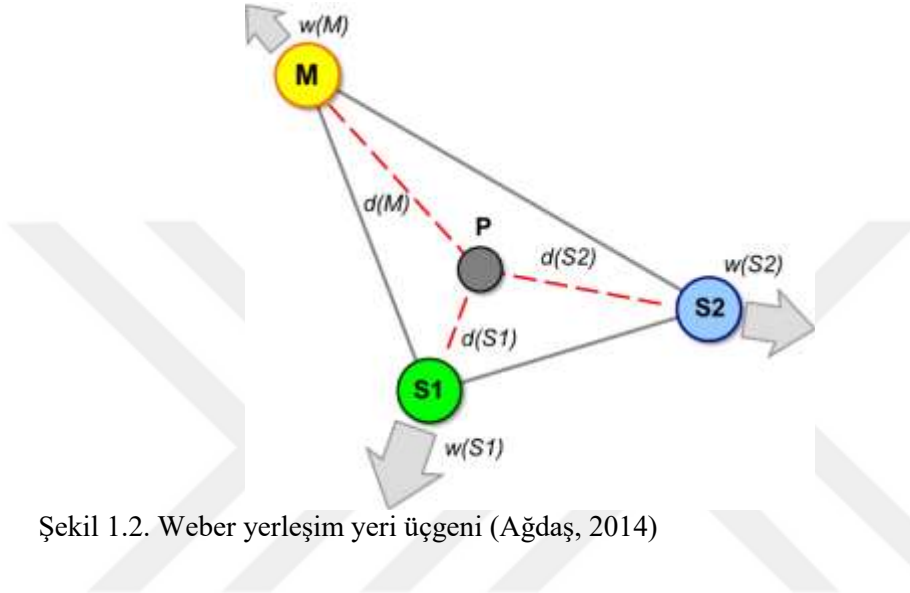
- i. İşletmelerin ihtiyaçları bilimsel metotlarla objektif olarak belirlenmelidir. Seçilen kuruluş yerinin bu ihtiyaçları en iyi karşılayacak özelliklere sahip olması gerektiğinden ihtiyaçlar açık, tam ve eksiksiz olarak tanımlanmalıdır.
- ii. Belirlenen kuruluş yerinin tesisin faaliyetlerine, verimliliğine ve karlılığına yapacağı etkileri belirleyen özellikleri saptanmalıdır. İhtiyaçların tespitinde olduğu gibi burada da bilimsel yöntemlerle belirlenmiş tam ve gerçeğe uygun objektif bilgilerin kullanılması sağlanmalıdır.
- iii. Kuruluş yerlerin belirlenmesi ve seçimi çalışmaları bir sıra dahilinde belirli adımlar birbirine karıştırılmadan yürütülmelidir.
- iv. Her adımda faydalanılacak uzman kişiler doğru olarak saptanmalı ve yararlanma imkanları araştırılmalıdır.

Tesis kuruluş yeri seçiminin yukarıda belirtilen prensipler dikkate alınarak yapılması, işlemlerin daha sistematik ve sağlıklı olmasını sağlayacaktır.

1.1.3. Tesisi Kuruluş Yeri Seçiminin Amaçları

İlk sistematik tesis kuruluş yeri çalışmalarından olan Weber modelinde en önemli unsur olarak taşıma maliyeti ele alınmış ve bu maliyeti minimum yapan

noktanın bulunması amaçlanmıştır. Örnek bir model Şekil 1.2.'de gösterilmiştir. Bu şekilde M noktası pazarı, S1 ve S2 noktaları kaynakları, P noktası da işletmenin kurulacağı yeri göstermektedir.



Şekil 1.2. Weber yerleşim yeri üçgeni (Ağdaş, 2014)

Kurulacak tesisin belirlenen hedeflere ulaşacak şekilde faaliyet göstermesi, bu tesislerin kuruluş yeri ile bağlantılıdır. Örneğin; bir acil servis birimi olan ambulans ekibinin bekleme yerlerinin vaka/olay olan noktaya yakın olması ve hizmet unsurlarının buraya kısa sürede ulaşabilmesini sağlaması can ve mal kaybını azaltacaktır. Aynı şekilde bir jandarma karakolunun sorumluluk sahasındaki bölgelere en kısa sürede ulaşım sağlayabileceği bir yerde olması meydana gelen olaylara zamanında müdahale edilerek olayların büyümesi ve telafisi mümkün olmayan sonuçlarının ortaya çıkmasını engelleyecektir. Çünkü uzun süren bir bekleyiş esnasında basit bir tartışma ölümle sonuçlanan kavgalara veya çatışmalara neden olabilmektedir.

Tesis yeri seçiminde özel sektör karlılığı düşünürken kamu sektörü vatandaşa sunulan hizmetten duyulan memnuniyeti ön plana çıkarmaktadır. Bunun

dışında genel olarak amaçlar tüm işletmeler için ortak olup, aşağıda belirtilmiştir. Bunlar (Farahani, 2010);

- i. Kuruluş maliyetini en aza indirmek,
- ii. Talep noktalarına olan mesafeleri en aza indirmek,
- iii. Sabit maliyeti azaltarak en alt seviyeye indirmek,
- iv. Yıllık işletme maliyetini azaltarak en alt seviyeye indirmek,
- v. Hizmetin kalitesini/verimliliğini en yüksek seviyeye çıkarmak
- vi. Kurulan tesis içindeki birim sayısını en aza indirmek,
- vii. Hizmetin hızı, etkinliği ve verimliliğini en yüksek seviyeye çıkarmak
- viii. Kuruluşun toplam karını en yüksek seviyeye çıkarmaktır.

Tesis yeri seçimi, kamu ve özel sektör fark etmez, her ikisi için de önemli bir karardır. İhtiyaç duyulan bir yere yeni tesis kurulması, mevcut bir tesisin re-organizesi kapsamında geliştirilmesi veya mevcut bir tesisin kurulduğu yerin değiştirilmesinin maliyeti yüksek olmakta ve zaman almaktadır. Özellikle yerinin değiştirilmesi önceki yatırımın boşa gitmesine neden olmaktadır. Bu yüzden tesis ve tesis yeri ile ilgili karar vermeden önce uzun döneme cevap verecek bir çalışma yapılmalı ve ihtiyaçlar amaca uygun olarak belirlenmelidir. Bu nedenle yüksek maliyetler nedeni ile uzun vadeli yatırım projesine dönüşen tesis yeri seçimi ve kuruluşu sürecindeki karar verme işlemleri stratejik hale gelmektedir.

Araştırmacılar karar vericilerin uygun bir tesis yeri seçimi ile işletmelerin maliyetlerini azaltmayı amaçladıklarını belirterek, iyi bir çalışma sonucu bazı işletmelerin maliyetlerini %30'a kadar azaltabileceklerini belirtmektedir. Bu bir işletme için, günümüzde hava yolu şirketlerinin yolculara verdikleri yemeklerden birer zeytin azaltarak karlılıklarını artırmaya çalıştıkları göz önüne alındığında çok büyük bir miktardır.

Kamu sektörü yerleşim problemleri özel sektör kuruluşlarından asıl amacın kar olmaması, hizmet olması nedeniyle ayrılmaktadır. Asıl amaç hizmeti en fazla,

en hızlı ve en etkili şekilde vatandaşa sunmak ve vatandaş memnuniyeti artırmaktır.

Daha kısa bir ifadeyle tesis kuruluş yeri seçimi işletmenin kurulacağı bölgenin ve daha sonra hangi arsa üzerine kurulacağının belirlenmesidir. Bu seçim de birçok faktör etkili olmasına rağmen özel sektör işletmeleri için en temel amaç en az maliyet ile tesisi kurmak ve işletmektir (Eleren, 2006). Yani kurulacak tesisin işletmeye olan faydasını maksimize etmektir.

1.1.4. Tesis Kuruluş Yeri Seçim Problemlerinin Sınıflandırılması

Tesis yeri seçimi için yapılan analiz çalışmaları, araştırmacılara gerçek hayatta çok fazla çalışma alanı sağlamakta ve uygulama fırsatı vermektedir. Ortaya konan duruma uygun en iyi tesis kuruluş yeri seçimini yapmak bu problemlerin genel özelliğidir. Bu tesisler hayatın hemen, hemen her alanında bazen kar amacı güden özel işletmeler şeklinde bazen de vatandaşa hizmet götürmeyi amaçlayan kamu kuruluşları ve STÖ olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 1.3. Tesis yeri yerleşim problemlerinin sınıflandırılması (Owen ve Daskin, 1998)

Afet müdahale birlikleri, güvenlik kuvvetlerinin tesisleri, hastaneler, itfaiye istasyonları ile jandarma ve polis karakolları aynı prensiple görev yapan kuruluşlar olarak değerlendirilebilir. Bu nedenle bu kuruluşların tesis yeri seçimleri benzer şekilde düşünülerek yapılabilir (Daskin,1979). Bu tesislerin kuruluş yerleri sabit, her zaman aynı yerde ve aynı koşullarda bulunmaları, mobil istasyonlar gibi hareket ederek yer değiştirme imkanlarının olmaması gibi nedenlerden dolayı statik ve deterministik yapıda değerlendirilebilir.

Daskin tarafından bu konuda yapılmış en geniş çalışmalardan ve sıklıkla başvuru alan eserlerden birinde tesis yerleri farklı başlıklar altında sınıflandırılmış olup, bunlardan bir kısmı (Bastı, 2012);

- i. Tesislerin bir düzlem üzerinde veya ayrı bir yapıda olup olmadığına göre,
- ii. Mesafe veya zaman ölçütüne göre,
- iii. Kurulacak tesis sayısına göre tek veya çoklu olarak,
- iv. Özel veya kamu sektörü olmasına göre,
- v. Talep durumunun esnekliğine göre,
- vi. Kapasitenin kısıtlı olup olmamasına göre,
- vii. Hizmetin sürekliliği veya ayrıklığına göre,
- viii. Belirlenen amacın tekliğine veya çoklu olmasına göredir.

Tesis kuruluş yeri seçim problemleri için bir başka sınıflandırmayı da Sule yapmıştır. Sule tesis yeri seçim problemlerini beş temel kategoride sınıflandırmıştır. Bunlar (Sule, 2001);

- i. p -medyan,
- ii. p -merkez,
- iii. Karesel atama,
- iv. Kapasite kısıtsız ve

- v. Kapasite kısıtlı tesis yeri seçim problemleridir.

Başka bir çalışmada tesislerin kuruluş yeri seçim problemleri üç sınıfta incelenmiştir (Farahani ve Hekmaftar, 2009). Bunlar;

- i. Okul, kütüphane gibi olağan tesisler,
- ii. İtfaiye, hastane gibi acil durum hizmet tesisleri ve
- iii. Nükleer santral gibi tesis yakınında yaşayan vatandaşların olumsuz etkiye sahip olacağını düşündüğü istenmeyen etkiye sahip tesislerdir.

Yukarıda ikinci sırada yer alan acil yardım unsurlarının göreve çıktığı acil durum hizmet tesislerinin yer seçimi çalışmalarında amaç afet ve acil durumlarda zayıtın önlenmesi ile birlikte kayıpların en aza indirilmesidir (Macit ve Ark., 2018). Çalışma konumuz olan Jandarma karakolları genel olarak acil durum hizmet tesisi olarak düşünebilecek olmasına rağmen verdiği bazı hizmetler nedeniyle olağan tesisler sınıfına da girmektedir.

Tesis yeri seçimi karar sürecinde özellikle Silahlı Kuvvetler ve Kolluk Kuvvetleri için çok geniş bir uygulama alanı bulunmaktadır. Birliklerin hareket kabiliyetlerini artırmak dolayısı ile etkili ve verimli olmalarını sağlamak maksadıyla, askeri üsler, jandarma karakolları, sahil güvenlik yüzer unsurlarının yerleri, polis merkezleri, hava savunma birlikleri, arama kurtarma birimlerinin hizmet binalarının kurulacağı yerlerin belirlenmesi, vb. konular bu kapsamda analiz edilip çözüme kavuşturulabilmektedir.

Özetle statik ve deterministik yapıda olan tesis yeri seçim problemleri aşağıda belirtilen şekillerde ele alınarak çözülmektedir (Ayöperken ve Ermiş, 2011). Bunlar;

- i. Kapsama alanı,

- ii. P-merkez ,
- iii. P-dağılım,
- iv. P-Medyan,
- v. Merkez üs problemleridir.

Bu sınıflandırmalar içerisinde P-merkez Problemleri, yukarıda Şekil.1.3'deki sınıflandırmada görüldüğü gibidir. Özellikle hastane, okul, karakol, acil servis birimleri ve itfaiye gibi kamu kuruluşlarında amaç hizmet götürülecek alanı kapsayacak ve bu alandaki talep noktaları ile hizmeti sunan birime ait tesis arasındaki mesafeyi en aza indirecek şekilde p adet tesisin yerinin belirlenmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Derviş, 2015).

Literatürde merkez problemlerin genellikle; ambulansların beklediği acil servis birimlerinin, itfaiye ekiplerinin hazır bulundukları istasyonların, olağanüstü durumlarda ve afetlerde görev alan AFAD birimlerine ait tesislerin yerleştirilmesinde kullanıldığı görülmekte olup polis, jandarma ve sahil güvenlik birimleri de benzer özellik gösterdiğinden, bu güvenlik kuvvetlerinin karakolları da aynı şekilde değerlendirilebilecektir. Çünkü karakollar tüm talep noktalarını kapsamalı ve en kısa sürede talep noktalarına ulaşabilmelidir. Bu ve benzer kamu hizmetlerinde maliyet faktörü düşünülmemekte, kamu düzenin tesisi ve vatandaş memnuniyeti temel amaç olmaktadır (Eiselt ve Marinov, 2011).

Sonuç olarak P-merkez problemleri;

- i. Ambulans bekleme noktaları, itfaiye istasyonları ve jandarma veya polis karakolları gibi hızla olay yerine gidilerek müdahale edilmesini gerektiren birimlere ait tesislerin kuruluş yeri seçiminde,
- ii. Depo benzeri dağıtım tesislerinin yerleştirilmesinde,
- iii. Askeri birlik ve sınır birliklerinin uygun araziye yerleştirilmesi maksatlarıyla,

- iv. Parklar ve yaşlı bakım merkezleri ve huzurevleri gibi halka hizmet veren tesislerin yerleştirilmesinde,
- v. Otobüs durakları ve tren istasyonun yerleştirilmesinde ve
- vi. Askeri/sivil havaalanlarının kuruluş yeri seçiminde kullanılabilmektedir.

Tesis yeri işletmelerin piyasada kalabilmesi ve gelişmesi için hayati öneme sahiptir. İşletmeler işletme giderlerini asgariye indirirken gelirlerini en yüksek seviyeye çıkarmak isterler. Hizmet üreten kamu kuruluşları için de benzer hususlar geçerli olmakla birlikte karlılıktan çok etkinlik, verimlilik ve vatandaş memnuniyeti ön plana çıkmakta, güvenlik gibi konularda ise maliyet belirli ölçülerde göz ardı edilebilmektedir.

Tesis yeri seçim çalışmaları ile ilgili yapılan literatür taramada ÇKKV tekniklerinden AHP, TOPSIS ve ELECTRE'nin yer seçimi için en çok tercih edilen yöntemlerinin başında geldiği görülmektedir (Hazırcı ve Şahin, 2019). Bu çalışmada ÇKKV teknikleri kullandıkları için ilerleyen bölümlerde genel olarak açıklanmış, kullanılan yöntemler ise Materyal ve Metot bölümünde ayrıntılı olarak değinilmiştir.

1.1.5. Tesis Kuruluş Yeri Seçiminin Aşamaları

Küçük işletmelerde tesis kuruluş yeri kararını genellikle işletme sahibi sezgisel bir davranış sergileyerek verirken, işletmenin çapı ve büyüklüğünün artmasıyla birlikte ise bilimsel yöntemlerin tercih edilerek sezgisel yaklaşımlardan uzak daha objektif kararlar verildiği görülmektedir (Şimşek, 2016).

Literatürde ve gerçek hayatta tesis kuruluş yeri seçimi problemi sıklıkla karşılaşılan eniyileme problemlerindendir. Kamu veya özel sektör kuruluşu olup olmadığı fark etmeksizin hemen, hemen bütün işletmeler bu problem ile karşılaşmaktadır. Kamu kurum ve kuruluşlarının hizmet tesisleri (okullar, kütüphaneler, sağlık ocakları, acil servis yeri, ambulans yeri, itfaiye, karakol vb.) en hızlı ve etkili hizmet verebileceği bölgeye yerleştirmeye çalışırlar. Özel sektör

kuruluşları ise üretim tesislerini, dağıtım merkezleri, satış noktalarını ve depolarını kuracakları yerlerin maliyetleri en aza indirecek, işletme karlarını ise en yükseğe çıkaracak şekilde karar vermeye çalışmaktadırlar.

Kuruluş yeri seçimi basitçe üç adımdan oluşur. Bunlar (Acar ve Özdağoğlu, 2018);

- i. Seçime etki eden kriterlerin belirlenmesi ve öncelik değerlerinin bulunması,
- ii. Bu kriterlere göre alternatif yerlerin sıralanması ve
- iii. Karar verilen yer için uygun yer ve arazi seçimidir.

Kuruluş yerinin yanlış seçimi işletmelerinin esnekliğini kaybetmesine, verimliliklerinin düşmesine, etkinliklerinin azalmasına, ciddi maliyete ve zaman kaybına sebep olmaktadır. Hizmet amacıyla yapılan tesislerin bir karavan gibi başka bir yere taşınıp orada hizmet görmesini sağlamak mümkün olmadığı için vatandaşın genel hizmet için kurulan okul, sağlık ocağı, karakol, kültür merkezi gibi binaların atıl kalması, milli kaynakların boşa harcanmasına ve ülke ekonomisine zarar vermesine neden olacaktır.

Yer seçimi yapılırken, isabetli ve doğru bir karar verebilmek için aşağıda belirtilen aşamaların adım, adım yerine getirilmesi optimum sonuca ulaşmamıza katkı sağlayacaktır. Bunlar (Özcan, 2014);

- i. İşletmelerin faaliyet alanları ve ihtiyaçları doğrultusunda tesis kuruluş yeri seçimine etki eden kriterlerin belirlenmesi,
- ii. Politik, çevresel, sosyal ve ekonomik verilerden faydalanarak alternatif tesis kuruluş yerlerinin tespiti,
- iii. Alternatiflerin, temel kriterlere göre değerlendirilerek ön elemeye tabii tutulması ve uygun niteliğe sahip olmayanların daha başlangıçta elenmesi,

- iv. ÇKKV teknikleri gibi probleme göre uygun teknikler kullanılarak, alternatiflerin bilimsel metotlarla objektif ve nicel verilere göre karşılaştırılması,
- v. Alternatiflerin daha az somut veri bulunduğu durumlarda, kriterlerin sübjektif yöntemler kullanılarak değerlendirilmesi sonucu elde edilecek verilere göre karşılaştırılması ve
- vi. Alternatifler içinden optimum tesis kuruluş yerinin seçilmesidir.

Bu nedenlerle kuruluş yeri seçiminde konu ile ilgili mevzuat çerçevesinde inceleme ve araştırma hassasiyetle yapılmalı, hali hazırda hizmet veren benzer birimler incelenmeli, konu ile ilgili istatistikî bilgiler hazırlanarak bunlardan faydalanılmalı, bu konuda bilgi sahibi tecrübeli personelin/çalışanın görüşlerine başvurulmalı hatta anketler yapılmalıdır. Kuruluş uzun süre aynı yerde ve aynı koşullar altında görev yapacağı için tüm faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.

1.1.6. Tesis Kuruluş Yeri Seçimine Etki Eden Hususlar

İşletmelerin geleceği açısından önemli bir karar olan tesis yeri seçimi, uzun dönemli bir planlamanın sonucu alınan stratejik bir karar olmasından dolayı değiştirilmesi zor ve maliyeti oldukça yüksek bir karardır. Aynı zamanda kuruluş yeri seçimi için yapılan çalışmalar esnasında birbiri ile çelişen çok fazla kriter göz önüne alındığından ve bu kriterler uzlaştırılmaya çalışıldığından seçim süreci karmaşıklaşmaktadır (Ömürbek ve Ark., 2013).

Bu yüzden yöneylem araştırmasına konu olan tesis kuruluş yeri seçimi problemleri bir optimizasyon problemidir ve literatürde en çok karşılaşılan problem türlerindendir (Macit, 2018). Senaryolara dayalı bir şekilde tesis kuruluş yeri olarak seçilebilecek bölge sayısı veya talep noktalarının sayısı arttıkça çözüm kümesi de artmakta dolayısıyla çözüm elde etmek te zorlaşmaktadır. Bu tür problemler optimizasyon veya sezgisel teknikler ile çözülebilmektedir. Optimizasyon teknikleri, bize kesin çözümü vermekte ancak problemin boyutu arttıkça pratik

olarak uygulanması da zorlaşmaktadır. Bu gibi zaman alacak durumlarda sezgisel yöntemler kullanılmakta, ancak sezgisel yöntemler en iyi çözümü değil en yakın çözümü vermektedir.

Bu nedenle bu çalışmada problemin çözümüne kesin sonuç verecek olan optimizasyon teknikleri tercih edilmiştir. Geçmiş yıllarda sadece maliyet ve kar analizleri yapılarak karar verilen tesis kuruluş yeri seçimine günümüzde değişen ve gelişen etmenlerden dolayı karar verme modelleri ile analiz edilerek karar verilmektedir. Alternatifler arasında bir değerlendirme söz konusu olduğu için oluşturulan matematiksel modeller ve ÇKKV teknikleri ile karar vericiye destek olunmaktadır. Bu tip problemlerin en zor kısmı ise birbiri ile çatışan pek çok kritere ve sayısal ifade edilemeyen soyut kısıtlara rağmen karar verilmeye çalışılmasıdır.

Kamu sektöründe ambulans, itfaiye ve polis ve jandarma gibi hizmet birimlerinin; vakanın cinsine göre uygun amaçlar doğrultusunda hareket etmesini ve olay yerine en kısa sürede ulaşarak müdahale etmesini sağlayacak yerlere kurulması, can ve mal kaybı gibi hususların asgariye inmesini sağlayacaktır.

Genel olarak tesis yeri seçimi kararı ile maliyetlerin düşürülmesi ve kârın artırılması, personel ve zaman tasarrufu sağlanması, müşteri ihtiyaçlarına en kısa sürede cevap verilmesi, hedef kitlenin memnuniyetinin artırılması vb. birçok amaç yerine getirilerek işletmenin performansının artırılmasına önemli katkılar sunulmaktadır. Böylece işletmelerin hayatta kalması sağlandığı için işletmenin geleceği de planlanmış olmaktadır. Bu nedenle tesis yeri seçimi stratejik bir karardır (Ağdaş, 2014).

Özellikle kamu kuruluşları açısından vatandaşların vergilerinden toplanarak elde edilen gelirle yapılan tesislerin yer seçimi stratejik seviyede bir karar olup, kurum ve kuruluşların uzun süre aynı koşullar altında çalışacağı ve tesisin başka bir yere taşınması durumunda kaynak israfına sebep olacağından dolayı karara etki eden tüm faktörlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Bir ülke ekonomisinin gelişmişlik düzeyinin tesis kuruluş yeri seçimine direk etkisi bulunmaktadır. Gelişimi zayıf ülkelerde işletmelerin kaynaklara yakın olması istenir. Gelişmiş ulaşım ağı olan ülkelerde ulaşım ve nakliye maliyetleri de düşük olduğu için işletmenin kaynağa mesafesi göz ardı edilebilir (Acar, 2018). Karakollarda da aynı şey geçerlidir. Eğer etkili bir ulaşım ağı yoksa belirli nüfus yoğunluklarına yakın yerlere karakol kurulur, iyi bir ulaşım imkanı var ise bu konu esnetilir ve karakol noktası sayısı artırılarak belirli bir merkezden belirli bir alana hizmet götürmek amaçlanır.

Tesis yeri seçimine karar verme sürecinde sayılamayan faktörleri dahil etmek, çok zaman alan toplantılara ve bu toplantılarda değişik departmanlardan gelen fikir ve çatışmalara sebep olmaktadır. Örneğin finans bölümü maliyeti azaltacak bir tesis yeri isterken, üretim ve satış bölümü tedarik zincirinin devam etmesi ve zamanında teslimat üzerinde durmaktadır. Bu tür çatışmalar toplantıları engelleyebilmekte ve sonuçta üst seviye bir yöneticinin müdahalesi ile son bulmaktadır. Bir yerleşim yeri kararında her türlü nitel ve nicel faktörler tümleşik olarak göz önünde bulundurulmalıdır. Bu yüzden ÇKKV teknikleri kullanılmaktadır (Chang ve Yin, 2015).

Bir başka çalışmada tesis yeri seçiminde kabul görme, güvenlik, ulaşım imkanları, maliyet, vatandaşlara yakınlık, talep noktalarına yakınlık, geleceğe yönelik olması ve hizmet kalitesi gibi hususlar dikkate alınmıştır (Ofloğlu ve Ark., 2017).

Kuruluş yeri seçimi karar sürecinde etkili olan bazı faktörler aşağıda belirtilmiştir. Bu kapsamda (Önel, 2014);

- i. Kuruluşun ihtiyaçlarının belirlenmesi sürecinde tarafsız ve objektif olunmalı,
- ii. Çalışmalar bir plan çerçevesinde yapılmalı, çok yönlü olunmalı, güvenilir ve uygulanmış kaynaklar kullanılmalı,
- iii. Çalışma, belirlenen plan çerçevesinde bir sıra dâhilinde yürütülmeli,

- iv. Her aşamada yapılacak işler ve faydalanılacak yöntem, uzman kişi ve çalışmalar titizlikle saptanarak uygulanmalıdır.

Başka bir araştırmacıya göre ise tesis yeri seçimi yapılırken göz önüne alınması gereken hususlar (Derviş, 2015);

- i. Kamu veya Özel sektör kuruluşunun tesis yeri için seçilecek yerin, ihtiyaçları en iyi karşılayacak imkan ve kabiliyete sahip olması,
- ii. Tesis yeri seçilecek yerin, kuruluşun faaliyetlerine yapacağı etkiler tespit edilerek ve hassasiyetle değerlendirilmesi,
- iii. Tesis yer seçimi çalışmasının, aşamaları belirli bir sıra dahilinde ve sistematik bir şekilde yapılması,
- iv. Çalışmanın her aşamasında konusunda uzman kişi ve kurumların bilgi ve deneyiminden en üst düzeyde yararlanılabilme imkan ve olanaklarının araştırılması,
- v. Tesis yeri seçimi kararının, kuruluşun uzun bir süre hayatta kalabilmesini sağlaması gerektiği göz önünde bulundurularak alınması,
- vi. Tesis kuruluş yeri seçimi ile geniş kaynaklardan faydalanılarak sağlam ve uygulanmış kesin bilgiler toplanması, güvenilirliği kanıtlanmış çalışmaların araştırılmasıdır.

İşte bu şekilde yapılacak kuruluş yeri seçimi stratejik bir karardır ve karar verme esnasında güvenilir değerlendirme süreçlerine ihtiyaç duyulur. Bu durumda daha önce denenmiş bilimsel yöntemlerin kullanımı ön plana çıkar. Bu çalışmada güvenlik alanında hizmet üreten kurumlardan biri olan Jandarma Karakolların Kuruluş yeri seçimi incelenmiştir.

1.2. Jandarma Karakolları

Emniyet ve asayiş sağlamakla görevli jandarma birliklerinin kuruluş ve kuruluş yerlerin belirlenmesinde istisnai durumlar dışında mülki sınırlar belirleyici olmaktadır.

Türkiye’de mevcut mevzuata göre karakolların, sorumluluk alanlarının merkezi bir yerinde veya vatandaşların kolayca gelip gidebileceği, merkeze yakın bir yerleşim yerinde kurulması gerekmektedir (Yönetmelik, 1983). Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile birlikte suç potansiyeli ve suç çeşitliliği ile birlikte suçların işleniş şekli de değişmekte ve artmaktadır. Bununla birlikte güvenlik kuvvetlerinden vatandaşın beklentisi de yükselmektedir. Burada suçun, oluşmadan önlenmesini hedefleyen önleyici devriye hizmetleri ön plana çıkmaktadır. Bu hizmetler de temel olarak karakollar ve karakollardan görevlendirilen devriyeler vasıtasıyla yerine getirilmektedir. Bu devriyeler kendilerine verilen sorumluluk sahasında görev yapmaktadır.

Bu kapsamda sorumluluk alanlarının belirlenmesinde belde ve kasabalar hariç belediye sınırları temel alınmakta, belediye sınırları içinden polis teşkilatı; il/ilçe belediye sınırları dışındaki kırsal alandan ise jandarma teşkilatı sorumlu olmaktadır. Yeni büyükşehir yasası ile mevzuatta bazı değişiklikler olmuş dolayısıyla tüm il sınırı belediye sınırı olarak kabul edilmiştir. Bu durumda sorumluluk sahasının belirlenmesi esasların yeniden değerlendirilmesi gündeme gelmiştir. Bu nedenle mevzuatta yapılan güncelleme ile kolluk kuvvetlerinin imkan ve kabiliyetleri ile hizmet gerekleri dikkate alınarak belediye sınırları dışında kalan bazı yerleşim yerlerinin polis teşkilatının görev alanına dahil edilebilmesine; belediye sınırları içinde olmasına rağmen bazı yerleşim yerlerinin de jandarma teşkilatının görev alanına dahil edilebilmesine imkan sağlanarak karar mekanizması esnetilmiştir. Mevzuatta yapılan değişiklik ile bu konuda İl Valileri ve İçişleri Bakanlığı yetkili kılınmıştır (668 Sayılı KHK, 2016).

Bununla birlikte Türkiye’de il ve ilçe merkezleri polis, bunların dışında kalan alanların da jandarma sorumluluk alanını oluşturduğu ilkesi değişmemiştir

(Yönetmelik, 1961). Sorumluluk alanları açısından ülkemizin yüzölçümünün yaklaşık % 93'ü, ülkemizde yaşayan nüfusun ise yaklaşık % 21'i emniyet ve asayiş hizmetleri açısından, Jandarma Genel Komutanlığının sorumluluk sahasında bulunmaktadır. J.Gn.K.lığı yaklaşık 2000 karakol ile ülkemizin en ücra köşelerinde vatandaşlarımızın güven ve huzuru için çalışmaktadır (J.Gn.K.lığı, 2020).

Ülkemizde yürürlükteki güncel mevzuata göre karakol kuruluş yeri olarak, sorumluluk sahasının merkezinde bulunan bir yerde ya da karakol sorumluluk sahasında yaşayan vatandaşların en kısa sürede ulaşabileceği, sorumluluk sahasının merkezine yakın bir mahalle, köy, kasaba veya ulaşımı kolay olan bir coğrafi yer seçilebilir. Güncel mevzuata göre jandarma karakollarının kurulacağı sorumluluk sahası, aşağıda belirtilen kriterler göz önüne alınarak belirlenmektedir (Yönetmelik, 1983). Bunlar;

- i. Bölgenin emniyet ve asayiş durumu,
- ii. Bölgede işlenen suçlar, zamanı, yeri, cinsleri, sayıları, oranları vb. veri analizlerinin sonuçları,
- iii. İlçenin coğrafi konumu, bölge ekonomisi ve kamu hizmetlerinin zorunlulukları,
- iv. Yerleşim yerlerinin (kasaba, köy, mah vb) özellikleri,
- v. Nüfus yoğunluğu/hareketliliği,
- vi. Ulaşım ve yol durumu ile
- vii. Bölgenin sosyal ve kültürel gelişmişlik durumu ve benzeri özellikleridir.

Bu kapsamda karakollarının sorumluluk bölgeleri, İl Jandarma Komutanının önerisi, Valinin uygun görmesi ve İçişleri Bakanının onayı ile belirlenmektedir. Jandarma Karakollarının kuruluş yerleri seçimi ise Valinin önerisi, Jandarma Genel Komutanının görüşü ve İçişleri Bakanının onayı iledir (Yönetmelik, 1983).

Mevcut karakollara uzak olan ve turizm, tarım vb. nedenlerden dolayı aşırı nüfus hareketliliği yaşanması gibi nedenlerden dolayı kontrol altına alınmakta zorlanılan kritik yerlerde; emniyet ve asayiş temin için geçici asayiş karakolları da kurulabilmektedir. Geçici Asayiş Karakolları, İl Jandarma Komutanının önerisi ve Valinin onayı ile teşkil edilmekte olup, bu karakolların personel, araç ve malzeme ihtiyaçları İl Jandarma Komutanlığınca bağlı birimlerinden geçici personel ve araç görevlendirmeleri ve malzeme tertibi ile sağlanmaktadır (Yönetmelik, 1983).

Ancak dünya değişmektedir, bununla birlik insan davranışları, suç çeşitleri ve suçlu profilleri dolayısıyla güvenlik algıları da değişmektedir. Bu nedenle hızla değişen şartlar sonucu ortaya çıkan yeni durumlara cevap verecek şekilde yukarıda belirtilen kriterlerin yeniden güncellenmesi ve jandarma karakollarının kuruluş yerlerinin optimum faydayı sağlayacak şekilde yeniden değerlendirilmesi, karakolların daha etkili, güvenli ve verimli hale gelmesini sağlayacaktır.

İki yüz binin üzerinde personelin görev yaptığı Jandarma Genel Komutanlığı, ülkenin dört bir tarafında çok sayıda tesise sahiptir. Bu tesislerin büyük çoğunluğunu ülkemizin en ücra köşelerine kadar yayılmış jandarma karakolları oluşturmaktadır. Bu derece stratejik öneme haiz olan bir kurumun tesislerinin gelecekte ortaya çıkacak durumlarda göz önüne alınarak en iyi şekilde planlanması, yapılacak tesislerin verimliliğini ve etkinliğini artıracaktır.

Bu kapsamda yapılan araştırmalar neticesinde, güvenlik kuvvetlerinin kuruluş yerlerine etki eden çok fazla kriter olduğu, bu konuda askeri birlikler ile ilgili sınırlı sayıda olsa da jandarma ve diğer kolluk kuvvetleri ile ilgili yeterli sayıda akademik çalışma yapılmadığı görülmüştür. Bu nedenle Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) teknikleri, Matematiksel Modelleme ve Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak değişik alanlarda yapılmış akademik çalışmalar incelenmiştir. Böylece bu yöntemlerin Jandarma Karakollarının en etkin görev yapabileceği kuruluş yerinin seçiminde birlikte kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Tesis yer seçimi problemi uzun süredir yöneylem araştırmalarının ilgi sahasına girmektedir. Ancak son yıllarda kriterlerin değişmesi ve karmaşılaşması

nedeniyle yöneylem araştırmalarının yanı sıra ÇKKV teknikleri de bu maksatla kullanılmaya başlamıştır (Ağdaş, 2014).

Bu bağlamda jandarma karakollarının kuruluş yerlerinin belirlenmesi için karar desteği sağlanması maksadıyla yapılan çalışma neticesinde bir yöntem geliştirilmiştir. Bu kapsamda ÇKKV teknikleri tabanlı bir matematiksel modelin tümleşik olarak oluşturulmasında daha önce belirlediğimiz kriterler geliştirilmiş ve bu kriterlere göre tecrübeli jandarma personelinin görüşü alınmıştır.

Yapılan literatür taramada karakol yeri seçimi probleminin ele alındığı kapsamlı bir çalışmaya rastlanmaması, probleminin barındırdığı riskler, deterministik veriler ile matematiksel/sezgisel modeller ve simülasyon yöntemlerinin gerçek hayat problemlerini tam olarak yansıtamayacağı gerekçeleriyle bu çalışmada ele alınan jandarma karakollarının kuruluş yeri seçimi problemi için literatürde yaygın olarak kullanılan AHP-TOPSIS yöntemleri bütünsel olarak kullanılmıştır.

1.3. Karar Verme

Karar verme; belirtilen problemi çözmek veya karar vericinin istediği hedefe istenilen amaca ulaşması için belirlenen kriterleri kullanarak, seçenekler arasından en uygun olanı seçme işlemidir. Karar verme süreci, hayatımızın her anında karşımıza çıkan en basitinden en karmaşığına kadar yaşamımızın vazgeçilmez bir parçasıdır. İnsanoğlu hayatı boyunca hem kişisel ihtiyaçlarını hem de toplumsal ihtiyaçlarını karşılamak için karşılaştığı çeşitli seçenekler arasından tercih yapmakta zorlanmıştır.

Hayatımızın her anında ve alanında karşı karşıya kaldığımız karar verme durumuyla, bir süreç ifade edilmektedir. Bu süreçte karar verme işlemi için birden fazla alternatif ile karşı karşıya kalırız. Böylece alternatifler bazı kıstaslara göre birbirleriyle karşılaştırılır ve amacı en iyi gerçekleştirecek olan seçilir. Bu seçim işlemi, karar verme olarak ifade edilir. Karar vericiler bu seçim esnasında daima optimal çözümü bulmaya çalışırlar. Ancak, doğru bir optimal çözüm, sadece bir

kriter olduğunda söz konusu olabilir. Seçime etki eden birden fazla kriter olması durumunda tek bir çözüm de söz konusu olmamakta, karar vericiler farklı çözümleri tercih edebilmektedir. Çünkü her bir karar vericinin tercihi farklı olabilmektedir. Bu nedenle gerçek problemlerde, sadece bir kriterin göz önüne alınması yeterli bulunulmamakta birden fazla kriterin uzlaşık olarak değerlendirildiği çözümler daha çok kabul görmektedir (Türkoğlu, 2017).

Saaty'a göre karar verme esnasında tutarlı yöntemlerin eksikliği, özellikle sezgilerin yetersiz kaldığı durumlarda, doğru kararın alınmasını zorlaştırmaktadır (Saaty, 1994). Sezgisel yaklaşımlar sayısal verilere dayanmayan, daha çok karar vericilerin, deneyimleri, yargıları veya kişisel tecrübelerine dayanan yöntemlerdir. Kısa zamanda sonuca ulaşmaya yardımcı oldukları için en iyi sonucu garanti etmedikleri halde sıklıkla kullanılan daha çok bilimsel yaklaşımlara zaman ayırmayanlarca kullanılan aceleci karar verme yaklaşımlarıdır.

Diğer bir karar verme yaklaşımı ise sezgisel olmayan yaklaşımlardır. Bunlara bilimsel yöntemler ve sayısal veriler kullanılarak yapıldıkları için analitik karar verme yaklaşımları olarak ifade edilmektedir. Bu yaklaşım, problemin aşama, aşama bir hiyerarşi dahilinde anlamlı ve daha küçük alt bölümlere ayrılarak çözümlenmesinin daha etkili sonuçlar vereceği esasına dayanmaktadır.

Hem sezgisel hem de analitik yöntemlerde karar verme sürecinde kullanılan verilerin niteliği önemlidir. Çünkü bütün karar verme işlemlerinde sayılabilen ve sayılamayan tüm kriterlerin değerlendirilmesi gerekmektedir. Hatta daha güvenli sonuçlar almak için sayılamayan kriterlerin de sayılabilir hale getirilmesi gerekir. Bu maksatla kriterler birbirleri ile karşılaştırılarak göreceli önem değerleri tespit edilir. Böylece sayılamayan kriterler bile rakamsal olarak ifade edilebilir. (Saaty, 2008). Bütün bu işlemlerin yapılabilmesi, hem sayılan hem de sayılamayan kriterlerin bir arada değerlendirilebildiği tekniklerin kullanılmasıyla mümkün olabilir. böyle bir karar verme yaklaşımının özellikleri aşağıda belirtilmiştir. Bunlar (Saaty,1994);

- i. Basit ve sade,
- ii. Bireysel veya grupça uygulamaya uygun,
- iii. Sezgileri içeren,
- iv. Fikir birliği içinde uzlaşık karar vermeyi destekleyen,
- v. Kullanım için aşırı uzmanlaşma gerektirmeyen yapıda olmasıdır.

Uygulanan yaklaşım veya yöntem ne olursa olsun karar verme sürecinde bazı araçlar kullanılmaktadır. Geleneksel yaklaşımlarda, Şekil 1.4.'te gösterildiği gibi tecrübe, sezgi, deneyim, değer yargıları vb. araçlar etkili olmaktadır. Kullanılan bu araçlar karar verme sürecinde gereklidir ancak yeterli değildir. bu nedenle modern yaklaşımlar diyerek ifade edebileceğimiz yeni yaklaşımlarda yöneticiler iyi bir karar verme işlemi için bilimsel yöntemlerle desteklenen analitik yöntemlerden azami derecede yararlanmaktadır (Aktaş ve Ark., 2015).



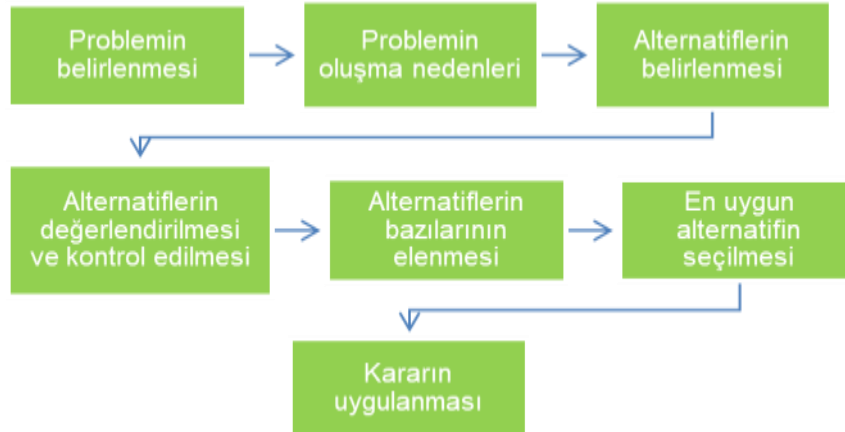
Şekil 1.4. Geleneksel karar yaklaşımı (Aktaş ve Ark., 2015)



Şekil 1.5. Modern karar yaklaşımı (Aktaş ve Ark., 2015).

İnsan yargısı hem sistematik hem de sistematik olmayan karar verme süreçlerinde dikkate alınarak karar vermenin etkinliği artırılmaya çalışılmaktadır. Ancak aynı karar probleminde her bir bireyin değerlendirme kriterlerinin önem düzeyini belirlemesinde farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle grup kararları alınırken bu farklılıkların ortadan kaldırılması veya ortak karar almaya imkan veren uzlaşık yöntemlerin kullanılması ön plana çıkmaktadır (Yücel ve Ulutaş, 2009).

Literatürde günümüz araştırmacılarının karar verme sürecinin aşamalarını daha ayrıntılı olarak belirledikleri görülmektedir. Bu aşamalar Şekil 1.6.'da gösterilmiştir.



Şekil 1.6. Karar verme süreci (Saygın, 2019).

Başka bir deyişle karar verme, belirli bir hedefe ulaşabilmek için alternatiflerin belirlenmesi ve bu alternatifler arasından en uygun olanın tercih edilmesidir. Sonuçları önemli, uzun vadeli, çok kriterli, çok alternatifli ve karar vericilerin çok sayıda olduğu kararlar aynı zamanda stratejik kararlardır. Bu nedenle ayrıntılı olarak analiz edilerek karar verilmelidir. En iyi kararı vermek için karar verme sürecinde yer olan kişilerin niyet ve maksatları ile tercihlerini birlikte değerlendiren yapısal bir yöntemler kullanılmaktadır (Kabak ve Ark., 2017). Karar verme işlemi ile ilgili değişik sınıflandırmalar bulunmakta olup, en yaygın olarak kullanılanların bir tanesi aşağıda belirtilmiştir.



Şekil 1.7. Karar türleri (Özden, 2019).

İnsanlık tarihi kadar eski olan insanların karar verme şekilleri veya analizleri, bugün literatürde gördüğümüz halleriyle hepsi özenle yapılmış bilimsel yaklaşımlar olarak düşünülemez. Bundan dolayı, karar verme konusunda sürekli

yeni çalışmalar yapılmakta, gerçek hayattaki problemler için en iyi karar verme metodunun geliştirilmesine devam edilmektedir.

İnsan yaşamının başlamasıyla birlikte ortaya çıkan karar verme süreci alternatifler arasından amaç veya amaçlara en uygun olanı seçmektir. İnsanoğlunun doğasında karar verici olmak vardır. İnsanoğlunun hayatı kendi kararını kendi verdikçe değerlenir. Kendi kararını verme hürriyeti hayatı daha heyecanlı ve manalı kılar.

Karar vericiler değişime karşı direnci ve onun riskleri altında bulunan gerçek dünyada, rasyonel karar verme becerini daha etkili kullanmak zorundadır. Karar vermede karşılaşılan ve karşılaşılabilecek koşullarda fikirlerin önceliklendirilmesi bulunmaktadır. Bu kapsamda somut olmayan kriterlerin nasıl ölçüleceği, hangi ölçütlerin kullanılacağı ve mantıklı keyfi olmayan sonuçların nasıl elde edileceği en önemli yapısal sorundur. Bu nedenle gerçek ölçütler olduğu gibi kullanılmalıdır (Saaty, 2005).

Literatürdeki karar verme ve problem çözme aynı faaliyet olarak görme eğilimi gerçek hayatta da karşımıza çıkmaktadır. Esasında ikisi de birbirinden farklıdır. Problemlerin yokluğunda da karar verilebilirken, bir karar verme süreci söz konusu değilken de problemler tanımlanabilir. Karar verme mevcut tüm alternatifler, faaliyetler, seçenekler, olasılıklar ve stratejiler arasından amacı gerçekleştirecek en uygun olanın seçilmesi sürecidir. Karar vermede temel unsur, insandır. Bu nedenle konusunda uzman kişilerden faydalanılmalıdır.

İleriye dönük belirli bir amaca ulaşabilmek için atılan adımlar olarak ta tanımlayabileceğimiz karar verme problemleri, genellikle karmaşık yapıdadırlar. Bu karmaşık yapı içinde oluşan kısıtları yerine getirmek ve en az maliyetle optimum sonuca ulaşmayı sağlayacak bir yol seçmek, karar vermenin sürecinin bilimsel bir yapı olarak incelenmesini ve bu konuda bir takım sistematik yöntemlerin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır (Öz, 2007).

Günlük yaşamda karşı karşıya kaldığımız problemler için verdiğimiz kararların küçük bir kısmı oldukça basit iken; büyük kısmı karmaşık yapıdadır ve

üzerinde derinlemesine düşünmeye ve analize ihtiyaç gösterir. Karar vermeden önce, özellikle de önemli konularda, kararın sonuçlarını dikkatlice öngörmeye çalışırız. Sonuçtan beklediğimiz fayda izlediğimiz yolu ve yaptığımız faaliyetleri şekillendirir. Kişisel olarak verdiğimiz kararlar sadece kendimizi ve yakın çevremizi etkilerken, yönetici olarak verdiğimiz kararlar, işletmenin, paydaşların ve çalışanların geleceğini doğrudan etkiler hatta sektörün geleceğine yön verirken ülke ekonomisinde de derin etkiler bırakabilir.

Belirli bir amaca ulaşmak için alternatiflerden biri veya bir kaçını seçme işlemi kısaca karar verme olarak ifade edilir. Aşamaları (Özden, 2019);

- i. Probleminin tanımlanması,
- ii. Probleminin modelinin kurulması,
- iii. Modelin çözülmesi,
- iv. Çözümün test edilmesi ve
- v. Kararın uygulanmasıdır.

Bir karar verme işleminin bileşenleri ise (Özden, 2019);

- i. Problem,
- ii. Karar verici veya vericiler,
- iii. Amaç,
- iv. Alternatifler ve
- v. Kriterlerdir.

Günümüzde hayat şartlarının zorlaşması ve işletmelerin rekabet şartların değişmesi ve iş ortamının karmaşıklaşması göz önüne alındığında, tesis kuruluş yeri seçiminin, işletmenin etkinliği, karlılığı, hayatta kalabilmesi açısından büyük önemi bulunmaktadır. Bu tür stratejik kararlarda, karar vericiler genellikle birçok amacı yerine getirecek çok fazla nitel ve nicel kriteri kullanarak değerlendirme

yapmak zorundadırlar. Bu yüzden de ÇKKV yöntemlerine ihtiyaç duyarlar (Önüt ve Ark., 2008).

En genel manasıyla karar verme, en az bir ölçüt kullanarak probleme ait seçenek kümesinden en az bir amacı sağlayan en uygun alternatifin seçimi şeklinde ifade edilebilir. Araştırmalar, günlük yaşantıda karşılaşılan pek çok günlük kararın alınmasında sezgisel yöntemlerin yeterli olmasına rağmen, karşılaşılan karmaşık ve hayati konularda ise sezgisel kararların tek başına yeterli olmadığını göstermektedir (Saaty,1994).

Karar verme anlık bir olay gibi görünse de aslında bir takım eylem ve işlemlerin tamamını kapsayan bir sürecin sonucudur. Karşılaşılan tüm problemleri çözmede kullanılabilen yaygın bir karar verme süreci bulunmamaktadır. Karar verme süreci, yönetim tarzına, problemin yapısına ve diğer özelliklerine, karar vericilerin kişisel yargılarına ve kararı etkileyen çevresel koşullara göre değişiklik gösterebilmektedir. Karar verme süreçlerin bazı ortak özellikleri vardır. Bunlar (Tekin ve Ektühar, 2010);

- i. Tanımlama,
- ii. Teşhisi koyma,
- iii. Dizayn etme ve
- iv. Karar vermedir.

1.3.1. Askeri Karar Verme Süreci

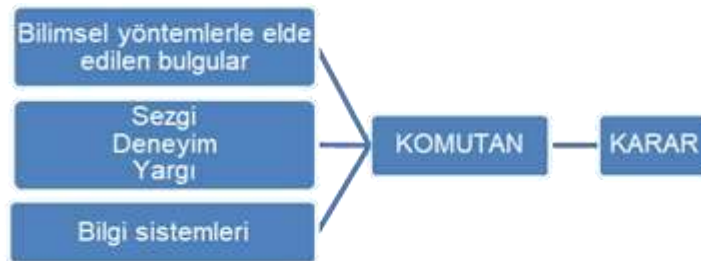
Askeri literatürde karar verme, stratejik, operatif ve taktik seviye olmak üzere üç şekilde karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan en üst seviye olan stratejik kararlar, uzun vadede sonuç beklenen ve ilk seferde doğru olarak verilmesi gereken hayati kararlardır. Operatif kararlar ise daha kısa vadeli, belirli bir zaman dilimini ilgilendiren orta seviye kararlardır. Kuruluş yeri seçimi stratejik kararlara bir örnektir. Çalışmamızda olduğu gibi tesis yeri seçimi kararlarında işletmenin

gelecek hedeflerine yönelik, hizmet kalitesini artırarak vatandaş memnuniyetini artıracak ve kurumun varoluş amacına katkı sağlayacak şekilde hareket edilmelidir.

Literatürde karar verme ile ilgili birçok yayın bulunmaktadır. Bu çalışmada incelediğimiz güvenlik kuvvetleri ile ilgili özel bir karar verme süreci tespit edilmemiştir, ancak askeri karar verme süreci tanımıyla yapılmış yayınlar bulunduğu görülmüştür. 2016 yılında kabul edilen KHK'ye kadar Jandarma askeri nitelikli bir kolluk kuvveti olarak görev yaptığı için kurum kültürü, personel yapısı, terörle mücadele başta olmak üzere birçok konuda askeri birliklerle aynı karar verme sürecini uygulamaktadır.

Askeri karar verme sürecinin diğer karar verme süreçlerinden ayrı olarak ele alınmasının en büyük nedenlerinden biri, taşıdığı riskler ve zorluklardır. Bu nedenlerden dolayı daha dikkatlice yönetilmesi gerekmektedir. Teknolojinin gelişimi ve kullanımının artması karar verme işlemi esnasında çok daha fazla verinin, komutana daha hızlı ve doğru şekilde aktarılmasına imkân vermektedir. Yöneylem araştırmalarının alanlarından biri olan hareket araştırması ve muharebe ortamında karar verme, askeri karar verme sürecinin en bilinen örneklerindendir. Bu problemler için optimum çözümü bularak karar vermek askeri hareketin başarısı için oldukça önemlidir (Göztepe ve Akdağ, 2015).

Çağdaş karar verme yaklaşımında; sadece muharebe ortamında değil askeri birliklerin her türlü faaliyetleri, eylemleri ve ihtiyaçların karşılanması esnasında komutan kararının oluşumuna yardımcı olunmaya çalışılmaktadır.



Şekil 1.8. Çağdaş karar verme yaklaşımında komutan kararının oluşumu (Yılmaz, 2017).

Komutan ve karargâhının bir konuyu analiz etmek, birliğin vazifesini belirlemek, bu vazifenin icrası için gerekli olan ihtiyaçları saptamak, vazifenin ifasında uygulanacak optimum metodu belirlemek için takip edecekleri usulleri içeren sürece Askerî Karar Verme Süreci denir. Bu süreç, aynı zamanda askeri harekâtın icrasında kullanılacak birliklerin imkan ve kabiliyetlerin tespiti, tahsisi ve yerleştirilmesini de kapsar (Yılmaz, 2017).

1.3.2. Grup Karar Verme Süreci

Karar verme sürecinde birden fazla kişi veya karar verici ile herhangi bir problemin çözümüne girildiğinde, bu işlem birden fazla kişinin katılımı ile grup karar verme uygulaması haline gelir. Bu nedenle sorunu yapılandırmak, görüş talep etmek ve sağlanan bilgilerden yararlanmak için akılcı prosedürler geliştirilmiştir. Grup karar verme uygulamalarında problemleri grup olarak iki şekilde ele alınır. Bunlardan birincisinde tüm grup üyeleri bir araya gelerek bizzat karşılıklı olarak tartışır, ikincisinde ise formlar doldurulur ve yazışmalar ile değerlendirme yapılır.

Grup Karar Verme uygulamalarında en önemli husus konu üzerinde fikir birliğidir.

Konsensüs, tüm grup üyelerinin hemfikir olduğu karar sürecinin bir pozisyonudur. Uzlaşık çözümler bulunmasını sağlar. Genel bir durum olarak, öznitelik ağırlıkları, değerler ve grup üyelerinin önem ağırlıkları olmak üzere üç parametreden biri eksik olarak ifade edildiğinde, bir seferde bir grup mutabakatına ulaşılmaz, uzlaşma sağlanması gerekir.

Ancak grup konsensüsü, doğası gereği yalnızca tüm grup üyelerinin katılımıyla icra edilen canlı toplantılarda sağlanabilir. Bir grup uzmanın yaptıkları çalışmalarda verdiği değerler birbiriyle uyuşmayabilir. Bu durumda üyelerinin yaptığı değerlendirmelerin aritmetik, geometrik ortalamalarının alınması gibi bazı yöntemler kullanılarak değerlendirme yapılır. Mesela Saaty bazı uygulamalarında

geometrik ortalamayı tercih etmiştir. İşte bu yöntemlerin uygulanmasından ÇKKV teknikleri doğmuştur.

1.3.3. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV)

ÇKKV; eş zamanlı olarak birden çok kriterin değerlendirilmesi ile en iyi tercihin yapılmasının sağlanması işlemi olup, karar verme işleminin bir alt dalıdır. Karara etki eden birden fazla faktör söz konusu olduğunda, karar vericilere yardımcı olan uygulamalarının tümünü içerir. Çok fazla kriterin bulunduğu karmaşık problemler önce sadeleştirilip basite indirgenerek, karar vericilerin işleri kolaylaştırılır.

Karar vericiler ÇKKV teknikleri ile önceden belirlenen alternatifleri, birden fazla kritere göre ağırlıklandığı veya sıraladığı problemleri değerlendirirler. Çok fazla ÇKKV yöntemi mevcuttur ve sayıları her geçen gün artmakta, araştırmacılar sürekli yeni teknikler geliştirmektedir. ÇKKV teknikleri iki kategoride uygulanmaktadır. Bunlar (Türkoğlu, 2017);

- i. Çok amaçlı karar verme (ÇAKV) ve
- ii. Çok ölçütlü karar verme (ÇÖKV) teknikleridir.

ÇAKV teknikleri bir yöneylem araştırmaları uygulaması olan doğrusal programlama (DP)'nin özel bir halidir. DP'da; kadar değişkenleri sürekli olmasına rağmen kısıtlar ve amaç fonksiyonu doğrusaldır. Fakat bundan farklı olarak çok amaçlı karar verme tekniklerinde; aynı anda birden fazla amaç sağlanmaya çalışılmaktadır (Türkoğlu, 2017).

ÇKKV, karar vericilerin çok fazla seçeneğin bulunduğu bir küme içerisinde en az iki kriteri karşılaştırarak yaptığı seçim işlemidir. Diğer bir ifadeyle iki veya ikiden fazla kriteri değişik yöntemlerle karşılaştırarak, alternatifler arasında seçim yapma işlemidir. ÇKKV metotları, bu kriterleri kullanarak belirlenen alternatifler içerisinde en uygun olanın seçilmesini sağlar.

Günümüzde meydana gelen teknolojik gelişmelerin hayatımızı kolaylaştırmasına paralel olarak insan ihtiyaçları da artmakta ve karmaşıklaşmaktadır. Bu nedenle çok sayıda nitel ve nicel kriteri içeren bireysel ve toplumsal ihtiyaçların karşılanması sürecinde karar vererek en uygun alternatifi seçmek gittikçe zorlaşmaktadır.

Literatürde karar verme süreçlerinde “çok kriterli”, “çok amaçlı” veya “çok nitelikli” gibi tanımların sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Bunlardan çok kriterli tanımları daha genel kullanılmakta, dolayısıyla karar vermede de Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) kavramı kullanılmaktadır. Bu problemlerde birbiri ile çelişen çok sayıda kriter karşılaştırılarak alternatifler değerlendirilir. Kriterler karar vericinin alternatifleri değerlendirmek için kullandığı ölçütlerdir.

ÇKKV teknikleri ilk defa 1960’li yıllarda karar verme sürecindeki çeşitli görüşlere ve büyük karmaşık veri setlerine uyum sağlamadaki zorlukları azaltmak için geliştirilmiştir (Afshari ve Ark., 2016). Genellikle bu tür çok kriterli problemlerin çözümü için literatürde yukarıda belirttiğimiz gibi çok kriterli karar verme (ÇKKV) diye adlandırılan metotlar kullanılmaktadır. ÇKKV, karar vericinin alternatifler arasından yaptığı seçim işleminde kullanılan metodolojilerin toplamıdır.

Karar verme işlemi esnasında, arasından seçim yapılacak alternatiflerin sayısı kadar bu seçime etki eden kriterlerin miktarı da önemlidir. Kriter sayısı ile alternatif sayısının artması karar verme işlemini de zorlaştırmaktadır. ÇKKV tekniklerinin geliştirilmesinin nedenlerinden biri de budur (Durmuş ve Tayyar, 2017). Çok kriterli karar verme teknikleri uygulamaları genelde dört adımda gerçekleştirilir. Bunlar (Betrie ve Ark., 2013);

- i. Problemin tespiti,
- ii. Seçeneklerin belirtilmesi ve problemin modellenmesi,
- iii. Alternatiflerin değerlendirilmesi
- iv. Seçilen tercihin önerilmesidir.

ÇKKV teknikleri arasındaki temel fark, kullanılan algoritmaların farklılığı, girdi ve veri çeşitleri ile nihai sonuçtur.

ÇKKV tekniklerine yöneylem araştırmasının bir alt disiplini olmakla beraber tam gelişmiş bir dalıdır da diyebiliriz. tek bir karar verici veya bir grubun belirli kriterleri göz önüne alarak alternatifleri değerlendirmesi ve bu değerlendirme için bir takım matematiksel araçlar veya yöntemlerin tasarlanması veya kullanılması ile ilgilenir. Genellikle bağımsız, orantısız ve çelişkili özellikler taşıyan alternatiflerin önceliklendirmesi, sıralanması veya seçilmesi için kullanılır (Karim ve Karmaker, 2016).

Bir başka araştırmacıya göre ise ÇKKV yöntemleri optimum kararı vererek en uygun alternatifin seçilmesini sağlamak amacıyla alternatifleri, belirlenen kriterlere göre en iyiden en kötüye doğru sıralama işlemidir. Bir sıralama yapma durumunda kalabileceğimiz hayatın hemen, hemen tüm alanlarında ÇKKV yöntemlerini kullanabiliriz. Bunlardan bir kısmı (Özden, 2019);

- i. Ekonomi,
- ii. Yönetim,
- iii. Sermaye yatırımı,
- iv. Üretim,
- v. Pazarlama,
- vi. Planlama,
- vii. Risk analizi,
- viii. Tesis yerleşim yeri seçimi,
- ix. Kaynakların tahsisi,
- x. Ulaştırma,
- xi. Eğitim,
- xii. Sağlık ve
- xiii. Personel seçimidir.

Yukarıda belirtilen hayatın hemen, hemen her alanında karşımıza çıkan ÇKKV problemlerini çözerek karar verme sürecinde yer alanlar, kendi düşüncelerine göre uyguladıkları seçim, sıralama veya gruplama vb. işlemleri belirli sistematik bir sıraya göre yaparlar. Bunlar (Pekkaya ve Burak, 2018);

- i. Kriterleri amaca uygun şekilde oluşturmak,
- ii. Ulaşılabilecek hedefleri veya seçenekleri belirlemek,
- iii. Kriterlerin ağırlıklarını belirlemek,
- iv. Her bir kriter için istenen değerleri, yüksek, düşük veya ideal olarak belirlemek,
- v. Her seçenek için nitel ve nicel değerleri belirlemek,
- vi. Tercih edilen ÇKKV tekniğini uygulamak,
- vii. En iyi alternatifi belirlemek ve
- viii. Uygun bir çözüme ulaşılmazsa yeni veriler toplayarak ÇKKV sürecini yeniden işletmektir.

ÇKKV yaklaşımı birçok kriterin söz konusu olduğu çatışmalı ortamlarda seçim ve sıralama yapmamıza olanak sağlayan etkili bir yaklaşımdır. Birkaç kriterin etkili olduğu alanlarda sıklıkla kullanılarak son zamanlarda yöneylem araştırmasının en hızlı büyüyen alanı olmuştur. Böylece ÇKKV teknikleri en yaygın kullanılan karar verme yöntemi olmuştur (Tao ve ark, 2012).

1.3.3.1. ÇKKV Problemleri

ÇKKV, birden fazla birbiriyle çatışan kriterin optimize edilerek en uygun çözüme ulaşılmak istendiği problemlerin çözümü için kullanılan genel tanımdır. ÇKKV problemlerini ÇAKV ve ÇÖKV olarak iki sınıfta incelediğimizi önceki bölümlerde belirtmiştik. Bunlardan ÇAKV’de birden fazla karar seçeneğini söz konusuysa, ÇÖKV’de sonlu sayıda karar seçeneği bulunur (Kabak ve Ark.,

2017). Standart bir ÇKKV probleminin; seçilecek alternatifler, bu seçimi etkileyen kriterler ve her bir kriterin kullanılan ÇKKV tekniğine göre ölçülen göreceli ağırlığı olmak üzere üç temel bileşeni bulunmaktadır (Chen, 2000).

Günlük olarak hayatımızın her alanında, mesleki veya şahsi birçok olayda karar verme durumu karşımıza çıkmaktadır. Belirli bir problemin çözümü için alternatifler arasından en uygun olanının seçilmesi olan karar verme işleminin gerçekleşebilmesi için öncelikle bir karar problemi ve birden fazla alternatif bulunmalıdır. Bu alternatiflerin isabetli bir şekilde tespiti için de problemin anlaşılır bir şekilde tanımlanması gereklidir. Problemler genellikle anlaşılmaz, karmaşık bir yapıda bulunur ve birden fazla kritere sahip olur. Bu kriterler çözüm sürecinde karar verebilmek için bir değerlendirme yapmamızı sağlar.

Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile çoklu ve genellikle birbiriyle çelişen kritere sahip bir probleme çözüm getirmeye çalışılır (Yücel ve Ulutaş, 2009). Bir Çok Kriterli Karar verme süreci genel olarak bir grup alternatif arasından belirli kriterleri kullanarak birinin seçilmesi işlemidir. Basit bir karar verme süreci aşağıdaki işlemleri içermektedir (Gade, 2014).

- i. Karar problemi tanımlanır,
- ii. Kriterler belirlenir,
- iii. Alternatifler belirlenir,
- iv. Her bir kriterin önem dereceleri hesaplanır,
- v. Her bir alternatif için kriterler puanlanır,
- vi. Karar kuralları uygulanır,
- vii. Alternatifler kriterlere göre değerlendirilir,
- viii. En iyi alternatif belirlenir.



Şekil 1.9. Çok kriterli karar verme süreci

1.3.3.2. ÇKKV'nin Temel Kavramları

Bir ÇKKV probleminin temel kavramları aşağıda belirtilmiştir. Bunlar (Özden, 2019);

- i. Karar verici veya vericiler,
- ii. Hedef,
- iii. Alternatifler/seçenekler,
- iv. Kriterler/faktörler,
- v. Karar matrisi ve
- vi. Kriter/faktör ağırlıklarıdır.

Bir ÇKKV probleminde ulaşılmak istenen hedef ve göz önünde bulundurulması istenen kriterler çok önemlidir. Karar verici veya vericiler tarafından istenen bu kriterlerin her birinin ayrı, ayrı karara etkisi vardır. Buna bir nevi performans değeri diyebiliriz. Her kriterin karar verici veya vericiler üzerinde etkisi farklıdır. Yani her kriterin ayrı bir önem derecesi bulunmaktadır. Burada önemli olan bu önem derecelerinin toplamının 1 olmasıdır.

1.3.3.3. ÇKKV Problemlerinin Sınıflandırılması

Araştırmacılar ÇKKV problemlerini genel olarak üç ana başlıkta sınıflandırmışlardır. Bunlar seçim, sınıflama ve sıralama problemleri olup, aşağıda açıklanmıştır.

Seçim problemleri: Bu tip, çok sayıda alternatifin bulunduğu ve bu alternatiflerin birbiriyle karşılaştırılmasının zor olduğu ÇKKV problemlerinde amaç, en iyi alternatifi seçmektir. Kısacası problemin çözümü için en uygun alternatifin, alternatifler kümesinin içinden seçilmesidir. Gerçek hayatta araba, konut, telefon, vb. alımlardan yaptığımız seçim işlemleri örnek gösterilebilir.

Sınıflama Problemleri: Bu tür problemlerin amacı, belirlenen kriterlere göre benzer özelliklerdeki alternatiflerin bir araya getirilmesidir. Sınıftaki öğrencileri çalışmaları açısından çok iyi, iyi, orta, vasat ve kötü olarak değerlendirmeyi örnek verebiliriz.

Sıralama Problemleri: Bu tür problemlerinin amacı ise, alternatiflerin en iyiden en kötüye doğru sıralanmasıdır. Belirli kriterler göz önüne alınarak ülkemizde yapılan üniversite sıralamalarını örnek verebiliriz.



Şekil 1. 10. ÇKKV problemlerinin sınıflandırılması

1.3.3.4. ÇKKV Teknikleri

Gerçek hayatta karşılaştığımız problemlerde, alternatifleri değerlendirirken, dikkate aldığımız çok sayıda kriterler olması ve bunları aynı anda değerlendirmek zorunda olmamız, amacımız ile alternatif seçeneklerin birbiri ile çelişkili olması, sonuçtan elde etmek istediğimiz faydanın değişken yapıda olabilmesi ve alınacak kararın çok yönlü etkilerinin olabilmesi gibi sebeplerden dolayı karar vericilerin bilimsel yöntemler ve teknik analizleri kullanması zorunlu hale gelmektedir.

ÇKKV teknikleri karar vericilere karşılarına çıkan problemleri çözmeye çalışırken yardımcı olmak için 1960'lı yıllardan itibaren kullanılmaya ve geliştirilmeye başlanmıştır. Alternatif sayısı ile seçime etki eden kriter sayısının birden fazla olması ve her alternatifin avantaj ve dezavantajlarının olması halinde karar verme işlemi zorlaşmaktadır. Bu durumda en iyi alternatifi seçebilmek için, rasyonel analizler kullanarak, basit ve hızlı bir şekilde karar alma imkanı veren ÇKKV tekniklerinden istifade edilmelidir.

Bir ÇKKV probleminde en az iki adet birbiri ile çelişen kriter ve en az iki adet alternatif çözüm bulunması gerekmektedir. Bununla birlikte alternatifleri karşılaştırdığımızda aynı değeri alıyorsa ve kriterler birbiri ile çatışıyorsa karar veremeyiz.

En uygun ÇKKV yöntemini seçmek; sorunun tüm yönlerini anlayarak ve gerektiğinde kriterler arasındaki karşılıklı bağlantıları tespit ederek, kriterler arası hangi ödünlerin verilebileceğini göstermek, risk ve belirlisizliği daha tutarlı bir şekilde tespit ederek karar vericilerin üzerinde uzlaşabilecekleri bir kararı vermelerine imkan sağlamalıdır (Kolios ve Ark., 2016).

ÇKKV teknikleri karar verici veya vericilere belirsizlik, karmaşıklık ve birbiri ile çakışan amaçların söz konusu olduğu durumlarda alternatifler arasından uygun seçenekler oluşturarak daha iyi kararlar vermelerini sağlamaktadır. Bu yöntemler sonuca ulaşmada karar verici veya vericilere önemli katkılar sağlamaktadır (Özdemir ve Ark., 2016).

Karar Destek Sistemleri (KDS) bireyleri, işletmeleri ve organizasyonları etkili ve şeffaf kararlar almaya yönlendirir. KDS kullanıcılarının becerileri, gereksinimleri, teknolojik gelişme, beklenen sonuç gibi faktörlerden etkilenir. KDS kullanıcı, model ve veritabanı olmak üzere üç bileşenden oluşur. Burada modeller kullanıcılara veritabanındaki bilgileri analiz etme imkanı sağlar (Odokuma ve Ark., 2017).

Günümüzde bilgi teknolojilerinin gelişmesi ve internet erişim imkanlarının artması ile işletmelerde karar verme sorunları daha karmaşık ve zor hale gelmiştir. Birçok karmaşık karar problemlerinde karar vericiler karar destek sistemlerinden faydalanmaktadır. Ancak kriter sayısının artması ile birlikte ÇKKV tekniklerinin kullanılması da artmıştır (Asemi ve Ark., 2018).

ÇKKV teknikleri, hem sayısal hem de sözel ifadeler kullanılarak, birden fazla kritere göre alternatifler arasından en uygun olanın seçilmesi için, matematiksel yöntemlerin uygulanmasıdır. 1960'den günümüze hayatın hemen, hemen her alanında çok değişik ÇKKV teknikleri karar verme esnasında kullanılmaktadır (Karaatlı ve Ark., 2015). Literatür taramalarda ÇKKV yöntemlerinden; AHP, TOPSIS, GIA, ANP, SAW, ELECTRE, DEMATEL, VIKOR ve MOORA yöntemlerin en çok ve yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir (Ersoy, 2019).

Literatürde çok kriterli karar verme tekniklerinden yaygın olarak kullanılanlar aşağıda açıklanmıştır.

1.3.3.4.(1). AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) Yöntemi

AHP tekniğinin genel prensibi problemleri parçalama ve sentezlemeye dayanmaktadır. AHP, probleme etki eden kriterler tespit edildikten sonra, kriterleri ikili olarak karşılaştıran, elde edilen sonuçların analizi ile kriterlerin aralarındaki önemini ve bu önemin sayısal değerini belirleyen bir sistemdir. Literatürde en çok karşılaştığımız yöntem olan AHP 2000'li yıllardan itibaren ÇKKV problemlerinin

hemen, hemen tüm uygulamalarında kullanıldığı gibi diğer tekniklerle tümleşik olarak ta kullanılmaktadır.

AHP'nin bu kadar yaygın kullanılmasının en büyük nedeni karar verme sürecinde, karar vericinin objektif ve sübjektif kriterleri birleşik olarak kullanabilmesine olanak sağlaması ve bunları sayısal olarak ifade edebilmesidir. Yani AHP karar verici veya vericilerin bilgiyi, tecrübeyi, bireysel düşünceleri ve önsözleri mantıksal bir şekilde bir araya getirdiği bir yöntemdir (Uzun ve Kazan, 2016).

Kısaca AHP metodunun uygulanmasında öncelikle ulaşılmak istenen hedef belirlenir. Daha sonra bu hedefe ulaşmada etkili olan kriterler ve varsa her bu kriterlerin alt kriterleri tespit edilir. Daha sonra bu kriterlerin ışığında elimizdeki seçenekler/alternatifler yapılan hesaplamalar ile karşılaştırılır. Bu maksatla uzman kişilerin görüşlerine başvurulabileceği gibi daha fazla katılım sağlanacağı anket çalışması da yapılabilir. Ancak anket sürecinde anketi dolduranlar konuyla ilgili bilgi ve tecrübe sahibi olmaları gerekir. Bu yüzden anketörler anket esnasında sürekli yönlendirici olmalıdır. Yoksa ilerleyen bölümlerde anlatacağımız tutarsızlık problemi ile karşı karşıya kalırız. Yapılan bu çalışmalar ve anketler sonucu kriterlerin ikili karşılaştırılmasına dayalı karşılaştırma matrisi oluşturulur. Bu matriste yapılan işlemler sonucu her bir kriterin önem derecesi bulunur.

AHP'nin araştırmacılar tarafından sıklıkla kullanılmasının nedeni, yukarıda belirtildiği gibi genel itibariyle kullanımının sade, basit, kolay ve anlaşılır olmasıdır. Literatür taramada tesis yerleşim yeri seçiminde en çok tercih edilen yöntemlerden biri olduğu görülmüştür (İnce ve Ark., 2016). AHP metodu bu çalışmada kullanıldığı için metot ile ilgili ayrıntılı bilgi Materyal ve Metot bölümünde açıklanacaktır.

1.3.3.4.(2). ANP (Analitik Ağ Süreci) Yöntemi

ANP, Saaty tarafından karmaşık ilişkili problemlerin çözümünde kullanılmak üzere geliştirilmiş ÇKKV yöntemlerinden biridir. ANP, AHP'nin

genel bir formu olup, yaptığı işlemlerde AHP'nin esasları, kriterleri ve kıyaslama mantığını aynı şekilde kullanır. AHP' de kriterlerin birbirinden etkilenmediği varsayılıp bu kriterler önem derecelerine göre sıralanırken, ANP' de böyle bir derecelendirme yapmak zorunlu değildir. AHP' de kriterlerin önemi alternatiflerin önemini belirlerken, ANP' de bu ilişki karşılıklı hale gelir ve alternatifler de kriterlerin önemini belirler. ANP yapısı daha karmaşıktır, her grup diğer gruplar ile etkileşime girebileceği gibi kendini de etkileyebilmektedir. ANP özellikle sonlu sayıda seçeneğin bulunduğu problemlerde seçeneklerin göreceli önem değerlerinin tespiti için kullanılmaktadır.

ANP; AHP' de olduğu gibi nicel ve nitel kriterleri birlikte değerlendirebilmesi, karar verme işleminin alternatiflerden çok amaca yönelmesi ve bütün kriterlerin hesaba katılmasına olanak sağlaması, kriterler arası karşılıklı etkileşime müsaade etmesi, kriterlerin birbirine karşı önceliği olmaması, farklı kriter ve seçeneklerin göreceli ağırlıklarını hesaplayarak karar vericiye yardımcı olunması ve geri beslemeye imkan vermesi sayesinde çok geniş bir alanda kullanılabilmektedir (Saaty, 2004).

Bir ANP modelinde karar ağı şeklinde düğümler (şebeke), birleşen ve elemanlar bulunur. Elemanların oluşturduğu bir grup, bir birleşeni ifade eder. Birleşenler ise bir ağ içerisinde sürekli birbirleri ile ilişkide olmalıdır, yoksa birbirleriyle etkileşim kuramazlar. Bu durumda birleşenler arasında bir ilişki kuramayız ve tanımlayamayız. Birleşenlerin birbirleri üzerindeki etkileri, aynı zamanda birleşenlerin birbirinin elemanlarının üzerindeki etkisidir. ANP ile karar verme sürecinde, birleşenler arasındaki ilişkiler modellenerek, birleşenlerin birbirlerine etkileri belirlenip analiz edilerek, bu etkiler sentezlenip oluşturulan hiyerarşik yapıdaki karar ağları kullanılarak, birleşenlerin birbirlerine bağımlılıkları ve geri beslemeleri bir araya getirilir (Uzun ve Kavak, 2019).

Literatürde AHP ve ANP'nin şimdiye kadar çelişkilerden bağımsız olarak ve güçlü varsayımlar gerektirmeden kullanıldığı görülmektedir ki, bu durum AHP ve

ANP'yi geniş kapsamlı uygulamalar için uygulanabilir hale getirmektedir (Saaty, 2005).

Kısaca ANP, AHP'ye göre daha karmaşık karar verme problemlerinde uygulanabilmekte olup, ANP'nin adımları aşağıda belirtilmiştir. Bunlar (Özcan ve Ark., 2016);

- i. Problemin belirlenmesi,
- ii. Kriterler arası ilişkilerin belirlenmesi,
- iii. İkili karşılaştırma matrisinin oluşturulması,
- iv. Tutarlılığın hesaplanması,
- v. Süper matrisin oluşturulması, ağırlıklandırılmış süper matris ile limit süper matrisin elde edilmesi ve
- vi. En iyi seçeneğin belirlenmesidir.

1.3.3.4.(3). ARAS (Katkı Oranı Değerlendirmesi) Yöntemi

İngilizcesi Additive Ratio Assessment olan ARAS yöntemi, Zavadskas ve Turskis tarafından çok kriterli karar problemlerine çözüm bulmak amacıyla 2010'da yılında geliştirilmiş bir yöntemdir (Saygın, 2019). Bu yöntemde, alternatiflere ait fayda değerleri ile en uygun alternatifin fayda değerleri oransal olarak karşılaştırılır. Böylece ARAS ile sadece alternatiflerin fayda değerleri değil, bu değerlerin en uygun alternatifinin değerine olan oranları da hesaplanmış olur.

Örneğin bir kriterin optimum değerini 10 olarak kabul edelim. Bu kritere göre değerlendirmeler yapılırken alternatiflerin en yüksek 9 değerini aldığını varsaydığımızda, kriter en yüksek değeri aldığı için değeri tam 1 puan değil de $9/10=0,9$ olarak dikkate alınmaktadır.

Araştırmacılar ARAS yöntemini 6 adımda uygulamışlardır. Bunlar sırasıyla aşağıda gösterilmiştir (Ercan ve Kundakcı, 2017).

- i. İlk önce X başlangıç matrisi oluşturulur. Bu matriste X_{ij} i alternatifin j kriterine göre aldığı değeri göstermektedir. X_{oj} ise j kriterin optimum değerini göstermektedir. Bu nedenle başlangıç matrisi, fayda kriteri için en yüksek değerler ile optimum değer, maliyet kriteri için ise en küçük değerler ile optimum değer çarpılarak oluşturulur.
- ii. Başlangıç matrisi oluşturulduktan sonra fayda ve maliyet kriterleri için farklı eşitlikler kullanılarak matris normalleştirilir.
- iii. Kriterlerin ağırlık değerleri kullanılarak normalize edilmiş matris ağırlıklandırılmış olur. Burada dikkat edilmesi gereken husus kriter ağırlıkları toplamının 1'e eşit olduğudur.
- iv. Optimizasyon işlemi yapılarak her bir alternatifin ayrı, ayrı optimizasyon değeri bulunur. Bir alternatifin optimum fonksiyon değeri ne kadar yüksekse, o alternatif o kadar iyidir.
- v. Her bir alternatifin fayda değeri, alternatifin optimizasyon değeri ile en iyi optimizasyon değerinin karşılaştırılması ile bulunur.
- vi. Son adımda fayda değerleri sıralanır, en yüksek değeri alan alternatif en iyi alternatif olarak kabul edilir.

1.3.3.4.(4). CODAS (Kombine Mesafe Tabanlı Değerlendirme) Yöntemi

İngilizcesi Combinative Distance-Based Assessment olan CODAS yöntemi, çok kriterli karar problemlerine çözüm getirmek maksadıyla geliştirilmiş yeni yöntemlerden biridir. Bu yöntemde alternatiflerin, iki farklı ölçü kullanılarak tercih edilebilirlikleri hesaplanmaktadır. Bu ölçülerden birincisi ile alternatiflerin Öklid mesafesinin negatif- ideal çözüme uzaklığı hesaplanmakta olup, bu mesafe kriterlerin farksızlık alanını göstermektedir. İkinci ölçü ise kriterlerin kayıtsızlık alanını gösteren Taxicab mesafesinin negatif-ideal çözüme uzaklığı olup, alternatiflerden daha uzak mesafeye sahip olanın daha öncelikli olduğunu gösterir (Saygın ve Kundakçı, 2020).

Bu çok kriterli karar yönteminde ilk önce iki alternatif ilk ölçü Öklid mesafesi ölçülerek karşılaştırılmazsa, ikinci ölçüm tekniği olarak Taxicab mesafesi hesaplanarak karşılaştırılır. literatürde Öklid ve Taxicab mesafelerinin negatif ideal çözüme olan uzaklığını ele alan CODAS yönteminin kullanımı ile ilgili yeni çalışmalar yapıldığı görülmektedir (Badi ve Ark., 2017). CODAS yöntemi sekiz aşamada uygulanmakta olup, bunlar aşağıda anlatılmıştır (Keshavarz ve Ark., 2016).

- i. Diğer ÇKKV tekniklerinde olduğu gibi CODAS yönteminde de öncelikle bir X karar matrisi oluşturulur.
- ii. Daha sonra X karar matrisi normalize edilir. Bu yöntemde de fayda kriteri ve maliyet kriteri için iki farklı eşitlik kullanılır.
- iii. Normalize edilmiş X karar matrisinin ağırlıklandırma işlemi yapılır. Burada w_j simgesi j'nci kriterin ağırlığını ifade etmekte olup, aynı diğer ÇKKV yöntemlerinde olduğu gibi w_j 0 ile 1 arasındadır ve toplamı bire eşittir.
- iv. Negatif ideal çözüm bulunur.
- v. Alternatiflerin dördüncü adımda tespit edilen negatif ideal çözümlere Öklid (E_i) ve Taxicab (T_i) mesafeleri bulunur.
- vi. Görelî değerlendirme matrisi oluşturulur. Burada Öklid mesafesini hesaplamak için bir eşik fonksiyonu belirlenir. Bu fonksiyonda bir eşik parametresi kullanılır ki 0,01 ile 0,05 arasında bir değer kullanılması araştırmacılar tarafından önerilmektedir. Bu parametre değeri belirlendikten sonra yapılan hesaplamalarda iki alternatifin Öklid mesafeleri arasındaki fark belirlenen eşik parametresinden küçük çıkarsa Taxicab uzaklıklarına göre de karşılaştırılır.
- vii. Bütün bu hesaplamalardan sonra her bir alternatife ait H_i değeri bulunur.

- viii. Alternatifler H_i değerine göre büyükten küçüğe doğru sıralanır. En büyük değeri olan en iyi alternatiftir.

1.3.3.4.(5). DEMATEL (Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı) Yöntemi

İngilizcesi The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory olan DEMATEL tekniği 1972-1976 yıllarında Cenevre Battelle Memorial Enstitüsü, Bilim ve İnsan İlişkileri programı kapsamında karmaşık ve birbirine girmiş çok kriterli problemleri çözümü için yapılan çalışmalar esnasında geliştirilmiştir (Li ve Tzeng, 2009)

ÇKKV problemlerinde faktörler veya kriterler arasındaki ilişkileri kurmak için DEMATEL yöntemi, sistemin türü veya karmaşıklığına göre sistemin bileşenleri arasındaki doğrudan ve dolaylı ilişkileri analiz etmeye yardımcı olmaktadır (Rad ve Ark., 2018).

Bu yöntemde kriterler arasındaki nedensel ilişkileri daha iyi anlamamızı sağlamak için kriterler sebep ve sonuç ilişkilerine göre gruplara ayrılarak problemler çözülmeye çalışılmaktadır.

Yöntemin en önemli avantajı uzlaşık çözümlere yönelmesi yani sebep-sonuç ilişkilerini kapsayan bir model önermesidir. Kriterler ilişkileri, cinsleri ve birbirlerine olan etkilerine göre önceliklendirilir. Diğerlerine göre daha yüksek değere sahip olan kriterler sebep kriterleri, daha düşük değere sahip olanlar ise sonuç kriterleri olarak adlandırılır (Tseng ve Lin, 2008).

DEMATEL yöntemi sırasıyla beş adımda icra edilir. Bu adımlar aşağıda belirtilmiş olup 5.nci adımın sonunda elde edilen graf diyagramı ile çözüm belirlenir (Aksakal ve Dağdeviren, 2010).

- i. Verilen puanlara göre direk ilişki matrisinin oluşturulması esnasında uygulayıcı uzmanlar eşleştirilmiş kriter setleri arasındaki ilişkiyi araştırır. Her katılımcının verdiği puanlara göre bir matris ve verilen

cevapların ortalaması alınarak ta A ortalama matrisi oluşturulur (Rad ve Ark., 2018). Bu direk ilişki matrisinde, a_{ij} i ve j'nin karşılaştırması sonucunda verilen puanların ortalamasıdır. Uygulayıcılar ikili karşılaştırma esnasında 0,1,2,3,4 sayısal değerleri kullanmışlardır. Karşılaştırmalar sonucunda direk ilişki matrisi elde edilir.

- ii. Direk ilişki matrisinin normalleştirilerek M normalleştirilmiş matris elde edilir. Bu matrisin köşegen değerleri 0'dır.
- iii. Toplam ilişki matrisi S elde edilir.
- iv. Toplam ilişki matrisi S'nin sütunlar toplamı R, satırlar toplamı D hesaplandıktan sonra D-R ve D+R hesaplanır ve kriterlerin birbirlerine etki/ilişki seviyesi ölçülür. D-R değeri pozitif olan kriterlerin diğerlerinden daha yüksek önceliğe sahip olduğu kabul edilir ve gönderici olarak, D-R değeri negatif olanların ise daha az önceliğe sahip oldukları kabul edilerek alıcı olarak adlandırılırlar. D+R değerleri ise kriterlerin ilişki düzeylerini gösterir değer yüksek ise kriterlerin ilişki seviyesi yüksek, değer düşük ise ilişki seviyesi de azdır.
- v. Eşik değeri ayarlanır ve etki-yönlü graf diyagramı oluşturulur. Uygun bir graf diyagramının oluşturulabilmesi için karar vericiler bir eşik değer belirlemelidir. Bu son aşamada Toplam ilişki matrisi S'nin eşik değerinden daha büyük etki değeri olan elemanlar ile etki yönlü graf diyagramına dönüştürülür. Diyagramın yatay eksenini D+R, dikey eksenini ise D-R noktalarının koordinat düzleminde gösterilmesi ile oluşturulur. Kullanılan eşik değeri, etki yönlü diyagramın karmaşıklığını önlemek için önemlidir. Küçük veya büyük seçilmesi kriterler arası ilişkinin büyüklüğünü etkileyerek çözümün karmaşık veya sade olmasını sağlayabilmektedir.

1.3.3.4.(6). EDAS (Ortalama Çözüm Uzaklığına Dayalı Değerlendirme) Yöntemi

İlk defa Keshavarz ve Ark. tarafından 2015 yılında kullanılan EDAS yönteminin İngilizcesi Evaluation Based on Distance from Average Solution'dır. İlk defa envanter yönetimin çalışmalarında 47 kalem malzemenin ortalama birim fiyat, yıllık para kullanımı ve teslim süresi kriterlerine göre EDAS yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir (Ulutaş, 2017).

EDAS yöntemi diğer tekniklerine göre daha az hesaplama gerektirmektedir. EDAS yöntemi ile alternatifler değerlendirilirken ortalama çözüme pozitif ve negatif uzaklık mesafeleri dikkate alınmıştır. Oldukça basit bir şekilde hesaplanan ortalama çözüm farklı alternatiflerin performans değerlerinin her bir kriter için aritmetik ortalaması alınarak belirlenir. EDAS yöntemi belirli bir sırada gerçekleştirilmekte olup her bir adım aşağıda ayrı, ayrı belirtilmiştir (Keshavarz ve Ark., 2015).

- i. İlk aşamada problemin kriter ve alternatiflerinin gösterildiği X karar matrisi oluşturulur. Burada karar matrisinde X_{ij} i alternatifin j kriter için değeridir.
- ii. Tüm kriterler göz önüne alınarak ortalama çözüm bulunur ve ortalama değerler matrisi oluşturulur.
- iii. Her kriter için ortalamadan pozitif uzaklık matrisi PDA, ve ortalamadan negatif uzaklık matrisi NDA oluşturulur. PDA ve NDA'da, kriterlerin fayda kriteri veya maliyet kriteri olmasına göre hesaplamalar değişir. PDA_{ij} i alternatifin j kriterdeki ortalama çözüme pozitif uzaklığı, NDA_{ij} ise ortalama çözüme negatif uzaklığı göstermektedir.
- iv. Bütün alternatiflerin PDA'larının ağırlıklı toplam değerleri SP ve NDA'larının ağırlıklı toplam değeri SN hesaplanır.
- v. Tüm alternatifler için hesaplanan SP ve SN değerleri normalize edilir.

- vi. Tüm alternatifler değerlendirilir.
- vii. Alternatifler değerlendirme sonuç puanlarına göre sıralanır. En yüksek değeri alan alternatif en iyi olarak kabul edilir.

EDAS tekniği ortalama çözüme negatif uzaklık ve pozitif uzaklığı kullanarak değerlendirme yaptığı için yöntem olarak ÇKKV tekniklerinden COPRAS, MOORA, TOPSIS ve VIKOR yöntemlerine benzer.

1.3.3.4.(7). ELECTRE (Gerçeği İfade Edecek Eleme ve Seçim Yöntemi) Yöntemi

İngilizcesi Elimination and Choice Translating Reality olan ELECTRE tekniğinin temelini, her değerlendirme kriteri için alternatifler arasında yapılan ikili üstünlük karşılaştırmaları oluşturmaktadır. Bernard Roy'un karar verme çalışmaları sonucunda 1968 yılında geliştirilmiştir (Akyüz ve Soba, 2013). Bu yöntemde tercih edilen veya istenmeyen seçenekler arasında bir üstünlük ilişkisi kurularak alternatiflerin sıralanması sağlanmaktadır (Soba, 2014). Günümüzde ELECTRE I, II, III, IV, IS ve TRI olmak üzere altı farklı yöntem kullanılmaktadır. Burada açıklayacağımız ELECTRE-I yöntemi alternatiflerin her bir kriter için ayrı ayrı ikili karşılaştırılması temeline dayanır (Durucasu ve Ark., 2017).

ELECTRE yöntemi aşağıdaki adımlar takip edilerek uygulanmaktadır. Bunlar (Yavuz, 2013) (Yücel ve Ulutaş, 2009);

- i. Karşılaştırma matrisinin oluşturulması, normalizasyonu ve ağırlık matrisinin oluşturulması,
- ii. Uyum ve uyumsuzluk setlerinin belirlenmesi,
- iii. Uyum ve uyumsuzluk matrisinin oluşturulması,
- iv. Uyum üstünlük matrislerinin ve uyumsuzluk üstünlük matrislerinin belirlenmesi,

- v. Net üst ve alt değerlerin hesaplanarak karar noktalarının önem sıralarının belirlenmesidir.

ELECTRE uygulamasında sütunlar kriterleri, satırlar da alternatifleri belirtecek şekilde uygulayıcı tarafından belirlenen bir ölçeğe göre bir başlangıç matrisi oluşturulur. Sonra matris normalize edilir. Bu işlem yapılırken fayda kriteri için farklı, maliyet kriteri için farklı bir formül kullanılır. Müteakiben oluşturulan matrisler ağırlık matrisi ile çarpılır (Akyüz ve Soba, 2013).

Bu çarpımdan V_{ij} standart ağırlıklı matris elde edilir. Sonra uyum ve müteakiben uyumsuzluk değer setleri oluşturulur. Sonra satır elemanlarının büyüklükleri birbirleriyle karşılaştırılır. Bir ÇKKV probleminde $(m.m - m)$ adet uyum seti bulunur. Bir uyum setinde en fazla değerlendirme faktörü sayısı (n) kadar eleman olabilir.

ELECTRE yönteminde her uyum setinin (C_{ki}) karşılığında bir uyumsuzluk seti (D_{ki}) vardır. Bu aşamada özetle kriterler; en iyi olduğu duruma karşı ve en iyi olmadığı duruma karşı olmak üzere iki ayrı kümeye ayrılır.

Uyumsuzluk seti elemanları, ilgili uyum setine ait olmayan j değerlerinden oluşur. ELECTRE tekniğinin en zayıf yanı C ve D kritik eşik değerlerinin kullanımındadır. Bu değerler, sonuç üzerinde önemli etkiye sahip olmalarına rağmen keyfi değerlerdir ve karşılaştırmayı yapana göre değişebilir. Diğer zayıf yanı seçenekler arasında bir tercih sıralaması göstermeyip, bu değerlendirme için ise net uyum göstergesi ve net uyumsuzluk göstergesini kullanmasıdır (Atalay, 2009).

Müteakiben C uyum matrisi oluşturulur. C uyum matrisinin oluşturulması için uyum setlerinden yararlanılır. C matrisi $m \times m$ boyutludur ve $k = l$ için değer almaz. Sonra D uyumsuzluk matrisi oluşturulur. C matrisi gibi D matrisi de $m \times m$ boyutludur ve $k = l$ için değer almaz.

Sonra uyum indeks matrisi belirlenir. Burada hesaplanan c kritik değerdir ve kullanılarak uyum üstünlük (F) matrisi elde edilir. Formüldeki m karar noktası sayısını göstermektedir. F matrisinin elemanları (f_{kl}) , ya 1 ya da 0 değerini alır.

Uyumsuzluk indeks matrisinde hesaplanan d kritik değerdir ve kullanılarak (G) matrisi elde edilir. Uyumsuzluk üstünlük matrisi (G) de $m \times m$ boyutludur. Uyumsuzluk eşik değeri (d) yardımıyla elde edilir. G matrisinin elemanları da (g_{kl}) , ya 1 ya da 0 değerini alır.

Son adımda ise net üst ve net alt değerler tespit edilerek alternatiflerin sıralanması ve aralarından seçim yapılmasında kullanılır.

1.3.3.4.(8). Entropi Ağırlık Yöntemi

İlk defa termodinamikte düzensizlik olarak karşımıza çıkan entropi kavramı, bilgi entropisi olarak 1948'de ilk defa Claude E. Shannon tarafından ortaya atılmıştır (Karaatlı, 2016). Karar vermede belirsizliği ifade etmek için kullanılan entropiyi, bir olasılık teorisi gibi formüle edebiliriz. Elimizdeki verilerin sağladığı faydalı bilgilerin miktarını ölçerek yapılan hesaplamalarda entropi değeri düştükçe düzensizlik seviyesi de düşmektedir.

ENTROPİ tekniği ile mevcut verilerin sağladığı faydalı bilgi miktarı ölçülür. ENTROPİ'nin değişik ve çeşitli ölçeklerde uygulanabilmesi en önemli özelliğidir. (Akçakanat ve Ark., 2017).

Entropi yöntemi 5 aşamada uygulanmaktadır (Ofloğlu, 2017).

- i. Başlangıç ve karar matrisinin oluşturulması,
- ii. Karar matrisinin normalize edilmesi,
- iii. Entropi değerlerinin hesaplanması,
- iv. Farklılaşma değerlerinin hesaplanması ve
- v. Entropi ağırlığının hesaplanmasıdır.

Başlangıçta m adet alternatiften ve n adet kriterden X_{ij} karar matrisi oluşturulur. Normalizasyon işlemi için hesaplamalarda amaç fayda yönlüyse farklı, maliyet yönlüyse farklı formül kullanılır.

Normalizasyon işlemi tamamlandıktan sonra Entropi (E_j) değeri hesaplanır. Entropi değerinin farklılaşma derecesi hesaplandıktan sonra da her bir kriterin ağırlığı hesaplanarak alternatifler sıralanır.

1.3.3.4.(9). GRAY (Gri İlişki Analizi) Teori

İngilizcesi Gray Relation Analysis olan Gri İlişki Analizi (GİA) yöntemi, ilk defa Julong Deng tarafından 1982 yılında ortaya atılmıştır (Deng, 2002). Kısıtlı veri bulunduğu durumlarda değerlendirme yapabilen GRAY Teori yöntemi 1980'li yıllardan itibaren oldukça yaygın bir kullanım alanı bulmuştur (Deng, 1982). TOPSIS ve ELECTRE yöntemlerini uygularken farklı performans göstergelerinden kaynaklanan eksiklikleri gidermek ve alternatif bir çözüm yöntemi olarak GRAY Teori geliştirilmiştir.

Karar verme sürecinde uzmanların görüşmeler veya anketler yoluyla bilginin aslını elde etmeleri veya anlamaları hiç de kolay değildir. Çünkü ortada bir belirsizlik bulunmaktadır. Bu nedenle Deng belirsizliği ortadan kaldırmak veya belirsizlikleri birleştirerek yönetmek için Gri teoriyi geliştirmiştir (Lo ve Liou, 2018).

GRAY Teori'nin Türkçesi Gri İlişkiler Analizi olarak kullanılmakta olup, son yıllarda sosyal bilimler sahasında da oldukça kullanılmaktadır. Yöntemde kısmen bilinen veya kısmen bilinmeyen belirsizlik durumu için Gri kelimesi kullanılmıştır. GRAY teori birden fazla kriterin aralarındaki ilişki derecesine göre sıralama yapılmasını sağlar (Karadeniz ve ark., 2016). Yöntem esas olarak bilinen verileri beyaz, bilinmeyenleri siyah olarak kabul edip, beyazların yardımı ile siyah olanları beyazlara yaklaştırmaya yani grileştirmeye çalışması nedeniyle de GRAY Teori olarak adlandırılmıştır.

GRAY Teori ile belirsizliğin olduğu sistemlerde ve sınırlı veri bulunduğu durumlarda sistemde bulunan kriterler arasındaki ilişkileri belirleyerek kolay çözümler sunmaktadır. Yöntemde hesaplama işlemleri basittir, hesaplama için çok fazla veri istemez ve bu nedenlerle çözüm için özel programların kullanılması gerekmez. Yöntem tek başına kullanılabildiği gibi diğer ÇKKV teknikleriyle birlikte de kullanılabilmektedir. Bu noktada gri teori, yetersiz bilgi ve belirsizlik ortamında en etkili çözüm metodudur. (Özcan ve Ark., 2011).

GRAY Teori diğer yöntemlerden farklı referans seri değerleri kullanabilir. Yeni kriterler için en büyük veya en küçük değerler kullanabildiği gibi farklı ideal değerler de kullanılabilmektedir. Özellikle ideal durumların ara değer olduğu zamanlarda TOPSIS, VIKOR ve MOORA gibi diğer yöntemler yetersiz kalabilmektedir. bu durumda GRAY Teorinin üstünlüğü ortaya çıkmaktadır (Özdağoğlu ve Keleş, 2019).

GRAY Teori’de kriter ağırlıkları girdi olarak alınmakta ve alternatiflerin değerleri ise çıktı olarak verilmektedir. Yöntemde ideal çözüme en yakın olan alternatif en iyi olarak tercih edilir. GRAY teoride diğer ÇKKV yöntemlerindeki gibi ilk aşamada alternatifler ve kriterlerin belirlenmesini müteakip karar matrisi oluşturulur (Korkusuz ve Ark., 2020).

GRAY Teori; gri tahmin teorisi, gri ilişki analizi, gri modelleme yöntemi gibi isimler kullanılarak, hayatın birçok alanında istatistiksel değerlendirmelerden, insan kaynakları proje yönetimine kadar birçok sahada karar vericilere yardımcı olmaktadır (Üstünışık, 2007). Bu çözüm yönteminin aşamaları aşağıda belirtilmiştir (Tayyar ve Ark., 2014).

- i. Başlangıç verileri hazırlanarak X karar matrisi oluşturulur. Burada x_{ij} i. alternatifin, j kriter için aldığı değerdir. Kıyaslama için m adet kriter hazırlanır.
- ii. Kriterler farklı birimlerle ifade edildiğinde, standartlaştırma işlemi yapılarak birbirleriyle karşılaştırılabilir hale getirilir. Bu işleme karar

matrisinin normalize edilmesi ve normalize edilmiş karar matrisinin oluşturulması denir. Normalizasyon işlemi fayda, maliyet ve optimum düzeye göre olmak üzere üç şekilde yapılır. Ölçütler kar amaçlı ise en yüksek değer, maliyet amaçlı ise en küçük değer, optimumu bulmak amaçlı ise ölçütlerin ortalama bir değeri seçilir. Standart hale getirilmiş bu değerler 0 ile 1 arasındadır ve toplamaları 1'e eşittir.

- iii. Standart hale getirilmiş matrisin sütunlarındaki en büyük değerler ile referans serisi oluşturulur.
- iv. Standartlaştırılmış karar matrisinden bir önceki adımda elde ettiğimiz referans serisi çıkartılır. Böylece fark matrisi elde edilir.
- v. Fark matrisindeki değerlerin karşılığı olarak her biri için gri ilişkisel katsayı hesaplanır. Bu katsayı değeri genel olarak 0,5 değeri seçilir ve 0 ile 1 arasında bir değer alır.
- vi. Hesaplanan gri ilişkisel katsayılar her bir alternatif için ilgili faktörün ağırlık değerleri ile çarpılarak Gri ilişki derecesi elde edilir. Gri ilişki derecesi büyükten küçüğe doğru sıralanarak her bir alternatifin en iyiden en kötüye doğru sırası belirlenmiş olur.

Son zamanlarda araştırmacılar daha sade, basit ve kullanışlı ÇKKV modellerine yönelmektedir. Özellikle veri sayısının yetersiz ve karışık olduğu durumlar için geliştirilen GRAY Teori gelecek ile ilgili değerlerinin tahmini için de gerçekçi sonuçlar vereceği değerlendirilerek tercih edilmektedir. Bu şekilde uzun bir zaman diliminde ölçüm yapılmadan da yüksek güvenilirlik seviyelerinde tahmin değerlerini elde etmek mümkün olmaktadır (Başakın ve Ark., 2018). Sonuç olarak GRAY Teori, sürekli olmayan kısıtlı veriler arasındaki ilişkileri karışık durumlarda analiz etmek için kullanılmakta olan oldukça yaygın ÇKKV yöntemlerinden biridir (Özari ve Erol, 2019).

1.3.3.4.(10). MOORA (Oran Analizine Göre Çok Amaçlı Optimizasyon) Yöntemi

İngilizcesi Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis olan MOORA metodu, ilk olarak Brauers ve Zavadskas tarafından bir çok amaçlı optimizasyon yöntemi olarak geliştirilmiştir. Bu yöntem yeni bir yöntemdir ve son yıllarda karar vericiler tarafından karar verme problemlerinin çözümünde kullanmak üzere farklı uygulamalar geliştirmede kullanılmaya başlanmıştır. Literatürde MOORA yöntemi kullanılarak yapılan çalışmalar sınırlı sayıda olup; özelleştirme, çok kriterli değerlendirmeler, yerel gelişim değerlendirmeleri, üretim sistemleri seçimi, personel seçimi ve malzeme seçimi gibi problemlerde kullanıldığı görülmektedir.

MOORA yöntemi üç adımda uygulanır. Bunlar (Konak ve Ark., 2018);

- i. Farklı Amaçlar için alternatif yanıtları içeren başlangıç matrisinin oluşturulması,
- ii. Oluşturulan matrisin normalize edilmesi ve
- iii. Normalize edilmiş matristeki maksimizasyon ve minimizasyon değerlerinin ayrı, ayrı toplanması ve maksimizasyon değerler toplamından minimizasyon değerler toplamının çıkarılmasıdır.

MOORA yönteminde ilk aşamada, farklı amaçlara karşılık gelen değerlerden oluşan X başlangıç matrisi oluşturulur (Aktepe ve Ersöz, 2014). Burada i amaçları, j alternatifleri gösterir ve x_{ij} i amaca verilen j alternatif yanıtı ifade eder. X karar matrisinde m miktarda alternatif ve n miktarda amaç vardır.

Bir sonraki aşamada, karar matrisinin normalleştirilmiş değerleri hesaplanır. Normalleştirilmiş değerler 0, 1 ya da -1, 1 arasında bir değer alabilir. Normalleştirilmiş matris elde edildikten sonra, minimizasyon ve maksimizasyon olacak şekilde amaçlar belirlenir. Belirlenen bu değerler, N_{yj} (normalleştirilmiş değerlendirme) değerlerini hesaplamak için kullanılır. N_{yj} bütün amaçlar için j

alternatifin normalize edilmiş halidir. N_{yj} sıra sayısı, nihai tercihi ifade eder ve büyükten küçüğe sıralanarak, en yüksek değer en uygun seçeneği gösterir.

$i=1,2,\dots,k$ değerleri maksimize edilecek amaçları, $i=k+1,k+2,\dots,n$ değerleri ise minimize edilecek amaçları ifade etmektedir. Son aşamada ise karekök veya logaritmik dönüşümler kullanılarak farklı türden verilerin karşılaştırması yapılır (Aktepe ve Ersöz, 2014).

1.3.3.4.(11). PROMETHEE (Zenginleştirme Değerlendirmesi İçin Tercih Sıralaması Düzenlemesi) Yöntemi

İngilizcesi Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations olan PROMETHEE yöntemi 1982 yılında Jean Pierre Brans tarafından geliştirilmiştir. Literatürde sıklıkla kullanılan ÇKKV tekniklerindendir (Sennaroğlu ve Çelebi, 2018). Araştırmacıların ELECTRE yöntemini kullanırken karşılaştıkları bazı sorunları aşmak için geliştirdikleri PROMETHEE yöntemi, günümüze kadar birçok konuda kullanılmıştır.

Başlangıçta kısmi önceliklendirme için PROMETHEE-I ve net önceliklendirme için PROMETHEE-II geliştirilmiş daha sonra aralıklı sıralama için PROMETHEE-III, devamlı sıralama için PROMETHEE-IV ve farklı bilim insanların da çalışmaya dahil olmasıyla V ve VI'ncı sürümleri de geliştirilmiştir (Uzun ve Kazan, 2016).

PROMETHEE yönteminde kullanılan aldırılmazlık (kayıtsızlık) eşiği ile alternatifler arasında oluşan değerlendirme farklılıklarının dikkate alınmayacağı durumlar belirtilmektedir. Burada hangi dereceye kadar olan değerlerin dikkate alınmayacağının belirlenmesi ile o dereceye kadar oluşan farklılıkların değerlendirmeye katılması engellenmekte bu da çok fazla kriter veya seçenek olduğu zamanlarda bunlardan eleme yapılması kolaylığını sağlamaktadır (Atalay, 2009).

Sıklıkla kullandığımız AHP, ANP, TOPSIS, ELECTRE ve GRAY teori gibi ÇKKV tekniklerinde kriter ağırlıkları bilinen olarak kabul edilerek ve buna göre

hesaplamalar yapılarak, karar vericilerin karar vermelerine, alternatifleri sıralamalarına yardımcı olunur (Pekkaya ve Bucak, 2018).

PROMETHEE yönteminde ise diğer ÇKKV tekniklerinden farklı olarak, değerlendirme kriterlerinin birbiri ile karşılaştırılması sonucu elde edilen önem dereceleri ile birlikte her bir kriterin kendi iç ilişkileri veri kümesinin dağılımıyla belirlenir ve dikkate alınır.

PROMETHEE yönteminde de diğer ÇKKV yöntemlerinde olduğu gibi işlemler ikili kıyaslamalara dayanır. Her bir kıyaslamada pozitif ve negatif tercih değerleri belirlenir. Daha sonra pozitif değeri en büyük, negatif değeri en küçük olan en iyi alternatif olarak seçilir. Bu yöntem 7 adımdan oluşmakta olup, bunlar aşağıda açıklanmıştır (Uzun ve Kazan, 2016).

- i. Alternatifler $A=(a,b,c,...)$ veri matrisi ağırlıkları $w=(w_1,w_2,...,w_k)$ ve kriterler $c=(f_1,f_2,...,f_k)$ ile alternatiflerin bunlara göre aldığı değerlerden bir veri tablosu oluşturulur.
- ii. Her bir kriter için tercih fonksiyonu tanımlanır.
- iii. Alternatifler için, ortak tercih fonksiyonları tespit edilir.
- iv. Her alternatif çifti için tercih indeksleri belirlenir. Alternatif kümesindeki $w_i (i=1,...,k)$ ağırlığına sahip k kriter için değerlendirilen a ve b alternatiflerin tercih indeksleri hesaplanır.
- v. Alternatifler için pozitif ($\emptyset^+$) ve negatif ($\emptyset^-$) üstünlükler belirlenir.
- vi. Alternatifler için kısmi öncelikler PROMETHEE I ile hesaplanır. Bu aşamada alternatiflerin birbirlerine göre seçilme durumları, birbirinden farksız olan alternatifler ve birbirleriyle karşılaştırılmayacak alternatifler tespit edilir. a ve b gibi herhangi bir iki alternatifin kısmi önceliklerine göre hesaplanır.
- vii. PROMETHEE II ile alternatiflerin tam öncelikleri bulunur. Bu aşamada bütün alternatifler hesaplanan tam öncelik değerleri ile değerlendirilerek tam sıralama belirlenir.

Özetle PROMETHEE I ile kısmi öncelikler hesaplanır. Burada istenilen hareket, en az girdi ile en çok çıktıyı alabilmektir. Bu esnada ortaya çıkan uyumsuzluklar PROMETHEE II ile giderilir. Tam sıralama aşağıdaki formül ile belirlenir, sonuç ne kadar yüksek olursa değerlendirme o kadar iyi kabul edilir (Senneroğlu ve Çelebi, 2018).

1.3.3.4.(12). SAW (Basit Toplam Ağırlıklandırma) Yöntemi

İlk defa 1954 yılında Churchman ve Ackoff tarafından Portföy seçiminde kullanılan Basit Toplam Ağırlıklandırma Yöntemi (Simple Additive Weighting), olarak bilinmektedir. ÇKKV teknikleri arasında en basit ve en çok kullanılanlardandır. Teknik, toplam fayda varsayımına dayanmakta olup, tekniğin doğru olarak uygulanabilmesi için bütün kriterlerin maliyet ya da fayda şeklinde olması gerekmektedir. Bu nedenle uygulaması basit olan bu yöntemin farklı kriter ve değişkene sahip problemlerde uygulanması zordur.

Matematiksel basitliği nedeniyle en sık kullanılan ÇKKV yöntemlerinden biri olan SAW yönteminde alternatifin gerçek sayısal değeri her bir kriterin ağırlığı ile ayrı ayrı çarpılarak bulunur. Bu metotta bütün kriterler birbirinden bağımsızdır. Ağırlıklandırma esnasında kriterlerin katkılarını toplayabilmek için veriler aynı birimde olmalıdır. Aksi durumda genelde lineer normalizasyon işlemi uygulanarak birim eşitliği sağlanır. Daha sonra hesaplanan alternatif için kullanılan kriterlerin normalize edilmiş değerleri ile ağırlıkları çarpılarak elde edilen değerlerin toplanması ile her bir alternatifin toplam değeri elde edilir.

SAW yöntemi iki adımda tamamlanır. Bunlar (Wang ve Ark., 2016);

- i. Başlangıç karar matrisinin oluşturularak bu matrisin normalleştirilmesi ve
- ii. Alternatiflerin tercih edilme değerlerinin hesaplanmasıdır.

Bu yöntemde hesaplamalar yapılırken öncelikle X başlangıç matrisindeki her bir kriter değeri o satırdaki en büyük değere bölünerek $\max r_{ij}$, amaç maliyet azaltmaksı satırdaki en küçük değere bölünerek $\min r_{ij}$ elde edilir. Matriste m miktarda alternatif ve n miktarda kriter bulunmaktadır (Ömürbek ve Ark., 2016).

Kriter ağırlıkları tespit edildikten sonra (W_j), normalleştirilmiş karar matrisindeki tüm satırlar ile çarpılarak toplamaları alınır. Böylece alternatiflerin değerleri (V_i) bulunur. En büyük olan en iyi seçenek olarak tercih edilir. Bu ağırlık değerleri 0 ile 1 arasındadır ve toplamaları 1'e eşittir.

Burada r_{ij} , x_{ij} 'nin karşılaştırılabilir değeridir. SAW metodunda, her kriterin toplam katkısı diğerlerinden bağımsızdır. Bu yüzden; SAW yöntemi uygulanırken karar vericilerin kriteri diğer kriterlerden etkilenmeden bağımsız olarak değerlendirmesi gerekmektedir. Yapılan hesaplama sonucu en yüksek değer o alternatifin en çok tercih edildiği anlamına gelmektedir.

1.3.3.4.(13). SMAA (Stokastik Çok Kriterli Kabul Edilebilirlik Analizi) Yöntemi

SMAA yöntemi, eksik, kesin olmayan, belirsiz bilgileri içeren problemler için kullanılan ÇKKV tekniklerinden biridir. Metot hayatın gerçek yaşama ait birçok alanında çeşitli karar verme durumlarında uygulanmaktadır. Seçme, sıralama ve sınıflandırma olmak üzere üç ana ÇKKV problemlerini çözmek için değişik SMAA teknikleri kullanılmaktadır (Figueira ve Ark., 2005). SMAA tekniği problemlerin geniş bir açıdan incelenerek, kullanılan parametre değerlerinin ters analiz edilmesine dayanır.

SMAA, tekniğini uygularken konuda tecrübeli ve uzman olmaya ihtiyaç yoktur, hatta kriter ölçümünde bilgi sahibi olmaya bile gerek duyulmayabilir. Bu husus SMAA'nın diğer ÇKKV tekniklerine karşı avantajlarından biridir. Karar verici tercihini açıkça belirtecek imalı ifadelere gerek duymadığı için gerçek yaşamda politik karar verme süreçlerinde kullanmak için birebirdir. Çünkü gerçek hayatta her zaman kesin değerlere ulaşamayabiliriz. Burada ters ağırlık uzayı

yaklaşımı ile farklı alternatiflerin seçilmesinde kullanılacak parametre değerlerinin tespitine odaklanılmaktadır.

SMAA yöntemi, karar vericilerin alternatiflerin kriter değerlerini ve kriter önem değerlerini temin edemedikleri ÇKKV problemlerinin çözümü için geliştirilmiştir (Tervonen ve Lahdelma, 2007). Bu yöntemde çok boyutlu integraller gibi bazı tamamlayıcı ölçütler vasıtasıyla karar desteği sağlanmaya çalışılmakta olup, bu maksatla üç ölçek kullanılmaktadır (Çalış ve Ark., 2016).

Kabul Edilebilirlik İndisi: bir alternatifin seçilebilmesi için sahip olması gereken değerdir.

Merkezi Ağırlık Vektörü: w_i^c varsayılan tercih modeliyle, bu seçeneği öneren karar vericinin tercihlerini tanımlar.

Güvenilirlik Faktörü: p_i^c merkezi ağırlık vektörünün tercih edilmesi durumunda, alternatifin seçilme olasılığını ifade eder. Aynı zamanda kriter değerlerinin alternatiflerin değerlendirilmesinde yeterli olup olmadıklarını ölçer.

SMAA yönteminde m adet alternatif n adet kriter ile değerlendirilir. Karar verici sadece bir tercih belirlemez daha fazla seti de oluşturabilir.

1.3.3.4.(14). SMART (Basit Çok Nitelikli Derecelendirme Tekniği) Yöntemi

İngilizcesi Simple Multi Attribute Rating Technique olan SMART yöntemi 1971, 1977 yılları arasında Edwards tarafından değer ve olasılık fikirlerinden yola çıkarak geliştirilmiş basit bir yöntemdir. SMART yöntemi, özellikle personel temini işlemlerinde sıklıkla kullanılan ÇKKV yöntemlerinden biridir.

Sıklıkla personel temini için kullanılan bu yöntemde adayların performans değerleri; belirli ağırlıklar ile verilen puanların çarpılarak toplanması ile elde edilmektedir. Ancak yapılan çalışmalarda SMART yönteminin subjektif kararların ve belirsizliğin olduğu durumlarda başarısız olduğu görülmüştür. Bu husus SMART yönteminin en büyük dezavantajıdır.

Örneğin personel seçiminin aşamalarından biri olan mülakat aşamasında yapılan değerlendirmeler, subjektif olarak yapılmakta ve mülakat heyetindeki

üyelerin bakış açısına göre değişebilmektedir. Bu nedenle mülakat heyetinin üyelerine, konu ile ilgili çeşitli eğitimler verilerek bu değerlendirmeler sistematik bir hale getirilmeye ve heyet üyelerinin farklı düşünceleri azaltılmaya çalışılmakta ancak tamamen ortadan kaldırılamamaktadır. SMART yöntemi bu farklılıkları ortadan kaldıramayarak sonuca yansıtmaktadır (Atalay, 2009).

SMART yöntemi farklı ölçü birimine sahip alternatifleri birlikte ayı şekilde puanlamayabilmektedir. Alternatifler her kritere göre ayrı ayrı puanlanırlar ve her kriterden alınan puan o kriterin ağırlığı ile çarpılır. Edwards dokuz adımdan oluşan bir yöntem kullanmıştır. Bunlar aşağıda belirtilmiştir.

- i. Problemi belirlenir.
- ii. Değerlendirilecek alternatiflerin belirlenir.
- iii. Değerlendirmede kullanılacak kriterlerin belirlenir.
- iv. Kriterleri önem derecelerine göre sıralanır.
- v. Önem sırasına göre kriterlere puan verilmesi, bu kapsamda en az öneme sahip olan kritere 10 puan verilebilir, sıralamada bir üste olan kritere bir önceki kriterin oranına göre bir puan verilir, bu süreç en üst seviyedeki kritere kadar sistematik bir şekilde devam eder, bu aşamada kriter sayısının artması karşılaştırmayı zorlaştırır.
- vi. Önem ağırlıklarının toplanması ve her birini önem ağırlıkları toplamına bölünerek normalize edilmesi, normalize değerlerin toplamının 1 olması gerekmektedir.
- vii. Her alternatifin kriterlerdeki yerlerinin belirlenmesi, Kriterler öznel, kısmen öznel ve nesnel olarak üç farklı şekilde düşünebilir. Öznel olan kriterler için alternatiflerin değeri, 0 ve 100 arasında bir skala üzerinde olabilir. Kısmi öznel olanlar için ölçülebilir kısımlar ölçülür ancak geri kalanı için tahmin yürütülür. Tamamen nesnel olanlar için sorun yoktur, çünkü ölçülebilirler.
- viii. Alternatiflerin fayda değerleri hesaplanır.

- ix. Sonuç olarak amacın fayda ya da maliyet olmasına alternatifler sıralanarak karar verilir.

1.3.3.4.(15). SWARA (Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi) Yöntemi

İngilizcesi Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis olan SWARA tekniği en yeni ÇKKV tekniklerinden biri olup Kersulienne, Zavasdkas ve Turskis tarafından 2010 yılında geliştirilmiştir (Özbek ve Erol, 2018). Hızla küreselleşen dünyamızda daha hızlı değişen teknolojiye paralel olarak artan rekabet ortamında işletmeler süreklilerini ve karlılıklarını sürdürebilmeleri için sürekli kendilerini yeniden değerlendirmeleri kaçınılmaz bir zorunluluktur. Ancak bu değerlendirmeler için birçok kriterin göz önüne alınması gerekmektedir. Bu kriterlerin ölçüm birimleri de birbirlerinden farklı olabilir. Hatta kullanılan karar verme yöntemleri de birbirlerinden farklı olabilmektedir. Çünkü belirlenen amaca yönelik her yöntemin kendine özgü avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır.

Bu yöntemlerden biri olan SWARA yöntemi aşağıdaki sıraya göre beş adımda uygulanır. Bunlar (Özdağoglu ve Keleş, 2019);

- i. Karar probleminin çözümünde dikkate alınacak kriterler uzman kişi veya kişilerce en önemliden en önemsiz doğru sıralanır. Birden fazla uzman karar verme sürecinde yer alırsa uzmanların her bir kriter için yaptığı değerlendirmelerinin aritmetik veya geometrik ortalamaları alınır.
- ii. Sıralama işlemi bittikten sonra uzman kişi veya kişilerin görüşü alınarak her kriterin (j) kendinden sonra gelen kriter (j+1) ile karşılaştırılarak birbirlerine göre önem değerleri belirlenir. Böylece j kriterin (j+1) kriterden ne kadar önemli olduğu hesaplanır. Değerlendirmeler yapıldıktan sonra en iyiden en kötüye doğru bütünleşmiş bir sıralama yapılır.

- iii. Bütünleşmiş sıralamaya göre kriterlerin karşılaştırmalı ağırlığı belirlenir. En önemli kritere 1 tam puan verilir. Diğer puanlamalar da en önemli kritere göre yapılır ve karşılaştırmalı ağırlık ortalamaları s_j hesaplanır.
- iv. Her kriter için bir k_j katsayı değeri hesaplanır. Yöntemde en önemli kriterin k_j katsayısı 1 olarak kabul edilmektedir. Müteakiben her bir kriterin ağırlığı w_j hesaplanır. Yine en iyi kriterin w_j katsayısı 1'dir.
- v. Sonuç olarak bir önceki aşamada hesapladığımız w_j kriter ağırlıkları, bu ağırlıkların toplamına bölünerek her bir kriterin nihai ağırlığı tespit edilmiş olur. Burada; w_j , j kriterin göreceli ağırlığını göstermektedir.

1.3.3.4.(16). TOPSIS (İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Tercih Sıralama Tekniği) Yöntemi

İngilizcesi Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution olan TOPSIS tekniği çok kriterli problemlerin çözümünde, mevcut alternatifleri belirlediğimiz kriterlere sıralamak için Hwang ve Yoon tarafından geliştirilmiş bir yöntem olup, kriterler değerlendirilerek ideal çözüme olan pozitif ve negatif uzaklıklarına göre en iyi çözüm belirlenir (Hwang ve Yoon, 1981). Yer seçimi, tedarikçi seçimi, finans yatırımı, silah seçimi, hedef belirleme gibi hayatın hemen, hemen her alanında alternatiflerin belirlenen kriterlere göre değerlendirilmesinde karar vericiye yardımcı olan bir ÇKKV yöntemidir (Chen ve Hwang, 1992). Hwang ve Yoon tarafından geliştirildiğinden bu yana bir çok çok kriterli problemin çözümünde yaygın olarak kullanılmış ve en popüler ÇKKV tekniklerinden biri olmuştur (Dutta ve Ark., 2019).

Bu yöntemim temelini en iyi değerlere sahip olan ideal çözüme yakınlığı en fazla olan alternatifi belirlemek yatmaktadır. Bu aynı zamanda istemediğimiz çözüme/sonuçlara en uzak olan alternatiftir. Yukarıda belirtildiği gibi gerçek dünya problemlerinde karar vericiye kolaylık sağladığı için akademik çalışmalarda da sıklıkla kullanılmaktadır.

TOPSIS yönteminin tarzı oldukça basit olup, ELECTRE yönteminin temel yaklaşımlarını kullanır. Hesaplamalar sonucu tespit edilen karar noktalarının hedef çözüme yakınlığı prensibine dayanır. Hwang ve Yoon seçenekleri ideal bir şekilde sıralayabilmek için her seçeneğin ayrı ayrı istenen ve istenmeyen çözüm noktalarına uzaklıklarını hesaplamıştır. Bu kapsamda seçeneklere yani alternatiflere etki eden kriterler tespit edilerek değerlendirmeleri yapılmış, sonuca göre seçenekler sıralanmıştır.

TOPSIS aşağıda belirtilen sıraya göre uygulanır (Kabak ve Ark., 2017).

- i. Değerlendirme kriterleri tanımlanır ve karar matrisini oluşturulur.
- ii. Karar matrisini normalleştirilir
- iii. Normalleştirilmiş karar matrisi ağırlıklandırılır.
- iv. İdeal ve negatif çözüm vektörleri oluşturulur.
- v. İdeal ve negatif çözüme uzaklık değerleri hesaplanır ve
- vi. Bulunan ideal çözüme göreli nisbi yakınlık değeri hesaplanır
- vii. Yakınlık değerleri/alternatifler sıralanır.

Bu çalışmada TOPSIS yöntemi AHP ile bütünleşik olarak kullanıldığı için yöntem hakkında Materyal ve Metot bölümünde ayrıntılı açıklama yapılmıştır.

1.3.3.4.(17). WASPAS (Ağırlıklandırılmış Bütünleşik Toplam Çarpım Değerlendirmesi) Yöntemi

İngilizcesi Weighted Aggregated Sum Product Assessment olan WASPAS yöntemi esasen iki farklı modelin birleştirilmesi ile oluşturulmuştur. Bunlardan ilki Ağırlıklandırılmış Toplam Modeli (WSM), ikincisi ise Ağırlıklandırılmış Çarpım Modeli (WPM)'dir. Yöntem Zavadskas ve Ark. tarafından iki modelin birleştirilmesi ile 2012 yılında geliştirilmiştir (Çakır ve Ark., 2018).

Bu yöntemde amaç, sıralama işleminin doğruluğunun ve hassasiyetinin artırılmasıdır. Bu nedenle iki değişik modelin birleştirilmesi ile yapılan ağırlıklı

bütünleştirilmiş optimizasyon ile alternatiflerin sıralaması yüksek tutarlılıkta yapılmak istenmiştir (Adalı ve Işık, 2017). WASPAS yöntemi aşağıda belirtilen altı adımda uygulanmaktadır (Chakraborty ve Zavadskas, 2014).

- i. Başlangıçta X karar matrisi oluşturulur. X karar matrisinde $x_{ij} \geq 0$ 'dır. burada i alternatifin j kriterdeki performans değeri ifade edilmektedir.
- ii. İkinci adımda diğer ÇKKV tekniklerinde olduğu gibi başlangıç matrisinin normalizasyon işlemi yapılmaktadır. Bu hesaplamalar esnasında kriterlerin fayda veya maliyet kriteri oluşuna göre farklı formüller kullanılır.
- iii. Ağırlıklandırılmış Toplam Modeli (WSM)'ye göre değerlendirdiğimiz tüm alternatiflerin toplam göreceli önem değerleri ayrı, ayrı hesaplanır ve bu değerler $Q^{(1)}$ simgesi ile gösterilir.
- iv. Ağırlıklandırılmış Çarpım Modeli (WPM) kullanılarak tüm alternatiflerin ayrı, ayrı ikinci göreceli önem değerleri hesaplanır ve bu değerler $Q^{(2)}$ simgesi ile gösterilir.
- v. Değerlendirdiğimiz alternatiflerin, 3 ve 4'üncü adımlarda kullandığımız WSM ve WPM teknikleri ile belirlenen toplam göreceli önem değerleri hesaplanır. Bu hesaplamada kullanılan Q_i simgesi i. alternatifin toplam göreceli önemini göstermektedir. λ sayısı ise 0 ile 1 arasında bir değere sahip olan ve bu teknikte kullandığımız bir parametre olup karar vericiye göre değişebilir. Model; λ değeri 0'a eşit olursa WPM'ye, 1'e eşit olursa WSM'ye dönüşmektedir.
- vi. Yapılan bu hesaplamalar sonucunda alternatifler Q_i değerlerine göre büyükten küçüğe doğru sıralanır. İçlerinde en büyük değeri olan en iyi en küçük değeri olan ise en kötü seçenek olarak belirlenir.

1.3.3.4.(18). VIKOR (Çok Ölçütlü Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm) Yöntemi

1998 yılında Sırp kökenli Opricovic tarafından ortaya atılan ve Sırpça Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje olarak ifade edilen VIKOR metodu kriterlerin birbiri ile çeliştiği Çok Kriterli Karar Problemleri için önerilmiştir. Bu yöntem karar vericiye en yüksek grup faydasına karşılık en düşük kişisel pişmanlığı sağlamayı dikkate alarak uzlaşık bir çözüm sunar (Türel ve Davraz, 2016).

Karar verme sürecinde göz önünde bulundurulacak kriterlerin birçoğu birbirleriyle çelişkilidir ve farklı ölçeklerle ölçülebilmektedir. Bu nedenle kriterleri aynı zaman içinde çözümde kullanabilmek her zaman mümkün olmamaktadır. Bu nedenle Opricovic ve Tzeng tarafından birbirleriyle çelişen ve farklı birimlerle ölçülen kriterlerin bulunduğu karar problemlerini çözmek için, VIKOR yöntemi geliştirilmiştir (Yılmaz, 2020)

Bu yöntemin amacı, seçeneklerin sıralanması ve tercihi aşamasında grup faydasını en yüksek seviyede, bireysel pişmanlığı ise en az seviyede sağlayacak, uzlaşık bir çözüm bulmaktır. Bu teknik daha çok seçim sürecinde birden fazla fazla kriterin dikkate alınması gerektiği durumlarda önerilmektedir (Yavuz ve Deveci, 2014).

VIKOR yöntemi kısaca birbiri ile çelişen kriterlerle yapılan çalışmalarda uzlaşık bir çözüme ulaşarak en uygun alternatifi seçmeyi sağlar. Aynı TOPSIS'te olduğu gibi ideal çözüme yakınlığa göre alternatifler değerlendirilir ve bir sıralama yapılır. Hesaplamalar yapıldıktan sonra en iyi dediğimiz net üst değerler kendi içinde ve en kötü dediğimiz net alt değerler de kendi içerisinde sıralanarak belirlenir (Ar ve Ark., 2014).

Opricovic ve Tzeng yaptığı çalışmalarda TOPSIS ve VIKOR yöntemlerinin diğer yöntemlere göre daha ayırt edici değerlendirme yapmayı sağladığını, VIKOR yönteminin ayrıca karar vericilere daha çok alternatif sunduğunu belirtmiştir.

VIKOR yöntemi işletme, lojistik, tedarikçi değerlendirme, personel performansı ölçümü, gibi seçme ve sıralama yönteminde başarıyla

uygulanmaktadır. VIKOR tek başına kullanıldığı gibi çoğunlukla AHP, ANP, TOPSIS ve DEMATEL gibi yöntemlerle tümleşik olarak kullanılmaktadır. Literatür taramada özellikle AHP ile birlikte yapılmış çalışmalara çoklukla rastlanmaktadır (Bayır ve Yılmaz, 2017).

Çoğunluk kararının en yüksek grup faydasını sağlaması ve karışıklığın en düşük bireysel pişmanlığı sağlaması, VIKOR yöntemini diğer ÇKKV tekniklerinden ayırarak avantaj sağlamaktadır. Bu husus karar vericinin belirlediği uzlaşık çözümün doğal bir neticesidir. VIKOR yönteminin uygulanabilmesi için (Paksoy, 2015);

- i. Fikir ayrılıkları uzlaşma kabul edilebilir seviyede olmalı,
- ii. Karar verici, hesaplanan ideal çözüme en yakın değeri veren alternatifi tercih etmeye istekli olmalı,
- iii. Fayda veya maliyet ile ve her kriterin fonksiyonları arasında doğrusal bir ilişki olmalı,
- iv. Seçenekler bütün kriterler için değerlendirilebilmeli ve
- v. Karar verici alternatifleri ağırlıklarına göre değerlendirip tercih edebilmelidir.

VIKOR metodu beş adımda uygulanır (Opricovic ve Tzeng, 2004). Bunlar;

- i. Başlangıç karar matrisinde her kriterin en iyi ve en kötü değerleri belirlenir. Kriter i'nin maksadı fayda ise farklı, maksadı maliyet ise farklı şekilde hesaplanır.
- ii. Alternatiflerin her biri için ayrı, ayrı S_i ve R_i değerleri hesaplanır. Burada w_i göreceli önem değerlerini gösteren probleme ait kriterlerin ağırlıklarını ifade etmektedir. Ağırlıkların değeri 0 ile 1 arasında değişmekte olup, ağırlıkların toplamı 1'e eşit olacaktır.

- iii. Q_i değerleri tüm j 'ler yani alternatifler için ayrı, ayrı oluşturulur. Burada eşitliklerde kullanılan v değeri kriterlerin çoğunluğunun önem derecelerini ifade etmektedir. Yani v değeri maksimum grup faydasını yerine getiren strateji için önem değerlerini göstermektedir. $(1-v)$ değeri ise kriterlerin geri kalan kısmının başka bir ifadeyle karşıt görüşte olanların minimum pişmanlığının önem değerlerini ifade etmektedir. Uygulamada v kriter çoğunluğunun stratejik önem derecelerini göstermekte olup, 0 ile bir arasında bir değerdir ve genellikle 0,5 olarak kullanılmaktadır.
- iv. Hesaplanan alternatiflerin S , R ve Q değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanarak alternatifler arasındaki sıra belirlenerek, üç ayrı sıralama listesi oluşturulur.
- v. Önerilen eşitlikler kullanılarak uzlaşık çözüm bulunur.

1.3.3.5. ÇKKV Tekniklerinin Seçimi

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), diye tanımladığımız bu süreç, karar vericinin birçok seçenekten oluşan bir küme içerisinde en az iki kriteri bir analitik yöntem ile karşılaştırmasıdır. Bu konuda bir kısmını önceki bölümlerde açıkladığımız birçok yöntem geliştirilmiş olup, her birinin kendine has özelliği olduğu gibi birbirlerine karşı bazı üstünlükleri ve mahzurları da bulunmaktadır.

Bu karar verme süreçlerinde karşılaşılabileceğimiz en büyük problem hangi ÇKKV yönteminin kullanılacağına karar vermek olacaktır. Bu süreçte karar verici problemin yapısına ve sürecin özelliklerine bakarak karar verilecektir. Her problem için çok fazla kriter olmasına rağmen, karar verici farklı fakat uygun kriterlerin en önemlilerini değerlendirmeye alacaktır. Bu çalışma kapsamında yapılan literatür taramada gerçek hayatta hemen, hemen alanda en çok ve yaygın olarak kullanılan metotlardan AHP ve TOPSIS yöntemleri seçilmiştir.

1.4. Çalışma Konusunun Tanımı ve Önemi

Bu çalışmada kuruluş yeri seçim problemi olarak bir kamu kuruluşu olan Jandarma Genel Komutanlığının ülkemizin en ücra köşelerinde görev yapan karakollarının hizmet binaların yerlerinin belirlenmesinde ÇKKV teknikleri kullanılacaktır. Öncelikle birden fazla karakol kurulacağı için alternatiflerin sıralanması yapılacak, sonra da belirlenen alternatifin kurulacağı en uygun yerleşim yeri seçilecektir. Burada stratejik bir konu olan tesisin kurulacağı yerleşim yerine karar verdikten sonra, tesisin kurulacağı fiziki alanın CAS/CBS ile analizinin yapılacağı bir çok kriterli karar destek modeli önerilmiştir.

1.5. Çalışmanın Amacı

Literatürde ülkemizde kolluk kuvvetleri hizmet birimlerinin yer seçimi gibi konularda hemen, hemen hiç akademik çalışma olmadığı görülmektedir. Bu kapsamda yöneticilere karar desteği sağlayacak bilimsel tabanlı bir model bulunmamakta sadece güncel mevzuatta bazı kriterler bulunmaktadır. Ayrıca diğer ülkelerde de bu konuda yeterli çalışma bulunmadığı, benzer üs bölgesi seçimi gibi askeri konularda ise sınırlı sayıda çalışma olduğu görülmektedir. Ancak jandarma karakollarının kuruluş yeri seçimi ile ilgili bir metodoloji veya standart bulunmamaktadır. Bu nedenle bu çalışmada karakol kuruluş yeri seçiminin yeniden ele alınması ve bir bilimsel bir standartta bağlanması ihtiyacı ortaya konmaya çalışılmıştır.

Bu bağlamda, yapılan bu çalışmada amaç, yöneylem araştırmasının bir alanı olan tesis yeri seçiminde ÇKKV tekniklerinden AHP-TOPSIS ile birlikte oluşturulan matematiksel modelin kullanılması ve alternatifler arasında karar verildikten sonra seçilen tesis kuruluş yerinin CAS/CBS ile analiz edilmesinin bir ilimizde uygulanması ile optimum kararı vermektir. Uygulama sonucunda Jandarma Karakolunun en hızlı, etkili ve verimli hizmet vereceği kuruluş yeri matematiksel bir model ile seçilecektir. Bu şekilde yapılacak benzer çalışmalar ile ülkemizin en ücra köşelerinde hizmet veren jandarma karakollarının kuruluş

yerlerinin belirlenmesinde mevzuatta belirtilen hususları karşılayacak bilimsel yöntemlerin uygulanabilirliği gösterilmiş olacaktır.

1.6. Çalışmanın Kapsamı

Çalışma kapsamında incelediğimiz problemde, aşağıda belirtilen hususlar ele alınmıştır.

- i. İnceleme kapsamında verilerini kullandığımız yer olarak ülkemizde üç tane karakolunun yeniden açılması planlanan bir ilimiz seçilmiştir.
- ii. Çalışma yapılan ilimizde 2019 yılında meydana gelen olay sayıları ve diğer veriler göz önüne alınmıştır.
- iii. Değerlendirme kapsamında Jandarma teşkilatında en az 10 yıl karar verici seviyesinde asgari karakol komutanı olarak veya daha üst seviye karar sürecinde görev yapmış personelin görüşleri alınmıştır.
- iv. Talep miktarları farklı fakat yerleşim yerleri sabittir. Kurulacak karakolda olayların meydana geliş zamanları ile sıklıkları göz önüne alındığında personel ve araç sıkıntısı bulunmamaktadır. Çok nadir de olsa aynı anda birkaç olaya müdahale edilmesi ihtimali göz önüne alınamayacak kadar düşüktür. Aynı anda başka bir yerde olay çıksa bile ilçe merkezinde ve dış karakollarda görev yapan hazır kıta personelinin olaya müdahale etme veya karakolu takviye etme durumunda herhangi bir sıkıntı ve kısıt bulunmamakta, personel 7/24 çalışacak şekilde görev yapmaktadır.
- v. Çalışma kapsamında incelenen ilimizde açılacak karakollar üç ayrı ilçededir. İlçelerde açılacak bu karakolların sorumluluk sahasında bulunan yerleşim yeri sayısı birbirinden farklıdır. Çalışma kapsamında bu yerleşim yerlerindeki veriler incelenmiştir.
- vi. Karakolların kurulacağı ilçede belirtilen yerleşim yerlerinden sadece bir tanesine karakol kurulacağı gerçeğine göre hesaplama yapılmıştır.

- vii. Çalışma kapsamında gizliliğin ihlal edilmemesi için bazı veriler değiştirilerek kullanılmış, J.Gn.K.lığı CBS'den alınan harita yüksek çözünürlükte kullanılmamış ve yer isimleri belirtilmemiştir.

1.7. Çalışmanın Özgün Katkısı

Literatür taramada Güvenlik kuvvetleri ile ilgili sınırlı sayıda yayın olduğu bunların da daha çok üs bölgesi seçimi, veya tedarik edilecek bir silah, teçhizat veya malzeme seçimi ile ilgili olduğu görülmüştür.

Konunun önemine rağmen yapılan literatür taramada; karakol kuruluş yerlerinin seçimi ile ilgili bir akademik çalışma tespit edilememiştir. Güvenlik kuvvetlerinin üs bölgesi seçimi veya malzeme, silah sistemleri seçimi, mühimmat seçimi gibi yapılmış çalışmalar haricinde bu konuda bir eksiklik görülmüştür. Bu durumda karakol kuruluş yeri seçiminin doğal olarak geleneksel yöntemler kullanılarak mevcut mevzuat çerçevesinde yöneticilerin verdiği emirler ile yapıldığı görülmektedir. Bu da karar vericilerin genele uyma, statüko, özgüven ve önyargı gibi bazı eğilimlerin etkisinde kalarak hata yapabilmesine sebep olacaktır.

Güvenlik kuvvetlerinin tesis yerleşimi problemi ile ilgili olarak literatürde sınırlı sayıda çalışma yapılmış olması, gerçek duruma dayalı bu çalışmanın bir güvenlik birimi olan jandarma karakolları açısından yapılmış ilk çalışmalardan biri olmasını sağlayacaktır.

1.8. Çalışmanın Aşamaları

Çalışma altı aşamada gerçekleştirilmiştir.

- i. Problemin belirlenmesi: Öncelikle çalışmaya konu olan problem belirlenmiştir. Bu problem seçilirken görev yapılan kuruma bir katkısı olup olmayacağı üzerinde durulmuş, daha sonra problemin elemanları, parametreleri ve çözüm amacı ortaya konmuştur.

- ii. Literatür tarama ve benzer çalışmaların incelenmesi: Türkiye’de ve uluslararası literatürde öncelikle güvenlik kuvvetleri ile ilgili çalışmalar, müteakiben tesis yerleşim yeri problemleri ile ilgili çalışmalar tespit edilerek incelenmiştir. Özellikle güvenlik kuvvetlerinin tesis yerleşim yeri ile ilgili çalışmaların sınırlı ve yetersiz sayıda olduğunun görülmesi üzerine bu çalışmanın literatüre hangi özgün katkıları yapabileceği üzerinde durulmuştur.
- iii. Çok kriterli karar verme tekniklerinin incelenmesi ve uygulanacak metotların belirlenmesi: Stratejik bir karar olan karakol kuruluş yerinin seçimine karar verme sürecinde, bir çok kriter etkili olduğu için literatürdeki ÇKKV yöntemleri incelenmiş, bunlardan hayatın hemen, hemen her alanında sıklıkla ve basitçe kullanılabilen AHP ve TOPSIS yöntemleri tümleşik olarak kullanılmıştır.
- iv. Değerlendirilmeye Esas Verilerin Toplanması: AHP ve TOPSIS kullanılarak yapılan değerlendirmeden sonra, alternatifler sıralanmış, birinci alternatifin sorumluluk bölgesindeki yerleşim yerleri ile ilgili değerlendirmeye esas olay sayıları, mesafeler, nüfus vb. veriler toplanmıştır.
- v. Matematiksel modelin geliştirilmesi ve çalıştırılması: Model geliştirme aşamasında adım, adım ilerlenmiştir. Önce, hedef programlama modeli üzerine çalışılmış, daha sonra bu model karma tam sayılı programlama modeline dönüştürülmüştür.
- vi. Sonuçların değerlendirilmesi CAS/CBS ile analizi ve öneriler: GAMS Programı kullanılarak oluşturulan matematiksel model çözülmüş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda karar verilen yerleşim yerindeki muhtemel inşaat alanı CAS/CBS ile analiz edildikten sonra gelecek çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

1.9. Çalışmanın Organizasyonu

Tezin bundan sonraki bölümlerinde sırası ile ikinci bölümde; tesis yeri seçimi, jandarma ve güvenlik kuvvetleri, karar verme, çok kriterli karar verme yöntemleri, matematiksel modelleme ve coğrafi analiz sistemi ile coğrafi bilgi sistemleri konularında literatür tarama yapılmıştır. bu konularda daha önce yapılmış çalışmalar incelenmiştir.

Üçüncü bölümde bu çalışmamızın inceleme konusu olan jandarma karakolları ve kuruluşuna etki eden hususlar açıklanmış, müteakiben bu hususların değerlendirilerek yapılacak olan bu çalışmada kullanılacak olan yöntemler ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Açılanan bu yöntemler, ÇKKV tekniklerinden AHP ve TOPSIS ile matematiksel model kurma aşamasında kullandığımız karma tamsayılı programlamadır. en son olarak ta CBS ve CAS açıklanmıştır.

Dördüncü bölümde Jandarma karakollarının kuruluşuna etki eden ana kriterler ve alt kriterler belirlenerek bunlar AHP ile ağırlıklandırılmış, daha sonra açılması planlanan üç jandarma karakolu bu kriterler ve ağırlıklar kullanılarak TOPSIS metodu ile sıralanmıştır. Yapılan bu sıralama ile ilk önce açılmasına karar verilen karakol sorumluluk sahasındaki yerleşim yerlerinin birbirlerine mesafeleri, olay sayıları, yaşayan nüfus ve benzeri veriler toplanarak kurulan karma tamsayılı modelleme GAMS bilgisayar programı ile çözülerek karakolun en etkili görev yapacağı yerleşim yeri seçilmiştir. Müteakiben muhtemel inşaat alanı CBS ve CAS kullanılarak analiz edilmiştir.

Son bölümde ise elde edilen bu veriler değerlendirilerek müteakip çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu çalışma kapsamında, tesis yerleşim yeri ile ilgili yapılmış çalışmalar, ÇKKV teknikleri, CBS/CAS, Matematiksel modelleme kullanılarak yapılmış çalışmalar ve güvenlik kuvvetleri ile ilgili yapılmış yayınlar olmak üzere 5 ana konuda çok geniş yelpazede yapılmış çalışmalar incelenmiş olup, incelenen bu çalışmalar aşağıda ana başlıklar altında açıklanmıştır. Literatür taramada incelenen çalışmalar her ne kadar aşağıda başlıklar altında açıklanmış olsa da konular ile uygulanan yöntemlerin iç içe geçtiği ve çalışmaların çoğunlukla tümleşik yöntemler kullanılarak yapılmış olduğu görülmektedir.

2.1. Tesis Kuruluş Yeri Seçimi İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Acar ve Özdağoğlu (2018); küresel rekabetin yoğun olarak yaşandığı hazır giyim sektöründeki işletmelerin kuruluş yeri seçiminden uzak vadede işletmenin geleceği için oldukça etkili olacak stratejik bir karar olduğunu belirterek yaptıkları çalışmada, problemin çözümü için Analitik Hiyerarşi Metodunu (AHP) kullanmışlardır.

Ağdaş (2014); Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerini kullanarak yaptığı çalışmada, lojistik tesis yeri seçiminin, bir kamu kuruluşunda uygulamasını yapmış, bu kapsamda anket sonucu elde ettiği kriterleri önem derecelerine göre istatistiksel analize tabii tutmuş, müteakiben Bulanık VIKOR ve TOPSIS Yöntemleri ile JSMAA programını kullanarak elde ettiği sonuçları karşılaştırmıştır.

Aktepe ve Ersöz (2014); günümüzde iş dünyasında rekabet şartları yoğun olarak yaşandığından işletmelerin maliyetlerini sorguladıkları ve bu bağlamda en önemli maliyet kalemlerinden olan lojistik maliyetleri minimize etmek maksadıyla depo yeri seçiminin önem arz ettiğini belirterek yaptıkları çalışmada, AHP, VIKOR ve MOORA olmak üzere 3 farklı yöntemi sentezleyerek kullanmışlardır

Akyüz ve Kılınç (2016); rekabet şartlarının hızla arttığı günümüzde karlılık oranlarının azaldığından, bu nedenle de kuruluş yeri seçiminin öneminin

arttığından bahsederek, iyi bir kuruluş yerinde, pazarlama, hammadde temini, lojistik, ulaşım, nitelikli işgücü gibi birçok etmene kolay erişim sağlanması gerekliliği belirterek yaptıkları çalışmada Antalya ilinde özel hastane kuruluş yeri seçimini Bulanık TOPSİS yöntemi ile tespit etmeye çalışmışlardır.

Akyüz ve Soba (2013); ülkemizde ve dünyada hala yatırımcılar için cazipliğini koruyan tekstil sektöründe rekabet ortamından en iyi şekilde yararlanmak için kuruluş yeri seçiminin bilimsel metotlarla yapılması gerektiğini belirtmişler, Uşak ilinde bir Tekstil işletmesi için kuruluş yerinin seçilmesinde belirledikleri kriterleri ÇKKV yöntemlerinden ELECTRE yöntemini kullanarak değerlendirmişlerdir.

Alp ve Gündoğdu (2012); tekstil endüstrisinde en önemli sektörlerden biri olan hazır giyim sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin kuruluş yeri seçimi için belirledikleri kriterleri AHP ile değerlendirerek modeli çözmeye çalışmış ve bulanıklığın sonuçlara olan etkisini ortaya koymuşlardır.

Ar ve Ark. (2014); otel sektöründe kuruluş yeri seçimini çok kriterli karar verme teknikleriyle yapmış, yer seçiminde etkili olan faktörleri, AHP yaklaşımı ile ağırlıklandırmış ve VIKOR yaklaşımı ile de seçim için uzlaşık bir çözüm önermişlerdir.

Aydın (2009); yeni bir hastane kurulmasına karar verildiğinde ilk adımın en doğru yer seçimi olduğunu belirtmiş, bu seçimin tek bir kriterle göre değil de birçok kriterin aynı anda hesaba katılarak yapılması gerektiğini belirterek bu işlemler için çok ölçütlü karar verme yöntemlerinin kullanıldığını anlatmıştır. Müteakiben Ankara ilinde açılacak bir hastane yeri seçimi için dört uzmandan görüş almış, aldığı görüşleri bulanık sayılarla ifade ederek Bulanık AHP yöntemi ile analiz etmiştir.

Chang ve Lin (2015); yaptıkları çalışmada elektronik sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin üretim tesisi kuruluş yeri seçiminde etkili olan somut ve soyut faktörleri Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden AHP kullanarak değerlendirmişlerdir.

Chang ve Ark. (2015); servis binası yer seçimini bulanık Delfi, ANP ve TOPSIS yöntemlerini birlikte kullanarak yapmışlar, Bulanık Delfi metodu ile önceki çalışmaları revize edip, ANP ile kriterleri ağırlıklandırmış ve TOPSIS ile de alternatifleri sıralamışlardır.

Çınar (2010); Güneydoğu Anadolu bölgesinde hiç şubesi olmayan bir bankanın şubesinin açılabilceği 5 şehri bulanık TOPSIS ile değerlendirmiş ve en uygun şehir olarak Diyarbakır ilini belirlemiştir.

Demirdöğen ve Bilgili (2018); yaptığı çalışmada Erzurum ilinde Organize Sanayi Bölgesinin kurulmasında yer seçimine etki eden faktörleri araştırmış ve bu faktörlerin önem düzeylerini ÇKKV teknikleriyle belirlemeyi amaçlamışlardır.

Eleren (2006); dericilik sektöründe faaliyet gösteren firmaların tesis kuruluş yeri seçiminde daha önce matematiksel, finans ve tecrübeye dayalı yöntemlerinin kullanıldığını belirterek yaptığı çalışmada, tesis kuruluş yeri seçiminde çok kriterli karar verme tekniklerinden AHP'yi kullanmıştır.

İmren ve Ark. (2016); mobilya endüstrisinde kuruluş yeri seçiminde en optimal kararı vermek için AHP kullanmışlardır. Bu kapsamda Amasya, Bayburt, Çorum ve Karabük illerini ekonomi, üretim, pazar payı ve çevre kriterlerine göre AHP kullanarak değerlendirmişler, % 55 ile en uygun yer olarak Karabük ilini belirlemişlerdir.

İnce ve Ark. (2016); İstanbul ili Tuzla ilçesinde hastane kuruluş yeri seçiminde yaygın olarak kullanılan ÇKKV tekniklerinden biri olan AHP'yi kullanmışlardır. Hastanenin kurulacağı yerdeki mahalle nüfusu, yaşlı nüfusu, gelir düzeyi ve yakınlık kriterlerini kullanarak dört seçeneği değerlendirmişlerdir.

Karadeniz (2014); bir planlı yerleşim yerinin nereye kurulacağına karar verilmesinde etkili olacak kriterleri belirledikten sonra Yeni Çubuk Kasabası'nın kuruluşu, gelişimi ve fonksiyonel özelliklerini ortaya koyarak yaptığı çalışmada, ulaşım sistemlerinin yerleşim planı ve dokusunda meydana getirmiş olduğu değişiklikleri incelemiştir.

Macit ve Ark. (2018); yaptığı çalışmada Kentsel Arama Kurtarma Birliklerinin yerleşim yeri seçiminde bir deprem anında ihtiyaç duyulan birlik sayılarına ilave olarak ihtiyaç duyulan birlik tiplerini de araştırmış, ve elde ettiği verileri modelleyerek elde ettiği sonuçları simülasyon deneyi ile test etmişlerdir.

Miç ve Antmen (2019); işletmeler için en stratejik kararlardan biri olarak tesis yerleşimini ele almışlar, sürece etki eden bir çok kriter olduğu için kriterleri ÇKKV tekniklerinden Bulanık TOPSIS kullanarak değerlendirmişlerdir. Böylece Adana ilinde bir bölge hastanesi yer seçimi için karar vericilere bir model önermişlerdir.

Ofluoğlu ve Ark. (2017); afetlerde yapılacak lojistik faaliyetler kapsamında afetzedelerin ihtiyaçlarını karşılamak, insani yardımların en kısa sürede yerine ulaşmasını sağlamak maksadıyla afet depolarının yerleşim yeri seçimini Çok kriterli karar verme teknikleri ile belirlemişlerdir.

Ömürbek ve Ark. (2013); hayvancılık sektöründe tesis kuruluş yeri seçiminde karar vericiye hem niteliksel hem de niceliksel faktörleri birlikte değerlendirdiği durumlarda AHP kullanıldığını belirterek yaptığı çalışmada Isparta ilinde hayvancılık alanlarını belirlemeye çalışmış, bu kapsamda Isparta ilinde 7 ilçeyi konum, çevresel faktörler, işgücü, yatırım maliyetleri ve yasalar olmak üzere 5 ana kritere göre karşılaştırmışlardır.

Önel (2014); Denizli ilinde bir mermer fabrikasının kuruluş yeri seçiminde karar vericiye en uygun kararı vermede ÇKKV yöntemlerinden AHP, VIKOR ve TOPSIS'i kullanarak yardımcı olacak bir model önermiştir.

Önüt ve Ark. (2008); kuruluş yeri seçiminin işletme etkinliği ve karlılığı için büyük önemi olduğunu belirterek yaptıkları çalışmada, karar vericilerin nicel ve nitel kriterleri hesaba katmaları gerektiğini söyleyerek İstanbul ili Çatalca, Zeytinburnu ve Sarıyer ilçelerini Analitik Ağ Süreci yaklaşımı ile hastane kurulabilirliği açısından incelemişlerdir.

Özcan ve Ark. (2011); depo yeri seçimi problemlerinin Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden AHP, TOPSIS, ELECTRE, Gri Teori gibi metotlar

kullanılarak çözüldüğünü belirterek yaptıkları çalışmada TOPSIS, ELECTRE ve Gri Teori uygulayarak elde ettiği sonuçları karşılaştırmışlardır.

Pekkaya ve Bucak (2017); çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanarak bölgesel liman kuruluş yeri seçimi yapmışlar, bu kapsamda batı Karadeniz bölgesinde ki dört liman yerini 4 ana 21 alt kriter belirleyerek çok kriterli karar verme, tekniklerinden TOPSİS, VİKOR ve PROMETHEE yöntemlerini kullanmışlar ve verdikleri kararları değerlendirmişlerdir.

Soba (2014); Hizmet sektöründe faaliyet gösteren bankaların kuruluş yeri seçiminin karmaşık yapılı ve çok fazla kriterin göz önüne alınarak yapıldığı bir süreç olduğunu belirterek, banka şubesi kuruluş yerinin belirlenmesinde ÇKKV yöntemlerinden AHP ve ELECTRE'yi kullanmıştır.

Şimşek (2016); emek yoğun sektörlerden olan tekstil sektörünün Türkiye’de yoğun olduğu altı ili belirlemiş, bu illeri AHP ile değerlendirerek seçimini yapmış, ardından ELECTRE yöntemi yardımı ile belirlediği ilde bulunan organize sanayi bölgeleri için en uygun kuruluş yerini belirlemiştir.

Uludağ ve Deveci (2013); yaptıkları çalışmada havalimanı kuruluş yeri seçiminde ÇKKV yöntemlerinden Bulanık VİKOR ve Bulanık TOPSİS tekniklerini kullanmışlar, bu yöntemlerin havalimanı kuruluş yeri seçiminde uygulanabilirliğini araştırmışlar ve her iki yöntemle de elde ettikleri sonuçları karşılaştırmışlardır.

Üçüncü ve Bayram (2016); Orman endüstrisinin gelişmiş olduğu Kastamonu ilinde kuruluş yeri seçimini etkileyen faktörleri AHP ile değerlendirmişler, bu kapsamda 8 farklı kriter belirlenmiş ve kriterlerin değerlendirilmesi sonucunda hammaddeye yakınlığı en öncelikli kriter olarak belirlemişlerdir.

Üke (2016); Çorum ilinde kurulacak olan alışveriş merkezi için uygun kuruluş yeri seçiminde verimlilik, ekonomiklik, karlılık, etkinlik ve optimallik olmak üzere 5 ekonomik faktörün göz önünde bulundurulması gerektiğini söyleyerek çalışmasında AHP'yi kullanmıştır.

Yavuz ve Deveci (2014); günümüzde çok revaçta olan Alışveriş Merkezlerinin (AVM) kuruluş/İNŞAAT aşamasında yer seçiminin firmalarının verimlilik ve karlılıkları ile rekabet edebilirliklerine doğrudan etkisi olduğunu belirterek Erzincan ilinde müşteri potansiyeli yüksek, düşük maliyet ve yüksek kar sağlayacak yerleri belirleyip bunları çok kriterli karar verme tekniklerinden Bulanık TOPSİS ve Bulanık VİKOR tekniklerini kullanarak değerlendirdikleri bir çalışma yapmışlardır.

2.2. ÇKKV Yöntemleri Kullanılarak Yapılan Çalışmalar

Abdulahitoğlu (2012); ülkemizin enerjide dışa bağımlı bir ülke olduğunu belirterek, alternatif enerji kaynaklarından biyodizel üretiminde bazı sorunla karşılaşıldığını belirtmiştir. Bu kapsamda biyodizelin yakıt özelliklerini AHP ile Ağırlıklandırmış, önem derecesi en yüksek olan özelliği iyileştirmek için yenilikçi yaratıcı düşünce tekniklerinden TRIZ yöntemini kullanarak çözüm getirmeye çalışmış, bu çalışmada elindeki verileri SSPS ev LİNGO programlarını kullanarak değerlendirmiştir.

Abdulahitoğlu (2018a, 2018b); farklı biyodizelleri yakıt özellikleri bakımından ÇKKV teknikleri ile değerlendirmiş, aynı şekilde farklı nano parçacık katkılı soğutma sıvılarını araba radyatöründe kullanarak elde ettiği veriler üzerine değerlendirme yapmıştır.

Adıgüzel ve Ark. (2009); konaklama işletmelerinde ki hizmetlerin önceden test edilemez olması nedeniyle müşterilerin bazen beklentilerini karşılayamayan işletme tercihlerinde bulunduklarını, bu nedenle müşterilerin bu sıkıntılarından kurtulmalarına, tercih edecekleri konaklama işletmesini seçmelerinde AHP ile yaptığı değerlendirmeye yardımcı olmaya çalışmışlardır.

Afsordegan ve Ark. (2016); bulanık ve kesinlik olmayan ortamlarda 7 enerji alternatifini dokuz kriter altında değerlendiren enerji ve çevre uzmanlarının görüşlerine göre enerji alternatiflerini TOPSIS ile sıralamışlardır.

Alkan ve Ark. (2017); lastik üretimi alanında faaliyet gösteren bir firma için tedarikçi seçiminde ÇKKV tekniklerinden AHP ve PROMETHEE'yi birlikte kullanarak, en ideal tedarikçiyi seçmeye çalışmışlar ve karar vericiler için bir öneri geliştirmişlerdir.

Alonso ve Lamata (2006); son 30 yıldır çok kriterli karar verme problemlerinde alternatifler arasında ikili karşılaştırma imkanı olan birkaç tekniğin geliştirildiğini söyleyerek bunlardan biri olan Analitik Hiyerarşi Metodunda kullanılan tutarlılığın öneminden bahsetmişlerdir.

Alp ve Engin (2011); trafik kazalarını sonuçlarına göre ölümlü, yaralı ve maddi hasarlı olarak üç gruba ayırarak yaptıkları incelemede trafik kazalarını sonuçlarına göre ayrı ayrı değerlendirerek, trafik kazaları konusunda bilirliliği yapan akademisyenlere anket uygulayarak elde ettikleri verileri ise ÇKKV tekniklerinden AHP ve TOPSİS tümleşik kullanarak matematiksel olarak analiz etmişlerdir.

Amiri (2010); her projenin bir öneriyle başladığını ancak her önerinin sonuçta bir projeye dönüşmediğinden bahsederek petrol alanlarının geliştirilmesi için yapılan projeleri yeni bir yaklaşımla AHP ve Bulanık TOPSİS'i tümleşik olarak kullanarak değerlendirmiştir.

Antmen ve Miç (2018); Adana ilinde yaptıkları çalışmada yoğun bakım ünitelerinde, solunum destek üniteleri olarak kullanılan ventilatörlerin seçiminin hasta sağlığı için kritik bir karar olduğunu belirterek bu seçimi ÇKKV tekniklerinden AHP ve Fuzzy TOPSİS'i kullanarak yapmışlar ve elde ettikleri sonuçları karşılaştırmışlardır.

Ar ve Ark. (2014); belirli bir bölgede kurulacak organize sanayi bölgelerinde hangi sektörlerin bulunacağı önceliğinin belirlenmesinin önemli bir konu olduğunu belirterek, sektörleri TOPSİS ve VIKOR yöntemleri ile değerlendirerek, Rize ilinde gıda ürünleri ve içecek imalat sektörlerinin öncelikli sektör olarak değerlendirilmesini önermişlerdir.

Asemi ve Ark. (2018); Bulanık Çok Kriterli Karar Verme uygulamaları ile ilgili olarak bir review makale çalışması yapmış, bulanık mantık, AHP ve TOPSIS ile ilgili yapılmış çalışmalar ve yöntemler ile ilgili ayrıntılı bilgi vermişlerdir.

Atalay (2009); çok ölçütlü karar verme yöntemlerinin personel seçimine uygulanması üzerine çalışmış, matematik eğitimi olmayan yöneticilerin bu hesaplamaları biraz daha karmaşık olarak görebileceğini ancak modellerin kurulması ve sonuçların analizinin hazır bilgisayar yazılımları ile daha kolay hale geldiğini vurgulamıştır.

Awasthi ve Chauhan (2012); şehirlerin lojistik planlarının sürdürülebilir olması için AHP, bulanık TOPSIS ve Yakınlık Diyagramını hibrid olarak kullanarak bir çalışma yapmışlardır. Bu şekilde yapılan planlamanın en büyük avantajının sınırlı sayıda objektif kriter olması ve değerlerin daha çok subjektif olmasına rağmen hesaplanabilir hale getirmeleri olduğunu belirtmişlerdir.

Azimifard ve Ark. (2018); İran’da çelik sektöründe tedarikçi seçiminde etkili olan faktörlerin belirlenmesinde ve tedarik işlerinde devamlılığın sağlanmasında tedarikçileri önce üç ana seviyede değerlendirmiş, sonra belirlediği kriterlerin ağırlıklarını AHP ile hesaplamış, müteakiben tedarikçi ülkeleri TOPSIS metodu kullanarak sıralamışlardır.

Bayır ve Yılmaz (2017); yaptıkları çalışmada 20 AB ülkesinin Lojistik Performans İndeksi (LPI) verilerini belirledikleri kriterlere göre AHP ile ağırlıklandırmışlar, müteakiben bu kriter ağırlıklarını dikkate alarak VİKOR yöntemi ile ülkeleri bir sıralamaya tabii tutmuşlardır.

Beikkhakhian ve Ark. (2015); Günümüzün rekabetçi dünyasında (ISM) Uluslararası Güvenlik Yönetimi sistemini kullanarak yaptıkları esnek tedarikçi seçiminde, belirlediği kriterleri Bulanık AHP ve TOPSIS’i birlikte kullanarak ağırlıklandırıp, sıralamış ve değerlendirmişlerdir.

Behzadian ve Ark. (2012); çok kriterli problemlerde yaygınlıkla kullanılan TOPSIS ile ilgili olarak 2000 yılından itibaren yayın yapan 103 dergide yayımlanmış bilimsel makaleleri incelemişler, TOPSIS’in basit, sade ve anlaşılır

yapısının en çok kullanılan ÇKKV tekniklerinden biri olmasına neden olduğunu belirtmişlerdir.

Büyükselçuk (2017); yeşil ve yenilikçi tedarikçi seçimini Çok Kriterli Karar Verme teknikleri kullanarak yapmış, bu tekniklerden AHP, FAHP, ANP, FANP, TOPSIS, FTOPSIS, VIKOR, FVIKOR kullanarak elde ettiği sonuçları karşılaştırmıştır.

Chen (2009); kısaca etkili pazarlama yöntemi olarak bilinen RFM tabanlı eko verimlilik hesaplamalarını Takagi-Sugeno bulanık çıkarım yöntemi ve AHP yaklaşımını tümleşik kullanarak yapmıştır.

Çalış ve Ark. (2016); en etkili bilimsel araştırma konularının seçimi için yaptığı çalışmada sekiz alternatif mühendislik konusunu belirledikleri kriterlere göre değerlendirerek yaptıkları çalışmada, AHP ve (SMAA-2) yöntemlerini kullanarak üç farklı senaryo oluşturmuşlar ve Expert Choice ve JSMAA programları ile yaptıkları analizlerin sonuçlarını yorumlamışlardır.

Çelik ve Ark. (2016); otomotiv sektöründe ki bir firmanın tedarikçi seçim sorununu çok kriterli bir yöntem ile değerlendirmek maksadıyla, işletmenin tedarikçi seçimine odaklanmışlardır. Tedarikçilerin belli kriterlere göre ağırlıklandırılmasını AHP ve BAHP ile yapmışlar, öncelik sıralamalarının belirlenmesinde ise ÇKKV tekniklerinden TOPSIS ve AHP'yi tümleşik olarak kullanmışlardır.

Chung ve Chang (2015); Tayvan'daki mesleki eğitim ve öğretim merkezlerinin performanslarını Tayvan eğitim kalite sistemine göre ÇKKV Tekniklerinden Delfi Metodu, AHP ve TOPSIS'i kullanarak yapmışlardır.

Çetin ve Demir (2016); tablet bilgisayarlarının kullanımının giderek yaygınlaştığı ve her geçen gün daha farklı ürünlerin piyasaya çıktığı günümüzde ideal tablet seçiminin yapılmasında kullanılacak kriterleri belirledikten sonra bu kriterleri AHP ile ağırlıklandırmış ve en önemli kriterin fiyat aralığı olduğunu belirlemişlerdir.

Çetin ve Ark. (2014); işletmelerin geleceğini etkileyen yatırım kararı gibi konularda karar vermenin daha çok önem kazandığını belirterek yaptıkları çalışmada, Antalya ilinde konut inşaatı yapan bir firmanın, inşaat için arsa seçimi problemine Bulanık AHP yönteminden faydalanarak çözüm aramışlardır. Bu kapsamda 5 üst kriter ve 4 alt kriter belirlemişlerdir.

Dağdeviren ve Ark. (2004); ücret yönetiminin kısa vadede işletmenin verimliliğini, uzun vadede de ise işletmenin pazarda var olmasını etkileyen bir konu olduğunu belirterek en uygun ücret yapısının iş değerlendirmesi ile mümkün olduğunu ifade ettikleri çalışmalarında iş değerlendirmesini AHP ile yaptıkları bir sistem önermişler ve önerdikleri sistemi bir işletmede uygulamışlardır..

Dağsuyu ve Ark. (2016); mobilya sektöründe yaşanan müşteri şikayetlerini ele alarak, bu şikayetleri tipi, açıklaması ve konusuna göre olmak üzere üç ana kriterde değerlendirmiş, sonra AHP ve SAW tekniklerini tümleşik kullanarak ana ve alt kriterlerin önem sırasını belirlemişlerdir.

Çevik (2009); yatırım projelerini belirsizlik altında değerlendirmeye tabii tutmuş, çalışmasında AHP metodunu örneklerle açıklamış, bu yöntem ile hayatın hemen, hemen her alanında personel seçiminden helikopter seçimine, tedarikçi seçiminden araç atamaya kadar değişik ÇKKV problemlerinin çözümünde başarılı sonuçlar üretildiğini belirtmiştir.

Demireli (2010); yurt çapında faaliyet gösteren bankalar içerisinde özellikle kamu bankalarının performanslarının önem arz ettiğini belirterek, çalışmasında TOPSIS yöntemini kullanılmış ve değerlendirme sonucunda bankacılık sektöründe gözle görülen bir gelişme olmadığını belirtmiştir.

Durak ve Ark. (2017); günümüzde perakende sektöründe şirketlerin sektördeki rekabetçi konumlarını maliyetlerini azaltarak koruyabilmeleri için depo yeri seçiminin öneminden bahsederek çalışmasında AHP ve VIKOR metotlarını tümleşik olarak kullanmışlardır.

Durmuş ve Tayyar (2017); Türkiye’de yaygın olarak kullanılan online alışveriş sitelerinden üç tanesini güvenilirlik, ürün bilgisi, ücret ödeme ve web

sitesi kullanım kolaylığı kriterlerini Max100 ve SWARA yöntemleri ile ağırlıklandırıp, müteakiben de TOPSİS ve AHP kullanarak sıralamışlardır. Yaptıkları değerlendirmeleri karşılaştırarak hangi karşılaştırma yönteminin karar vericiye daha yakın sonuç verdiğini tespit etmeye çalışmışlardır.

Erdil ve Erbıyık (2015); süt sektörü ile ilgili olarak yaptıkları çalışmada süt sektöründe yer alan küçük girişimcilerin strateji belirleme ve seçimlerini SWOT analizi ve AHP'yi tümleşik kullanarak değerlendirmişlerdir.

Erdoğan ve Kaya (2015); ülkemizde, şehirleşme, sanayileşme ve nüfus artışı sonucu olarak enerji tüketiminin hızla arttığından bahsederek, ÇKKV yöntemlerinin en çok kullanılan karar verme yöntemlerinden olduğunu belirterek ve AHP ile TOPSİS'i bütünsel olarak kullanarak enerji alternatiflerini değerlendirmişlerdir.

Ersöz ve Kabak (2010); çok kriterli karar verme yöntemleri ile ilgili bir literatür anlatımı yaptıktan sonra eskiden beri en çok Hedef Programlama ile AHP'nin birlikte kullanıldığını ifade ederek son yıllarda AHP'nin yerini Analitik Şebeke Süreci (ANP)'nin aldığını belirtmiştir.

Gade ve Osuri (2014); karar vermeyi öncelikle tek ve çok kriterli olarak ikiye ayırdıktan sonra mobil bankacılık, facebook, gibi mobil uygulamaların güvenliğini çok kriterli karar verme tekniklerinden ANP ve SMART'ı kullanarak değerlendirmişlerdir.

Göksu (2008); gerçek hayatın bulanık yapıda olduğunu belirterek, öğrencilerin üniversite tercihlerini sıralamalarında Bulanık AHP, hesaplamalarında ise Cahng, Liou-Wang ve Kareli ortalama yöntemlerini kullanmış, kareli ortalama ile Liou-Wang yöntemi kullanarak yaptığı işlemlerin sonucunda Tutarlılık oranının birbirlerine yakın değerler verdiğini görmüştür.

Gündüz ve Güler (2015); Ülkemizde ki termal turizm işletmelerin yoğun olarak kullanıldığı ve ekonomimize yaptığı katkıdan bahsederek yaptığı çalışmada, turizm işletmelerinin tedarikçi seçiminde önemli olan kriterleri belirlemişler ve bu

kriterleri AHP ve TOPSİS yöntemleri ile değerlendirerek en iyi tedarikçinin seçilmesi ile ilgili öneriler sunmuşlardır.

Güngör ve Ark. (2010); ülkemizde gelişmişlik seviyesi ve coğrafi konumu itibarıyla il olmaya aday 8 ilçeyi AHP kullanarak değerlendirdikleri çalışma sonucunda %33 ağırlık seviyesi ile alternatifler arasında birinci sırada Alanya'nın olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Hammouri (2018); yaptığı çalışmada işletmelerde ticari olarak kullanılabilecek en iyi yazılım veritabanlarını seçmek için çok ÇKKV yöntemlerinden AHP ve TOPSIS tekniklerini tümleşik olarak kullanmıştır.

Hançerlioğlu ve Ark. (2017); yaptıkları çalışmada Dünya Sağlık Örgütü'nün, verilerinden de faydalanmış, 15 yaşındaki erkek nüfusun üçte birinin sünnet için cerrahi operasyon geçirdiğini, bunların farklı olduğunu ve farklı anestezi uyguladıklarını anlatarak, uygulanan anestezinin kriterlerini belirleyerek çok kriterli karar verme ile değerlendirmişlerdir.

Hanine ve ark. (2016); Çok kriterli Karar Verme sistemlerinde olduğu gibi ETL (Ayıkla, Taşı, Yükle) veri analizi yazılımlarının seçiminde AHP ve TOPSIS'i birlikte kullanmışlardır. İlk önce ETL yazılımı seçim probleminde belirledikleri kriterleri AHP ile ağırlıklandırmış, alternatiflerinin sıralamasını ise TOPSIS kullanarak yapmışlardır.

Ishizaka ve Labib (2011); AHP yönteminin araçlarından bahsederek, problemi belirleme, karşılaştırma, önem dereceleri, tutarlılık, vb. işlemlerinin nasıl yapıldığını ve bunların önemlerini açıklamışlardır.

Jia ve Ark. (2012); dünyada 47 ülkenin düşük karbon ekonomisine geçiş sürecindeki gelişmelerini 5 ana gösterge ve 10 alt gösterge kullanarak değerlendirmişlerdir. Bu işlemi iki aşamada gerçekleştirerek, birinci aşamada bulanık AHP ile 47 ülkede 5 ana ve 10 alt göstereyi ağırlıklandırmış, daha sonra elde ettiği bu ağırlıkları girdi olarak TOPSIS'te kullanarak 47 ülkenin sıralamalarını yapıp, düşük karbon seviyesi düşük olan ülkeleri belirlemişlerdir.

Keçek ve Yıldırım (2010); işletme için en uygun kurumsal kaynak planlamasını (ERP) seçmek için AHP metodundan faydalanmışlardır. Bu şekilde işletmeler için stratejik olan ERP yazılımının seçilmesinde, etkin, güvenilir ve doğru karara ulaşmaya çalışmışlardır.

Keçek ve Gürdal (2016); Dumlupınar üniversitesi öğrencileri ile Kütahya ilinde bulunan Sera Alışveriş Merkezinde ki altı fast-food firmasını belirledikleri kriterler ışığında AHP kullanarak değerlendirmişler ve öğrencilerin firma tercihlerinde en önemli kriterin ürünün lezzet ve tazeliği, en az önemli kriterin ise reklam ve tanıtım olduğunu tespit etmişlerdir.

Kokangül ve Ark. (2016); yaptıkları çalışmada, AHP ve Fine Kinney metodolojilerini birlikte kullanarak risk değerlendirmesine yeni bir yaklaşım getirmişlerdir.

Kokangül ve Susuz (2009); yaptıkları çalışmada analitik hiyerarşi metodu ile matematiksel programlamayı birlikte kullanarak tedarikçi seçimi problemini indirim miktarı ile birlikte değerlendirmişlerdir.

Kolios ve Ark. (2016); rüzgâr türbinleri destek ünitelerinin yerleşim yerlerini belirlemek için kullandığı stokastik girdi değerlerini çok kriterli karar verme tekniklerinden TOPSIS ve PROMETHEE kullanarak hesaplamışlar, çalışmaların sonucunda gerçekte öngörülen tasarım alternatiflerinden daha iyi sonuçlar elde etmişlerdir.

Kusumawardani ve Agintiara (2015); yaptıkları araştırmada Endonezya’da bir telekomünikasyon şirketinin insan kaynakları yönetim problemine Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerini tümleşik kullanarak çözüm aramışlardır.

Liua ve Ark. (2019); Hata türleri ve etkileri analizinde kullanılan ÇKKV teknikleri ile ilgili yaptığı çalışmada, sistematik bir literatür taraması yapmışlar. Burada ÇKKV tekniklerini, mesafeye dayalı, ikili karşılaştırmalı, geçiş, uzlaşmaya dayalı, ilişki analizi, değer ve fayda ölçümlü, toplama operatörü tabanlı, temel, hibrit ve çoklu yöntemler başlıkları altında araştırmışlardır.

Lo ve Liou (2018); bir risk analizi tekniği olan Hata Türleri ve Etkileri Analizi (FMEA)'ni Çok Kriterli Karar Verme tekniklerinden Gri İlişkiler Analizi (GRA) ile birlikte kullanarak, bir uluslararası elektronik firmasından aldığı gerçek bilgilerin değerlendirildiği bir model önermişlerdir.

Nikjo ve Ark. (2015); spor kulüplerinin iyi oyuncu seçimleri aşamasında yaşanan karar verme sürecinde AHP ve Genişletilmiş TOPSIS'i bütünsel olarak kullanmış ve uygulamada karar kriterlerini ağırlıklandırırken alternatifleri de sıralamışlardır.

Odokuma ve Ark. (2017); yazılım ürünü seçiminde çok kriterli grup kararı alabilmek için çoklu karar destek yazılım araçları modeli tasarlamışlardır.

Okul (2012); Çok Kriterli Karar Verme'de TOPSIS ile nicel ve nitel kriterleri birlikte değerlendirirken, SMAA ile de belirsiz verilerle de çalışmanın mümkün olduğunu göstermiştir.

Önel ve Çetik. (2016); işletmelerin lokomotif gücü olan işgücünün seçiminin küreselleşen dünyada çok fazla önem arz ettiğini belirterek Adana ilinde yaptıkları çalışmada; personel seçimine etki eden faktörleri uzman görüşü desteği ile değerlendirerek Bulanık AHP kullanmışlar ve en uygun aday sıralamasını yapmışlardır.

Özcan ve Ark. (2017); milletlerin refah seviyesini yükseltmek için uyguladıkları politikalardan bahsederek Türkiye için bu politikalardan yenilenebilir enerji kaynakları konusunu ele almışlardır. Bu kapsamda 4 ana ve 12 alt kriter belirleyerek Türkiye'de HES, rüzgar, biokütle, güneş ve jeotermal enerji kaynaklarını AHP ve TOPSIS kullanarak değerlendirmişlerdir.

Özcan ve Ark. (2016); üniversitelerden mezun olan mühendislik öğrencilerinin araştırma projelerinin önem derecelerini TOPSIS yöntemini kullanarak sıralamışlardır.

Özdemir ve Ark. (2016); nükleer enerji santrallerinde taşıdıkları yüksek derecede riskten dolayı belirlediği kriterlere göre AHP ve ANP kullanarak risk değerlendirmesi yapmış ve etki eden kriterleri ağırlıklandırmışlardır.

Özen ve Orçanlı (2013); dünyada e-kitap yayıncılığından bahsederek elektronik olarak yayınlanan eserleri okumak için kullanılacak okuyucu cihazının olması gereken özelliklerden bahsetmişlerdir. Daha sonra belirlediği kriterleri AHP ve TOPSIS'i birlikte kullanarak değerlendirmiş ve henüz başlangıç aşamasında olan ve hızla yaygınlaşmakta olan e-kitap okuyucuları konusunda bir ufuk açmaya çalışmışlardır.

Küçükönder ve Ark. (2013); ülkemizde hayvancılık sektöründe en iyi süt veren inek cinslerini belirlemek için yaptıkları çalışmada, süt verimini etkileyen çevresel faktörleri dikkate alarak karşılaştırma matrisinde kullanılacak kriterleri belirlemişler ve uzman görüşlerine başvurarak bu faktörler ile dört inek cinsini değerlendirmişlerdir.

Liu ve Ark (2008); ülkelerin gelişimleri ve istihdamların artırılması kapsamında ihtiyaç duyulan sermayeyi özellikle deniz aşırı dış kaynakları nereden sağlayacağını belirleme kapsamında yaptıkları çalışmada lokasyon kararını AHP ile değerlendirerek vermişlerdir.

Macek ve Alagic (2017); Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden bahsederek kripto para taşıma sistemlerinden Bitcoin'i AHP yöntemini kullanarak diğer sistemlerle karşılaştırmışlardır.

Mutlu ve Ark. (2017); yaptıkları review çalışmada; değerlendirmesi Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile yapılmış 2004 ve 2016 yılları arasında hastanelerde bakım hizmeti ve servis kalitesi ile ilgili 33 dergide basılmış 42 makaleyi incelemişlerdir.

Pala (2016); günümüzde bireylerin meslek seçimi kararlarını etkileyen bir çok kriter olduğunu, bunların ağırlıklarının da farklı olduğunu belirterek bu kriterlere göre alternatiflerin değerlendirilmesinin ne derece zor olduğunu ifade ederek yaptığı çalışmada tercihleri bulanık sayılarla ifade ederek ve Bulanık AHP kullanarak çözümler sunmuştur.

Panda ve Ark. (2016); günümüzün hızla değişen şartlarında işletmeler üretim esnasında hızlı bir şekilde prototip üretme durumuyla karşı karşıya

kalmaktadırlar. Bunun da birkaç yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemlerden hangisinin tercih edileceğini bir ÇKKV problemi olarak ele almış ve bu tür problemlerde AHP ile TOPSIS'i birlikte kullanmanın faydalı bir yaklaşım olduğunu belirtmişlerdir.

Prakash ve Barua (2015); tersine lojistikte sorunların üstesinden gelme çalışmalarında çözümleri önceliklendirme işlemini AHP ve TOPSIS'i birlikte bütünsel olarak kullanarak yapmışlardır.

Pelegrina ve Ark. (2019); çok kriterli problemleri çözmek için geliştirilen ÇKKV tekniklerinin değerlendirmeye tabii tuttuğu kriterlerin istatistiksel olarak birbirinden bağımsız olduğunu varsaydığını, oysa gerçek hayata birçok kriterin birbirini etkileyebildiğini belirterek bu sorunun bağımsız bileşen analizleri ile ortadan kaldırılarak alternatiflerin TOPSIS ile sıralanabileceği bir yaklaşım önermişlerdir.

Radenovic ve Veselinovic (2017); sağlık bilgi sistemlerinin etkinliğini birçok kriterli değerlendirme olarak ele almış, her sağlık organizasyonun kendi özgü karakteri olduğunu belirtmiş ve AHP-TOPSIS kullanarak değerlendirmesini yapmışlardır.

Rokshari ve Niaraki (2015); kentsel ulaşım şebekesinin risk değerlendirmesi yapmada kullanılan trafik göstergeleriyle, trafik olaylarında ki tehlikeyi ortaya koymuşlar ve bunları Bulanık AHP, TOPSIS ve VIKOR kullanarak değerlendirmişlerdir.

Sarucan ve Ark (2010); bir işletmenin kuracağı bir rüzgar türbini için alınacak türbinin hangi marka olacağını belirlemek için yaptığı karşılaştırmada kullanılacak kriterleri belirleyip, bu kriterlere sahip türbin markalarını AHP ile karşılaştırmışlardır.

Saaty (1987); yaptığı çalışmada Analitik Hiyerarşi Sürecinin ne olduğunu ve nasıl kullanılacağını anlatmıştır.

Saaty (2004); AHP yönteminin ilk bulunduğu yapılan işlemleri anlatarak AHP'ye giriş yapmış, bu yöntemin tamamen matematiksel temellere dayandığını örneklerle göstermiş ve devamında Analitik şebeke sürecini açıklamıştır.

Saaty (2005); karışık yapılı karar verme süreçlerinde Analitik Hiyerarşi süreci ile Analitik Ağ sürecinin nasıl kullanıldığını anlatarak kullanım esnasında karşılaşılan tartışma konularına açıklık getirmiştir.

Saaty (2008); uzman görüşleri ile yapılan ikili karşılaştırmalar sonucu elde edilen ağırlıklara göre nasıl karar verildiğini ve bu süreçte AHP'nin nasıl kullanıldığını anlatmıştır.

Söyler ve Yaraş (2016); Yöneticilerin küresel pazara giriş kararlarında öncelikle hedef ülkenin sosyal, ekonomik ve siyasi unsurlarının taşıdığı riskleri değerlendirerek, yöneticilere farklı bir bakış açısı vermeye çalışmışlardır. Bu yaptığı çalışmada da Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS'i bütünsel olarak kullanarak yöneticilere sadece hedef ülkenin değerlendirilmesi değil o ülkedeki pazarda bulunan diğer firmaların yapısı ve pazar güçlerini de dikkate almalarını bir bakış açısıyla sunmuşlardır.

Supçiller ve Çapraz (2011); şirketlerin satın alma maliyetlerini azaltıp müşteri memnuniyetlerini artıracak ve rekabet yeteneklerini artıracak doğru tedarikçiyi seçebilmek için önerdikleri modelde AHP ve TOPSIS'i tümleşik olarak kullanmışlardır.

Şengül ve Ark. (2013); belediyelerin birden çok kriter içeren toplu araç seçimi gibi problemlerin çözümünde ÇKKV yöntemlerini kullanırken yaptıkları ikili karşılaştırmalarda belirsizleri daha iyi ifade edebilmek için bulanık mantığı kullanarak BAHF yöntemini uygulamışlardır. Uygulama esnasında karşılaştırmayı Chang'ın Mertebe Analiz yöntemine göre sıralamayı da Kareli Ortalama ve Kwong-Bai yöntemini kullanarak yapmışlardır.

Şenol ve Ark. (2019); tüm işletmelerde olduğu gibi lojistik işletmelerde de malzeme yönetiminin çok önemli olduğunu belirtilerek, bu işletmelerde maliyetin %30'unu oluşturduğu için lojistik işlemleri etkileyen faktörleri ÇKKV teknikleri

ile değerlendirmiş, Türkiye’de ilk 10 lojistik firmasını bu kriterlere göre ağırlıklandırarak sıralamışlardır.

Uzun ve Kazan (2016); gemi inşa sanayinde en önemli unsur olan gemilerin ana makinelerinin seçimi çok fazla kriterin göz önünde bulundurulmasını gerektirdiğinden bu seçimi AHP, TOPSIS ve PROMETHEE kullanarak yapmışlar elde ettikleri sonuçlardan AHP ve PROMETHEE ile elde edilenlerin gerçek durumla tutarlılık gösterdiğini belirtmişlerdir.

Taati ve Dooki (2017); hastanelerinin günümüzde en önemli işletmelerden olduğunu bahsederek, buralarda da asıl hizmet sağlayıcı olarak hemşireleri belirlemiş ve Kuzey İran’daki hastane hemşirelerini Bulanık AHP, Bulanık VIKOR ve Bulanık DEMATEL kullanarak değerlendirmişlerdir.

Tao ve Ark. (2012); Çok Kriterli Karar Verme tekniklerinden uygulanmasını önerdiği modeli üç aşamada gerçekleştirmiş, birinci aşamada en iyi performans kriterlerin orijinal verilerini Veri Zarflama Analizi (DEA) ile belirlemiş, ikinci aşamada Bulanık Küme Algoritması (AFS) ve AHP uygulayarak ağırlıklarını hesaplamış, üçüncü aşamada ise TOPSIS ile sıralama yapmışlardır.

Torfi ve Ark. (2010); Çok Kriterli Karar Verme problemlerinde bulanık AHP ile kriterlerin değerlendirmesini yapıp ağırlıklarını belirlerken, alternatiflerin sıralamasını ise Bulanık TOPSIS kullanarak yapmışlardır.

Tunca ve Ark. (2015); muhasebe işkolunda teknolojik değişime paralel olarak kullanılan programların hızla değiştiğinden bahsederek, bu programların seçimini çok kriterli problem olarak ele almış, kriterleri AHP ile ağırlıklandırmış, TOPSIS ve ELECTRE ile de bu programları sıralamıştır.

Türeli ve Davraz (2016); yaptığı çalışmada AHP ve VIKOR yöntemlerini tümleşik kullanarak bir özel hastanede personel seçimini yapmışlardır. Bu kapsamda 4 alternatifi belirledikleri 7 kritere göre değerlendirmişler, değerlendirme esnasında personel seçiminde sayısal olmayan yargıların sayısallaştırılarak daha objektif bir seçim yapmalarına olanak sağladığını belirtmişlerdir.

Vinodh ve Ark. (2014); doğal kaynakların hızla tükenmesi ve dünya ölçeğinde büyük çevresel değişikliklere neden olması sebebiyle doğal kaynakların ve çevrenin korunması gerekliliğinden bahsederek bu problemlerden plastik geri dönüşümü sorununu çok kriterli olması nedeniyle AHP ve TOPSIS kullanarak değerlendirmişlerdir.

Yavuz (2012); otomobil sektörünün hızla geliştiği ülkemizde büyük bir çalışan grubunu temsil eden öğretmenlerin büyük bir müşteri potansiyeli taşıdığını belirterek, öğretmenlerin otomobil alırken neye dikkat ettiklerini belirledikten sonra elde ettiği kriterlere ilişkin verileri AHP ile ağırlıklandırarak kullanmıştır.

Yerlikaya ve Arıkan (2017); sanayide çevresel faktörlerin her geçen gün daha fazla önemli olduğu günümüz dünyasında kimyasal atıklar oluşturan firmaların akredite olması için aldığı tedbirler önemli hale gelmiştir. Bu çalışmada kimya endüstrisinde yer alan firmaların ortaya çıkardığı atık suların sağlığı tehdit edip etmediğini ölçen test kitlerini üreten firmaları seçmek için AHP ve TOPSIS'i bütünsel olarak kullanarak firma için en uygun tedarikçiyi belirlemişlerdir.

Yoon ve Kim (2017); yaptıkları çalışmada TOPSIS ile geleneksel çoklu değerlendirmeleri karşılaştırmış, TOPSIS'in sadece en iyi çözüme en yakın olan ile en kötü çözüme en uzak olanla ilgilenmediği gerçeğini ortaya koymuş ve TOPSIS adımlarını daha iyi terminoloji ile yeniden yazmıştır.

Yüksel ve Akın (2006); işletmelerinin başarısını etkileyen stratejik faktörler ile temel stratejileri SWOT analizi yaparak belirlerken ölçme değerlendirme açısından bir dizi eksiklik olduğunu ileri sürmüşlerdir. Yaptıkları çalışmada bu eksikliklerin analitik yaklaşımlar ile çözülebileceğini belirtmişler, bu amaçla SWOT matrisini hiyerarşik bir yapıya dönüştürüp oluşturdukları modeli AHP yöntemi ile çözmüşlerdir.

Zammori (2010); Analitik hiyerarşi Süreci, Analitik Şebeke süreci kullanarak, ABD'de başkanlık seçimlerini, İtalya'da da kayak malzemelerinin Pazar payını değerlendirmiştir.

Zolfani ve Ark. (2012); İnsan kaynakları yönetimi kapsamında personel seçimi ve ekip üyelerini belirlemede AHP, TOPSIS ve Gri teori metodunu birlikte kullanmışlardır. İlk aşamada kriterlerin önem derecelerini AHP kullanarak belirlemiş, müteakiben adayları TOPSİS ve Gri teori kullanılarak sıralanmışlardır.

2.3. Matematiksel Modelleme ile Yapılan Çalışmalar

Atan ve Ark. (2015); işletmelerinin karlılıklarını artırmak için, tedarik zincirlerinin yönetimi kapsamında üretim dağıtım planını gerçekleştirmede oluşturdukları matematiksel modeli önermişler, bu esnada birtakım kısıtları da göz önüne alarak işletmenin etkinliğini artırmaya çalışmışlardır.

Aydemir ve Karadağ (2019); tüm dünyada olduğu gibi ülkemizin de karşı karşıya olduğu hızlı nüfus artışı ve kentleşme sonucu ortaya çıkan atık miktarının da arttığını belirterek bunların bertaraf edilmesi gerekliliğinden hareketle Ankara ili çevresinde kurulabilecek düzenli depolama alanları seçiminde AHP ve hedef programlamanın birlikte kullanıldığı bir model önermişlerdir.

Ayvaz ve Ark. (2018); yenilenemeyen hammadde kaynaklarından elde edilen biyodizel üretimi için uzun dönemli tedarik zinciri oluşturulması için çok amaçlı tam sayılı programlama modeli oluşturarak kuruluş, taşıma ve dağıtım maliyetlerini göz önünde bulundurarak minimum maliyette üretim yapmayı amaçlamışlardır.

Çavdur ve Ark. (2018); montaj hatlarındaki çevrim süresini minimize etmek ve tesisin verimliliğini artırmak amacıyla montaj hatlarındaki yeniden işleme istasyonlarının pozisyonunu karışık tam sayılı programlama modeli ile elde ettikleri sonuçları analiz etmişlerdir.

Dağdeviren ve Eren (2001); organizasyonların faaliyetlerini sürdürebilmeleri için bir çok tedarikçiyle çalıştığını belirterek, tedarikçi firmaların seçiminde AHP ve 0-1 Hedef Programlama tekniklerini birlikte kullanılmışlar ve bu metotların bir arada kullanılmasının etkinliğini tartışmışlardır.

Derse (2018); tesis yeri seçimi problemi olarak Biyogaz enerji tesisini ele almış, oluşturduğu matematiksel modelde hedef programlama yaklaşımı uygulayarak maliyetleri en aza indirmeye çalışırken, en fazla enerji miktarını elde etmeye çalışmıştır.

Doğanlı (2006); Türkiye'nin gümrük birliğine girmesiyle birlikte ülkemizde küreselleşmenin hızlandığını ve bununla birlikte uzun vadeli yatırımların planlanmasında bilimsel yöntemlerin kullanımının arttığını belirterek, Türkiye'de tekstil sektöründe matematiksel programlama tekniklerinden tamsayılı programlamayı kullanarak bir model önermiştir.

Ertuğrul ve Aytaç (2009); İzmir ilinde bir işletmenin tedarik zincirini inceleyerek, bu kapsamda yapılan faaliyetlerin maliyetlerinin düşürülmesi ve karlılığının artırılması için oluşturdukları karma tamsayı doğrusal programlama modelini önermişlerdir.

Gül ve Eren (2017); bir kamu sektörü içi depo yerini belirlemek için yaptığı çalışma kapsamında oluşturduğu matematiksel modelde ÇKKV tekniklerinden AHP ile Hedef Programlamayı birleştirerek kullanmış ve bir optimizasyon yaklaşımı önermişlerdir.

Kaçtıoğlu ve Şengül (2010); günümüzün en büyük sorunlarından biri olan çevre kirliliği ile mücadele kapsamında Erzurum ilinde katı atıkların geri dönüşüm için toplanması ve yeniden değerlendirilmesi için tersine lojistik ağının planlanmasında 6 farklı senaryoyu göz önüne aldığı bir karma tamsayılı programlama modeli önermişlerdir.

Koyuncu ve Erol (2010); dünyada meydana gelmiş salgınlardan bahsederek her hangi bir salgın olayı vukuu bulduğunda sağlık kaynaklarının en verimli kullanılmasını amaçladıkları çok amaçlı bir matematiksel model önererek, salgın esnasında ölümleri, olay sayıları ve hastalık günlerini azaltmayı amaçlamışlardır.

Lokman (2017); işletmelerde sorunları oluşturduğu temsili bir modelde; çözüm üretebileceği yaklaşımları ve kalite ölçümlerini inceleyerek uyguladığı çok

amaçlı tamsayılı programlama ile çözüp en uygun temsili çözüm yaklaşımını bulmaya çalışmıştır.

Macit (2018); bilgi ve iletişim teknolojilerin etkin olarak kullanıldığı bütünsel afet yönetimine ait lojistik işlerin; bilgisayar yardımı ile önceden belirtilen kurallara göre problemlere çözüm getiren karar destek sistemleri ile yürütülebileceğini göstermiştir.

Mondal ve Ghosh (2016); öğrencilerin tüm performans kriterlerini AHP, FAHP, COPRAS, TOPSIS, Oyun Teorisi, uzlaşma programlaması, Spearman'ın sıra korelasyon katsayısı ve grup karar verme teknikleri ile değerlendirmişlerdir.

Özgen (2008); şirketlerin rekabetçi bir ortamda ayakta kalabilmeleri için kar ve maliyet optimizasyonu sağlayarak sürdürebilir şekilde yönetmek isteyen yöneticilere iki aşamalı bir yol çizmiş, birincisinde taşıma ve tesis maliyetlerini en aza indirmeye çalışırken lineer programlama kullanmış, ikincisinde ise kalitatif faktörlerin en fazla faydasını hesaplamak için Bulanık AHP kullanmış ve hesaplamaları ise Lingo 9.0 bilgisayar programı ile yapmıştır

Patır (2009); bir işletmede tam sayılı programlama uygulayarak işletmenin eldeki kaynakları kullanarak en az maliyetle üretim yapmasını sağlayacak bir model oluşturmuştur.

Seval ve Ark. (2019); yaptıkları çalışmada Şanlıurfa Büyükşehir Belediyesinde toplu taşıma araçlarının talebe göre ve eldeki otobüs sayısına göre sefer sayısını minimize ederek, en az maliyetle en verimli kullanımı amaçlayan bir tamsayılı doğrusal programlama modeli önermişlerdir.

Tapkan ve Ark. (2018); demiryollarında çalışan personelin görev vardiya çalışma gruplarının çalışma saatlerinin belirlenmesinde 0-1 karma tam sayılı programlama modeli kullanarak uygulanacak personel politikasını belirlemişlerdir.

Yumuşak ve Ark. (2018); kesintisiz, güvenilir ve çevreye duyarlı enerji üretimi yapan hidroelektrik santrallerinin bakım stratejilerini, çok kriterli karar verme tekniklerinden AHP ve TOPSIS'i birlikte kullanarak en uygun ekipmanı

seçmişler ve müteakiben tam sayılı programlama ile belirlenen stratejiler arasından en uygun kombinasyonu tespit etmişlerdir.

2.4. Coğrafi Analiz Sistemi/Coğrafi Bilgi Sistemi İle Yapılan Çalışmalar

Bilgilioglu ve Bilgilioglu (2017); Aksaray ilinde kentsel katı atık depolama ve imha alanlarını çok kriterli karar verme tekniklerini kullanarak tespit etmişler, uygun alanın belirlenmesi için analizlerde AHP ve Coğrafi Bilgi Sistemlerini (CBS)'yi birlikte kullanmışlar, bu maksatla 10 adet veri katmanından faydalanmışlardır.

Değirmenci ve Ark. (2017); Ülkemizde ve dünyada fosil yakıtların hızla tükenmesi nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarının önem arz ettiğini belirterek bunlardan birisi olan rüzgar enerjisinden faydalanmak maksadıyla Türkiye’de rüzgar tarlası arazilerini ÇKKV tekniklerini kullanarak belirlemişlerdir. Bu kapsamda, yer seçimi analizinde kullanılan kriterlerin ağırlıkları AHP kullanılarak belirlenmiş, CBS kullanılarak ta rüzgâr tarlaları kurulabilecek uygun alanlar belirlenmiştir.

Derviş (2015); lojistik tesislerin yer seçimi probleminin çözümünde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Bulanık Mantık ve TOPSIS yöntemini birlikte kullanmıştır. Bu çalışmasında uzman görüşlerindeki sübjektif yargılardan ise CBS’ini kullanarak uzaklaşmıştır.

Erden ve Coşkun (2011); CBS’nin temel kullanım alanlarından birinin de ve karar verme süreçlerine destek sağlamak olduğunu belirterek, çalışma kapsamında incelediği kriterleri AHP ile değerlendirerek CBS ortamında analizler yapmış ve İstanbul ilinde itfaiye istasyonuna yer seçimini kararlaştırmışlardır.

Gigovic ve Ark. (2017); Sırbistan Voyvadina bölgesinde kurulacak olan rüzgar enerjisi santrallerinin planlanmasında karar vericilere destek olmak maksadıyla CBS ve ÇKKV tekniklerinden DEMATEL-ANP (DANP) ile MABAC’ı tümleşik olarak kullandıkları bir model önermişlerdir. Bu kapsamda belirledikleri 11 kriteri DANP ile ağırlıklandırırken MABAC ile sıralamışlardır.

Göztepe ve Akdağ (2015); Askeri karar verme sürecinden bahsederek, Harita Genel Komutanlığı tarafından geliştirilen ve CBS verileri kullanılarak hazırlanan CAS'ın komuta kademesine hareket alanını şekillendirmede yardımcı olacağı bir hava savunma tehdit analizi modeli önermişlerdir.

Güler ve Yomralıoğlu (2017); Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS/GIS) ve ÇKKV tekniklerinden AHP kullanarak İstanbul ili için alternatif deponi yer seçimini gerçekleştirmişlerdir. Bu kapsamda alternatifleri iki ana ve 11 alt kriter belirleyerek değerlendikleri bir model önermişlerdir.

Jozaghi ve Ark. (2018); İran'ın Sistan ve Belucistan bölgelerinde Coğrafi analiz sistemi(CAS) kullanılarak yapılan baraj yerleri seçimini AHP ve TOPSIS ile karşılaştırmalı olarak değerlendirmişlerdir.

Miç (2019); Suriye İdlib Bölgesinde hizmet veren sağlık tesislerinin en verimli hizmet verecekleri yeri belirlemek maksadıyla oluşturduğu matematiksel modeli, ağırlıklı hedef programlama kullanarak oluşturmuş ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile bütünleşik olarak kullanmıştır.

Özşahin (2014); deprem kuşağında yer alan ülkemizde yüksek risk taşıyan bölgelerden biri olan Tekirdağ ilinde deprem hasar risk analizini CBS ve ÇKKV yönetmelerinden AHP'yi kullanarak yapmıştır. Çalışmasında CBS destekli AHP yöntemi ile benzer uygulamalar yaparak deprem risk analizlerinde kullanılabileceğini göstermeyi amaçlamıştır.

Uyan ve Yalpır (2016); ekoloji üzerinde ve çevre sağlığı nedeniyle kritik bir konu olan tıbbi atık depolama ve imha etme işlemlerinin yapıldığı tesis yerinin seçiminin öneminden bahsederek Konya ilinde yaptıkları çalışmada, ÇKKV tekniklerinden AHP ve CBS'ni bütünleşik olarak kullanmışlardır.

2.5. Güvenlik Kuvvetleri İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Literatürde Güvenlik kuvvetleri ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Türkiye'de çoğunlukla asker kökenli akademisyenlerin yaptığı savunma politikaları, stratejileri ve teknolojileri üzerine çalışmalar olmasına

rağmen bir iç güvenlik kuvveti olan jandarma ile ilgili ise hemen, hemen yok denecek kadar az çalışma bulunmaktadır. Güvenlik kuvvetleri ile ilgili çalışmalardan bir kısmı aşağıda açıklanmıştır.

Akça ve Şahin (2017); Yaptıkları çalışmada, askeri birliklerin geniş bir alana kurulmuş olması, bu alan içerisinde çok fazla araç hareketliliği olması vb. nedenlerden dolayı kurum maliyetlerini azaltmak için karma tam sayılı tesis yerleşim problemini ele almışlardır.

Ata ve Sennaroğlu (2008); savaş gemilerinin tasarımı ile ilgili yaptıkları çalışmada, tasarıma etki eden kriterlerin ÇKKV tekniklerinden AHP’i kullanarak ağırlık katsayılarını bulmaya çalışmış, grupça yaptıkları bu çalışmada ağırlık hesaplamalarını grup üyelerinin yaptığı değerlendirmelerin geometrik ortalama, kesik ortalama ve grup ağırlıklarının geometrik ortalamasını almak üzere üç farklı şekilde yapmışlardır.

Aydın ve Özel (2016); yaptıkları çalışmada polis, jandarma ve sahil güvenliğinin taşrada vali ve kaymakamlara karşı sorumlu olduklarından bahsederek iç güvenlik yönetiminin daha etkin ve verimli olabilmesi için halka hesap verebilirliği esas alan bir anlayışla yönetilmesi gerektiğini savunmuşlardır.

Ayöperken ve Ermiş (2011); her birinin menzili ve maliyeti birbirinden farklı olan İHA’ları en verimli kullanmak için hangi üslere yerleştirmesi gerektiğini, bir tesis yeri seçimi problemi olarak ele almış ve problemi 0-1 tamsayılı programı kurarak bunu GAMS programı ile çözmüştür.

Ercan ve Gencer (2013); günümüzde teknolojik gelişmelerdeki artışla birlikte özellikle kablosuz haberleşme ve bilgisayar teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde İnsansız Hava Araçlarının (İHA) oldukça yaygınlaştığını belirterek bunlarının rotalama problemleri için tam sayılı programlama modeli önermişlerdir.

Akgün ve Erdal (2019); mühimmat dağıtım şebekesi problemini çözmek için AHP-TOPSIS yöntemleri ile Coğrafi Bilgi Sistemlerinin tümleşik kullanımına dayalı hem maliyetleri azaltmayı hem de depo yerlerinin risk puanların en aza indirmeyi amaçladıkları çok amaçlı matematiksel model önermişlerdir.

Aygüneş (2008); terörle mücadelede görev alan birliklerin kırsal bir bölgede konuşlandırılması için önerdiği tamsayılı matematiksel modeli, oluşturduğu örnek senaryolarda, p-medyan, p-merkez gibi kapsama problemlerini bilgisayar programları yardımı ile çözmüş, kullandığı parametrelerin değişik senaryolarda çözüme etkisini ortaya koymuştur.

Erciyes ve Gencer (2005); yaptığı çalışmada İl Valilikleri emrine atanan Jandarma Astsubaylarının atanması esnasında karar verilere en doğru karar vermede yardımcı olmak maksadıyla 8 ana kriter ve bunların alt kriterlerini belirleyerek kriterlerin kendi aralarında ağırlık değerlerini bulmaya çalışmıştır. Bu kapsamda AHP yöntemi ve Expert Choice programından faydalanmışlardır.

Erdal (2018); güvenlik güçlerinin kullandığı güvenlik malzemeleri yüksek risk taşıyan tehlikeli malzemeler olduğu için bunların muhafaza edildiği depoların yerinin yeniden belirlenmesinde AHP ve TOPSIS yöntemini bütünlük olarak kullanmıştır.

Gencer ve Açıkgöz (2006); TSK AK unsurlarının yerleşim yerlerinin icra edilecek AK faaliyetlerine en seri şekilde başlayabilecekleri bir yerde seçilmesi için önerdikleri kaplama alanı problemini çözmek için oluşturdukları matematiksel modeli LINGO 4.0. paket programı kullanarak analiz etmişlerdir.

Göleç ve Ark. (2016); dünyada meydana gelen gelişmelere paralel olarak askeri alanda da sürekli bir gelişim ve değişim olduğunu söyleyerek, değişen ihtiyaçlara cevap verebilecek bir askeri kargo uçağı ihtiyacını Çok Kriterli Karar Verme tekniklerinden AHP, ELECTRE, SAW ve TOPSIS tekniklerini kullanarak değerlendirmişlerdir.

Göztepe ve Ark. (2013); askeri lojistik kavramından bahsederek, askeri ortamda çevresel faktörlerin çok hızlı değiştiği ve şekillendiğinden bahsetmiş, bu nedenle Askeri Karar Verme Sürecinde ANP kullanarak karar vermişlerdir.

Göztepe ve Kahraman (2015); güvenlikle alakalı olarak özellikle askeri alanlarda, askeri karar verme sürecinin operasyon hazırlığı, birliklerin hareketi,

lojistik ve hava savunma gibi işlemlerin planlamasını kapsadığını belirterek bunun tamamen bir analitik yaklaşım olduğunu savunmuşlardır.

Göztepe ve Ark. (2016); askeri ve güvenlik alanında yapılan çalışmalarda yeni bir yaklaşım olarak yapay zeka ve askeri karar verme sürecinin birlikte kullanılabilirliğinden ve öneminden bahsetmiştir.

Güzel ve Ark. (2015); kolluk kuvvetlerinin hizmet etkinliklerinin artırılmasına yönelik yaptıkları çalışmada; etkinlik ne kadar artarsa ülke içerisinde huzur ve istikrarında o oranda artacağını öngörerek, kolluk kuvvetlerinin motorlu araç atamalarını yeniden değerlendirilmesi için bir metodoloji geliştirmişlerdir. Bu aşamada AHP ve TOPSİS bütünleşik olarak kullanılmış, performans kriter ağırlıkları AHP ile her bir aracın her bir ilçe için atanma performans değerlerini ise TOPSİS ile belirlemişlerdir.

Gyarmati (2015); kullanıcıya göre en uygun askeri malzeme nedir sorusuna karar verici veya kullanıcı bakış açısıyla cevap aramış, bu kapsamda 8 adımda çok kriterli karar verme tekniklerini kullanmıştır.

Hakimi (1964); telefon hatları üzerindeki ağ bağlantı noktaları ile otoyollarda görev yapan polis birimlerinin en verimli şekilde belirleneceği bir model önermiş, birden fazla tesisi en uygun şekilde yerleştirmeye çalışmıştır. problemi P-medyan problemi olarak tanımlamıştır.

Karavidic ve Projovic (2018); güvenlik operasyonlarının planlanmasında özellikle belirsizlik ortamında bilgilerin net olmadığı durumlarda çok kriterli karar verme tekniklerinden kaba kümeler teorisinin son derece önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Kress ve Royset (2007); çalışmalarında İHA'ların yer kontrol istasyonların kurulacağı yer seçimi ile uçuş rotalarının optimizasyonunu bir problem olarak ele alıp, modellemişlerdir. Hava koşullarındaki değişikliğin etkisini probleme yansıtmamışlardır. Bunun yerine kısıt olarak, İHA'ların kabiliyetleri, özellikleri ve menzili, ile arazi yapısını kullandıkları bir model önermişlerdir.

Kurban ve Can (2016); özellikle iç güvenlik hareketi ile hudutlarımızın güvenliğinde aktif olarak kullanılan insansız hava araçlarının kontrol edildiği yer kontrol istasyonlarının kuruluş yeri seçiminde Doğrusal Tamsayılı Programlama yaklaşımını kullanarak oluşturdukları bir modeli önermişlerdir.

Lenegala ve Stimers (2017); Sri Lanka'da askeri operasyon üslerinin seçiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri ile AHP'yi birlikte kullanmışlardır.

Öz (2007); Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerini sınıflandırarak, bu tekniklerden bahsetmiş ve Türk Silahlı Kuvvetleri için ihtiyaç duyulan yük helikopterlerini Klasik AHP ve Bulanık AHP kullanarak değerlendirmiş ve elde ettiği sonuçları karşılaştırmıştır.

Özcan (2017); Osmanlı Devleti'nde Tazminat sonrasında yeni kolluk teşkilatı olarak Jandarma'nın tercih edilmesinin sebeplerinden ve başlangıçta neden Zaptiye teşkilatı dendiğini anlattığı çalışmada kuruluş yıllarında Jandarma teşkilatının oluşumunu adım, adım anlatmıştır.

Palaz ve Kovancı (2008); ülkemizde Deniz Kuvvetleri Komutanlığının Denizaltı Filosunun ihtiyaç duyduğu denizaltı tiplerinin seçiminde Deniz Kuvvetleri komuta kademesinde bulunan karar vericilerin kolaylıkla kullanılabileceği optimum AR-GE projesi seçim metodolojisi geliştirmek maksadıyla AHP tekniğini kullanmışlardır.

Pekdoğan (2017); ülkemizdeki kolluk kuvvetlerinden biri olan jandarma teşkilatındaki görevli personelinin yenilikçilik düzeylerini inceleyerek, iç güvenlik hizmetlerinin modernizasyonu kapsamında yaptığı çalışmada kullanmıştır.

Razi ve Karataş (2016); Sahil Güvenlik Komutanlığı bünyesinde arama ve kurtarma amacıyla kullanılan botların bulunacağı tesis yerlerini meydana gelen olayları ve uygulanan stratejileri göz önünde bulundurarak hazırladıkları çok amaçlı tamsayılı programlama modeli ile belirlemişlerdir.

Sennaroğlu ve Çelebi (2018); yaptıkları çalışmada ülkemizde askeri hava alanı yerleşim yeri seçiminde çok kriterli karar verme tekniklerinden AHP'yi PROMETHEE ve VİKOR yöntemiyle birlikte tümleşik olarak kullanmışlardır.

Sönmez (2012); Osmanlı Devleti'nde tazminatın ilanı ile kurulan Zaptiye Teşkilatının 1876 yılından itibaren balkanlarda meydana gelen isyanlardan dolayı Osmanlı Devleti'nin iç işlerine müdahale eden Avrupalı devletlerin zorlamasıyla Jandarma teşkilatına dönüştürülmesini ve 1879 yılında seraskerliğe bağlanması esnasında yaşanan gelişmeleri anlatmıştır.

Uçakçioğlu ve Eren (2017); savunma sektöründeki gelişmelerinin teknolojik gelişmelere paralel gittiğini ve yapılacak yatırımların uzun vadeli etkileri olduğunu belirterek, sürekli yeniliğe ve değişime ihtiyaç duyulduğunu vurgulamış, bu nedenle yatırım projelerini AHP ve VIKOR yöntemleri ve Hedef programlamayı birlikte kullanarak değerlendirdikleri bir model önermişlerdir.

Uçar ve İşleyen (2019); silahlı ve silahsız hava araçları ile ilgili olarak yaptıkları çalışmada, filo halinde hareket ettiklerini ve hareketli hedefleri etkisiz duruma getirmek için çok fazla kriteri göz önünde bulundurarak AHP ve Meta sezgisel yöntemleri tümleşik olarak kullandıkları bir model önermişlerdir.

Uzun ve Kabak (2019); sahil güvenlik araçlarının arama ve kurtarma görevlerini analitik yöntemler ile analiz etmişlerdir. Bu kapsamda tümleşik olarak ANP ve BOCR (faydalar, fırsatlar, maliyetler, riskler) yöntemlerinin tümleşik kullanımına dayalı bir model önermişlerdir.

Yağlı ve Arıkan (2018); Hava Kuvvetleri Komutanlığında kıt kaynakları en verimli şekilde kullanarak malzeme ihtiyaçlarının planlanması maksadıyla yaptıkları çalışmada ÇKKV tekniklerinden AHP ve TOPSIS'ı tümleşik olarak kullandıkları bir model önermişlerdir.

Yavaş (2003); yaptığı çalışmada Osmanlı döneminden Türkiye Cumhuriyetine geçişte Bursa ilinde ki karakolların tarihi gelişim sürecini inceleyerek, bu süreçte karakolların emniyet teşkilatına dönüşmesini anlatmıştır.

Yılmaz ve Gencer (2018); özellikle terör ve sınır olaylarına karşı doğu ve güneydoğu Anadolu bölgesinde bağlı balonların izleme amaçlı kullanılmasını Hedef Programlama ve Bulanık TOPSIS tekniklerini tümleşik kullanarak değerlendirmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

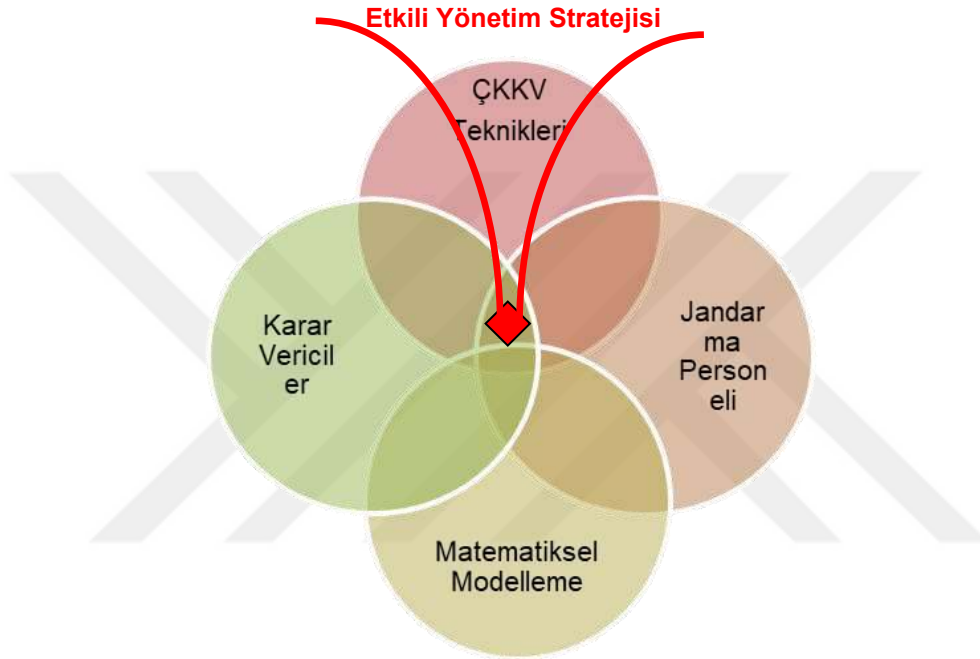
Dünya tarihi incelendiğinde devletlerin ve toplumların genel olarak temel sorununun iç güvenliği sağlamak olduğu görülmektedir. Çünkü iç güvenliklerini sağlayarak dış güçlere karşı ülke içinde arkalarını sağlama almak istemişlerdir. Birçok millet dış düşmanlara karşı tek vücut olup, onları ülkelerinden kovduktan çok kısa bir süre sonra iç çekişme ve iktidar kavgalarına sürüklenmiştir. Bu nedenle ulusların refahı ve zenginliği için toplumun emniyet ve asayişini sağlayarak kamu düzenini tesis etmede, kolluk güçlerinin rolü ön plana çıkmaktadır.

Ülke içinde devletin otoritesini uygulayan unsur kolluk kuvvetleridir. Kolluk kuvvetleri aynı zamanda siyasi rejimin yani hükümetin ülke içindeki gücü olup, vatandaşların huzuru ve refahı için emniyet ve asayişini temin ederek kamu düzeninin tesisi için gerekli önlemleri alır. Kamu düzeni bir başka deyişle şahsa ait veya halka açık yerlerde vatandaşın güvenli, huzurlu, sağlıklı ve refah içerisinde yaşamlarının sağlanmasıdır. Bu husus devletin en önemli görevi olup, yerine getirmek için diğer kamu kurumlardan farklı, devlet otoritesini temsil eden silahlı bir kurumun kurulmasını gerekli kılmıştır. Bugün bu hizmeti yerine getiren kurumlara genel olarak kolluk denmektedir.

Kolluk, zabıta veya polis kavramı geçmişten bu yana toplum düzenini sağlamak için idarenin gücünü simgelemiştir. Bu güç, kamu gücünün idare hukukundaki karşılığıdır. Kısaca emniyet ve asayişini tesis ederek kamu düzeninin sağlanması için çalışan, kanunlar ve ilgili mevzuat tarafından verilen diğer görevleri yerine getiren polis, jandarma ve sahil güvenlik birimleri silahlı birer kuvvet olarak ülkemizde genel kolluk kuvvetlerini oluşturmaktadır (Doğan, 2010).

Bu nedenle bu çalışmada tesis kuruluş yeri seçimi kapsamında Türkiye’de kolluk kuvvetlerinden biri olan Jandarma karakollarının kuruluş yeri seçimi ele alınmış ve bir ilimizde açılması düşünülen karakollar ÇKKV teknikleri ile değerlendirilip sıralandıktan sonra oluşturulan matematiksel model, GAMS

programı ile çözülmüştür. Elde edilen sonuca göre karakolun açılmasına karar verilen yerleşim yerindeki muhtemel inşaat alanı CAS/CBS ile analiz edilmiştir. Yapılan bu çalışma ile karakol kuruluş yeri seçiminde Şekil 3.1.'de görüldüğü gibi etkili bir yönetim stratejisi belirlenmeye çalışılmıştır.



Şekil 3.1. Etkili bir karakol kuruluş yeri seçim stratejisi

Karakol kuruluş yeri seçimi çalışmasında amaç, yapılan tercihin Jandarma Teşkilatının hizmetleri yürütmesine yapacağı katkısının yani faydasının en üst seviyeye çıkarılmasıdır.

3.1. Materyal

Kanun koyucu jandarmayı “*Türkiye Cumhuriyeti Jandarması, emniyet ve asayiş ile kamu düzeninin korunmasını sağlayan ve diğer kanunların ve Cumhurbaşkanlığı kararnamelerinin verdiği görevleri yerine getiren silahlı genel kolluk kuvvetidir*” şeklinde tanımlamaktadır (Kanun, 1983). Jandarma Genel

Komutanlığı, iç güvenliği sağlamaktan sorumlu genel kolluk kuvvetlerinden biri olarak ülkemizin en ücra köşelerinde Jandarma Karakolları vasıtasıyla sorumluluk sahasında emniyet ve asayişin temin ederek kamu düzenini tesis etmektedir. Bu nedenle bu kadar stratejik ve önemli bir görevi olan Jandarma Karakollarının Kuruluş Yerleri incelenerek, yapılacak çalışmanın Jandarmanın etkinliğine ne derecede katkı sağlayabileceği araştırılmıştır.

3.1.1. Türkiye’de İç Güvenlik Birimlerinin Tarihi Gelişimi

Türkiye’de çağdaş bir şekilde iç güvenlik yönetimi anlayışı ve uygulamasının başlangıcı 19’uncü yüzyılda Osmanlı Devleti’nde yapılan reform hareketlerine dayanmaktadır. 19’uncü yüzyılın başlarında başlayan devlet yönetiminde reform çalışmaları 1939 Tazminat Fermanı ile belirginlik kazanmaya başlamıştır. Bu çalışmalardan biri devlet otoritesinin ülke geneline yayılması için merkezi idareye bağılı il teşkilatının kurulması ve profesyonel iç güvenlik birimlerinin oluşturulmasıdır.

Tanzimat Fermanı’nın ilanından hemen sonra adı daha sonra jandarma olarak değiştirilecek olan zaptiye teşkilatının kurulması çalışmalarına başlanmıştır. 1846 yılında Zaptiye Müşürlüğü kurularak iç güvenlik birimleri tek merkezde birleştirilmiştir. Fransız jandarması örnek alınarak 1880 yılında çıkarılan bir nizamname ile Seraskerlik (Şimdiki Genel Kurmay Başkanlığı) makamına bağılı jandarma adlı bir yapılanmaya gidilmiştir. 1914 yılında “*Memleketin menfaat veya mazarratına müteallik hiçbir şey yoktur ki jandarmalar onunla alakadar olmasın.*” ifadesi ile önemi vurgulanan Osmanlı jandarması merkezi idare ile taşra idaresi arasındaki en önemli bağı olmuştur. Jandarma bir iç güvenlik kuvveti olarak merkezi otoritenin taşrada ki ayağı olmuştur (Yazan, 2017).

Emniyet ve asayişin temininde kurulduğu günden bu yana çok önemli hizmetlerde bulunan Jandarma Teşkilatı, askeri yapılanmamıza göre nispeten genç bir kurum olmasıyla birlikte özellikle 19.yy’ın ikinci yarısından itibaren, Osmanlı İmparatorluğu’nun en buhranlı yıllarında görevini yapmış ve sürekli kendini

geliştirmiştir. Bu nedenle de genç Türkiye Cumhuriyeti'nin en köklü kuruluşlarından biri olmuştur. Jandarma teşkilatı, kurum olarak bulunduğu yerlerde asayiş ve genel güvenliğin sağlanması için çalışmıştır. Jandarma, hem kurulduğu Osmanlı Devleti'nde hem de günümüz Türkiye'sinde insanların canları ve mallarının, hayvancılığın ve tarımın korunması, çevrenin ve ormanların muhafazası gibi temel güvenlik hizmetlerini yerine getirmiş, görev sahasında toplumsal karmaşa ve karışıklığı önleyen en önemli güç olmuştur (Yıldız, 2018).

Bu kapsamda yapılan çalışmalar neticesinde iç güvenliğin sağlanmasından sorumlu şimdiki adlarıyla Jandarma, Polis ve Sahil Güvenlik olmak üzere üç birim karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan birincisinin kuruluşu 1839 yılına, ikincisinin kuruluşu ise 1845'li yıllara, üçüncüsünün kuruluşu ise 1980'li yıllara dayanmaktadır.

Osmanlı Devleti'nde modernleşme çalışmalarına paralel olarak yeni ortaya çıkan bu profesyonel kadroların oluşumu ve gelişimi süreci sancılı olmuş, zamanla bu süreçte aksamalar meydana gelmiştir. Bu birimler daha çok askeri kuruluşların gölgesinde, çoğunlukla da onların bir parçası olarak görev yapmıştır. Zamanın siyasi ve sosyal gelişmelerine bağlı olarak, çoğunlukla merkezi yönetime katı bir şekilde bağlı, geleneksel güvenlik anlayışı içerisinde hareket eden, devletin güvenliği merkezli, ortaya çıkan askeri tehditlere odaklı, daha çok devletin iç güvenliğini sağlamaya yönelik bir güvenlik anlayışı içinde askeri yapılanma ve teşkilatlanma benzeri bir gelişim göstermişlerdir.

20'nci yüzyılda genç Türkiye Cumhuriyetin kurulması ile birlikte günümüzün iç güvenlik anlayışına yakın bir modern güvenlik anlayışı ortaya çıkmış ve kamu yönetiminin yeni ilkeleri doğrultusunda modern ve çağımızın gereklerine hizmet edecek kolluk kuvvetleri kurulmuştur. Bu yenileşme çalışmalarında asıl amaç, vatandaşlara yaklaşıp onlara, insan odaklı kamu hizmetlerinin sunulması olmuştur.

Bu anlayışta kamu yönetiminde şeffaflık ve halka hesap verebilirlik ön plana çıkmaktadır. Devlet kurumlarındaki bu anlayışın uygulanmaya başlanması tüm

kamu kuruluşlarında olduğu gibi kolluk kuvvetlerinde de zor bir süreç olmuştur. Bu gelişim sürecinde yeni kurulan Türkiye Cumhuriyetinin sürekli devam eden savaşlardan harap ve bitik bir milletin küllerinin arasından yeniden doğuşu, halkın çoğunluğun cahil ve okuma yazma bilmeyen vatandaşlardan oluşması özellikle ülkenin kırsal kesiminde görev yapan Jandarma'nın görevini daha da zorlaştırmıştır.

Sürekli iç isyanlar, eşkiya ve çetelerle uğraşan genç Türkiye Cumhuriyeti 1970'li yıllardan itibaren de yoğun olarak bir ayrılıkçı/bölücü terör örgütleri ve dini istismar eden terör örgütleri ile karşı karşıya kalmıştır. Küreselleşen ve liberalleşen bir dünyada hak ve özgürlükler alanında meydana gelen gelişmeler güvenlik algılarının daha da karmaşıklaşmasına neden olmuştur. Bir yandan toplumlara en ileri seviyede demokratik özgürlüklerin sunulması bir yandan da suç, suç örgütleri ve terör örgütleri gibi tehditlere karşı halkın emniyet ve asayişinin temin edilmesi hususu ile sürekli karşı karşıya kalınmış, hükümetler güvenlik ve özgürlük dengesini sağlamakta zorlanmışlardır.

21. yüzyılın ilk çeyreğinde hak ve özgürlük alanında büyük adımlar atılmış, vatandaşın huzur içinde yaşaması için halka hesap verebilir bir iç güvenlik yönetimi ile kolluk kuvvetleri şeffaflaşımlardır. Ancak suç ve suç çeşitlerindeki değişim, organize örgütler, terör ve ayrılıkçı hareketler gibi tehditlere ulusal düzeyde doğal afetlerle mücadele ve bulaşıcı hastalıklarla mücadele ve salgın durumlarında vatandaşın sağlığı için yapılan çalışmalar kapsamında iç güvenlik kurumlarının hizmet anlayışı ön plana çıkmıştır. Bu kapsamda toplum destekli, şeffaf, insan haklarına duyarlı ve saygılı bir iç güvenlik anlayışı günümüz güvenlik kuvvetlerinin yönetimine hakim olmuştur.

Türkiye'de iç güvenlikten sorumlu bakanlık içişleri bakanlığıdır. Bu görevini Jandarma, Emniyet ve 1980 yılından itibaren Sahil Güvenlik unsurlarıyla birlikte yerine getirmektedir. Ülke genelinde iç güvenliğin sağlanmasından içişleri bakanlığına bağlı mülki idare amirleri sorumludur. Mülki idare amirlerine bağlı olarak daha çok ülke kırsalında görev yapan Jandarma, 2803 Sayılı Jandarma

Teşkilat, Görev ve Yetkileri Kanunu’nda “*Türkiye Cumhuriyeti Jandarması, emniyet ve asayiş ile kamu düzeninin korunmasını sağlayan, diğer kanun ve nizamların verdiği görevleri yerine getiren silahlı, askeri bir güvenlik ve kolluk kuvvetidir*” (Kanun, 1983) şeklinde ifade edilmektedir.

Jandarma teşkilatı Türkiye Cumhuriyeti kamu yönetiminde kendine özgün bir yapıda yer almıştır. Bu durum Jandarma teşkilatının kurulduğu 1839 yılında ilan edilen tazminat fermanından bu yana çok yönlü kullanılması ve farklı görevleri yerine getirmesinden kaynaklanmıştır. 15 Temmuz 2016 öncesinde Jandarma, emniyet ve asayişin sağlanması kapsamında içişleri ve adalet bakanlığına bağlı görev yapıp çeşitli mevzuat ile kendisine tevdi edilen birçok görevi yerine getirmiştir. Aynı zamanda silahlı ve askeri bir kolluk kuvveti vasfıyla TSK’nın bir unsuru olarak, ve TSK ile ilgili görevlerini Genel Kurmay Başkanlığına bağlı kuvvetlerden biri olarak icra etmiştir.

15 Temmuz 2016 sonrasında 25.07.2016 tarihli 668 sayılı KHK ile bu durum değişmiş ve 2803 sayılı kanunda yapılan değişiklikle “*Jandarma emniyet ve asayiş ile kamu düzeninin korunmasını sağlayan ve diğer kanunların verdiği görevleri yerine getiren silahlı genel kolluk kuvvetidir ve Jandarma Genel Komutanlığı İçişleri Bakanlığı’na bağlıdır*” şekliyle son halini almıştır. Bu değişiklikle Jandarma Genel Komutanlığı doğrudan içişleri Bakanlığına bağlanmış ve görevleri adli, mülki ve askeri görevleri olarak sınıflanmıştır.

Jandarma Genel Komutanlığının taşra örgütlenmesinin en üstünde doğrudan Jandarma Genel Komutanı’na bağlı sadece Terörle Mücadele Harekatı yürütülen bölgelerde kurulu Jandarma Bölge Komutanlıkları yer almaktadır. 668 sayılı KHK ile bu yapı korunurken, sorumluluk açısından Jandarma Bölge Komutanlıkları kurulu oldukları ilin valisine bağlı olarak görev yapmaktadırlar.

Jandarma Genel Komutanlığının temel örgütlenmesi ise her ilde ve bazı istisnalar hariç her ilçede kurulu olan İl ve İlçe Jandarma Komutanlıklarıdır. İlçelerin sorumluluk alanlarında ise Jandarma karakolları vasıtasıyla görevleri

yerine getirilir. Yani en temel unsur jandarma teşkilatının çekirdeği olan ülkemizin en ücra köşelerinde yaygın olarak görev yapan jandarma karakollarıdır.

3.1.2. Jandarma Karakolu

Jandarmanın bir genel kolluk kuvveti olarak temel görevi, emniyet ve asayişini temin ederek vatandaşların güvenli ve huzur içerisinde yaşamasını sağlamaktır. Bu çerçevede jandarmanın mülki görevleri *“kamu düzenini sağlamak, korumak ve kollamak, kaçakçılığı men, takip ve tahkik etmek, suç işlenmesini önlemek için gerekli önlemleri almak ve uygulamak, trafik hizmetlerini yürütmek, ceza infaz kurumları ve tutukevlerinin dış korumaları vb. görevleri yapmaktır”* (Yönetmelik, 2016).

Jandarmanın adli görevleri ise, *“işlenmiş suçlarla ilgili olarak kanunlarda belirtilen işlemleri yapmak ve bunlara ilişkin adli hizmetleri yerine getirmektir. Adli kolluk görevleri kapsamında jandarma; suçluları aramak, suçluyu ortaya çıkarmak, delilleri toplamak ve adli makamlara teslim etmektir”* (Yönetmelik, 2016).

Jandarmanın askeri görevleri ise, *“seferberlik ve savaş hallerinde Bakanlar Kurulunun uygun gördüğü bölümleriyle kuvvet komutanlıkları emrinde görev icra etmek, illerde valinin onayıyla verilen askeri görevleri icra etmektir”* (Yönetmelik, 2016).

Bu kadar geniş bir yelpazede görev alanı olan Jandarmanın ülke genelinde en yaygın teşkilatlanmaya sahip bir kurum olarak, ülkenin en ücra köşesinde, jandarma karakolları vasıtasıyla kendisine tevdi edilen görevleri yerine getirmektedir. Bir jandarma karakolunun ilçe merkezinde değil kırsalda belirli alanlarda kurulmuş olması görev sahası olan kırsal alanlarda yaşayan vatandaşların karakolları sahiplenmelerine neden olmaktadır. Bu husus sağlık ocağı, okul vb. kamu kuruluşları için de geçerlidir. Hatta vatandaş çoğunlukla hizmet ayağına gelsin kendisine daha yakın olsun diye kendi aralarında para toplayarak okul, sağlık ocağı veya karakol yaptırıp devlete hibe etmektedir. Bu vatandaşın yaşadığı yerdeki kurum ve kuruluşları sahiplendiğinin bir kanıtıdır.

Ayrıca karakollara vatandaşların yakın olması ve ulaşımı kolay olması bilgi akışını da kolaylaştırmakta, sorunu olan vatandaşların en kısa sürede devlete ulaşabilmesine imkan sağlamaktadır. Bu çalışma kapsamında kamu sektöründe bir tesis yeri seçimi olarak incelediğimiz jandarma karakolunun kuruluş yeri seçimi çalışması aşağıdaki nedenlerden dolayı yapılmaktadır. Bunlar;

- i. Yeni bir karakol kurulması,
- ii. Mevcut karakolun yeni bir alana veya binaya taşınması,
- iii. Suç ve suç çeşitlerindeki değişiklikler ve yeni güvenlik algılamaları,
- iv. Yeni ekonomik alanların ortaya çıkması ile nüfus hareketliliğinin artması,
- v. Sahadaki nüfus yoğunluğu ile demografik yapıdaki değişiklik,
- vi. Ulaşım ağındaki değişiklik, vatandaşın karakola, karakolun da vatandaşa ulaşım imkanları ve
- vii. Afetlerden dolayı yer değişikliği ihtiyacı, vb. hususlardır.

Bir tesis yeri seçimi olarak inceleyeceğimiz jandarma karakollarının kuruluş yerinin seçimi, sanayi devriminden bu yana özel veya kamu sektörü olsun, tüm kuruluşlar için hala üzerinde çalışılan ve önemini koruyan bir konudur. Bir nükleer tesis veya baraj kurulumu vb. durumlarda vatandaşların gösterdiği tepki, tesis yeri seçilirken bazı problemlerin göz ardı edildiği veya sürekli karmaşık bir konu olduğu için problemlerin güncelliğini koruduğunu göstermektedir.

1839 Tazminat Fermanı ile devlet teşkilatlanmasına dahil olan ve ilerleyen yıllarda jandarma adını alan Zaptiye Müşirliğinin en küçük birimi olan karakollardan Osmanlı dönemi eserlerinde hükümetin bir yerde emniyet ve asayişin temini ile vücut bulmuş halidir diye bahsedildiği, “*nur-u emniyet, ruh-u hükümet, selamet-i millet*” gibi değişik şekillerde de tanımlandığı görülmektedir (Sert, 2018). Tarihte zaptiye karakollarının en önemli görevi şehir içi veya kırsal alan olsun sorumluluk sahasında güvenliğin sağlanması olmuştur. Eşkışyalığın hüküm

sürdüğü yıllarda önemli geçit ve yolların korunmasıyla görevlendirilen jandarma tahsilat memurları ile posta tatarlarının güvenliği ile de ilgilenmiştir (Sönmez, 2006).

Jandarma teşkilatının tarihine bakıldığında ilk kurulduğu yıllarda belirli vilayetlerde birer piyade ve süvari bölüğü olarak teşkil edilmesinin esas alındığı, ihtiyaç duyulması durumunda o zamanki eyalet valilerinin ikinci bölükleri de kurabildiği görülmüştür. Bu nedenle sürekli bir gelişme içinde olan jandarma teşkilatının sorumluluk alanları ve teşkilat yapıları günümüze kadar sürekli değişe gelmiştir (Özcan, 2017).

Osmanlı döneminde Jandarma teşkilatının ilk kurulduğu zamanlarda birçok düzenleme yapılmıştır ve gelişen çağımıza paralel olarak yeni ortaya çıkan ihtiyaçlara göre bu düzenlemeler devam etmektedir. O zaman ki karar vericiler karakolları kurarken iç güvenliğin sağlanmasını, halkın rahat ve huzur içinde yaşayabilmesini amaç edinmiştir (Sönmez, 2012). Tarihi kaynaklarda Osmanlı döneminde ilk Jandarma Karakollarının bulundukları şehirlerde, şehir merkezlerinde genelde yol kavşakları veya dört yol ağzı gibi ulaşım ağlarını kontrol eden bir yerde kurulduğu görülmektedir (Yavaş, 2003).

1903 yılında yasalaşan Jandarma nizamnamesi ile köy veya kasabalarda oturan kişilerden müteşekkil bir onbaşı veya çavuş komutasında dört ila on askerden oluşan jandarma müfrezeleri karakol olarak ifade edilmiştir (Yıldız, 2018). Cumhuriyet döneminde 22.06.1930 tarihli resmi gazetede yayınlanan 1706 sayılı Kanun ve devamında çıkarılan 1937 tarihli Jandarma Teşkilat ve Vazife Nizamnamesi ile jandarmanın karakollar vasıtasıyla ülkemizin en ücra köşesine teşkilatlanması yapılmıştır (Kara, 2016).

Bir jandarma karakolunun etkinliğinin ve performansının artırılmasındaki en önemli faktörlerden birisi de kuruluş yeri ile talep noktalarına yakınlığıdır. Ayrıca bu tesislerin yatırım maliyeti yüksektir ve uzun süre bulunduğu konumda hizmet etmesi beklenmektedir. Bununla birlikte jandarma karakollarının sorumluluk bölgelerinde yürüttükleri hizmetlerin etkinliğindeki artış ülke genelinde huzur ve

güven ortamının da artmasını sağlamaktadır. Bu nedenle jandarma karakolları sorumluluk bölgesindeki gelişmelere paralel olarak artan suç ve suçlularla mücadele ihtiyacına, afet durumuna ve gelecekte icra edecekleri görevlerin yeteneği ve değişen koşullara göre en etkili hizmet verebilecekleri bir yerde olmalıdır.



Şekil 3.2. Bursa’da Osmanlı döneminde bir jandarma karakolu (Yavaş, 2003)

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde modern güvenlik kuvvetlerinin oluşturulması karmaşık bir süreçtir. Bu süreçte, siyasi beklentiler, bütçe kısıtları, iç ve dış güvenlik algıları, terör eylemleri, ulusal ve uluslararası suç örgütlerinin faaliyetleri gibi birçok faktör göz önüne alınmaktadır. Dolayısıyla kuruluş yeri seçilirken bu hususların da dikkate alınması gerekmektedir.

Bu çalışma kapsamında seçilen alanda tek jandarma karakolu kurulacağı için karakollardan görevlendirilen devriyelerin hızlı, etkili ve verimli hizmet vermesine

yönelik bir çalışma yapılmıştır. Çünkü bir karakol kuruluş yeri optimizasyonu çalışması yapmaya ihtiyaç duymamızın nedeni en az maliyetle (inşaat ve hizmetin toplam maliyeti) en uzun süre, bulunduğu bölgede vatandaşın emniyet ve huzurunu en etkin ve hızlı bir şekilde sağlayarak hizmetlerinde kaliteyi ve verimliliği artırmaktır.

Ayrıca bu karakollardan görevlendirilen devriyelerin aktif olarak görev yapmaları ile vatandaşlara etkili, hızlı ve verimli bir güvenlik hizmeti sunmalarının yanında vatandaş nezdinde güçlü, huzur ve güven veren bir kolluk kuvveti imajı oluşturmaları da beklenmektedir (Güzel ve Ark., 2015).

3.1.2.1. Jandarma Karakollarının Kurulması

Güncel mevzuatta karakolların sorumluluk bölgelerinin belirlenmesi; “*İl Jandarma Komutanının önerisi, Valinin uygun görmesi ve İçişleri Bakanının onayı ile Jandarma Karakollarının kuruluş yerleri ise Valinin önerisi, Jandarma Genel Komutanının görüşü alındıktan sonra İçişleri Bakanının onayı ile*” olduğu belirtilmektedir (Yönetmelik, 2016).

Devriyelerin kontrol etmesi zor ve karakollara uzak kritik yerleşim yerlerinde; emniyet ve asayiş sağlaması için ihtiyaç olması durumunda geçici asayiş karakolları kurulmaktadır. “*Geçici Asayiş Karakolları, İl Jandarma Komutanının önerisi ve Valinin onayı ile teşkil edilmektedir. Bu karakolların kuvveti İl Jandarma Komutanlığınca kuvvet tasarrufu yoluyla sağlanmaktadır*” (Yönetmelik, 2016).

Ülkemizde Polis ve Sahil Güvenlik unsurlarının sorumluluk alanları dışında kalan alan Jandarma’nın sorumluluk alanını oluşturmaktadır. Bu alan daha çok kasabalar ile kırsal alandan müteşekkildir (Yönetmelik, 2016).

Mevzuata göre karakolların sorumluluk sahalarının en merkezi yerinde, vatandaşların kolaylıkla ulaşmasını sağlayacak yolların olduğu bir yerleşim yerinde kurulması esastır. Aşağıda belirtilen bazı hususlar göz önüne alınarak karakol

sorumluluk sahaları belirlenmektedir. Dolayısıyla bu hususlar karakol kuruluş yerini de direk olarak etkilemektedir. Bunlar (Yönetmelik, 2016);

- i. Bölgedeki vatandaşın huzuru için emniyet ve asayiş durumu.
- ii. Bölgede meydana gelen suç sayısı, çeşitleri ve oranları,
- iii. Yerleşim yerlerinin ekonomik durumu ve kamu hizmetleri ihtiyaç durumu,
- iv. Yerleşim yerlerinin yapısı ve coğrafi durumu,
- v. Nüfus yoğunluğu, mevsimlik işçi, yaylacı, turist vb. nüfus hareketleri,
- vi. Ulaşım imkanları,
- vii. Sosyal, kültürel vb. hususlardır.

Ancak dünya değişmektedir, bununla birlik insan davranışları, suç çeşitleri ve suçlu profilleri dolayısıyla güvenlik algıları da değişmektedir. Bu nedenle hızla değişen şartlar sonucu ortaya çıkan yeni durumlara cevap verecek şekilde yukarıda belirtilen kriterlerin yeniden güncellenmesi ve jandarma karakollarının kuruluş yerlerinin optimum faydayı sağlayacak şekilde yeniden değerlendirilmesi, karakolların daha etkili, güvenli ve verimli hale gelmesini ve vatandaşın huzur içinde yaşamasını sağlayacaktır.

Bununla birlikte ülkemizin en ücra köşelerinde görev yapan jandarma personelinin de bir ailesi bulunmaktadır ve diğer devlet memurları gibi mesaiden sonra görev yerini terk etmek gibi bir imkanları olmadığı için aileleri ile birlikte görev yaptıkları yerde ikamet etmektedirler. Bu nedenle konuş yeri seçilirken jandarma personelinin ailesinin ihtiyaçları da göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu husus kanun koyucunun da dikkatini çekmiştir. Yapılan mevzuat düzenlemesi ile *“Jandarma karakolları inşası için her sene bütçelerine konulan tahsisatla şehir ve kasabalardan uzak yerlerde yapılacak karakol binalarına o karakollarda aileleriyle birlikte ikamet edecek karakol komutanlarına mahsus muayyen tiplerde ilaveler yaptırılmasına Dahiliye Vekili salahi yetlidir”* diyerek tedbir alınmaya çalışılmıştır (Kanun, 1940).

Bu belirtilenlerle birlikte özellikle 20 yüzyılın son çeyreğinde artarak devam eden terör olaylarından dolayı terör açısından hassas olan yerlerde son yıllarda hızlı bir şekilde kalekol yapımına ağırlık verilmiştir. Bu kalekollar yapılırken daha çok;

- i. Teröristlerin ve kaçakçıların kullandığı güzergahları kontrol etme imkanı ile atış ve gözetleme sahaları,
- ii. Bölgenin inşaat imkan ve kabiliyetleri (elektrik, su, yol ve iskan),
- iii. Bölge sınır hattında ise karakolun sınıra mesafesi ve sınırı kontrol etme imkan ve kabiliyeti,
- iv. Karakol bölgesinin muhabere ve elektronik bilgi sistemleri ihtiyacı ve kullanma imkan ve kabiliyeti,
- v. Toprak yapısı, nehir taşması ve çığ düşmelerinden etkilenmemesi vb. hususlar göz önünde bulundurulmaktadır.

Her ne kadar yukarıda belirtilen hukuki ve beşeri ihtiyaçlara göre karakol yerleri seçiliyor olsa da; bu karakollarda görev yapan personelin bir çok sosyal imkandan mahrum olarak görev yaptıkları göz önünde bulundurulduğunda, personelin moral ve motivasyonunu artırmada karakol kuruluş yerlerinin etkisinin çok fazla olduğu değerlendirilmiştir. Bu nedenle de karakol kuruluş yerlerinin seçiminde hangi hususların göz önünde bulundurulması gerektiği konusunda personel kaynaklı bir çalışma yapılması zaruri olmuştur.

Bu maksatla 1'inci coğrafi bölgede ki (ülkemizin batı illeri) karakollara yönelik bu çalışmada daha önce asgari Karakol Komutanı olarak görev yapmış en az 10 yıl çalışma geçmişi olan tecrübeli jandarma personeli ile görüşülerek bu çalışmaya yön verilmiştir.

Literatür taramada bu şekilde personel ile görüşme yapılarak ve elde edilen sonuçları bilimsel metotlarla değerlendirerek karakol kuruluş yerlerinin belirlendiği bir çalışma yapılmadığı, bu maksatla oluşturulmuş bir metodoloji olmadığı, bir karar destek modeli kurulmadığı görülmüştür. Ayrıca hem yurt içi, hem de yurt dışı

dokümanlarda, her türlü tesis kuruluş yeri ile ilgili çalışma görülmüş ama polis veya jandarma karakolların kuruluş yeri seçimi ile ilgili bir metodoloji yada karar destek modeline rastlanmamıştır. Sadece yasal mevzuatta bazı düzenlemeler olduğu ancak gelişmeye ihtiyaç olduğu tespit edilmiştir.

Bu çerçevede tecrübeli personel ile yapılan bu görüşmelerde personel, tesis kuruluş yerine karar verilip, karakol inşasına başlanması karar sürecinde;

- i. Yapılacak inşaatın maliyeti,
- ii. Karakolda görev yapacak personel ve ailelerinin sağlık, eğitim, alış veriş vb. sosyal ihtiyaçları,
- iii. Görev yapacak personelin barınma ihtiyacı, lojman veya kiralık ev durumu,
- iv. Karakol yerleşkesi duvarı dışında kalacak personelin güvenlik ihtiyacı,
- v. Konuş yerinin sorumluluk sahasındaki alanlara eşit mesafede olması, ulaşım kolaylığı v.b. hususların da göz önünde bulundurulması gerektiğini belirtmiştir.

Güncel mevzuatta belirtilen jandarma karakollarının sorumluluk alanlarının belirlenmesinde kullanılan kriterler, yukarıda belirttiğimiz hususlar ve jandarma personelinin görüşü göz önüne alındığında karakol kuruluş yerlerinin seçimine etki eden ana kriterler aşağıda belirtildiği şekilde oluşturulmuştur. Bunlar;

- i. Kamu hizmetlerinin gerekliliği,
- ii. Personel ve ailesinin sosyal ihtiyaçları,
- iii. Personel ve ailesinin barınma ve güvenlik ihtiyaçları,
- iv. Ulaşım ve yerleşim alanlarının durumu,
- v. Nüfus durumu/yoğunluğu ve
- vi. Maliyettir.

Yukarıda anlatılan jandarma karakolu kuruluşu gibi tesis teri seçimi ile karşı karşıya kalan kurumlardan biri de güvenlik güçleridir ve son yıllarda bu unsurlar dünyada terörle mücadele ve iç karışıklıklarla mücadelede önemli görevler almaktadırlar. Güvenlik kuvvetleri, suçla mücadelede, toplumsal karışıklıklarda ve diğer çatışma alanlarında operasyonlarda görev aldıkları gibi sivilleri destek maksadıyla doğal afetlerde de aktif yer almaktadır. Güvenlik güçlerinin faaliyetlerinin yönetimi karmaşık bir süreçtir ve özellikle de güvenlik güçlerinin nasıl kullanılacağına karar vermek, daha büyük bir sorundur. Bu durumda hareket tarzlarından birini seçmek kaçınılmaz bir şekilde bir ÇKKV problemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Kuruluş yeri seçimi de bu hareket tarzlarını direk etkileyen hususlardan biridir. Bu nedenle çeşitli karar destek modellerinin yardımına başvurulmalıdır (Karavidic ve Projovic, 2018).

Jandarma Genel Komutanlığında iki yüz binin üzerinde personel bulunmaktadır ve ülkenin dört bir tarafında ve en ücra köşelerinde çok sayıda tesis bulunmaktadır. Bu kadar çok personeli olan bir kurumun kullandığı tesislerin optimum verimliliği sağlayacak şekilde planlanması ile kurulacak tesislerin etkisi ve verimliliği artırılmış olacaktır. Böyle tesislerde görev yapan personelin aidiyeti artırılabilirdiği gibi motivasyonu da artırabilecektir.

Bu kapsamda yapılan araştırmalar neticesinde, güvenlik kuvvetlerinin kuruluş yerlerine etki eden çok fazla kriter olduğu ve bu konuda yeterli akademik çalışma yapılmadığı görülmüştür. Bu nedenle Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) teknikleri ve matematiksel modelleme kullanılarak değişik alanlarda yapılmış akademik çalışmalar incelenmiştir. Böylece bu yöntemlerin Jandarma Karakollarının en etkin görev yapabileceği kuruluş yerinin seçiminde birlikte kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Tesis yer seçimi problemi uzun süre Yöneylem araştırmalarının ilgi sahasına girmiştir. Ancak son yıllarda kriterlerin değişmesi ve karmaşıklaşması nedeniyle ÇKKV teknikleri de bu maksatla kullanılmaya başlanmıştır (Ağdaş, 2014).

Bu kapsamda jandarma karakollarının kuruluş yerlerinin belirlenmesi için karar desteği sağlanması maksadıyla yapılan çalışma neticesinde bir metodoloji geliştirilmiştir. Bu bağlamda ÇKKV teknikleri tabanlı bir matematiksel modelin oluşturulmasında daha önce belirlediğimiz altı ana faktör ve alt faktörleri göz önünde bulundurulacak ve bu faktörlere göre tecrübeli jandarma personelinin yaptığı değerlendirmelerin aritmetik ortalaması kullanılacaktır.

Bir tesis yeri problemi olarak karakol kuruluş yeri seçimi probleminin sahip olduğu risk, önem ve belirsizlikler nedeniyle; sezgisel modeller ile simülasyon yöntemlerinin gerçek durum sorunlarını tam olarak çözemeyeceği düşünülmüştür. Bu nedenle sistemin bizzat içinde olan tecrübeli jandarma personeli ile görüşülerek uygulanan ÇKKV tekniklerinden AHP ve TOPSIS metotları karakol kuruluş yeri seçimi için ilk defa kullanılmıştır.

Bir kuruluş yeri seçimi problemlerinin bazı ayırt edici özellikleri vardır. Bunları jandarma karakolları için uyarlayacak olursak,

- i. Halihazırda jandarmanın hitap ettiği yerleşim yerleri ve buralarda yaşayan vatandaşlar,
- ii. Kurulacak karakol sayısı,
- iii. Karakolun kurulacağı ve sorumlu olacağı bir alan veya bölge,
- iv. Karakol ile vatandaşların yaşadığı yerleşim yerleri arasındaki ulaşım imkanı ve mesafedir.

Aynı şekilde birçok tesis yeri yerleşim probleminde değişik amaçlar bulunmaktadır. Bu amaçlar bizim konumuz olan jandarma karakolu için uyarlandığında;

- i. Toplam maliyetin minimizasyonu,
- ii. Talep noktalarına uzaklığın minimizasyonu,
- iii. Hizmetin nicelik ve niteliğinin maksimizasyonu,

- iv. Mesafenin zaman olarak minimizasyonu,
- v. Bölgede kurulacak karakol sayısının minimizasyonu,
- vi. Talep noktalara hızlı yanıt vermenin maksimizasyonu şeklinde karşımıza çıkmaktadır.

3.1.2.2. Jandarma Karakolların Kuruluş Yerlerinin Seçimine Etki eden Kriterler

Çalışmamızın önceki aşamalarında sıklıkla belirttiğimiz gibi tesis kuruluş yeri seçimine etki eden başlıca kriterler vardır. Bu kriterler arasından sadece bir kısmını göz önüne almak mümkün olmadığından kriterler arası bir uzlaşma kurmak gerekmektedir. Tesis kuruluş seçiminde kriterler karşılıklı ödün vererek kullanılırken sırasıyla il, ilçe, bölge, alan ve son olarak tesis inşaatının yapılacağı arazi bir sıra dahilinde değerlendirilmelidir (Uludağ ve Deveci, 2013).

Bununla birlikte işletmenin faaliyet alanı ile kamu veya özel sektör olup olmaması da izlenen yol ve yöntemlerin değişmesine neden olabilir. Çalışmamızda ele alınan jandarma karakolları emniyet ve asayişin temininde görevli bir kamu kuruluşunun birimi olduğu için izlenen yol ve kullanılan kriterler farklı olacaktır. Burada önemli olan kullanılan yöntemlerin sezgisellikten uzak bilimsel hesaplamalara dayanan yöntemler olmasıdır. Çünkü tesisi inşaatından tutun, altyapı yatırımları ve orada kullanılan malzeme ve teçhizat ile birlikte araç ve personel giderleri birlikte hesaba katıldığında yüksek bir maliyet ortaya çıkmaktadır.

Burada bir mal üretip satışı yapılmadığı için kar beklentisi de yoktur. Tamamen vatandaşın huzuru, memnuniyeti ile emniyet ve asayişin temini amaçlanmaktadır. Bu nedenle yanlış bir yere kurulan karakolun altına teker takıp karavan gibi çekerek başka yere taşıma imkanı da yoktur. Zaten mevzuatta geçici ihtiyaç duyulan yerler için geçici/mobil asayiş karakolları kurulması düzenlenmiştir. Bu nedenle son derece dikkatli, bilimsel ve isabetli kararlar verilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda karakol kuruluş yeri seçimine etki ettiği tespit edilen kriterler ve bu kriterlerin alt kriterleri aşağıda bir sıra dahilinde açıklanmıştır.

3.1.2.2.(1). Kamu Hizmetlerinin Gerekliliği

Asli görevi emniyet ile asayiş temin ederek kamu düzenini sağlamak olan jandarmanın bu görevlerini yerine getirme zorunluluğunu yani sorumluluk bölgesini kontrol edebilmeyi ifade etmektedir. Alt kriterleri;

- i. Kuruluş yerinin coğrafi konumu,
- ii. Bölgede meydana gelen asayiş olayları,
- iii. Bölgede meydana gelen terör olayları
- iv. Bölgede meydana gelen KOM (Kaçakçılık ve organize suç) olaylarıdır.

3.1.2.2.(2). Karakolda Görevli Personel ve Ailesinin Sosyal İhtiyaçları

Karakolda görev yapacak personel ve ailesinin, alışveriş ihtiyaçlarını (market, pastane, kırtasiye, züccaciye vs.), kültürel faaliyetlerini (sinema, tiyatro, spor alanı, turizm vs.), sağlık, eğitim ve iletişim(muhabere ve elektronik bilgi sistemleri imkanları ile internet, GSM, telefon, posta, kargo..vs) ihtiyaçlarının karşılanma durumudur (Erciyes ve Gencer, 2005). Bu husus çalışma kapsamında görüşülen jandarma personelinin özellikle üzerinde durduğu konulardan biri olup, alt kriterleri;

- i. Bölgenin sosyal durumu,
- ii. Bölgenin kültürel durumu,
- iii. Bölgedeki sağlık imkanları,
- iv. Bölgedeki eğitim imkanları ve
- v. Bölgedeki iletişim imkanlarıdır.

3.1.2.2.(3). Karakolda Görevli Personel ve Ailesinin Barınma ve Güvenlik İhtiyaçları

Karakolda görev yapacak personelin kalabileceği misafirhane, lojman veya kuruluş yerindeki meskun mahaldeki kiralık ev durumu ile burada görev yapan personelin görev haricinde kendisi veya ailesinin bölgede yaşamlarını icra ederken karşı karşıya kaldıkları güvenlik ihtiyaçlarının karşılanma durumunu göstermektedir. Alt kriterleri;

- i. Lojman, misafirhane veya kiralık ev durumu,
- ii. Personel ve ailesinin güvenliği ve
- iii. Bina/tesis yeterlilik (su, elektrik, jeneratör, kanalizasyon vs.) durumudur.

3.1.2.2.(4). Karakol Sorumluluk Bölgesindeki Yerleşim Alanları ve Ulaşım Durumu

Karakolun kurulduğu yerdeki yerleşim yeri ile sorumluluk sahasındaki diğer yerleşim yerlerine ve ilçeye olan ulaşımı sağlayan yol durumudur. Bu durum bir olay meydana geldiği zaman jandarmanın en kıza zamanda müdahale etmesini sağlayacağı için veya ilçe merkezinden takviye ihtiyaç duyulduğunda en kısa sırada gelmesi için de önemlidir. Alt kriterleri;

- i. Bölgedeki yerleşim yerlerinin karakola mesafesi,
- ii. Bölgedeki yerleşim yerleri ile karakol arasındaki ulaşım durumu ve bu ulaşımı sağlayan yol durumu,
- iii. Karakolun ilçe merkezinde bulunan ilçe jandarma komutanlığına olan mesafesi ve
- iv. Karakol ile ilçe jandarma arasında ulaşımı sağlayan yolun durumudur.

3.1.2.2.(5). Karakol Sorumluluk Bölgesindeki Nüfus Durumu/Yoğunluğu

Karakolun sorumluluk sahasını oluşturacak olan yerleşim yerlerinin büyüklüğü (yüzölçümü), bu yerleşim yerlerinin sayısı, buralarda yaşayan nüfus ile bölgeye gelen turist, tarım işçileri, göçer, yaylacı vb. hususlardan kaynaklanan hareketli nüfusun durumudur. Alt kriterleri;

- i. Sorumluluk sahasının büyüklüğü (yüzölçümü),
- ii. Bölgedeki yerleşim yeri sayısı,
- iii. Bölgede yaşayan nüfus ve
- iv. Bölgedeki hareketli nüfusun durumudur.

3.1.2.2.(6). Karakol Kuruluş İşlemlerinin Maliyeti

Bölgenin inşaat imkanları, yapılacak inşaatın maliyeti ve karakol hizmet vermeye başladıktan sonra hizmetlerin yürütülmesi esnasında ortaya çıkacak maliyettir. Mesela hiç yol, su ve elektrik olmayan yere inşaat yapılırsa bunun getireceği ilave inşaat ve devamında su ve elektrik sağlamak için yapılacak yatırımlar, sırf coğrafi konumundan dolayı hakim fakat yerleşim yerlerine uzak olan bir yere kurulan karakoldaki hizmetlerin vatandaşa ulaştırılması için yapılan harcamalar ile vatandaşların karakola ulaşmak için yapacağı harcamalar bu durumu ifade etmektedir. Maliyetin alt kriterleri;

- i. Karakol kurulurken yapılan inşaat maliyeti,
- ii. Karakolun elektrik, su, yol ve kanalizasyon gibi alt yapı harcamaların maliyeti ile
- iii. Karakol kurulduktan sonra hizmetlerin ifası esnasında yapılan harcamaların maliyetidir.

3.1.2.3. Jandarma Karakolları Kuruluş Yerlerin Bilimsel Metotlarla Belirlenmesi İhtiyacı

Günümüzde teknoloji ve hayatımızdaki hızlı değişim nedeniyle işletmeler hayatta kalabilmek için kararlarını hızlı ve etkin bir şekilde vermek zorundadırlar. Çünkü hızla küreselleşen bu dünyada sürekli değişen ve gelişen rekabet ortamında hayatta kalabilmek için hızlı hareket etmek ve isabetli karar vermek gerekmektedir. Bu da işletmelerin, hızla gelişen teknolojiyle birlikte hızla değişen çevresel şartlara aynı hızla uyumlu hareket etmeleri ve bu değişime uygun ve etkin karar alabilmeleri ile mümkündür. Bu da, bu kadar hızlı karar verilen bir süreçte çok fazla sayıda objektif ve sübjektif kriteri birlikte değerlendirebilmeye imkan sağlayan bilimsel yöntemlerin kullanılmasını gerekli kılmaktadır.

Ülkemiz gelişmekte olan bir ülkedir, özellikle kamu kurum ve kuruluşlarının tesis yerlerine karar verilmesi devlet bütçesini ve dolaylı olarak milli ekonomiyi direk etkilemektedir. Üretim unsurlarının kıt ve sınırlı olduğu gelişmekte olan ülkelere yanlış yer seçimi, kaynaklarının israfına sebep verecektir. Bu durum kurum veya kuruluşun sahip olduğu tesis, malzeme, teçhizat vb. tüm maddi varlıklar ile tesis için tahsis ettiği personelin atıl kalmasına neden olacaktır. Bu şekilde söz konusu kurum veya kuruluş bir üretim tesisi ise üretime geçemediğinden veya yanlış tercihlerden dolayı aşırı maliyetli üretim yapacağı için zarar edecektir. Ancak jandarma karakolu hizmet üreten bir kamu kuruluşunun alt birimine ait bir tesis olarak verimli hizmet verilemediği için kapatılması veya yerinin yeniden değerlendirilerek değiştirilmesi gerekeceği veya yüksek maliyetle hizmet vereceği için devlet bütçesi dolaylı olarak ta ülke ekonomisi olumsuz etkilenecektir. Bu nedenle karakol kuruluş yeri öncelikli olarak ele alınmalıdır. Yanlış seçilmiş bir karakol kuruluş yeri, daha karakol faaliyete başlamadan etkisiz kalmasına neden olabilir.

Literatür taramada güvenlik kuvvetleri ile ilgili sınırlı yayın olduğu bunların da daha çok üs bölgesi seçimi veya tedarik edilecek bir silah, teçhizat veya malzeme seçimi ile ilgili olduğu görülmüştür.

Ülke genelinde hizmet veren 2000 civarı jandarma karakolunun kuruluşu için harcanan maliyetin ülke ekonomisine getirdiği yük göz ardı edilemeyecek kadar büyüktür. Stratejik bir karar olan kuruluş yeri seçiminin uzun vadeli sonuçları olması nedeniyle ve bu kararın geri dönülemez etkileri de göz önüne alındığında bilimsel metotlar kullanılarak hata yapma ihtimalinin azaltılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Çünkü stratejik kararlarda kişisel kararlar vermek yanıltıcı olabileceği gibi, bu tip kararlar tek bir kişinin insiyatifi ile alınamayacak kadar önemlidir. Zira yapılacak hatalı bir seçim, işletmenin verimliliğinin, etkinliğinin hatta varlığının sorgulanmasına neden olacaktır.

Bu nedenle çok fazla kriterin etkili olduğu bu tip kararlarda uzman kişilerden oluşan bir grubun uzlaşacağı bir kararın alınması, olası bir yanlış seçimi engelleyebileceği gibi bir sinerji yaratılmasına da katkı sağlayacaktır. Kısaca karar vericilerin özellikle belirsizlik içeren bilimsel değerlendirme ve tespitleri çözüm sürecine dahil etmeleri ile karar vericiler arasında çatışmayı engelleyerek herkesin üzerinde anlaşabileceği bir karar alınabilecektir.

Birbiri ile çatışan çok fazla karmaşık kriterler arası bir fikir birliği ile verilecek kararlarda, karar vericilerin çok sayıda soyut kısıt olmasına rağmen objektif değerlendirmeler yapması gerekmektedir. Bu kapsamda uzman personel ve birimlerden alınan destek ile birlikte mümkün olduğunca uzun bir dönem karakolun seçili bölgede hizmet vereceği düşünülmeli ve suç ve suç çeşitleri, güvenlik kuvvetlerinin stratejilerinde meydana gelebilecek değişiklikler de dikkate alınarak en uygun karakol kuruluş yeri seçilmelidir.

Bu kapsamda yapılan literatür taramada ABD Savunma Bakanlığının çeşitli faaliyetleri için kaynak planlamada, askeri personel için tanıtım faaliyetleri ve işe alma kararlarında ve 2002 yılında ABD füze savunma sistemlerinin inşasının karar aşamasından önce en yaygın kullanılan ÇKKV tekniklerinden biri olan AHP'nin başarı ile uyguladığı görülmüştür (Saaty, 2008).

Literatürde kuruluş yeri seçim problemlerin çözümüne yönelik pek çok çalışma yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmalarda kullanılan yöntemlerin bir

kısımında sadece nicel faktörleri dikkate alınırken; bir kısmında ise hem nitel hem de nicel faktörlerin birlikte dikkate alındığı görülmektedir. Nicel faktörlerin hesaba katıldığı çalışmalarda genellikle matematiksel modeller kullanılarak çözüme ulaşılmaktadır.

Bununla birlikte tesis kuruluş yeri seçim problemlerinde matematiksel modellerin kullanılması, her zaman optimum sonucu garanti etmemektedir. Çünkü bu tür problemlere çözüm için verilecek kararlarda, “0” veya “1” gibi net ifadeler kullanmak mümkün olamamaktadır. Bu durumda nitel verileri göz ardı ederek sadece nicel verileri kullanarak bir sonuca ulaşmak, kararın doğruluğuna gölge düşürebilmektedir. Araştırmacılar, bu problemi ortadan kaldırarak optimum sonuca ulaşabilmek için her türlü faktörün göz önünde bulundurulmasını sağlayan ÇKKV yöntemlerini geliştirilmiş ve pek çok alanda uygulamışlardır (Uludağ ve Deveci,2013).

Ülkemizde bazı bankalar, marketler, AVM’ler, hastaneler, okullar vb. özel ve kamu işletmeleri, hep karar vericilerin tek belirleyici olarak kabul edilmesi nedeniyle hedeflerini tutturamamakta ve hatta bazen de kapanmaktadır. Tabii ki belli tecrübeler sonucu karar mekanizmasında yer almış, kamu ve özel sektör yöneticileri ile hükümet yetkilileri ve patronlar kuruluş yeri seçimi ile kendi öngörülerini yerine getirmek isteyeceklerdir. Fakat gelişmekte olan bir ülke olarak kaynaklarımız kısıtlıdır ve boşa harcanmaması gerekmektedir. İşlemediği veya hizmet üretemediği için veya afet alanı gibi yanlış yere kurulduğu için faaliyetlerine başlayamadığından kapatılan bir yeri tercih etmiş olmanın sebep olacağı pişmanlıklar ve maddi kayıplar göz önüne alındığında stratejik bir karar olan kuruluş yeri seçiminin bilimsel yöntemler ile belirlenmesi gerektiğinin önemi açığa çıkmaktadır. Bu kapsamda bu çalışmada kullandığımız yöntemler aşağıda metot bölümünde açıklanmıştır.

3.2. Yöntem

Bu çalışmada tesis kuruluş yeri seçimi ile ilgili literatür taraması yaptıktan sonra öncelikle bu çalışmaya etki eden bir çok kriter olduğu tespit edilmiş ve karar verme sürecinde ÇKKV teknikleri ile bu kriterlerin uzlaşık olarak göz önüne alınabileceği ve en uygun kararın verilebileceği görülmüştür. Çalışma kapsamında personelin görüşüne başvurulacağı için kolaylıkla anlaşılabilir sade ve en yaygın kullanılmakta olan metotların kullanılmasına karar verilmiştir.

Bu kapsamda literatür araştırmada da görüldüğü gibi AHP ve TOPSIS'in tümleşik olarak kullanımın karmaşıklığı çok düşük ve alınan kararların oldukça etkili olması (Goyal ve Kaushal, 2017) nedeniyle yaptığımız bu araştırmada ihtiyacımızı karşıladığı görülmüş ve bu yöntemlerin tümleşik olarak kullanılmasına karar verilmiştir.

3.2.1. AHP

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP); basitliği, kullanım kolaylığı ve büyük esnekliği nedeniyle, geliştirildiği günden bu yana kapsamlı bir şekilde çalışılmış ve çok kriterli karar verme (ÇKKV) ile ilgili hemen, hemen tüm uygulamalarda araştırmacılar tarafından kullanılmakta ve tercih edilmektedir (Ho ve Ma, 2018).

Myers ve Alpert tarafından 1968 yılında ilk defa bir teknik olarak ortaya atılmıştır. Çok faktörlü ve karmaşık problemlerin çözümü ile uğraşan Thomas Lorie Saaty tarafından 1977 yılında geliştirilmiş ve karar verme çözümünde kullanılan bir model haline getirilmiştir. Saaty, ABD, Sudan ve Ortadoğu ülkelerinde silahsızlanma, ulaştırma sisteminin geliştirilmesi ve çatışma alanlarının azaltılması gibi karmaşık ve zor problemler üzerinde çalışmıştır. Saaty, bu kapsamda birçok teorik çalışma yapmıştır. Matematiksel modelleme yöntemlerinin karmaşık karar problemlerinin çözümünde yetersiz kalmaya başladığını görmüş, karmaşık ve çok fazla faktörden etkilenen karar verme çalışmalarında sorunları çözmek için kullanmak üzere matematiksel olarak sade, basit, anlaşılır ve uygulanması kolay bir yöntem geliştirmeye çalışmıştır (Sipahi, 2002).

Bu çalışmalarının sonucunda, AHP diye bildiğimiz yöntemi geliştirmiştir. Bu yöntem karar vericiler tarafından çok farklı özellikteki karar problemlerini yapılandırma ve analiz etmede kullanılmış, bu süreçte başarı bir şekilde kullanılmış ve yaygınlaşmıştır. Yöntem genel tanımıyla, çok kriterli durumlarda ve bu kriterlerin önem düzeylerinin belirlenmesinde sistematik ve analitik bir yaklaşım sağlamaktadır.

ÇKKV teknikleri ile ilgili literatür taramada tek başına hem ağırlıklandırma hem de sıralama için kullanıldığı görülen AHP'nin, diğer yöntemlere de sıralama esnasında kriterleri ağırlıklandırmada da yardımcı olduğu görüldüğünden bu çalışmada TOPSIS ile tümelşik kullanımına karar verilmiştir. AHP'nin en önemli özelliği çok değişik alanlarda karar desteği sağlayabilmesi ve verdiği kararların tutarlılığının ölçüp yeniden gözden geçirilmesini sağlayabilmesidir.

3.2.1.1. AHP'nin Teorik Yapısı

AHP, bir karar probleminin çok faktörlü öğelerinin önceliklerini hiyerarşik bir yapı içerisinde belirlemeye ve temsil etmeye imkan veren sistematik ve analitik bir metottur. AHP'nin problemi ele alma ve çözme süreci kısaca üç temel ilkeye dayanmaktadır. Bunlar (Keçek ve Yıldırım, 2010);

- i. Ayırıştırma,
- ii. Karşılaştırmalar yapma ve
- iii. Tespit edilen önceliklerin sentezidir.

Ayırıştırma ilkesi, problemin temel elemanlarının belirlenmesi için hiyerarşik yapının oluşturulması, hedefe ulaşmak için belirlenen üst seviyedeki kriterlerden onların alt kriterlerine, sonra da seçeneklere gidilmesidir.

Karşılaştırmalar yapma ilkesi, hiyerarşinin herhangi bir basamağındaki elemanların bir üst basamaktaki elemanlar ile kendi aralarında ikili olarak

karşılaştırılması ve bu karşılaştırmanın yapıldığı bir ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulmasıdır.

Öncelikleri sentezleme ilkesi hiyerarşinin en alt basamağında ulaşılan önceliklerden hareketle sırasıyla bir üst seviyedeki öncelikler ve sonuç olarak ta problemin tamamı ya da hiyerarşide en üst basamaktaki hedef için öncelik değerlerinin belirlenmesidir. Bu üç aşamada birbiri ile alakalıdır ve iç içe geçmiş durumdadır. Özetle Şekil 3.3’de gösterilmiştir.



Şekil 3.3. AHP'nin üç temel ilkesi

AHP teorik olarak dört basit aksiyomdan oluşmaktadır (Özen ve Orçanlı, 2013).

i. **Aksiyom 1:** Karşılaştırma ve ters karşılaştırma. A ve B kriterleri karşılaştırıldığında birincisi ikincisinden m kat önemli ise, ikincisi, birincisinden ters olarak 1/m kat önemlidir. Örneğin A, B'den 3 kat önemli ise ters karşılaştırmada B, A'dan 1/3 kat önemlidir.

$$a_{ij} = x \quad (A \text{ matrisindeki } \forall i \text{ ve } j \text{ için}) \text{ ise,}$$

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \quad x \neq 0$$

ii. **Aksiyom 2:** Homojenlik. Karşılaştırılacak olan elemanlar arasında doğru bir tercih yapabilmek için çok fazla farklılık bulunmamalıdır.

İkili karşılaştırma işlemlerinde iki kriterden biri diğerinden sonsuz kat üstün olamaz. Kullanılan temel ölçek olan Saaty'nin belirlediği 1-9 ölçeğinde a_{ij} değerleri $1/9, 1/8, \dots, 1, \dots, 7, 8, 9$ arasında bir değer olacaktır.

i. **Aksiyom 3:** Beklentiler. Karar vericiler hedeflerine ulaşabilmek için hiyerarşiyi tam olarak kurmalı, bu hiyerarşik yapıda kriterler, alt kriterler ve seçeneklerin tamamına yer vermelidirler. Burada ulaşılabilecek hedefe yönelik kriterler kullanılmalıdır. Diğer bir deyişle, problem çözümünde karar vericinin tüm sezgileri kriter, alt kriter ve seçenekler olarak yer almalıdır.

ii. **Aksiyom 4:** Bağımsızlık. Kriterler ve alt kriterler kullanılarak karşılaştırılan alternatifler ile bu kriterlerin birbiriyle herhangi bir bağlantısı olmadığı varsayılır. Hiyerarşik yapı oluşturulurken bu aksiyom temel alınır.



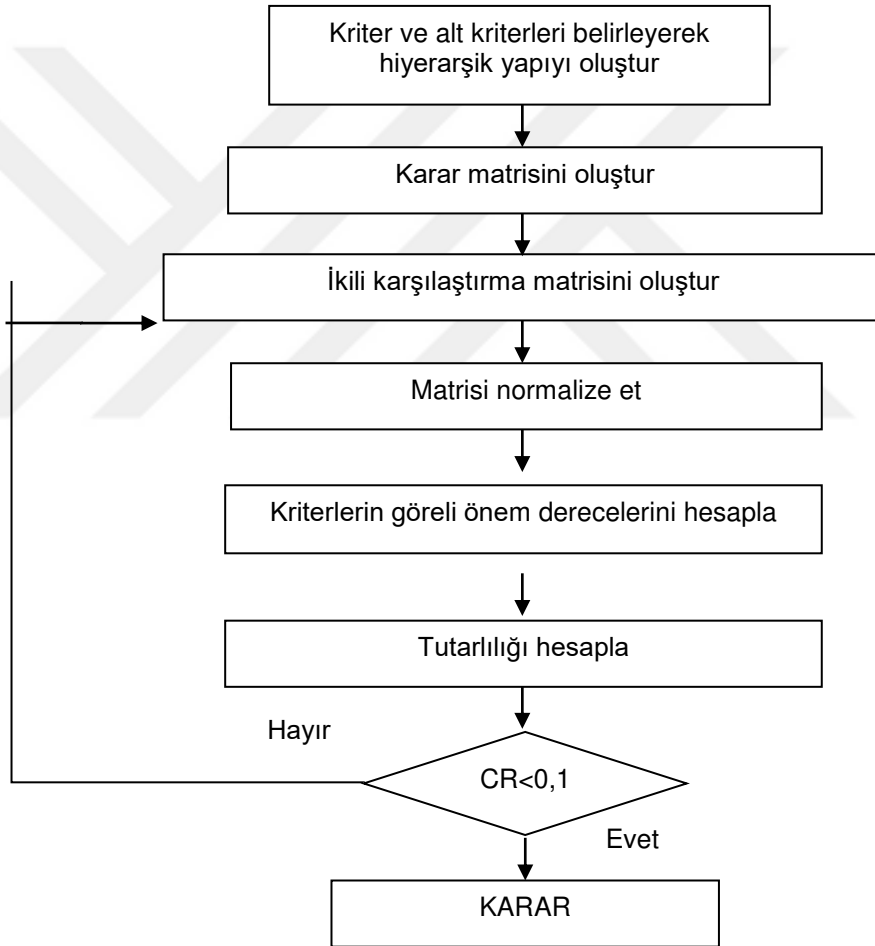
Şekil 3.4. AHP metodolojisi

3.2.1.2. AHP'nin Aşamaları

Birçok araştırmacı tarafından değişik çalışmalarda yaygın olarak kullanılmakta olan AHP'nin kanıtlanmış bir matematiksel modele dayanması onun uygulanabilirliğini ve kullanılabilirliğini göstermektedir (Macek ve Alegic, 2017).

Analitik Hiyerarşi Süreci Saaty' göre (Saaty, 1980);

- i. İkili karşılaştırma matrisinin oluşturulması,
- ii. Üstünlük değerlerinin belirlenmesi ve
- iii. Mantıksal ve sayısal tutarlılığın ölçülerek sağlanana kadar ikili karşılaştırmaların yeniden yapılması olmak üzere üç temel prensibe dayanmaktadır.
- iv.



Şekil 3.5. AHP yönteminin akış şeması

Birçok uygulamada sıklıkla kullanılmakta olan AHP 6 aşamada uygulanmaktadır (Hammouri, 2018). Bunlar;

- i. Hiyerarşik yapının oluşturulması,
- ii. Saaty'in 1-9 ölçeği ile, karar matrisinin oluşturulması,
- iii. Kriterlerin ikili karşılaştırmaların yapılması,
- iv. Normalize edilmiş matrisin oluşturulması,
- v. Özdeğer vektörü hesaplanarak, kriterlerin göreceli önem derecelerinin tespit edilmesi ve
- vi. Kararların tutarlılığının hesaplanması, tutarlılık 0,1'den büyük ise küçük olana kadar bu işlemlerin tekrarlanmasıdır. Bu aşamaların akış şeması Şekil 3.5.'de gösterilmiştir.

3.2.1.2.(1). Karar Verme Probleminin Tanımlanması ve Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

AHP yönteminin başlangıcında tüm diğer ÇKKV tekniklerinde olduğu gibi öncelikle problem ortaya konur ve oluşturulan hiyerarşik yapının en üstündeki hedef belirlenir. AHP'de belirlenen hedef doğrultusunda karar verme sürecine etki eden kriterler ve bu kriterlerin alt kriterleri belirlenir. Bu maksatla anket çalışması yapılabileceği gibi bu konuda uzman kişi veya kişiler ile mesleki tecrübesi olan personelin görüşlerine de başvurulabilir (Dağdeviren ve Arkadaşları, 2004).

Bu kriterler ve varsa alt kriterleri açık ve anlaşılır olmalıdır. Karar hiyerarşisinin en altında ise alternatifler/seçenekler yer almaktadır (Chung ve Chang, 2015). Kriterlerin özelliğine göre, hiyerarşik yapıya ilave basamak yani alt veya üst kriterler eklenebilir. Hiyerarşideki basamak sayısı, problemin yapısına ve ayrıntı durumuna bağlı olarak artabilir veya azalabilir. AHP hiyerarşik yapı sayesinde karmaşık problemleri seviyelerine göre sistematik bir şekilde ayrıştırdıktan sonra uzmanların tavsiyelerini birleştirerek karar vericilere uygun karar verme ve hatalı kararlarını azaltma konusunda yardımcı olur.

Hiyerarşik yapıları elemanlarının birbirleriyle ilişki durumuna göre tam ve tam olmayan hiyerarşik yapı şeklinde iki farklı model olarak inceleyebiliriz (Göksu, 2008).

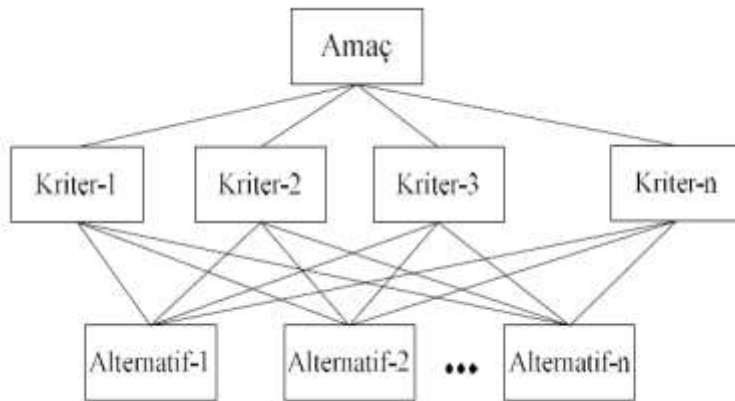
Tam hiyerarşi; bir basamaktaki elemanların bir üst basamaktaki tüm elemanların tamamını etkilediği yapıdır.

Tam olmayan hiyerarşi; bir alt basamakta bulunan kriterlerin bir üst basamaktaki kriterlerin tamamını etkilemediği yapıdır.

İlgili tüm etkenleri değerlendirerek, problemlerin basit, sade, kolay, mantıklı ve sistematik bir şekilde çözülmesine imkan veren hiyerarşik yapı genellikle dört basamaktan oluşur. Bunlar en üstten en alta doğru;

- i. Problemin hedefi veya amacı
- ii. Ana kriterler,
- iii. Alt kriterler ve
- iv. Seçenekler veya alternatiflerdir.

Örnek bir karar hiyerarşisi aşağıda Şekil 3.6.'da gösterilmiştir.



Şekil 3.6. AHP'nin hiyerarşik yapısı (Supçiler ve Çapraz, 2011).

Bir hiyerarşik yapıyı oluştururken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir (Topel, 2006).

- i. Problemi en iyi temsil eden bir hiyerarşik yapı kurulmalıdır.
- ii. Probleme etki eden tüm kriterler ele alınmalıdır.
- iii. Çözüme yardımcı olacak tüm veriler hesaba katılmalıdır.
- iv. Problemin çözümünde yer alacak uygulayıcılar belli olmalıdır.

Hiyerarşinin karar vericilere göre farklı şekilde kurulması, kişiye göre farklılık göstermesi olağandır. Bu nedenle bir problemin en iyi şekilde analiz edilip, problemin elemanlarının en iyi şekilde belirlendiği uzlaşık bir hiyerarşik yapı kurulabilmesi karar vericilerin birlikte hareket etmesi ile mümkündür (Gültaş, 2007).

AHP, karar verme sürecinde, değerlendirme aşamasında birden fazla etken olması ve bu etkenlerin karar vericiye eşit etki yapması durumunda karar vericinin etkenleri karşılıklı olarak karşılaştırmasını yaparak seçenekleri sıralamasına yardımcı olur.

AHP’de hiyerarşik yapı, karmaşık ve çok faktörlü problemlerin ayrıştırılıp, sebep-sonuç ilişkilerinin kolayca açıklanması ve analiz edilip, araştırmacının problemi kolayca anlayabilmesini sağlayan bir süreçtir (Keçek ve Yıldırım, 2010).

3.2.1.2.(2). Önceliklerin Belirlenmesi

Karar vericiler problemi hiyerarşik bir yapıda tanımladıktan sonra hiyerarşinin basamaklarındaki elemanlar birbirleri ile karşılaştırırlar. Böylece elemanların ağırlık değerleri veya öncelikleri bulunmuş olur.

	Kriter-1	Kriter-2	Kriter ...	Kriter-n
Kriter-1	w_1/w_1	w_1/w_2		w_1/w_n
Kriter-2	w_2/w_1	w_2/w_2		w_2/w_n
Kriter....				
Kriter-n	w_n/w_1	w_n/w_2		w_n/w_n

Şekil 3.7. Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi (Eleren, 2006)

AHP ile yapılan karar verme sürecinde karar tamamen karar vericilerin yaptığı ikili karşılaştırmalara bağlı olduğundan, görüşleri alınan kişilerin konu hakkında uzman, yeterli seviyede bilgi sahibi veya yeterince tecrübeli kişiler arasından seçilmesi alınacak kararların daha tutarlı ve isabetli olmasına katkı sağlayacaktır (Özden, 2008).

Tek kişi ile karar verme sürecinde AHP uygulamasında değerlendirmelerin yapıp karar alınması grup kararlarına göre nispeten daha kolaydır. Grup kararı alınması durumunda ise grup üyeleri kendi aralarında uzlaşarak karar alabilecekleri gibi grup üyelerin kişisel tek tek aldığı kararların ortalama veya ağırlıklı ortalamaları da alınabilir (Küçükönder ve Ark., 2013) Bu konuda araştırmacıların tutarlılık açısından daha isabetli gördükleri için grup kararları alırken geometrik ortalamayı kullanmayı tercih ettikleri görülmektedir (Özden, 2008).

AHP karar vericilere karmaşık problemlerin yapısını sistematik bir şekilde çözerek karar vericinin hızlı tercih yapmasını sağlamaktadır. Böylece yönetim alanında ki prosedürler basitleştirilerek ve kolaylaştırılarak karar vericilere daha rahat karar verme imkanı verilmektedir. Bu husus ÇKKV tekniklerini kullanan karar vericileri muhakeme yeteneklerini kullanmaya zorlamaktadır (Gündüz ve Güler, 2015).

Amaç, ana kriter ve alt kriterler belirlendikten sonra, ana kriter ve alt kriterler arasındaki üstünlük değerlerinin tespiti için ikili karşılaştırma matrisleri

kullanılır. Bu matrislerde karşılıklı iki faktör arasında yapılan değerlendirme, hangisinin daha üstün olduğunu ve bu üstünlüğün değeri belirlenir. Bu maksatla bir ölçek ile ifade edilen sayısal değerler kullanılır.

Matrislerin oluşturulmasında ve kriterlerin karşılaştırılmasında ölçek olarak genellikle Saaty'nin çalışmalarında önerdiği 1-9 üstünlük skalası kullanılmaktadır. Grup çalışması yapılarak oluşturulan ikili karşılaştırma matrisleri düşünceleri ve değerlendirmeleri farklı grup üyelerinin kişisel yargılarının uzlaştırılmış halini yansıtmalıdır. Bu uzlaştırma işleminde araştırmacıların birçoğu tutarlı ikili karşılaştırma matrisleri oluşturabilmek için, grup üyelerinin kişisel olarak verdikleri değerlerin geometrik ortalamasını kullanmayı önerdikleri görülmektedir.

Araştırmacılar Saaty tarafından önerilen 1-9 üstünlük ölçeğinin en tutarlı sonuçların alınmasını sağladığını, 1-5, 1-7, 1-15 ve 1-20 gibi üstünlük ölçeklerinin ise en tutarlı çözümü bulmada yetersiz kaldıklarını ifade etmektedir (Dağdeviren ve diğerleri, 2004). Aşağıda Çizelge 1.'te Saaty'nin 1-9 önem değerleri ve bu değerlerin tanımları açıklanmıştır.

Çizelge 3.1. Önem değerleri ve tanımları (Ishizaka ve Labib,2011)

Değer	Tanım
1	İki kriterin de değeri birbirine eşittir
3	Biri diğerinden orta seviyede daha değerlidir
5	Biri diğerinden kuvvetli seviyede değerlidir.
7	Biri diğerinden çok daha kuvvetli seviyede önemlidir.
9	Biri diğerinden kesinlikle daha önemlidir.
2,4,6,8	Yukarıdaki değerler uygun olmadığı zaman kullanılacak ara değerlerdir.

3.2.1.2.(3). Kriterler Arası İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması:

İkili karşılaştırmalar AHP yönteminin temelini oluşturmaktadır. Çünkü karara etki eden tüm kriterler kullanılarak oluşturulan hiyerarşik yapıda yer alan tüm elemanlar her bir kriter ile ayrı ayrı karşılaştırılır. Bir kriter için bu işlemi

yaparken diğer kriterleri işleme dahil etmez. Böylece tüm elemanlar için ayrı, ayrı değerlendirme yapılmış olur. Ayrıca AHP bu değerlendirme esnasında nitel ve nicel değişkenleri bir arada değerlendirme imkanı da sağlamaktadır (Saaty,1987).

AHP yöntemi, ikili karşılaştırmalar yapılırken herhangi bir standardın olmaması, Saaty'nin (1-9) ölçeği kullanılarak doğrudan yapılması, özellikle ölçüm yapmanın mümkün olmadığı durumlarda karar vericiye değerlendirme yapma imkanı sağlaması nedeniyle ÇKKV teknikleri arasında önemli bir yere sahiptir (Durmuş ve Tayyar, 2017).

İkili karşılaştırma matrislerinden faydalanarak önem vektörlerinin bulunması için dört farklı yöntem geliştirilmiştir (Atalay, 2009). Bunlar;

En Kaba Yöntem: Alternatifleri temsil eden her satırın toplamı ayrı, ayrı alınır. Daha sonra bu satır toplam değerleri toplanarak genel toplam bulunur. Müteakiben her satır toplamı, genel toplam değerine bölünerek her bir alternatifin göreceli önem değeri hesaplanır.

Daha İyi Yöntem: Karar matrisinin sütunlarındaki elemanlar toplanarak elde edilen sonucun eşlenikleri bulunur. Sonra eşlenikler toplanarak genel eşlenik toplamı bulunur. Bulunan her eşlenik, eşlenikler toplamına bölünmek suretiyle matris normalleştirilmiş olur.

Bölmeli İyi Yöntem: Her sütunun toplamı alınır. Sonra sütun elemanları tek, tek o sütun toplamına bölünür. Bölme işlemleri tamamlandıktan sonra satırların toplamı alınır. Elde edilen satır toplamları o satırdaki eleman sayısına bölünerek satır toplamlarının aritmetik ortalaması alınır.

Çarpmalı İyi Yöntem: Karar matrisinin her satırında n adet eleman bulunduğu var sayalım. Bu satırda bulunan tüm elemanlar birbiri ile çarpılır. Elde edilen çarpım sonucunun n'inci dereceden kökü alınır.

El ile yapılan hesaplamalarda kullanılan bu dört yöntemden hem öz vektörü tahmin doğruluğu daha fazla hem de kolay olduğu için bölmeli iyi yöntem tercih edilmektedir (Göksu, 2008).

Hiyerarşik yapı kurulup elemanları belirlendikten sonra n adet kriter bulunan bir karar problemi için, $n \times n$ boyutlu bir A karşılaştırma matrisi oluşturulur. Bu matrisin köşegeni $i=j$ olduğu için değeri 1'dir. Çünkü söz konusu faktör kendisi ile karşılaştırılmaktadır. (Alonso ve Lamata, 2006).

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Kriterlerin karşılaştırılması birebir ve karşılıklı olarak Çizelge 1'deki önem skala değerleri kullanılarak yapılır.

Örneğin A ikili karşılaştırma matrisinde birinci ve üçüncü faktörler karşılaştırıldığında karar verici birinci satırdaki faktörü üçüncü sütundaki faktörden orta derecede daha önemli görüyorsa, bu durumda ikili karşılaştırma matrisi A'nın ilgili bileşeni, $a_{13} = 3$, olacaktır.

A ikili karşılaştırma matrisinde kriterlerinin birbiri ile karşılaştığı köşegenler 1 değerini alır. Bu nedenle karşılaştırmalar, değeri 1 olan köşegeninin üstündeki bileşenler için yapılır. Köşegenin altında kalan bileşenler ise diğer işlemlerin tam tersi olduğu için (3.1.) formülü ile hesaplanır Bu şekilde yukarıda verdiğimiz örneğin tersi yani üçüncü satır birinci sütun değeri $a_{31} = \frac{1}{3}$ olarak elde edilir.

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \quad (3.1.)$$

Yapılan araştırmalar, AHP yönteminde yapılan ikili karşılaştırmalarda tek kişinin yargısına başvurmaktansa o konuda bilgili ve uzman kişinin yargısına başvurmanın daha iyi sonuçlar verdiğini, konusunda uzman ve tecrübeli birkaç kişilik bir grubun ise çok daha iyi ve isabetli kararlar verdiğini göstermektedir (Sipahi, 2002).

3.2.1.2.(4). Kriterlerin Yüzde Önem Dağılımları ve Öncelik Vektörünün Oluşturulması:

İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra, karşılaştırılan her faktörün ayrı, ayrı görelî önceliği hesaplanır. Bu işlem, yukarıdaki bölümlerde anlattığımız seçeneklerin “sentezlenmesi” işlemidir. Ancak karşılaştırma matrislerinde ($n>5$) olduğu durumlarda, öz değer ve öz vektörlerini hesaplamak, çok karmaşık ve zaman alıcı olmaktadır. Kriter sayısının arttığı ve hesaplamaların zorlaştığı bu durumlarda hazır bilgisayar programları kullanılmaktadır.

Öncelik vektörünün oluşturulmasında, lineer cebir hesaplamaları yapılmaktadır. Sentezleme dediğimiz bu aşamada, en büyük öz değer ve bu öz değerın karşılığı olan öz vektör hesaplanmaktadır. Bu amaçla kullanılan çeşitli yöntemler mevcuttur. Yapılan bu işleme normalleştirme denmektedir (Manap, 2006).

Normalleştirme işleminde, hiyerarşik yapıda üst ve alt kriterler var ise, alt basamakta bulunan her bir kriterin öz vektörü (öncelik vektörü), bir üst basamakta bulunan kriterlerin öz vektörleri ile çarpılır. Böylece en üst basamakta bulunan hedef için genel öncelik vektörü elde edilir (Keçek ve Yıldırım, 2010).

Normalleştirme dediğimiz bu işlemde, öncelik veya ağırlık vektörlerinin hesaplanması için karar matrisi normalleştirilir. Normalleştirme işleminde, ilk önce her bir sütunun ayrı, ayrı toplamı hesaplanır. Sonra sütunun her bir elemanı ilgili sütun toplamına bölünür. Daha sonra elde edilen bu değerlerden oluşan matrisin satır değerlerinin ortalaması alınır. Bu ortalamalardan oluşan tek sütunlu matris, ağırlık veya öncelik vektörü diye tanımlanır. Bütün bu işlemler sistematik

bir şekilde yapılır. Elde edilen ağırlık veya öncelik vektörü, karar matrisindeki kriterlerin diğer kriterlere göre üstünlük veya ağırlıklarını, diğer bir deyişle önem değerlerinin yüzdesini göstermektedir. B sütun vektörü denen bu vektörün n adet bileşeni bulunmaktadır.

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_{n1} \end{bmatrix}$$

B sütun vektörlerinin hesaplanması işlemi (3.2.) formülünden yararlanılarak yapılır.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (3.2.)$$

Bunu bir örnek ile açıklayacak olursak, (3*3) elemanlı bir A karşılaştırma matrisi aşağıdaki gösterildiği gibi oluşturulmuş olsun.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 5 \\ 3 & 1 & 4 \\ 1/5 & 1/4 & 1 \end{bmatrix}$$

Normalleştirme kapsamında B_1 vektörünü hesaplamak istediğimizde B_1 vektörünün b_{11} elemanı aşağıda gösterildiği gibi hesaplanır.

$$b_{11} = \frac{1}{1+3+0,2}$$

Devamında diğer satırları da sırasıyla hesapladığımızda B_1 vektörü aşağıda belirtildiği gibi oluşur. Sütun vektörünün bileşenleri toplamının 1 olması işlemin doğru yapıldığını gösterir.

$$B_1 = \begin{bmatrix} 0,238 \\ 0,714 \\ 0,048 \end{bmatrix}$$

Yukarıda anlatılan adımlar karşılaştırma matrisinin tamamı için yapıldığında n adet B sütun vektöründen oluşan bir C matrisi oluşacaktır.

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \color{red}{B_1} & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix}$$

Yukarıdaki örneğin normelleştirme işlemlerine devam edecek olursak C matrisi aşağıda görüldüğü gibi ortaya çıkacaktır.

$$C = \begin{bmatrix} 0,238 & 0,210 & 0,500 \\ 0,714 & 0,632 & 0,400 \\ 0,048 & 0,158 & 0,100 \end{bmatrix}$$

Bu işlem tamamlandıktan sonra normalleştirilmiş C matrisi elde edildikten sonra formül (3.3.) kullanılarak C matrisini oluşturan satır elemanları toplanır ve toplam eleman sayısına bölünür yani aritmetik ortalaması hesaplanır. Böylece Öncelik Vektörü diye tanımlanan W sütun vektörü elde edilir.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (3.3.)$$

W sütun vektörü aşağıda gösterilmiştir. Bu vektörün bileşenleri kullanılarak kriterlerin yüzde önem değerleri hesaplanır.

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

Yukarıdaki örnekte belirttiğimiz karar matrisinin öncelik vektörünün elemanları aşağıda belirtildiği gibi hesaplanabilir.

$$W = \begin{bmatrix} \frac{0,238+0,210+0,500}{3} \\ \frac{0,714+0,632+0,400}{3} \\ \frac{0,048+0,1580+0,100}{3} \end{bmatrix} \cong \begin{bmatrix} 0,32 \\ 0,58 \\ 0,10 \end{bmatrix}$$

Sonuç olarak karar matrisinin kriterlerinin önem derecesi sırasıyla yaklaşık olarak, birinci kriter % 32, ikinci kriter % 58 ve üçüncü kriter % 10 olarak ortaya çıkacaktır. Önem derecelerinin toplamı bire eşittir.

3.2.1.2.(5). Kriter Kıyaslamalarındaki Tutarlılık Oranının Hesaplanması:

Yukarıda belirttiğimiz şekilde veya hazır bilgisayar programları kullanılarak kriterlerin görelî önem değerleri bulunur. Ancak yapılan bu işlemlerin doğruluğunu ve karar vericilerin mantıklı değerlendirme yapıp yapmadığını test etmek maksadıyla Saaty tarafında tutarlılık hesaplaması geliştirilmiştir.

Tutarlılığı, ikili karşılaştırmalar neticesinde elde ettiğimiz değerlerin birbirleriyle olan matematiksel ilişkisinin mantıksal boyutu olarak tanımlayabiliriz. Tutarlılık oranı ile AHP tekniğini uygularken yapılan ikili karşılaştırmalarda yapılabilecek karar hatasının seviyesi de belirlenebilmektedir (Yüksel ve Akın, 2006).

Çok değişik alanlarda karar desteği sağlayabilen AHP'nin en önemli özelliği, verdiği kararları tutarlı olup olmadığını ölçebilmesidir (Jozaghi ve Ark., 2018).

Tutarlı olmak rasyonel düşüncenin ve yapılan mantıklı değerlendirmelerin bir sonucu olarak görülebilir. Ancak uygulamalarda tutarlılığı tam olarak sağlayabilmek neredeyse imkânsızdır. Bu nedenle bir miktar tutarsızlığa müsaade etmemiz gerekmektedir. AHP yönteminde mükemmel tutarlılık istenmemekte, bir miktar tutarsızlığa izin verilmektedir. Bu maksatla Saaty tarafından ikili karşılaştırmaların tutarlılığını ölçmek için bir yöntem geliştirilmiştir.

İkili karşılaştırma işlemleri sonucunda kriterlerin göreceli önem derecelerini gösteren W öncelik vektörü hesaplandıktan sonra, elde edilen değerlerin tutarlı yani sağlıklı olup olmadığını belirlemek için tutarlılık oranı olarak tanımlanan bir değer hesaplanır. Bu hesaplamada için, W öncelik vektörü ile C ikili karşılaştırma matrisi çarpılarak D sütun vektörü elde edilir. (Göksu, 2008).

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}$$

AHP ile yapılan bu hesaplamaların doğruluğu, karar vericilerin tutarlılığının ölçülmesi ile yapılır. Tutarlılık oranı hesaplayabilmek için bir Rastsallık Göstergesi (RI) kullanılır.

Rastgele indeks sayılarının bulunması ile ilgili araştırmacıların değişik hesaplamaları ve kullanımları olmuştur. Bu konuda çalışma yapan araştırmacılar kullandıkları simülasyon metoduna ve sürece dahil olan matris sayılarına bağlı olarak değişik RI değerleri hesaplamış ve kullanmışlardır (Alonso ve Lamata, 2006).

Satty tarafından oluşturulan, boyutları 1 ile 10 arasında değişen bir kare matris için RI değerleri Çizelge 3.3'te, farklı araştırmacıların kullandığı RI değerleri ise Çizelge 3.3.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Rastgele indeks sayıları (Saaty, 2004).

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Çizelge 3.3. Farklı araştırmacıların kullandığı RI değerleri. (Alonso ve Lamata, 2006)

	Oak Ridge	Wharton	Golden Wang	Lane, Verdini	Forman	Noble	Tumala, Wan	Aguaron et al	Alonso, Lamata
	100	500	1000	2500		500		100000	100000
3	0.382	0.58	0.5799	0.52	0.5233	0.49	0.500	0.525	0.5245
4	0.946	0.90	0.8921	0.87	0.8860	0.82	0.834	0.882	0.8815
5	1.220	1.12	1.1159	1.10	1.1098	1.03	1.046	1.115	1.1086
6	1.032	1.24	1.2358	1.25	1.2539	1.16	1.178	1.252	1.2479
7	1.468	1.32	1.3322	1.34	1.3451	1.25	1.267	1.341	1.3417
8	1.402	1.41	1.3952	1.40		1.31	1.326	1.404	1.4056
9	1.350	1.45	1.4537	1.45		1.36	1.369	1.452	1.4499
10	1.464	1.49	1.4882	1.49		1.39	1.406	1.484	1.4854
11	1.576	1.51	1.5117			1.42	1.433	1.513	1.5141
12	1.476		1.5356	1.54		1.44	1.456	1.535	1.5365
13	1.564		1.5571			1.46	1.474	1.555	1.5551
14	1.568		1.5714	1.57		1.48	1.491	1.570	1.5713
15	1.586		1.5831			1.49	1.501	1.583	1.5838

Tutarlılık oranı, hesaplamalar sonucu elde edilen tutarlılık indeksinin karar matrisinin eleman sayısı n'ye Saaty'nin rastgele indeks skalasında karşılık gelen rastgele indeks değerine bölünmesiyle elde edilir. Tutarlılık oranının 0,10 den daha küçük bir değer olarak elde edilmesi sonuçların ve elde edilen W öncelik vektörünün tutarlı olduğunu, yani karar vericilerin mantıklı ve isabetli yargılamalarda bulunduğunu gösterir (Jozaghi ve Ark., 2018).

Tutarlılık oranı; 0,10'dan küçük olması gerekmele birlikte, bu oran 0 rakamına yaklaştıkça verilen kararların tutarlılığının ve hassasiyetinin daha da arttığı görülür. Bu nedenle tutarlılık kavramı AHP yönteminde önemli bir kavramdır. Tutarlılık oranı, özellikle kriter sayısının artmasıyla birlikte artan karşılaştırma yargılarında yanılğı ve dikkatsizlik sonucu yapılan yargılama

hatalarının azaltılmasına imkan verir. Aynı zamanda karar vericilerin nihai karardan önce karşılaştırmaları yeniden yaparak yaptıkları hataları düzeltmesini sağlar. Böylece dikkatsizce ve abartılı bir şekilde yapılan değerlendirmelerin de ortaya çıkarmaya yardımcı olmaktadır (Keçek ve Yıldırım, 2010).

AHP sağlam bir mantığa ve sistematığa sahiptir. Ancak sonuçların isabetli olması karar vericinin kriterler arasındaki karşılaştırma işlemlerinin hassasiyetine bağlıdır. AHP bu hassasiyeti ölçebilmek için Tutarlılık Oranı (CR) olarak tanımladığı bir süreç önermiştir.

AHP, CR'yi, (n) faktör sayısı ile Temel Değer (λ) katsayısını karşılaştırarak hesaplamaktadır. İlk önce A ikili karşılaştırma matrisi ile kriterlerin önem derecelerini gösteren W öncelik vektörü çarpılarak D sütun vektörü oluşturulur. Daha sonra D sütun vektörünün elemanlarının, formül (3.4)'e göre W sütun vektörünün elemanlarına bölümünden her kriterlerin temel değerleri (E) elde edilir.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (3.4.)$$

Bu kriterlerin değerleri toplanır ve formül (3.5.) ile kriter sayısına bölünerek aritmetik ortalaması bulunur. Bu, karşılaştırmaya ilişkin temel değer (λ)'dır.

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (3.5.)$$

λ temel değer hesaplandıktan sonra formül (3.6) kullanılarak Tutarlılık Göstergesi (CI), hesaplanır.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (3.6.)$$

Tutarlılık göstergesi CI, hesaplandıktan sonra sonuç Rastgele İndeks Skalasında belirtilen n kritere karşılık gelen Random Gösterge RI değerine bölünerek tutarlılık oranı CR bulunur.

Bir örnek ile açıklayacak olursak 7 kriterli bir karar problemimiz olsun. Çizelge 3.2.'den 7 sayısına karşılık gelen RI değeri 1,32 olacaktır.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3.7.)$$

Hesaplanan CR değerinin yukarıda anlatıldığı gibi 0.10 dan küçük olması karar vericinin doğru ve isabetli karşılaştırmalar yaptığını gösterir. Tutarlılığın mükemmel olması için karşılaştırma yargıların diğer karşılaştırma yargılarıyla sağlam ilişkili olması şarttır.

Tutarlılık oranı 0,10 değerinden daha büyük çıkarsa ikili karşılaştırmalar yeniden yapılarak AHP yöntemindeki tüm hesaplamalar yeniden yapılır. Bu işleme, karşılaştırmalar yeniden gözden geçirilip veya geliştirilerek tutarlı sonuç elde edilinceye kadar devam edilir (Awasthi ve Chauhan, 2012).

3.2.1.2.(6). Kriterlerin Yüzde Önem Dağılımları Bulunarak Nihai Sıranın Belirlenmesi:

Hiyerarşik yapıda belirtilen genel amaca göre seçeneklerin sıralandığı bu aşamada; hesaplamalar sonucu elde edilen öncelik değerleri birleştirilerek en alt seviyede bulunan seçeneklerin sonuca etki eden değerleri elde edilir. Karar verici sonuca etki eden nihai değerlere göre seçenekleri sıralayarak en iyi seçeneği belirleyebilir.

3.2.1.3. AHP'nin Avantaj ve Dezavantajları

Sorunsuz hiçbir yöntem bulunmamaktadır. Her yöntemin bazı faydaları olduğu kadar bazı mahsurları da bulunmaktadır. Burada önemli olan daha fazla fayda sağlarken mahsurları en aza indirmeye verdiği katkıdır (Göksu, 2008).

Araştırmacıların AHP uygulamalarında tespit ettikleri avantajlar aşağıda belirtilmiştir.

- i. Kurulan hiyerarşi sayesinde karmaşık karar problemleri bileşenlerine ayrılarak daha basit bir yapıda ifade edilebilir (Radenovic ve Veselinovic, 2015).
- ii. Uygulanması basit ve kolaydır. Gereksiz matematiksel işlemler içermez.
- iii. Faktörlerin ikili karşılaştırmaların yapılması sürecinde sadece sayısal veriler göz önüne alınmaz karar vericilerin kişisel fikir ve düşünceleri de hesaba katılabilir (Aydın ve Ark., 2009).
- iv. İkili karşılaştırmalar esnasında sadece karşılaştırılan iki faktör göz önüne alındığı için yapılacak değerlendirmeler basitleşmektedir. Ayrıca sözel ifadelerin de sayısallaştırılarak değerlendirilmesi mümkündür (Zammori, 2010).
- v. Güçlü ve esnek yapısı ile karar vericiye, hem sayılabilen hem de sayılamayan kriterleri bir arada dikkate alarak seçenekleri değerlendirme imkanı sağlar (Radenovic ve Veselinovic, 2015).
- vi. Karar vericinin yaptığı ikili karşılaştırmaların tutarlılığı ölçülerek tutarsızlık durumunda karar vericinin verdiği hükümleri tekrar ele alarak düzeltmesine imkan verir.
- vii. Kişisel karar verme süreçlerinde ve grup kararlarında uygulanabilir (Radenovic ve Veselinovic, 2015).
- viii. Duyarlılık analizi yapılması imkanı vererek alternatif senaryoların sonuca etkisinin değerlendirilmesini sağlar (Zammori, 2010).

- ix. Grup kararlarının alınmasına imkan verir

Bu avantajların yanı sıra, araştırmacıların AHP uygulamalarında tespit ettikleri dezavantajla ise aşağıda belirtilmiştir.

- i. Probleme yeni seçeneklerin eklenmesi durumunda seçeneklerin tercih sırası değişebilir. Çünkü ikili karşılaştırmalar dahil tüm işlemler yeniden yapılacaktır. Örneğin X ve Y karşılaştırdığımızda; X, Y'den daha büyük bir önem derecesine sahipken, sürece bir Z seçeneği eklendiğinde X ile Y'nin önem dereceleri değişebilmektedir (Aydın ve arkadaşları, 2009).
- ii. Bazı araştırmacılar ikili karşılaştırma yaparken 1-9 ölçeğinde kullanılan sözel tanım ile sayısal değerler hükümlerinin birbirini tam olarak karşılamadığı söylemektedirler. Ancak aynı değerlendirme 1-5, 1-15 gibi ölçeklerin kullanımı için de ileri sürülmüş ve yine en uygun ölçeğin 1-9 ölçeği olduğu belirtilmiştir.
- iii. Karar vericiler 1-9 ölçeği ile yaptıkları ikili karşılaştırmalarda tutarsız sonuç elde edebilmekte, bu nedenle işlemleri tekrar yapmalarına ve zaman kaybetmelerine neden olabilmektedir.
- iv. Karşılaştırma işlemi basit ve kolay olarak görünse de, karar vericinin faktör sayısının arttığı ve çok sayıda karşılaştırma yaptığı durumlarda AHP yönteminin uygulanmasında zorlandığı için AHP'yi kullanmaktan kaçındığı görülmektedir.
- v. Karar vericinin sübjektif verileri kullandığı durumlarda zaman, zaman net bir sonuç elde edilemediği olmaktadır.
- vi. Karar verme işlemi esnasında seçenek veya kriter sayısında ekleme veya azaltma şeklinde bir değişim meydana geldiğinde tüm işlemlerin yeniden yapılması gerekmektedir (Radenovic ve Veselinovic, 2015).

- vii. Hiyerarşik yapıdaki basamak, eleman veya seçenek sayısı arttığı zaman yapılacak işlemlerin sayısı da atmakta ve zorlaşmaktadır. Ancak günümüzde hazır bilgisayar programları vasıtasıyla bu sorunun önüne geçilmiştir.
- viii. Kriter sayısı arttıkça ikili karşılaştırma sayısı artmakta ve tutarlı sonuç elde etme olasılığı azalmaktadır (Güngör ve Ark., 2010).
- ix. Kişiler yargıları devreye girerek farklı kişilerin yaptığı AHP uygulamalarında farklı önem dereceleri elde edilebilir (Özcan, 2012).
- x. Kriterlerin tespit edilerek bir hiyerarşi oluşturulması ve ikili karşılaştırma konusunda uzman gruplar veya kişiler tarafından hassasiyetle yapılması gereklidir(Özcan, 2012).

3.2.2. TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) Yöntemi

İdeal çözüme benzerliğe göre tercih sıralama tekniği olarak tanımlanan TOPSIS yöntemi çok kriterli problemlerin çözümünde, mevcut alternatifleri belirlediğimiz kriterlere göre sıralamak için Hwang ve Yoon tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemde, kriterler değerlendirilerek ideal çözüme olan pozitif ve negatif uzaklıklarına göre en iyi çözüm belirlenir (Hwang ve Yoon, 1981).

Bu yöntemde kısaca alternatifler belirli kriterlere göre puanlanır. Bu kriterlerin aldığı en büyük ve en küçük değerlerin ideal duruma göre karşılaştırması yapılır (Gündüz ve Güler, 2015). Yöntemin temel felsefesi alternatiflerin ideal ve negatif ideal çözümlere olan uzaklıklarının belirlenmesine dayanmaktadır. Bu uzaklıklara göre alternatifler arasında bir sıralama yapılır. TOPSIS' yönteminde nicel değerler kullanılmaktadır (Uludağ ve Deveci, 2013).

Bu çalışmada AHP'den sonra %63 oran ile en yaygın kullanılan ve karşılaştırma matrisi içermeyen yöntem olan TOPSIS yöntemi aynı zamanda çok

fazla alternatifin bulunduğu zamanlarda en iyi performans gösteren yöntemlerden biri olması nedeni ile tercih edilmiştir (Azimifard ve Ark., 2018).



Şekil 3.8. TOPSIS metodolojisi

3.2.2.1. TOPSIS Tekniğinin Uygulama Alanları

TOPSIS, en iyi ve en kötü çözümleri eşzamanlı olarak değerlendirebilmesi, hesaplama prosedürlerinin kolay olması ve sağlam mantığı sebebiyle yaygın olarak kabul gören bir çok kriterli karar verme tekniğidir (Önüt ve Soner, 2008). TOPSIS'in en önemli özelliği sadece ideal çözüme en yakın tek bir kriteri dikkate almayıp, ideal karşıtı çözümleri de göz önünde bulundurarak diğer ÇKKV tekniklerine göre daha geniş ve uzlaştırmacı bir uygulama yapmasıdır.

TOPSIS yöntemi, seçeneklerin belirlenen kriterlere göre bu kriterlerin alabileceği en büyük ve en küçük değerlere göre karşılaştırılması ve sıralanması esasına dayanmaktadır. Bu yöntemde direk, sayısal bir çevrim yapmaksızın direk veriler üzerinde işlem yapılabilir (Tunca ve Ark., 2015).

TOPSIS yöntemi hayatın hemen, hemen her alanında alternatiflerin belirlenen kriterlere göre değerlendirilmesinde karar vericiye yardımcı olan bir ÇKKV yöntemidir (Chen ve Hwang, 1992). Bu yönteminin kullanım alanları;

- i. İnsan kaynakları yönetimi,
- ii. Yer seçimi,
- iii. Tedarikçi seçimi,

- iv. Finans yatırımı,
- v. Silah ve teçhizat seçimi,
- vi. Hedef belirleme,
- vii. Üretim,
- viii. Ürün tasarımı,
- ix. Teknoloji seçimi ve yönetimi,
- x. Pazar seçimi,
- xi. Eğitim ve sağlık sektörlerinin yönetimi,
- xii. Risk analizi vb. alanlardır.

Literatürde bazı araştırmacıların TOPSIS yöntemini, yoğun rekabet yaşanan sektörlerdeki işletmelerin performanslarını değerlendirmek ve karşılaştırmak için kullandıkları görülmüştür.

TOPSIS malzeme seçimi ve tedariki işlemlerinde de çok etkin ve verimli olarak kullanılmakta olan bir yöntemdir. Ancak bu tür malzeme seçimi işlemlerinde karar vericinin seçimi düşünülen malzemelerin özelliklerinin birbirine göre göreceli önemleri hakkında bilgili olması gerekmektedir.

TOPSIS tekniğinin uygulama aşamalarının şeffaf olması problemi genel olarak karar vericiler tarafından kolay anlaşılabilir hale getirir, siyasi kararlarda konunun kamuoyuna kolaylıkla anlatılmasına katkı sağlar ve istenilen politikanın kabul görmesine destek olunmasını sağlar.

3.2.2.2. TOPSIS Tekniğinin Temel Kavramları

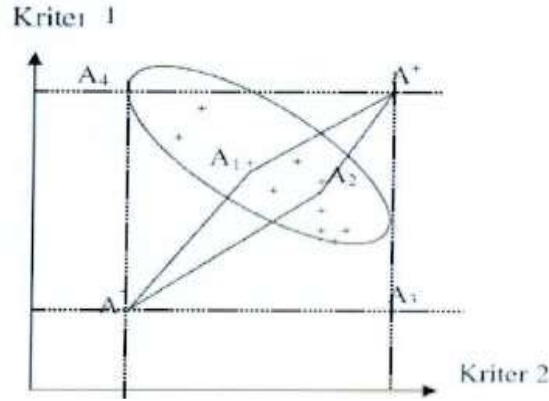
TOPSIS yönteminin temeli değerlendirilecek alternatifler arasında her bir kriter için en ideal seçeneğe ulaşmayı amaç edinerek diğer seçeneklerin bundan olan farklarına göre sıralanmasıdır. Bu husus pozitif ideal çözüme en yakın nokta veya karşıt çözümlerden negatif-ideal çözüme en uzak noktanın birlikte değerlendirilerek ideal çözüme en yakın noktanın seçilmesi esasına dayanmaktadır.

TOPSIS yönteminin üzerine inşa edildiği ideal çözüm kavramında, seçeneklerin istenen veya belirlenen bir ideal noktaya uzaklıkları sıralanır. Burada belirtilen ideal noktayı; en çok ulaşılmak istenen, nokta olarak tanımlayabiliriz. İdeal veya bir başka deyişle pozitif ideal noktaya uzaklığı en yakın olanı, en iyi seçenek olarak ifade ederiz. Bu noktaların ideal çözüme uzaklıkları metrik olarak ölçülmektedir

Özetle TOPSIS yönteminde ideal (pozitif) nokta, yapılan hesaplamalarda belirlenen ağırlıklandırılmış en büyük değerdir. Negatif ideal nokta ise ağırlıklandırılmış en küçük değerdir. Yapılan bu işlemlerin sonucunda bulunan çözüm, ideal (pozitif) çözüme en yakın olan, negatif ideal çözüme ise en uzak olan seçenektir. Sıralama bu uzaklıklara göre iyiden en kötüye göre yapılır.

3.2.2.3. TOPSIS Tekniğinin Teorik Yapısı

TOPSIS sürecinde hesaplamalarda kullandığımız kriter değerleri ve bu kriterlerin önem ağırlıkları sayısal değerlerdir. Karşılaştırmalar yapılırken bu kriter değerleri sayısal değilse sayısal ifade edilecek hale getirilir. Aksi halde hesaplama yapılamaz (Wang ve Elhag, 2006). Yukarıda açıkladığımız ideal çözüm, eniyilenen fayda kriterleri ile enazlanan maliyet kriterlerini ifade eder. Bu ayrıma dikkat edilmelidir. Karşı çözüm dediğimiz, negatif veya anti ideal çözümde ise, fayda kriterleri minimize, maliyet kriteri de maksimize edilir. Seçeneklerden pozitif ideal çözüme en yakın öklid mesafesinde olan ile negatif ideal çözüme en uzak Öklid mesafesinde olan, en uygun alternatiftir (Aires ve Ferreira, 2019). İki kritere ait örnek diyagram Şekil 3.7.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.9. TOPSIS diyagramı (Hwang ve Yoon, 1981)

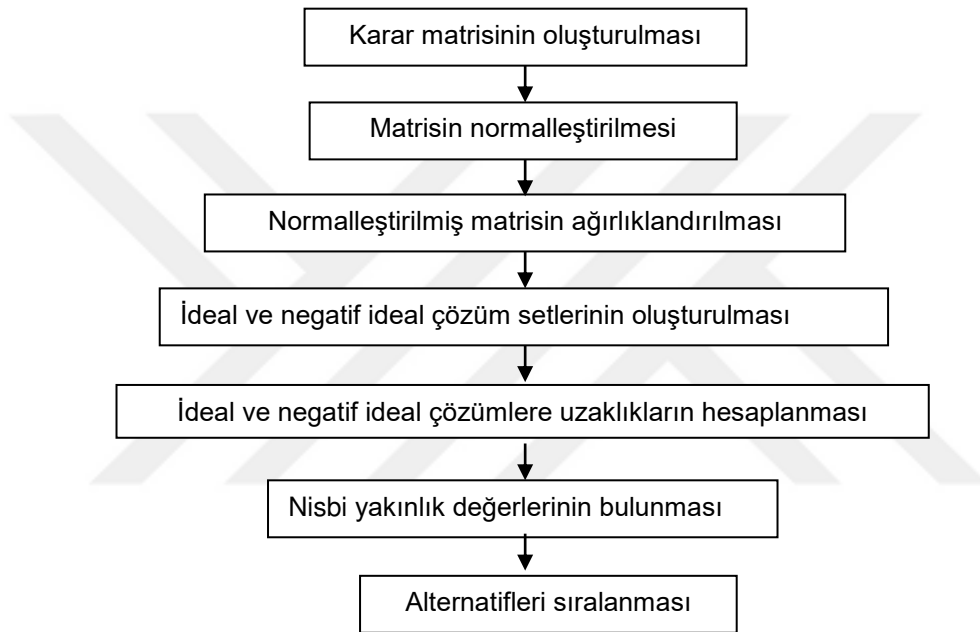
TOPSIS yönteminde ideal (pozitif) çözüm, yüksek olması istenen fayda değerlerini en yüksek, düşük olması istenen maliyet değerlerini ise en düşük yapan seçeneği ifade etmektedir. Negatif ideal çözüm ise tam tersi olarak, yüksek olmasını istediğimiz fayda değerini en düşük ve düşük olmasını istediğimiz fayda değerlerini en yüksek yapan seçeneği ifade etmektedir. TOPSIS yöntemi çok kriterli problemlerde karar vericilere seçenekleri sıralamaları için bir çözüm önerisi sunarak yardımcı olan rasyonel ve anlaşılabilir bir yöntemdir (Wang ve Elhag, 2016).

3.2.2.4. TOPSIS Tekniğinin Aşamaları

TOPSIS tekniği yapılan hesaplamalar sonucunda ideal bir seçenek olarak tercih edilen en üst sıradaki alternatifin bütün kriterler açısından en iyi düzeyde olduğu varsayımına dayanmaktadır (Afshari ve Ark., 2016). TOPSIS yönteminin ana felsefesini ideal çözüm ve negatif ideal çözümü belirlemek oluşturmakta olup, seçeneklerin sıralanması ise ideal çözüme göreceli yakınlık değerleri kavramına dayanmaktadır.

TOPSIS yöntemi yedi adımda uygulanır. Bunlar aşağıda Şekil 3.10'da akış şeması şeklinde gösterilmiştir (Azimifard ve Ark., 2018). Sonuç olarak uzaklıklar karşılaştırılarak değerlendirmeye tabii seçeneklerin tercih sıralaması elde edilir ve

karar verilir. Bu yöntemim temelini en iyi değerlere sahip olan ideal çözüme yakınlığı en fazla olan alternatifi belirlemek yatmaktadır. Bu aynı zamanda istemediğimiz çözüme/sonuçlara en uzak olan alternatiftir. Yukarıda belirtildiği gibi gerçek dünya problemlerinde karar vericiye kolaylık sağladığı için akademik çalışmalarda da sıklıkla kullanılmaktadır.



Şekil 3.10. TOPSIS tekniğinin uygulama adımları

7 adımda uyguladığımız TOPSIS yönteminin ilk iki adımı birçok ÇKKV yöntemi ile aynı olmasına rağmen çözüm süreci daha kısadır. Bu nedenle özellikle alternatifleri sıralama için daha sıklıkla tercih edilmekte ve kullanılmaktadır. TOPSIS adımları aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.

3.2.2.4.(1). Karar Matrisinin Oluşturulması

Başlangıçta problem belirlenip, kriterler ve seçenekler ortaya konduktan sonra oluşturulan karar matrisinin satırlarında karşılaştırılmak istenen seçenekler,

sütunlarında ise değerlendirme kriterleri yer alır. Oluşturulan D karar matrisi aşağıda gösterildiği gibidir.

$$D_{ij} = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ d_{m1} & d_{m2} & \dots & d_{mn} \end{bmatrix}$$

Burada D karar matrisinde m karar noktasını (alternatifler veya seçenekler), n ise değerlendirme kriterlerinin sayısını göstermektedir. Aynı AHP yönteminin açıklanmasında olduğu gibi TOPSIS yöntemini de 3*4 ebatlarında bir matris ile açıklayacak olursak, örnek bir D matrisi aşağıda gösterilmiştir.

$$D = \begin{bmatrix} 25 & 20 & 15 & 30 \\ 15 & 25 & 20 & 20 \\ 30 & 10 & 30 & 10 \end{bmatrix}$$

3.2.2.4.(2). Normalleştirilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması

Bu aşamada (2.8) formülünden faydalanılarak karar matrisi normalize edilir ve R matrisi oluşturulur (Tunca ve Ark., 2015). İlk önce normalize işlemi kapsamında satırların karesi alınacaktır. Karesi alınan bu satır değerleri sütun bazında toplanır ve elde edilen sütun toplamının karekökü alınır. Müteakiben her satır değeri elde edilen bu karekök değerlerine bölünerek normalize işlemi tamamlanır ve normalleştirilmiş karar matrisi R oluşturulur.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad (3.8)$$

i=1,...,m (seçenekler)

j=1,...,n (kriterler)

Yapılan hesaplamalar sonrası R karar matrisi aşağıda belirtildiği şekilde oluşur.

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

Bu aşamada örnek problemdeki değerler kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda D matrisi aşağıda belirtildiği gibi oluşur.

$$D = \begin{bmatrix} 625 & 400 & 225 & 900 \\ 225 & 625 & 400 & 400 \\ 900 & 100 & 900 & 100 \end{bmatrix}$$

Her satırın karesi alındıktan sonra sütun toplamaları alınır. Sütun toplamaları alındıktan sonra her toplamın ayrı karekökü alınır. Birinci sütun toplamı $625+225+900=1125$ olarak hesaplanır. Diğer sütunlar sırasıyla, 1125, 1525 ve 1400 olarak elde edilir. Toplamların karekökü ise sırasıyla 41.83, 33.54, 39.05 ve

37,42 olarak elde edilir. Müteakiben her sütunda bulunan satır değerleri o sütun toplamının karekök değerine bölünür.

$$D = \begin{bmatrix} 25/41,83 & 20/33,54 & 15/39,05 & 30/37,42 \\ 15/41,83 & 25/33,54 & 20/39,05 & 20/37,42 \\ 30/41,83 & 10/33,54 & 30/39,05 & 10/37,42 \end{bmatrix}$$

Yapılan bu işlemlerden sonra normalleştirilmiş R matrisi aşağıda belirtildiği şekilde oluşur.

$$R = \begin{bmatrix} 0,60 & 0,60 & 0,38 & 0,80 \\ 0,36 & 0,75 & 0,51 & 0,53 \\ 0,72 & 0,30 & 0,77 & 0,27 \end{bmatrix}$$

3.2.2.4.(3). Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin oluşturulması

Daha sonra ağırlıklı karar matrisi V oluşturulur. Burada daha önce değişik metotlarla elde edilmiş ağırlık değerleri (w_i) kullanılır. Bu çalışmada ağırlıklandırma işlemini AHP ile yapılmıştır. V matrisi R matrisinin sütunlarındaki elemanların her birinin w_i ağırlık değeri ile çarpılması ile elde edilir. Burada w_j , j'inci kriterin ağırlığıdır. Yani normalize edilmiş matristeki değerler AHP ile daha önce elde edilen sonuca etki değerlerinin çarpılması ile ağırlıklandırılmış normalize matris elde edilir.

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

$$v_{ij} = w_{ij} r_{ij} \quad i=1, \dots, m \quad j=1, \dots, n$$

Yapılan işlemler neticesinde V ağırlıklı standart karar matrisi aşağıda gösterildiği gibi oluşur (Supçiler ve Çapraz, 2011).

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

Yukarıda belirttiğimiz örnek matris üzerinde hesaplama işlemine devam edecek olursak, kriter ağırlıklarının da sırasıyla $w_1=0,18$, $w_2=0,27$, $w_3=0,32$, $w_4=0,23$ olduğunu kabul edersek, bu ağırlıklarda her kriterin ağırlığı ile R normleştirilmiş matriste o kriterin sütunundaki değerler ile çarptığımız zaman, ağırlıklandırılmış V matrisi aşağıdaki şekilde oluşur. Burada görüldüğü gibi örneğin R matrisinin birinci sütunundaki her değer ayrı ayrı w_1 değeri ile çarpılarak yeni ağırlıklı değerler elde edilir.

$$V = \begin{bmatrix} 0,60*0,18 & 0,60*0,27 & 0,38*0,32 & 0,80*0,23 \\ 0,36*0,18 & 0,75*0,27 & 0,51*0,32 & 0,53*0,23 \\ 0,72*0,18 & 0,30*0,27 & 0,77*0,32 & 0,27*0,23 \end{bmatrix}$$

$$V = \begin{bmatrix} 0,108 & 0,162 & 0,122 & 0,184 \\ 0,065 & 0,203 & 0,163 & 0,122 \\ 0,13 & 0,081 & 0,246 & 0,062 \end{bmatrix}$$

3.2.2.4.(4). İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Setlerinin Oluşturulması

TOPSIS yöntemi değerlendirmeye tabii kriterlerin her birinin tekdüze bir şekilde artan ve azalan bir eğilimi olduğunu varsaymaktadır. Pozitif ideal çözüm en iyi performans değerlerini ifade etmektedir. Negatif ideal çözüm ise en kötü değerleri göstermektedir.

V matrisindeki değerler kullanılarak (2.9) formülü ile pozitif ideal çözüm seti oluşturulur. Burada V matrisindeki ağırlıklandırılmış sütun değerlerinin en büyükleri (amaç minimizasyon ise en küçükleri) seçilir.

$$A^* = \left\{ \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \right\} \quad (3.9)$$

Örneğimizde ideal çözüm kümesi;

$A^* = \{0,130 \ 0,203 \ 0,246 \ 0,184\}$ şeklinde oluşur.

Aynı şekilde negatif ideal çözüm seti ise (2.10) formülü kullanılarak V matrisindeki sütun değerlerinin en küçükleri (amaç maksimizasyon olduğunda en büyükleri) seçilir.

$$A^- = \left\{ \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \right\} \quad (3.10)$$

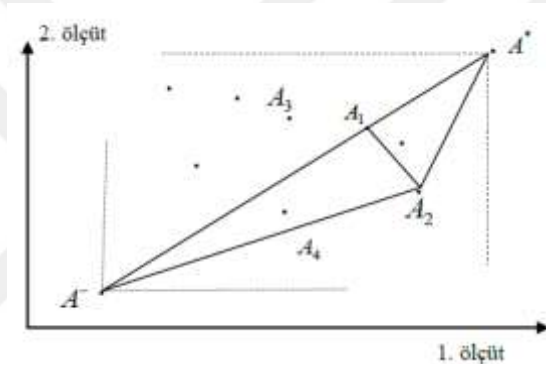
Örneğimizde negatif ideal çözüm kümesi;

$A^- = \{0,065 \ 0,081 \ 0,122 \ 0,062\}$ şeklinde oluşur.

Yukarıda formüllerde belirtilen J fayda (ençoklama) değerini, J' ise kayıp (enazlama) değerini ifade etmektedir.

Birçok analiz çalışmasında; çok sayıda yüksek olması istenilen özellik ile birlikte az sayıda düşük olması istenen özelliğin bulunması ve bu özelliklerin nicel

olarak ölçülmek istenmesi, bazı özelliklerin de nicel olarak ölçülmelerinin güç olması karar problemini oldukça karmaşıktır. İşte böyle durumların basitleştirilmesi için ortaya konan ideal çözüm kavramı ile karar problemini etkileyen tüm kriterler göz önüne alındığında seçilen alternatifin bu kriterleri en iyi seviyede yerine getirmesi anlamına gelmektedir. Bu ideal nokta teknolojik ve mali sınırlılıklar ile karar probleminin limitlerine göre değişebilir. Bazen hesaplamalarda en iyi noktadaki ideal çözüme ulaşamayabiliriz. Bu durumda ideal çözüme en yakın noktanın seçilmesi gerekir.



Şekil 3.11. Pozitif ve negatif ideal çözümler kümesi (Yoon ve Hwang, 1981).

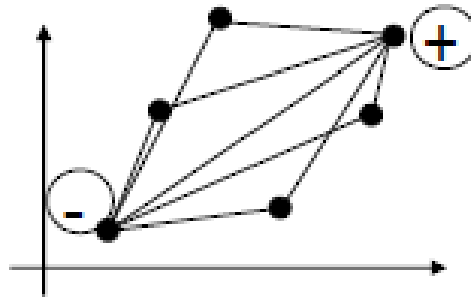
3.2.2.4.(5). Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması

Bu aşamada her karar noktası yani seçeneklere ait değerlendirme kriter değerlerinin pozitif ideal ve negatif ideal çözüm setlerinden sapmaları bulunur. Bu maksatla Euclidian Uzaklık Yaklaşımı kullanılarak formül (2.11) ile ideal çözüm setinden, formül (2.12) ile de negatif ideal çözüm setinden sapmalar bulunur (Goyal ve Kaushal, 2017).

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad i,j=1,\dots,n \quad (2.11)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad i,j=1,\dots,n \quad (2.12)$$

Burada hesaplanan S_i^* ve S_i^- sayısı doğal olarak karar noktalarının yani alternatiflerin sayısını göstermektedir.



Şekil 3.12. Eukleid uzaklıkları (ayırma ölçüleri yani S_i^* ve S_i^- değerleri)

Bu şekilde alternatiflerin performans değerlerinin başlangıç noktası 0 vektörüne olan mesafesinin, tüm alternatiflerin başlangıç noktasına uzaklıklarının toplamına oranları hesaplanmış olur. Bu kapsamda değerler boyutsuz hale getirilmiş ve ölçütlerin göreceli önem dereceleri belirlenmiştir.

Burada yine örneğimiz ile işlemleri açıklayacak olursak; önce ağırlıklandırılmış matrisimizi tekrar yazalım ve ideal ve negatif çözüm setlerini de tekrar yazalım

$$V = \begin{bmatrix} 0,108 & 0,162 & 0,122 & 0,184 \\ 0,065 & 0,203 & 0,163 & 0,122 \\ 0,13 & 0,081 & 0,246 & 0,062 \end{bmatrix}$$

$A^* = \{0,130 \ 0,203 \ 0,246 \ 0,184\}$ her satır değeri için tek tek uygulayalım. V_{11} için $(0,108 - 0,130)^2$, V_{12} için $(0,162 - 0,203)^2$ V_{13} için

$(0,122 - 0,246)^2$ ve V_{14} için $(0,184 - 0,184)^2$ şeklinde hesaplanır. bu işlem her satır için ayrı ayrı uygulandıktan sonra V aşağıdaki şekilde oluşur.

$$V = \begin{bmatrix} 0,000484 & 0,001681 & 0,015376 & 0 \\ 0,004225 & 0 & 0,006889 & 0,003844 \\ 0 & 0,027225 & 0 & 0,014884 \end{bmatrix}$$

Bu işlemler yapıldıktan sonra V matrisinde her satırın toplamı alınır ve bu toplamaların ayrı ayrı karekökü alınır ve S_i^* elde edilir. İşlemler aşağıda gösterilmiştir.

$$S_i^* = \begin{bmatrix} 0,155925 \\ 0,014958 \\ 0,042109 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,395 \\ 0,122 \\ 0,205 \end{bmatrix}$$

Aynı işlemleri negatif ideal ayırım ölçütlerini hesaplamak için yaptığımızda, elde edilen sonuçlar aşağıda gösterilmiştir.

$$A^- = \{0,065 \ 0,081 \ 0,122 \ 0,062\}$$

$$V = \begin{bmatrix} 0,001849 & 0,006561 & 0 & 0,014884 \\ 0 & 0,014884 & 0,001681 & 0,0036 \\ 0,004225 & 0 & 0,015376 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_i^- = \begin{bmatrix} 0,023294 \\ 0,020165 \\ 0,019601 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,153 \\ 0,142 \\ 0,140 \end{bmatrix}$$

3.2.2.4.(6). İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması

Karar alternatifleri formül (2.13) ile hesaplanan pozitif ideal ve negatif ideal ayırım ölçüleri kullanılarak sıralanır. Kısaca negatif ideal ayırım ölçütü, negatif ve pozitif ideal ayırım ölçütünün toplam değerine bölünerek bulunur.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad (3.13)$$

Burada negatif ayırım ölçütünün toplam ayırım ölçütlerine oranı bulunur. C_i^* değeri $0 \leq C_i^* \leq 1$ aralığında bir değer alır. Bu değer 1 rakamına yaklaşması, ilgili karar noktasının pozitif ideal çözüme yaklaştığını, bu değer 0 rakamına yaklaşması ise ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme yaklaştığını gösterir (Özcan ve Ark., 2017)

Yine bu işlemi yukarıdaki bölümlerde yaptığımız örnek üzerinde uygulayacak olursak,

$$C_1 = \frac{0,153}{0,153+0,395} = 0,276$$

$$C_2 = \frac{0,142}{0,142+0,122} = 0,538$$

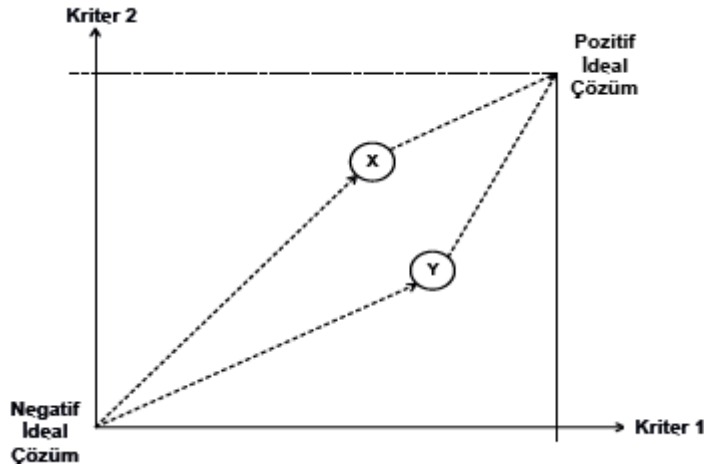
$$C_3 = \frac{0,140}{0,140+0,205} = 0,406 \text{ şeklinde elde ederiz.}$$

3.2.2.4.(7). Alternatiflerin Sıralanması ve Sonuç

Yukarıda yaptığımız ideal çözüme benzerlik hesaplamasında, yöneticilerin verdikleri karar veya seçtikleri alternatif, ideal çözüme en yakın olmasına rağmen diğer bazı alternatiflere göre negatif ideal çözüme de yakın olabilmektedir.

Bu yöntem ile aynı anda hem pozitif hem de negatif ideal çözümlere olan mesafeler dikkate alınmaktadır. Bunların göreceli yakınlıklarına ve bu iki mesafe ölçümünün kombinasyonlarına göre bir tercih sıralaması yapılmaktadır (Zyoud ve Hanusch, 2017).

Ayrıca ideal çözüme göre seçilen ile negatif ideal çözüme göre seçilen çözüm ile aynı olmayabilir. Böyle durumlarda karar vericiler her iki çözümü de dikkate almak zorunda kalabilirler. Böyle durumlarda her iki uzaklığı aynı anda dikkate almak gerekir.



Şekil 3.13. TOPSIS ile alternatiflerin seçimi (Mutlu ve Sarı, 2017).

Bu yüzden karar vericilerin isabetli ve uzlaşık kararlar verebilmeleri için ideal çözüme benzerlik hesaplanmaktadır. İdeal çözüme benzerlik ölçüsü bu ideal ve negatif uzaklıkların her ikisini de göz önüne almaktadır. Sonuç olarak alternatifler ideal çözüme yakınlığı/benzerliğine göre büyükten küçüğe göre sıralanır. En yüksek değere sahip olan alternatif en çok istenen seçenek olarak seçilecek olan alternatif olacaktır.

Bu durumda yukarıda yaptığımız örnek uygulamaya göre ideal çözüme benzerlikler $C_1 = 0,276$, $C_2 = 0,538$ ve $C_3 = 0,406$ olarak hesaplanmıştır. Bu durumda alternatiflerin sıralaması, A_2 , A_3 ve A_1 şeklinde olacaktır.

Bu yöntemde dikkat edilmesi gereken değerlendirmeye tabii tüm niteliklerin veya kriterlerin sayısal olması veya sayısal olarak ifade edilmesi gerektiğidir. Yani tüm nitelikleri veya kriterler ölçülebilir olmalıdır (Zyoud ve Hanusch, 2017).

3.2.2.5. TOPSIS'in Avantaj ve Dezavantajları

Diğer ÇKKV tekniklerine göre birçok avantaja sahip olan TOPSIS yöntemi basit ve uygulaması kolay matematiksel işlemlerden oluşmaktadır. Her bir alternatif alternatif ayrı ayrı değerlendirilerek sonra yapılan bir dizi matematiksel işlem ile kendi değerini bulmaktadır. Bu değerler göz önünde bulundurularak yapılan karar verme sürecinde alternatifler arasındaki farklılıklar net olarak görülebilmektedir.

Yöntemin diğer bazı önemli özellikleri (Okul, 2012);

- i. Hesaplama işlemleri basit, sade ve anlaşılırdır ve güvenirliliği yüksektir.
- ii. Hesaplama güçlü matematiksel işlemlere dayanmaktadır. Bu nedenle hesaplama yeteneği güçlü ve isabetlidir.
- iii. Kullanılan basit matematiksel formlar ile karar vermede alternatiflerin birbiri ile ilişkisi belirlenmektedir.
- iv. Alternatiflerin sadece kriterlerin değerlerine göre değil alabileceği en yüksek ve en düşük değerler arasındaki uzlaşık çözüme göre karşılaştırma yapabilmeyi mümkün kılar.

TOPSIS, sayısal bir çevrim yapılmaksızın, doğrudan veri üzerinde uygulanabilmektedir.

Çok kriterli problemlerde, sadece tek bir kriterin ulaşılacak istenen ideal çözüme en yakın uzaklıkta olması yeterli değildir. karar vericiler uygulamada en fazla faydayı sağlamak isterken aynı zamanda riskten de en fazla uzaklaşmak isterler.

TOPSIS yöntemi, karar verici veya uygulayıcılara analiz esnasında istedikleri kriterleri kullanma, belirleme veya değiştirme, yeni ölçütler ekleme veya eski ölçütleri silme gibi imkanlar sunmaktadır.

Uzmanlar TOPSIS yöntemi ile VIKOR yöntemini karşılaştırmışlar. TOPSIS'in vektör normalleştirme işlemi yaptığını, VIKOR'ın ise ideal çözüme yakınlığı temsil eden toplama işlemine dayandığını ve TOPSIS yönteminde ideal ve negatif ideal olmak üzere iki referans noktası tanımlandığını ancak TOPSIS'in bu noktalara uzaklıkların göreceli önem değerlerini dikkate almamasını eleştirmişlerdir (Opricovic ve Tzeng (2004),

Literatürde taramada araştırmacıların TOPSIS yöntemini pratik, sade, anlaşılır ve kolay uygulanabilir olması nedeniyle yaygın olarak kullandıkları belirterek, ağırlıklara göre duyarlılığının da yüksek olduğunu eklemişlerdir (Pekkaya ve Bucak, 2018).

Yöntemin en önemli avantajından biri de hızlı bir şekilde en uygun seçeneği bulmamızı sağlamasıdır. TOPSIS yönteminin alternatifleri sıralama için en iyi yöntemlerden biri olmasının nedeni (Tao ve Ark., 2012);

- i. İnsan tercihini gösteren sağlam bir mantık kurması,
- ii. Alternatifleri benzersiz bir şekilde görselleştirmesi,
- iii. En iyi ve en kötü alternatifleri eş zamanlı olarak gösteren bir ölçek kullanması ve
- iv. Basit bir hesaplama sürecine sahip olmasıdır.

3.2.3. Matematiksel Modelleme

Bu çalışmada karakol kuruluş yerinin belirlenmesi merkez üs (kapsama alan) problemi olarak değerlendirilmiş ve karma tamsayılı programlama ile formüle edilmiştir. Oluşturulan matematiksel model GAMS bilgisayar programında kodlanarak çözüme ulaşılmıştır.

Modelde amaç fonksiyonu, hedef noktalara en kısa sürece ulaşmayı sağlayacak şekilde oluşturulmuş, bununla birlikte kısıtlar ve parametreler vasıtasıyla çok olay olan yerlere daha yakın olacak ve önleyici hizmet kapsamında daha fazla nüfusun olduğu yere daha fazla görevlendirme yapacak, görevlendirme yaparken suç çeşitlerinin ağırlıklarını göz önüne alacak bir merkez üs tespit ederken, hızlı, etkili ve verimli olmak ön plana çıkarılmış, az da olsa maliyetler de hesabın içerisine dahil edilmiştir.

Üzerinde çalıştığımız karakol kuruluş yeri probleminde kabul edilen varsayımlar şunlardır:

- i. Problemde ele alınan veriler gerçeğe yakın değerlerdir. 2019 yılı verileri kullanılmıştır.
- ii. Yerleşim yerlerinin birbirine mesafesi CBS kullanılarak yerleşim yerleri arasındaki en iyi özellikli yollar üzerinden hesaplanmıştır,
- iii. Karakoldaki araç ve personel sayısının yeterli olduğu bir unsur görevdeyken başka bir unsurun da aynı anda göreve çıkabileceği, hatta üçüncü bir ihtiyaç olursa ilçe merkezinden takviye geleceği varsayılmıştır ki uygulamada tamamen böyle olmakta, istatistiki rakamlar, suç analizleri aynı anda ikiden fazla devriyeye nadiren ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.
- iv. Araçlar her zaman faal ve göreve hazır olarak değerlendirilmiş, uygulamada da çok nadir arızadan dolayı araç yetersizliği olduğu görülmüş, araçlar bakım ve onarıma sevk edilirken ilçe ve il

merkezinden arızalı araç yerine araç görevlendirmesi yaptığı varsayılmıştır ve uygulamada da böyle olmaktadır.

- v. Araç ve personel haricinde yakıt, mühimmat vb. malzeme ihtiyacı bulunmamakta, bu tür malzeme her zaman yeteri kadar hazır bulunmaktadır.

3.2.3.1. Karma Tamsayılı Modelleme

Matematiksel modelleme yöntemlerinden biri olan tam sayılı programlama (TSP), karar değişkenlerinin sürekli olarak tanımlandığı durumlarda bu değişkenlerin kesikli biçime dönüştürülmesini sağlayan bir optimizasyon yöntemidir. Gerçek hayatta karşılaşılan problemlerde karar stratejilerinin belirlenmesi amacıyla sıklıkla karşılaşılan durumlara çözüm bulmak için kullanılmaktadır (Patır, 2009). Çoğu gerçek hayat problemlerinin uygulamasında karar değişkenleri tamsayı olduğu zaman anlam kazanır. Çünkü girdi ve çıktılar bölünemez olduğu için karar değişkenleri tamsayı olmalıdır.

TSP, doğrusal ve doğrusal olmayan değişkenlerin bir kısmının veya tamamının kesikli olarak tanımlandığı duruma kesikli veya tamsayılı optimizasyon problemleri denmektedir. Doğrusal programlama (DP)'da çözüm genellikle tamsayı olmayan rastgele pozitif sayılardır. Gerçek hayatta sonuçların tamsayı olması gerektiği birçok karar problemi vardır. Bu tip problemlerde değişkenlerin sadece bir kısmının tam sayı olmasını istediğimiz modele Karma (Mixed) Tamsayılı Programlama modeli denir. Eğer değişkenlerin tamamının tamsayı olması istenseydi modeli, Arı/Saf Tamsayılı Programlama Modeli şeklinde ifade edilirdi.

Yap veya yapma diye de ifade edilebilen değişkenlerin 0 veya 1 olduğu model ise daha çok bir tesis kurup kurmama veya pazara açılıp açılmama gibi durumlarda çözüm için kullanılmaktadır. Bu tip problemler genellikle büyük maliyet gerektirdiğinden Sermaye Bütçeleme Problemleri olarak ta adlandırılmaktadır.

TSP problemlerinin formüle edilmesi sürekli/değişkenli matematiksel modellerinkine önemli seviyede benzemektedir. Her iki modelde de amaç fonksiyonu ve kısıtları belirten matematiksel ifadeler aynı gibi görünmektedir. ama kısıtların tam sayı olması şartı matematiksel modeli daha zor hala getirmektedir (Bakır ve Altunkaynak, 2003).

TSP modeli DP modeline göre ilk bakışta daha çözülebilecekmiş gibi durur. Çünkü DP’de olurlu çözüm sonsuz sayıda iken, TSP’de sınırlı sayıdadır. DP bir karar verme yöntemi olarak sınırlı kaynakları optimum kullanmaya çalışır. Yani değişkenleri amaç, kar, verimlilik, etkinlik vs. ise ençoklama (Maximizasyon), maliyet, zaman vs. ise enazlama (Minimizasyon) ederek problemleri çözmeye çalışır.

Gerçek hayat problemlerinde kimi zaman doğrusal programlamada kullandığımız karar değişkenlerinin tam sayılı değerler alması zorunlu olmaktadır. Karar değişkenlerinin tümünün veya bir kısmının tamsayı değerler almak zorunda kaldığı durumlar olarak ifade ettiğimiz bu husus doğrusal programlamanın bir uzantısıdır ve tamsayılı doğrusal programlama olarak ifade edilir. Araç atama, en iyi yerleşim, depo yeri seçimi ve çizelgeleme gibi problemler, tamsayılı programlamanın konusu olmaktadır (Ertuğrul ve Aytaç, 2009)

Tam sayılı programlama, satış bölgeleri planlaması, sermaye planlaması, depo yeri araştırma ve geliştirmesi ve en iyi yerleşim yeri seçimi, atama, ulaştırma gibi problemlerin çözümünde yaygın olarak kullanılmaktadır (Öztürk, 2011). Günümüzde hızla gelişen teknolojiye paralel olarak dünyanın hızla küreselleşmesi, işletmelerin daha zorlu rekabet şartlarında karlılıklarını ve devamlılıklarını sağlamalarını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle işletmeler ellerindeki makine, teçhizat, işgücü, malzeme, sermaye gibi kaynakları daha aktif kullanarak daha verimli hale gelmeye çalışmaktadırlar (Çavdur ve Ark., 2018).

Bu kapsamda kurulan modellerin amacı, ele alınan problemlerin çözümü için yöneticilere etkili karar desteği sağlamaktır. Problemin kurulan modelinde amaç toplam maliyeti en az seviyeye indirmek veya karı en yüksek seviyeye çıkarmak

olduğu gibi bir konuda verimliliği artırmakta olabilir. Tamsayılı programlama modelinde, karar değişkenlerinin tamamı tamsayılı değerler almak zorundadır.

Bir tam sayılı programlama modelinde (Razi ve Karataş, 2016);

- i. Parametreler,
- ii. Amaç fonksiyonu,
- iii. Karar değişkenleri,
- iv. Kısıtlar,
- v. Set ve indisler bulunur

Amaç Fonksiyonu: Bir TSP modelinde yukarıda belirtilen unsurlardan biri olan amaç fonksiyonu doğrusal bir şekilde ifade edilmelidir. Amaç Fonksiyonu karı ençoklama ise $Z_{\max}$ maliyeti enazlama ise $Z_{\min}$ olarak gösterilecektir. Değişkenlerin x_j ($j=1,2,\dots,n$) ve sabit katsayıyı c_j ($j=1,2,\dots,n$) olduğu durumda örnek bir amaç fonksiyonunun kapalı formda yazılışı aşağıda gösterilmiştir.

$$Z_{\max} = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad j=1,2,\dots,n$$

Amaç fonksiyonunda maksat ençoklama ise açık yazılımı;

$$Z_{\max} = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n$$

amaç fonksiyonun maksat enazlama ise açık yazılımı;

$$Z_{\min} = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n$$

şeklinde olmaktadır.

Kısıtlar: Gerçek hayat problemleri TSP ile çözerken bir takım kısıtlar ortaya çıkacaktır. Bu kısıtlar, zaman, maliyet, işgücü vb. kaynaklardan biri olabilir. Bir örnek ile kısıtların problemde kapalı formda yazılmasını gösterecek olursak,

kullanılacak malzeme a_{ij} ihtiyacı ise b_i olduğunu kabul ettiğimizde amaç ençoklama ise;

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x \leq b_i \quad i=1,2,\dots,m$$

amaç enazlama ise;

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x \geq b_i \quad i=1,2,\dots,m$$

şeklinde ifade edilir.

Standart bir Doğrusal Programlama Probleminde “ $\geq$, $\leq$, $=$ ” işaretleri hem enazlama hem de ençoklama problemlerinde kullanılabilir.

Tam sayı kısıtı ise

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0, \quad x_1, x_2 \text{ tamsayı}$$

şeklinde yazılarak ifade edilir.

Bir fabrika kuruluş yeri seçimi için karma tamsayılı programlama modeli örnek olarak aşağıda gösterilmiştir. Söz konusu fabrika için iki kuruluş yeri, depo yeri için de iki ayrı kuruluş yeri alternatifi olmak üzere 4 karar değişkenimiz bulunmaktadır. bu fabrika ve depoların bugünkü net değerleri ve gerekli sermaye ayrı ayrı belirtilmiştir ve elimizde harçayabileceğimiz bütçe 21 milyon Türk Lirasıdır. Bu problemde amacımız, şirketin net bugünkü değerini maksimize etmektir. bu problemim çözüm için açık şekilde aşağıda belirtilmiştir (Öztürk, 2007).

Karar değişkenleri 0 veya 1 olarak gösterilecektir.

$$x_j = \begin{cases} 1 & \text{karar } j \text{ evet ise} \\ 0 & \text{karar } j \text{ hayır ise} \end{cases} \quad (j=1,2,3,4)$$

x_2 ve x_3 fabrika yerleri x_1 ve x_4 depo yerleri olmak üzere sadece bir depo yeri kurulacağından,

$$x_1 + x_4 \leq 1$$

deponun ve fabrikanın aynı yerde kurulması istenmektedir.

$$x_1 \leq x_2 \quad x_4 \leq x_3$$

şimdi modeli yazacak olursak;

$$\text{Max } z = 18x_1 + 12x_2 + 10x_3 + 7x_4$$

$$16x_1 + 9x_2 + 6x_3 + 3x_4 \leq 21$$

$$x_1 \quad \quad \quad + x_4 \leq 1$$

$$-x_2 + x_3 \leq 0$$

$$-x_1 \quad \quad \quad + x_4 \leq 0$$

$$x_j \leq 1$$

$$x_j \leq 0$$

x_j =tamsayı ve 0 veya 1 ($j=1,2,3,4$)'dir.

3.2.4. Coğrafi Bilgi Sistemi/Coğrafi Analiz Sistemi (CBS/CAS)

Son zamanlarda CBS uygun yer seçimi problemleri için sıklıkla kullanılan bir karar verme aracı haline gelmiştir. CBS araştırmacılara, zemin analizi yapma, elde ettikleri verileri coğrafi koordinatlar ile konumlayabilme ve aralarında bir ilişki kurabilme, istatistiksel veya matematiksel analizler yapabilme, elde edilen sonuçları görsel olarak sunabilme imkanı sağlamaktadır. (Özşahin, 2014)

Bu çalışmada karakol kurulacak bölgedeki yerleşim yerlerinin birbirine mesafesi, haritası ve uydu görüntüleri ile karakol kuruluş yeri belirlendikten sonra

da muhtemel inşaat alanı, kurulacak tesisler, nöbet kulübeleri vs. hususların yeri ise CAS/CBS kullanılarak analiz edilmiştir.

Bu çalışmada Citysurf Globe platformu üzerinden kurumsal kullanım amaçlı geliştirilen Coğrafi Analiz Sistemi V2.0 kullanılmış, çalışmalarda ortofoto, uydu ve hava görüntüleri görüntü temel altlığı olarak esas alınmış CBS ile mesafe ölçümlerinde ise 1:25.000 ölçekli raster harita temel altlık olarak kullanılmıştır.

Karakol kurmaya aday yerleşim yerleri farklı coğrafyalarda olduğu için coğrafi özellikleri farklı olmaktadır. Coğrafi pozisyon karakolun güvenliğini de yakından ilgilendirmektedir. Her ne kadar çalışma terör tehdidinin sınırlı olduğu bir coğrafi bölgede yapılmış olsa da dar bir vadide emniyetsiz bir yerdeki karakolun personeli göreve gidiş ve dönüşlerinde de aynı güvensizliği yaşayacaktır. Tam tersi geniş bir ovada ve iyi gözetleme imkanı sağlayan bir yer ulaşım açısından daha emniyetli ve sorunsuz olacaktır. Netice olarak bu çalışmada karakolun kurulacağı yerleşim yeri belirlendikten sonra seçilen inşaat alanının uygun arazi olup CAS/CBS ile analiz edilmiştir.

Karakol inşaat alanına karar verme sürecinde CBS karar vericiye destek sağlamaktadır. Mekan ile ilgili verinin toplanmasında ve analizinde CBS kullanılmaktadır. Ancak CAS hazır paket programlar ile veri toplama, analiz vb. işlemler yapılmaktadır. Bu çalışmada CBS’de depolanan veri ve bilgiler CAS ile değerlendirilecektir. Seçim evresinde uygun arazi hizmet tesisleri, ihata duvarı, nöbet kulübeleri, telsiz vericileri vb. binaların yerine CAS/CBS ile karar verilebileceği gösterilecektir..

3.2.4.1. CBS’nin Tanımı ve Tarihsel Gelişimi

CBS bilimsel bir ifade ile coğrafi konumlar ile ilgili verileri inceleyen ve bu veriler kümesinin tamamını kullanan, bu verileri bilgisayar ortama taşıyan, hazır bilgisayar programları vasıtasıyla da analiz (CAS) eden, sistemdir.

CBS; konum ile ilgili işlemlerle elde edilen verilerin toplanması, işlenmesi, saklanması, eşleştirilmesi, analiz edilmesi ve bunu bilgisayarlar ve bazı paket

programlar aracılığıyla kullanıcıya sunulması işlemlerinin tamamını kapsayan bir bilgi sistemidir (Yomralıoğlu, 2009: 48).

CBS ilgili yaptığımız bu açıklamalardan sonra, CBS işlevini neler yapabileceğini daha iyi hayal edebilir ve bilgili kullanıcılar elinde ne kadar avantajlı olduğunu anlayabiliriz. CBS'nin bu avantajlarını (Derviş, 2015);

- i. Zamanı kısaltarak ve işgücünü azaltarak maliyetlerin azaltılmasını sağlamak,
- ii. Çok geniş coğrafi alanlar üzerinde çalışma imkanı sağlamak,
- iii. Kararların kolay ve isabetli alınmasını sağlamak,
- iv. Büyük miktarda verinin toplanması, depolanması ve analiz edilmesine imkan vermek ve
- v. Kolayca güncellenebilen verilerin güncel analizlerini yapabilmek olarak sayabiliriz.

Haritacılığın gelişimi ve haritaların insanlar tarafından kullanılması yüzyıllar öncesine dayanmaktadır. CBS ise bilgisayar teknolojisine geçiş ile birlikte ortaya çıkmış ve henüz yeni bir sistem olarak geniş bir kullanım ağı ile halen gelişmeye devam etmektedir. 1980'li yıllardan itibaren CBS, kurumsallaşmaya başlamış, özellikle 21. yüzyıla giriş ile birlikte bilgisayar, uydu ve internet teknolojisindeki hızlı değişime paralel olarak dünyada olduğu gibi Türkiye'de oldukça hızlı gelişmiştir. CBS ilk defa Kanada Coğrafi Bilgi Sistemleri Projesi ile 1963'te ortaya çıkmış olup, 1970'de tüm dünyaya yayılarak günümüzdeki çağdaş halini almıştır (Tecim, 2008: 56-57).

3.2.4.2. CBS' nin Bileşenleri

CBS, coğrafi konumlara dayalı işlemlerde elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve ulaşılan sonucun kullanıma sunulması işlemidir. bu işlemi yapabilmek için CBS'nin bazı temel işlevlerini gerçekleştirdiği beş ana unsur

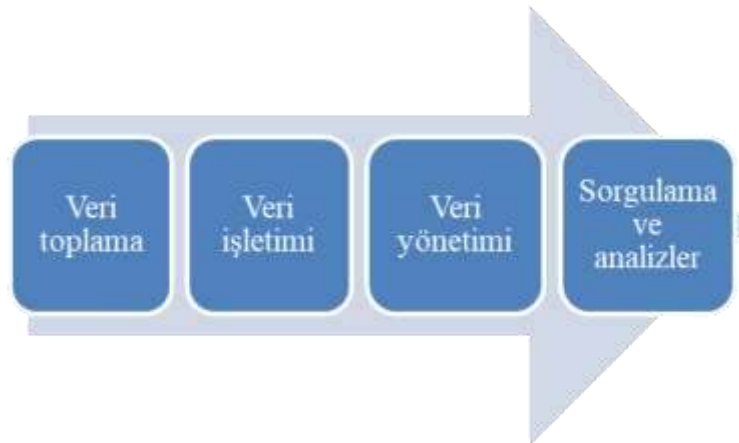
bulunmaktadır. Bunlar donanım, metotlar, veriler, yazılım ve insandır (Güler, 2016). Bu unsurlar CBS'nin bileşenleri olarak tanımlanmakta olup, Şekil 3.14'de gösterilmiştir.



Şekil 3.14. CBS'nin temel bileşenleri (Derviş, 2015)

3.2.4.3. CBS'nin Metodolojisi

CBS, işleyişi belirli bir akış şeması içinde gerçekleşir ve belirli aşamalardan oluşur. Standart bir CBS akış şeması olmayıp, işlemlerin uygulama sırası aşağıda Şekil 3.15'te gösterilmiştir.



Şekil 3.15. Coğrafi bilgi sistemlerinin metodolojisi

CBS'in metodolojisini oluşturan bu işlemleri bir sıra dahilinde açıklaması aşağıda belirtilmiştir (Alpdemir, 2006).

- i. **Veri toplama:** sahada bizzat çalışarak elde edilen bilgilerin toparlanması şeklinde olabileceği gibi ilgili kurum ve kuruluşların hazır istatistiki bilgilerinden de faydalanılabilir.
- ii. **Veri işletimi:** elde edilen ham bilgilerin işlenmesi, kullanılabilir ve CBS için bir anlam ifade edebilir hale getirilmesidir.
- iii. **Veri yönetimi:** CBS için kullanılabilir hale gelen işlenmiş bilgilerin bilgisayar ortamına aktarılması ve en iyi şekilde idare edilmesini sağlayan bir yazılım kurulmasıdır. Yani kısaca bir veritabanı oluşturulması ve yine bu veritabanının oluşturulan yazılım ile yönetilmesidir. Yapılacak bu işlemler sonrasında hazırlanana veritabanı yönetimi yazılımı her türlü sorgulamaya cevap verebilecek nitelikte olmalıdır.
- iv. **Sorgulama ve analizler:** veri tabanı oluşturup, bunları kullanabilecek bir yazılım da hazırlandıktan sonra asıl CBS işlemlerine geçilebilir. Bunlar hazırlanan veri tabanı üzerinde bir takım sentezleme, sorgulama ve analizler gibi işlemlerin yapılmasıdır. temeli askeri kullanımlar olan haritacılık işlemlerin gelişmiş hali olan CBS günümüzde tüm kurum ve kuruluşların çok değişik amaçlar için kullanmaya başladığı bir sistem haline gelmiştir. Bu işlemlerin bir kısmı aşağıda belirtilmiştir.
 - i. Konumsal işlemler,
 - ii. Ağ analizleri ve istatistiksel analizler,
 - iii. Geometrik işlemler,
 - iv. Yükseklik analizleri ve Grid analizidir.

3.2.4.4. CBS'nin Uygulama Alanları

CBS günümüzde birçok sektörde faaliyet gösteren kurum ve kuruluşları tarafından değişik amaçlar için sıklıkla kullanılmaktadır. CBS'ye geniş veritabanı, bu taban üzerindeki değişik kullanım imkanları ve CBS üzerinde yapılan projelerin kullanılabilir olması özellikle teknolojiye paralel olarak sürekli geliştirilebilmesi imkanı bu istemin kullanımını 2000'li yıllardan itibaren hızla artırmıştır. Kısaca içerisinde konum bilgisi olan her türlü proje CBS için uygulama alanıdır. CBS'nin başlıca uygulama alanları (Nişancı ve Volkan, 2010);

- i. Kentsel ve bölgesel projeler ile planlamalar
- ii. Kadastro işlemleri,
- iii. Tarım uygulamaları,
- iv. Ormancılık sahasında planlama ve uygulamalar,
- v. Peyzaj,
- vi. Jeoloji,
- vii. Savunma ve güvenlik kuvvetlerinin proje ve planlamaları,
- viii. Turizm,
- ix. Arkeoloji,
- x. Yerel yönetim,
- xi. Nüfus,
- xii. Eğitim,
- xiii. Çevre,
- xiv. Sağlık vb. birçok alanda uygulanmaktadır ve her geçen gün daha fazla ve daha farklı amaçlar için kullanımı artmaktadır.

3.2.4.5. Coğrafi Analiz Sistemi (CAS)

CBS'nin kullanım alanlarından birisi de savunma ve güvenlik konularıdır. CBS değişik şekillerde güvenlik kuvvetleri tarafından kullanılmaktadır. Özellikle teröristle mücadele hareketinin planlanması ve operasyonların icrası ile yurt içi ve

yurt dışı askeri hareketin yönetiminde, içerdği konumsal bilgiler değişik programlarla analiz edilerek kullanılmaktadır. Bunlardan bir tanesi de Harita Genel Komutanlığınca geliştirilerek güvenlik kuvvetlerinin hizmetine sunulmuş olan CAS'tır.

Halihazırda kullanılan Coğrafi Analiz Sistemi V2.0 ile CBS verilerinin kullanıcılara üç boyutlu olarak kurumsal kapalı ağ üzerinden değişik analizler ile kullanılması imkanı verilmektedir.

3.2.4.5.(1). CAS'nin Özellikleri

CAS programı kullanıcılara coğrafi verilerin 3 boyutlu olarak görebilme ve analiz yapma imkanı vermektedir. Türkiye ve komşu ülkelerin sınıra yakın bölgelerine ait 1/25.000, 1/50.000, 1/100.000, 1/250.000 ölçekli yüksek çözünürlükte topoğrafik haritaları, uydu görüntüleri ve ortofoto görüntüleri vb. çeşitli vektörel verileri 3 boyutlu olarak değişik şekillerde analiz edilerek kullanmasına imkan vermektedir.

Coğrafi Analiz Sistemi ile:

- i. Raster ve vektör veritabanı katman mimarisinde kullanım için sunulmakta,
- ii. Sistem üzerinden yerleşim yerleri, coğrafi adlar veya bilinen bir noktanın konum bilgileri ile arama yapılabilmekte,
- iii. CBS vektör verileri, düzenlenebilmekte, görüntülenebilmekte ve saklanabilmekte,
- iv. Raster veya ortofoto harita altlıklarında görüntü analizi yapılmakta,
- v. Gerçek zamanlı görüş analizi yapılmakta, arazi profilleri veya kesitleri alınabilmekte,
- vi. Veritabanı üzerinde her türlü CBS analizleri yapılabilmekte,
- vii. Yapılan çalışmalar değişik şekillerde kaydedilerek ağ üzerinden diğer kullanıcılarla paylaşılabilmekte,

- viii. Tehdit küreleri yardımı ile güvenlik kuvvetlerinin icra edeceği görevler için, engel ve silah sistemlerine yönelik tehditleri analiz ederek, gerçek zamanlı uyarı sistemleri ile kullanıcılar uyarılabilmekte ve
- ix. Gerçek zamanlı insansız hava araçlarından gelen görüntüler veri tabanına eklenebilmektedir.

3.2.4.5.(2). CAS Menüleri ve Kullanımı

Coğrafi Analiz Sistemi V2.0 da yönetim menüler yardımı ile olmaktadır. Bu menüler ve alt grupları aşağıda verilmiştir. Kullanıcı kendi ihtiyacına göre istediği menüden faydalanabilmektedir. bu çalışmada kullandığımız menüler bir sıra dahilinde açıklanacaktır.



Şekil 3.16. Coğrafi analiz sistemi ana menü

3.2.4.5.(2).a Gösterim Menüsü

Katmanların yönetimi "Temel Görüntü Altlığı" bölümünden yapılmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada CAS'ni kullanmaya başlamadan önce Gösterim ana menüsünün alt başlığı olan Temel Görüntü Altlığı penceresinden seçim yapılacaktır.

Biz bu çalışmada temel görüntü altlığından ortofoto, uydu ve hava temel altlıklarını işaretleyerek elde ettiğimiz görüntüleri kullandık.



Şekil 3.17. Coğrafi analiz sistemi gösterim menüsü

3.2.4.5.(2). b. Benim Katmanlarım Menüsü

Kullanıcılar yaptıkları çalışmaları bu bölüme kayıt edebilmektedir. Ağ üzerinde herhangi bir yerde aynı kullanıcı adı ile sisteme girerek yapılmış olan çalışmayı kullanma imkanı vermektedir. Aynı zamanda yapılan ve sisteme kayıt edilen çalışmalardan diğer kullanıcılar da istifade edebilmektedir.



Şekil 3.18. CAS Benim Katmanlarım Menüsü

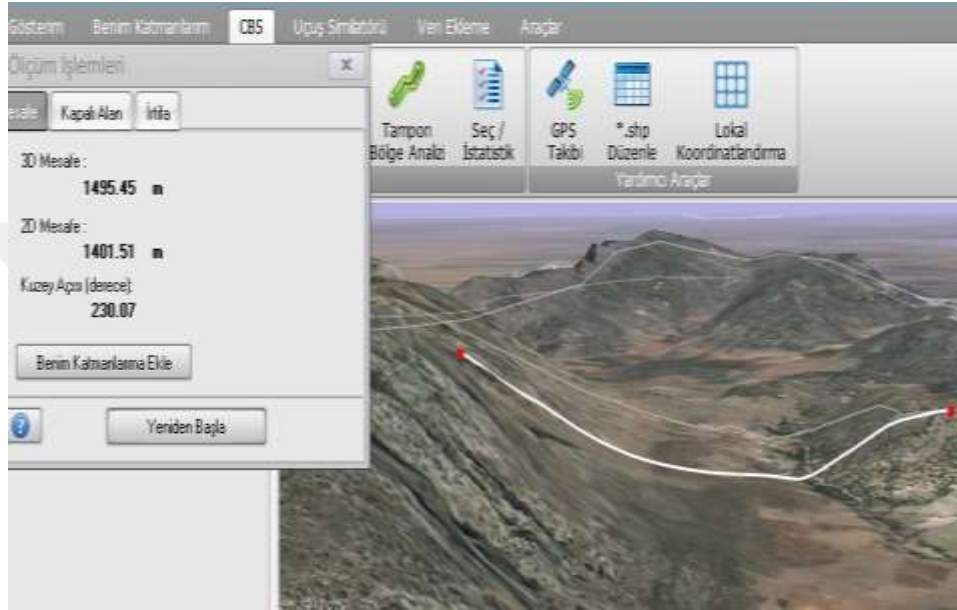
3.2.4.5.(2).c. CAS- CBS Menüsü:

Bu çalışmada CAS altında CBS'den elde edilen veriler kullanılmıştır. Özellikle yerleşim yerleri arası mesafeler CBS penceresinin ölçüm yap bölümü kullanılarak hesaplanmıştır.



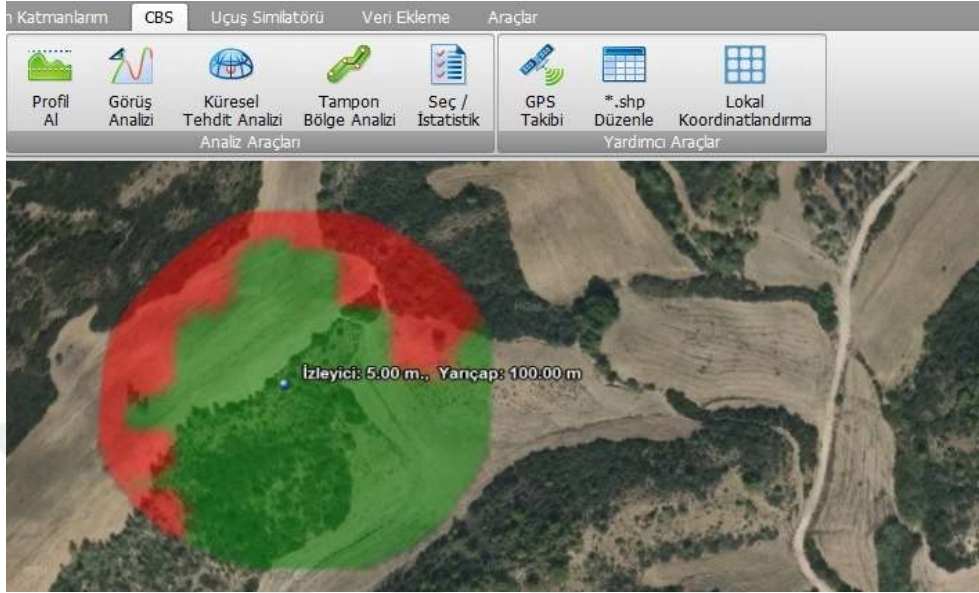
Şekil 3.18. CAS- CBS Menüsü:

Ölçüm penceresinden iki nokta arasında 2D ve 3D mesafe ölçümü yapılabilmektedir. Ölçüm tıklandıktan sonra ekranda bulunan noktaları fare yardımıyla kaydırarak ölçüm işlemi gerçekleştirilmektedir.



Şekil 3.19. CAS-CBS ile mesafe ölçümü

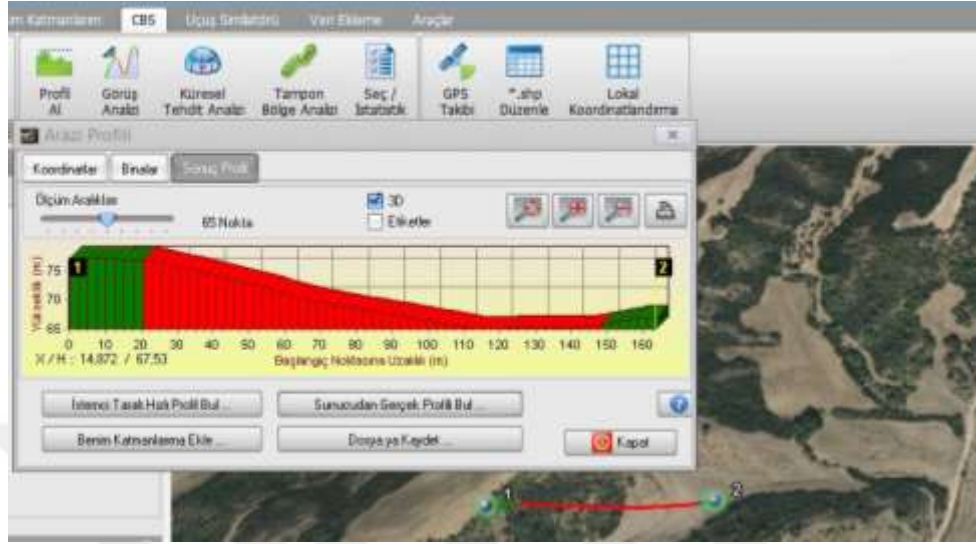
Çalışma kapsamında CAS kullanarak yaptığımız ikinci işlem ise görüş analizidir. Bu menü ile herhangi bir bölgede görünür ve görünmez bölge analizleri yapılabilmektedir. İşlem sonunda sistem kullanıcılara yapılan çalışmayı *.jpg formatında kayıt etme imkanı vermektedir.



Şekil 3.20. CAS-CBS görüş analizi.

Görüntü analizi ile her türlü konumsal veri görüntülenmekte ve sorgulanmakta, birliklerin arazi üzerindeki konumları, operasyon planlarının arazi üzerindeki analizleri yapılmakta, güncel verilerle harekât alanının görselliği artırılarak arazinin birliklerimiz üzerindeki etkileri değerlendirilebilmektedir.

Çalışma kapsamında CAS kullanılarak yaptığımız üçüncü çalışma ise profil (kesit) alma penceresi kullanılarak yapılmıştır. Profil Al menüsü tıklandıktan sonra ekran üzerinde başlangıç ve bitiş noktaları görünecektir. Bu iki nokta belirlendikten sonra kesit alınır. Sistem kullanıcılara koordinatları bilinen noktalar arasında da kesit alma imkanı vermektedir. Böyle durumlarda penceredeki koordinatlar bölümünden başlangıç ve bitiş koordinatları yazılarak sisteme giriş yapılır. Profil işlemi aynı zamanda görünür ve görünmez bölge analizi de yapmaktadır. Bu bölgelerin renk ayarlamaları da yapılabilmektedir.



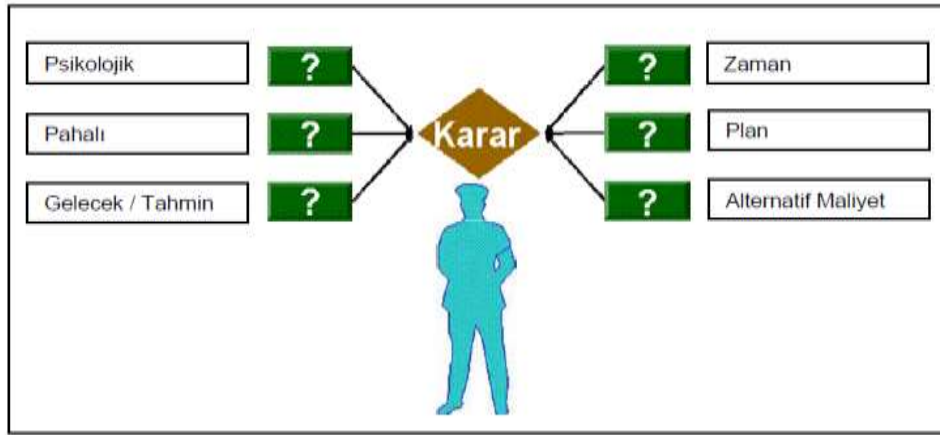
Şekil 3.21. CAS-CBS profil alma.

Profil (Kesit) alma işlemi hızlı bir şekilde hesaplanması isteniyorsa istemci tarafında hesapla butonu kullanılarak hesaplatılır. Daha hassas profil hesaplamasına ihtiyaç var ise sunucu tarafında hesaplama seçeneği seçilmelidir.

4. BULGULAR VE ARAŞTIRMALAR

Günümüzde, gelişen teknolojiye paralel olarak ülkemizdeki suç ve suç çeşitlilikleri ile suç sayılarındaki artış, vatandaşların güvenlik kuvvetlerinden beklentisinin de artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle suçun meydana gelmeden önlenmesi ve kolluk kuvvetlerinin caydırıcılığının artırılması için icra edilen faaliyetlere önleyici kolluk görevleri denmektedir.

Bu kapsamda, vatandaşların suçlu ve suç örgütlerine karşı yalnızlık hissine kapılmaması için güvenlik kuvvetlerinin görünür olması, olaylara müdahale sürelerinin kısalması ve sahada etkili olarak görev yapmaları gerekmektedir. Vatandaşların bu beklentisi güvenlik kuvvetlerinin icra ettiği devriye hizmetlerinin zamanında, etkin ve süratli olarak yerine getirilmesi ile yerine getirilmekte ve güvenlik kuvvetlerin imajı da olumlu etkilenmektedir.

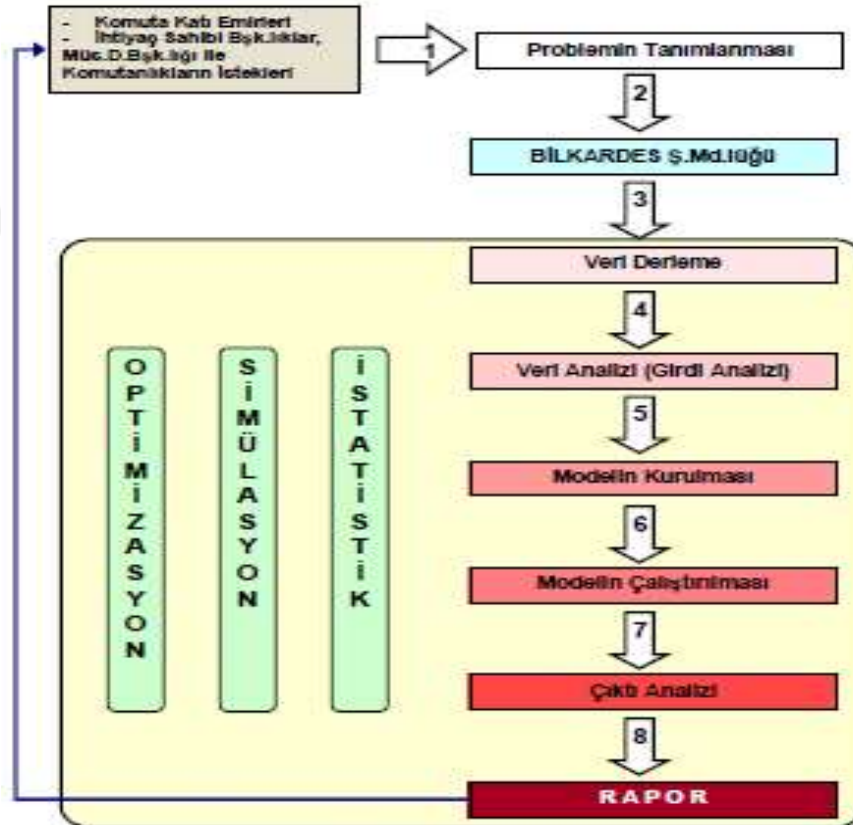


Şekil 4.1. Karar verme faaliyetlerinin başlıca özellikleri (J.Gn.K.lığı, 2014)

Bu yüzden bu hizmetlerinin ifasında kolluk kuvvetlerinin sahada en aktif görev yapan unsurları olan karakollar ile ilgili karar verme sürecinde mevcut alternatifler eldeki verilere göre analiz edilerek aralarından amaca en uygun olan seçilmeye çalışılmaktadır. Yönetsel bir işlev olan karar verme süreci aynı zamanda

kurumsal bir fonksiyon olduğu için kurumlar için stratejik seviyede önemlidir. Güvenlik Kuvvetleri açısından karar verme sürecinin özellikleri Şekil 4.1.'de gösterilmiştir.

Yerinde ve zamanında hızlı karar verebilmek için karara etki edecek verilerin tam ve doğru olarak toplanması gerekmektedir. Modern güvenlik kuvvetlerinde karar verme süreci bireysel değil amirlerin karargahı ile birlikte bilgi ve karar destek sistemleri destekli yaptıkları kurumsal bir süreçtir. Bu nedenle J.Gn.K.lığı karmaşık kurumsal ve yönetsel süreçlerin aşılması bilimsel destekli bir karar verme faaliyetleri için BİLKARDES Şube kurulmuş olup çalışma prensipleri Şekil 4.2.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. J.Gn.K.lığı bilimsel karar destek (BİLKARDES) faaliyetlerinde uygulanan süreç (J.Gn.K.lığı, 2015)

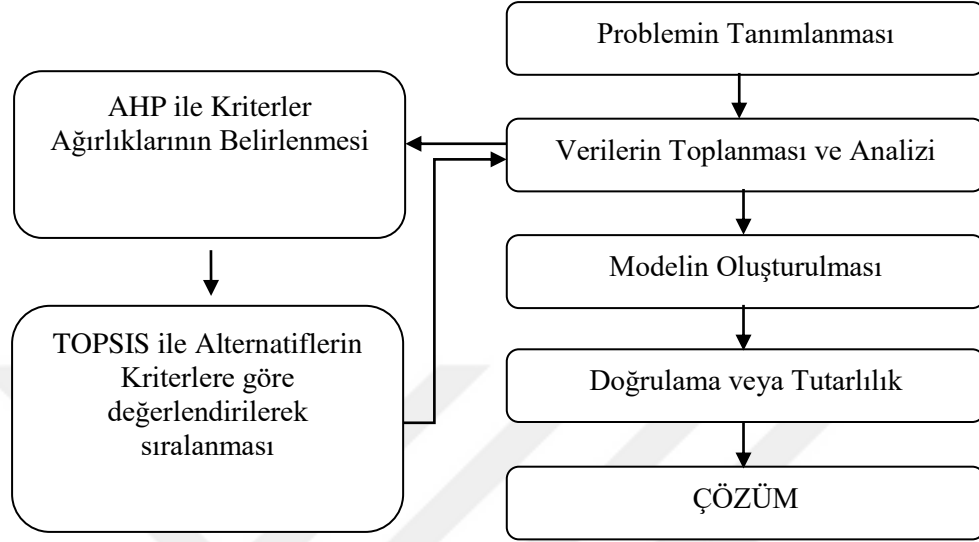
Günümüzde özel veya kamu fark etmez tüm kurum ve kuruluşları ile işletmeler için karar verme süreçlerinde etkinlik ve verimliliğin artırılmasına yönelik çalışmaların bilimsel yöntemler kullanılarak yapılan analizlerle desteklenmesi kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu bağlamda bilimsel çağdaş yöntemlerin uygulanan geleneksel yöntemlerden en önemli farkı;

- i. Daha yoğun, tam ve doğru bilgi ile
- ii. Problemleri çözme süreçlerinde bir sistem yaklaşımının kullanılmasıdır.

Kısaca problemlerin çözümüne yönelik bilimsel karar verme sürecini;

- i. Problemin açık bir şekilde tanımlanması,
- ii. İhtiyaç duyulan verilerin tam ve doğru olarak toplanması ve derlenmesi,
- iii. Analitik modelin kurulması ve uygun metotlarla çözülmesi,
- iv. Modelin ve çözümün test edilip tutarlı olup olmadığının kontrol edilmesi,
- v. Objektif karara esas olan karar alternatiflerinin tespit edilerek değerlendirmeleri ile birlikte karar makamına sunulması olarak tanımlayabiliriz.

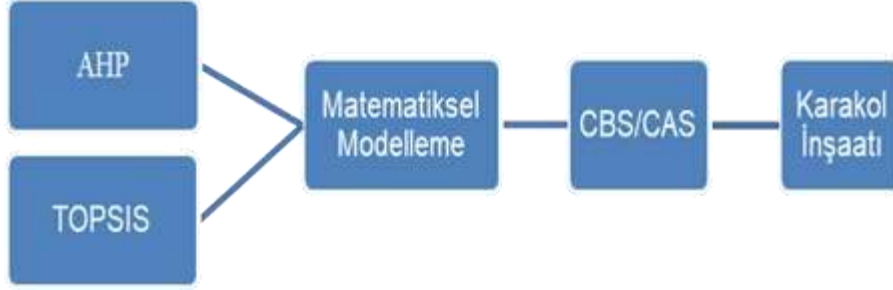
Bu çalışmada jandarma karakolu kuruluş yeri seçimi probleminde önerdiğimiz çözüm metodolojisinin ÇKKV tekniklerinin kullanıldığı verilerin tam ve doğru olarak toplanıp analiz edildiği kısmının ana adımları Şekil 4.3.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Problemin ÇKKV yöntemleri ile çözülen kısmının metodolojisi

Yukarıda çalışmamızın ÇKKV teknikleri ile yapılan kısmı açıklanmıştır. Bu kısımda, öncelikle problem olarak Jandarma karakolu tesis yeri seçimi ele alınmış, problemin anlaşılması için jandarma teşkilatı ve jandarma karakolu anlatılarak problem tanımlanmıştır. Bu kapsamda güncel mevzuat incelenmiş, mevzuata göre karakol kuruluş yerinin belirlenmesinde dikkate alınması gereken hususlar belirlenmiş, müteakiben 10 yıl ve üzeri tecrübesi olan özellikle Karakol Komutanlığı ve daha üst seviye karar verme mekanizmasında yer almış jandarma personeli ile görüşmeler yapılmıştır.

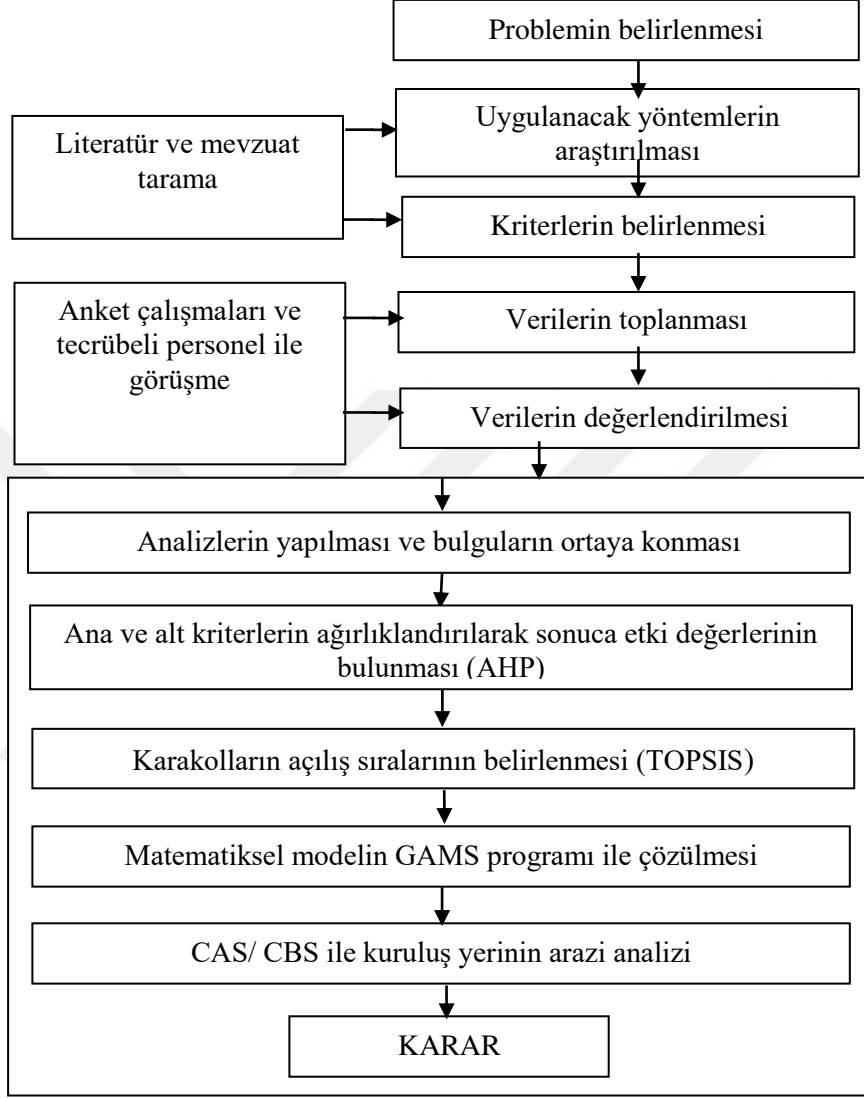
Veri toplama ve analiz aşamasında karakol sorumluluk sahası ile ilgili bilgiler toplanmış, bu kapsamda adli olay sayıları, cinsleri, bölgede yaşayan nüfus ve yerleşim yerlerinin birbirine mesafesi gibi veriler toplanarak analiz edilmiştir. İlerleyen aşamalarda bu veriler matematiksel modelde kullanılmadan önce ÇKKV ile karakolun açılmasına etki eden kriterlerin ağırlıklandırması ve bu ağırlıklandırmaya göre açılacak karakolların sıralanması maksadıyla kullanılmıştır.



Şekil 4.4. Önerilen metodolojinin tamamının şematik gösterimi

Bu problemin çözümünde neden ÇÇKV tekniklerinden faydalandığımız sorusuna, yaptığımız literatür araştırmalarda birçok farklı problem için tek veya daha fazla ÇKKV tekniğinin bütünsel olarak etkin bir şekilde kullanıldığı görülmüşü diye cevap verebiliriz. Bu taramalarda, bu konuda birçok akademik çalışma ve yayın yapıldığı görülmüştür. Ancak güvenlik kuvvetleri ile ilgili sınırlı sayıda da olsa akademik çalışma olmasına rağmen 1839 yılından bu yana ülkemizin en ücra köşelerinde 2000'e yakın karakolu ile kamu hizmeti veren jandarma karakollarının kuruluş yerleri ile ilgili bir çalışma olmadığı görülmüştür. Bu çalışma ile bu eksiklik giderilmeye çalışılmıştır.

Stratejik bir karar olduğunu değerlendirdiğimiz kuruluş yeri seçimi problemlerini etkileyen pek çok kriter bulunmakta ve bu kriterlerin bir kısmı da birbiri ile çelişebilmektedir. Bu özelliği nedeniyle çok kriterli kuruluş yeri seçimi problemlerinin karar aşamasında tüm değerlendirme kriterlerinin göz önüne alınması gerekmekte olup, sağlıklı bir analiz için bazı ölçme ve değerlendirme işlemleri yapılacaktır.



Şekil 4.5. Karakol kuruluş yeri seçimi çalışmasının uygulama süreci

Bilimsel analizlere önem verilmeyen karar mekanizmaları daha çok geleneksel metotlardan yararlanmaktadır. Çoğunlukla da karar verici en üst amirin talimatları çok fazla değerlendirme sürecinden geçirilmeden uygulanmaktadır.

Ancak günümüzde, problemler karmaşık yapıdadır ve çok fazla veri içermektedir. Bu nedenle etkili bir karar verme için bu karmaşık yapının uygun

metotlarla sade ve anlaşılır hale getirildiği, verilerin yine bilimsel metotlarla analiz edilip kullanılabilir hale getirildiği karar verme süreçlerinin kullanılması zaruret haline gelmiştir. Bu şekilde desteklenen bir karar, amirin veya karar vericilerin sezgi ve tecrübeleri ile birleştirilip kurumların kullandığı bilgi sistemlerinin desteği de eklenince alınan karar azami faydayı sağlayacaktır.

J.Gn.K.lığında özellikle personel yönetimi, eğitim öğretim, teşkilat yapısı ve kadroların belirlenmesi, her türlü malzeme ve teçhizat planlamaları vb. faaliyetlerde ihtiyaçların tespiti, bunların önceliklendirilmesi ve alternatiflerin seçimi gibi sayılar verilere dayalı karar faaliyetlerinde karar verme sürecine bilimsel yöntemler ile destek verilmesi kurumunun etkinliği ve verimliliğini olumlu yönde etkileyerek kurumsal başarıyı artıracaktır.

Çünkü yapılacak ölçme ve değerlendirme işlemleriyle problemin çözümüne eki eden tüm kriterlerin önem dereceleri veya ağırlıkları bulunmuş olacaktır. Böylece kriterler belli bir yönteme göre ölçülüp değerlendirmeden alınacak sezgisel kararlar ile bazı yanlış kararlar alınmasının önüne geçilmiş olacaktır (Aksakal ve Dağdeviren, 2010).

Bu yüzden Bu çalışmada bir ilimizde bir sıra dahilinde yeniden açılmasına karar verilen üç jandarma karakolu bilimsel metotlarla incelenmiştir. Bu kapsamda jandarma teşkilatında en az 10 yıl mesleki geçmişi olan karakol komutanı ve daha üst seviye karar mekanizmasında görev yapmış jandarma personelinin görüşü alınarak jandarma karakollarının açılmasına etki den 6 ana kriter belirlenmiştir. daha sonra bu 6 ana kriter tek, tek incelenmiş bunlara ait toplam 24 alt kriter tespit edilmiştir. Tespit edilen 6 ana ve 24 alt ana kriterin ağırlıkları AHP ile tespit edilmiş, ana ve alt kriterlerin ağırlıkları çarpılarak her bir alt kriterin nihai sonuca etki değerleri elde edilmiştir. Daha sonra bu sonuca etki değerleri ve TOPSIS yöntemi tümleşik olarak kullanılarak açılması planlanan jandarma karakolları sıralanmıştır. Bu sıralama yapıp ilk açılacak jandarma karakoluna karar verildikten sonra oluşturulan matematiksel model GAMS bilgisayar programında çalıştırılarak kurulacak olan karakolun sorumluluk sahasındaki en uygun yerleşim

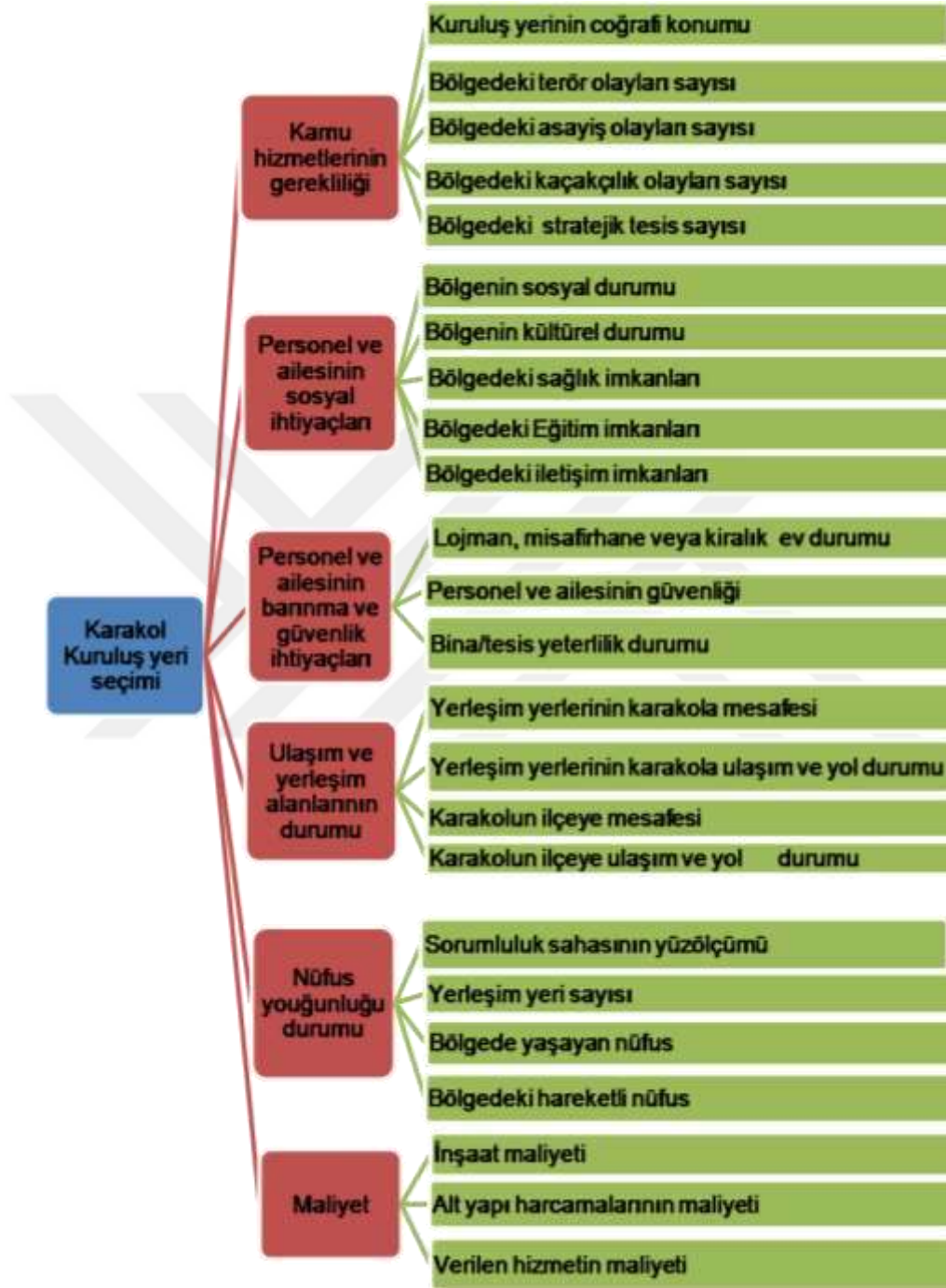
yeri tespit edilmiştir. Bu yerleşim yerine karar verildikten sonra nihai aşamada karakol inşaatı yapılacak coğrafi alanın CAS/CBS ile arazi analizi yapılmıştır. Bu maksatla yapılan bu çalışmanın uygulama süreci Şekil 4.5.'de şematik olarak ifade edilmiştir.

4.1. Karakol Kuruluş Yerinin Belirlenmesine Etki Eden Kriterlerin AHP ile Ağırlıklandırılması

Güncel mevzuatta belirtilen jandarma karakolların sorumluluk alanlarının belirlenmesinde kullanılan kriterler, yukarıda belirttiğimiz hususlar ve jandarma personelinin görüşü göz önüne alındığında karakol kuruluş yerlerinin seçimine etki eden 6 ana kriterler tespit edilmiştir. Daha sonra bu kriterlerin hepsi tek, tek değerlendirilerek alt kriterler tespit edilmiştir. Bu kriterlerinin karar verme sürecine etkisinin sayısal olarak ifade edilmesi ve kriterlerin ağırlık değerlerin tespiti maksadıyla AHP yöntemi uygulanmıştır. İlk önce ana kriterler AHP ile değerlendirilecek, daha sonra bu ana kriterlerin alt kriterleri AHP ile değerlendirilecek ve son olarak her bir alt kriterin ağırlık değeri ile üst kriterin ağırlık değerleri çarpılarak her bir alt kriterin sonuca etki değerleri bulunmuş olacaktır.

Bu kapsamda değerlendirmeye aldığımız ana kriterler aşağıda belirtilmiştir.

- i. Kamu hizmetlerinin gerekliliği,
- ii. Personel ve ailesinin sosyal ihtiyaçları,
- iii. Personel ve ailesinin barınma ve güvenlik ihtiyaçları,
- iv. Ulaşım ve yerleşim alanlarının durumu,
- v. Nüfus durumu/yoğunluğu ve
- vi. Maliyettir.



Şekil 4.6.Problemin tanımı, kriterleri ve alt kriterlerini gösteren hiyerarşik yapı

4.1.1. Ana Kriterlerin AHP ile Ağırlıklandırılması

Tespit edilen bu altı ana kriterlerin ağırlıklandırılması maksadı ile AHP ile analiz sürecinde; görüşüne başvurulana jandarma personelinin her bir kriter için yaptığı ikili karşılaştırmaların aritmetik ortalaması alınarak karar matrisi aşağıda belirtildiği şekilde oluşturulmuştur. Burada ana kriterler;

- i. K₁; Kamu hizmetlerinin gerekliliği,
- ii. K₂; Personel ve ailesinin sosyal ihtiyaçları,
- iii. K₃; Personelin barınma ve güvenlik ihtiyaçları,
- iv. K₄; Ulaşım ve yerleşim alanlarının durumu,
- v. K₅; Nüfus durumu/yoğunluğu ve
- vi. K₆; Maliyet olarak değerlendirmeye tutulmuştur.

Çizelge 4.1. Ana kriterlerin ikili karşılaştırma değerleri

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆
K ₁	1.00	5.00	3.50	7.13	7.50	8.75
K ₂	0.20	1.00	0.64	2.38	3.63	5.25
K ₃	0.29	1.55	1.00	5.50	5.63	7.25
K ₄	0.14	0.42	0.18	1.00	3.63	4.75
K ₅	0.13	0.28	0.18	0.28	1.00	3.50
K ₆	0.11	0.19	0.14	0.21	0.29	1.00

Daha sonra AHP süreci işletilmiş ve yapılan hesaplamalar sonucunda kriterlerin önem derecelerini gösteren w sütun matrisi;

$$w = \begin{bmatrix} 0.4686 \\ 0.1372 \\ 0.2241 \\ 0.0901 \\ 0.0522 \\ 0.0278 \end{bmatrix}$$

şeklinde elde edilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda Tutarlılık Oranı CI=0,0855 olarak tespit edilmiş olup CI<0,1 olduğu için yapılan işlem tutarlıdır.

Müteakip aşamada ana kriterlerin hepsinin alt kriterleri belirlenmiş ve aynı şekilde AHP ile ağırlıklandırılmıştır.

4.1.2. Kamu Hizmetlerinin Gerekliliği Kriterinin Alt Kriterlerinin AHP ile Ağırlıklandırılması

Asli görevi emniyet ile asayiş temin ederek kamu düzenini sağlamak olan jandarmanın bu görevlerini yerine getirme zorunluluğunu yani sorumluluk bölgesini kontrol edebilmeyi ifade etmektedir. Alt kriterleri;

- i. K₁₁; Kuruluş yerinin coğrafi konumu,
- ii. K₁₂; Bölgede meydana gelen asayiş olayları,
- iii. K₁₃; Bölgede meydana gelen terör olayları
- iv. K₁₄; Bölgede meydana gelen KOM olayları,
- v. K₁₅; Bölgedeki kritik, stratejik ve ekonomik tesis sayısıdır.

Görüşüne başvurulmuş jandarma personelinin Kamu hizmetlerinin gerekliği kriterine ait her bir alt kriter için yaptığı ikili karşılaştırmaların aritmetik ortalaması alınarak karar matrisi aşağıda belirtildiği şekilde oluşturulmuştur.

Çizelge 4.2. Kamu hizmetleri gerekleri ana kriterinin alt kriterlerinin ikili karşılaştırma değerleri

	K ₁₁	K ₁₂	K ₁₃	K ₁₄	K ₁₅
K ₁₁	1,00	0,27	0,12	0,16	0,24
K ₁₂	3,74	1,00	0,12	0,22	1,29
K ₁₃	8,22	8,46	1,00	4,11	5,44
K ₁₄	6,18	4,57	0,24	1,00	0,63
K ₁₅	4,09	0,77	0,18	1,59	1,00

Daha sonra AHP süreci işletilmiş ve yapılan hesaplamalar sonucunda kriterlerin önem derecelerini gösteren w sütun matrisi,

$$w = \begin{bmatrix} 0,0370 \\ 0,0959 \\ 0,5456 \\ 0,1858 \\ 0,1356 \end{bmatrix}$$

şeklinde ortaya çıkmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda Tutarlılık Oranı $CI=0,0846$ olarak tespit edilmiş olup, $CI<0,1$ olduğu için yapılan işlem tutarlıdır.

4.1.3. Jandarma Personeli ve Ailesinin Sosyal İhtiyaçları Kriterinin Alt Kriterlerinin AHP ile Ağırlıklandırılması

Karakolda görev yapacak personel ve ailesinin, alışveriş ihtiyaçlarını (market, pastane, kırtasiye, züccaciye vs.), kültürel faaliyetlerini (sinema, tiyatro, spor alanı, turizm vs.), sağlık, eğitim ve iletişim(muhabere ve elektronik bilgi sistemleri imkanları,internet, GSM, telefon, posta, kargo..vs) ihtiyaçlarının karşılanma durumudur. Bu husus araştırmacılar tarafından da dikkate alınmıştır (Erciyes ve Gencer, 2005). Alt kriterleri;

- i. K_{21} ; Bölgenin sosyal durumu,
- ii. K_{22} ; Bölgenin kültürel durumu,
- iii. K_{23} ; Bölgedeki sağlık imkanları,
- iv. K_{24} ; Bölgedeki eğitim imkanları ve
- v. K_{25} ; Bölgedeki iletişim imkanlarıdır.

Çizelge 4.3. Jandarma personeli ve ailesinin sosyal ihtiyaçları ana kriterinin alt kriterlerinin ikili karşılaştırma değerleri

	K ₂₁	K ₂₂	K ₂₃	K ₂₄	K ₂₅
K ₂₁	1,00	3,40	0,15	0,15	0,28
K ₂₂	0,29	1,00	0,13	0,14	0,33
K ₂₃	6,79	7,88	1,00	2,00	4,80
K ₂₄	6,65	7,03	0,50	1,00	5,00
K ₂₅	3,57	3,00	0,21	0,20	1,00

Görüşüne başvuru jandarma personelinin, personel ve ailesinin sosyal ihtiyaçları kriterine ait her bir alt kriter için yaptığı ikili karşılaştırmaların aritmetik ortalaması alınarak karar matrisi yukarıda belirtildiği şekilde oluşturulmuştur.

Daha sonra AHP süreci işletilmiş ve yapılan hesaplamalar sonucunda kriterlerin önem derecelerini gösteren w sütun matrisi,

$$w = \begin{bmatrix} 0,0698 \\ 0,0390 \\ 0,4443 \\ 0,3310 \\ 0,1159 \end{bmatrix}$$

şeklinde ortaya çıkmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda Tutarlılık Oranı CI=0,0834 olarak tespit edilmiş olup, CI<0,1 olduğu için yapılan işlem tutarlıdır.

4.1.4. Jandarma Personeli ve Ailesinin Barınma ve Güvenlik İhtiyaçları Kriterinin Alt Kriterlerinin AHP ile Ağırlıklandırılması

Karakolda görev yapacak personelin kalabileceği misafirhane, lojman veya kuruluş yerindeki meskun mahaldeki kiralık ev durumu ile burada görev yapan personelin görev haricinde kendisi veya ailesi bölgede yaşamlarını icra ederken

karşı karşıya kaldıkları güvenlik ihtiyaçlarının karşılanma durumunu göstermektedir. Alt kriterleri;

- i. K_{31} ; Lojman, misafirhane veya kiralık ev durumu,
- ii. K_{32} ; Personel ve ailesinin güvenliği ve
- iii. K_{33} ; Bina/tesis yeterlilik (su, elektrik, jeneratör, kanalizasyon vs.) durumudur.

Görüşüne başvuru jandarma personelinin, personel ve ailesinin barınma ve güvenlik ihtiyaçları kriterine ait her bir alt kriter için yaptığı ikili karşılaştırmaların aritmetik ortalaması alınarak karar matrisi aşağıda belirtildiği şekilde oluşturulmuştur.

Çizelge 4.4. Jandarma personel ve ailesinin barınma ve güvenlik ihtiyaçları ana kriterinin alt kriterlerinin ikili karşılaştırma değerleri.

	K_{31}	K_{32}	K_{33}
K_{31}	1,00	0,18	0,29
K_{32}	5,47	1,00	4,20
K_{33}	3,41	0,24	1,00

Daha sonra AHP süreci işletilmiş ve yapılan hesaplamalar sonucunda kriterlerin önem derecelerini gösteren w sütun matrisi,

$$w = \begin{bmatrix} 0,0944 \\ 0,6740 \\ 0,2316 \end{bmatrix}$$

şeklinde ortaya çıkmıştır. yapılan hesaplamalar sonucunda Tutarlılık Oranı $CI=0,0911$ olarak tespit edilmiş olup, $CI<0,1$ olduğu için yapılan işlem tutarlıdır.

4.1.5. Sorumluluk Bölgesindeki Ulaşım ve Yerleşim Alanlarının Durumu Kriterinin Alt Kriterlerinin AHP ile Ağırlıklandırılması

Karakolun kurulduğu yerdeki meskun mahal ile sorumluluk sahasındaki yerleşim yerlerine ve ilçeye olan ulaşımı sağlayan yol durumudur. Bu durum bir olay meydana geldiği zaman jandarmanın en kıza zamanda müdahale etmesini sağlayacağı için veya ilçe merkezinden takviye ihtiyaç duyulduğunda en kısa sırada gelmesi için önemlidir.

Ulaşım imkanlarının gelişmiş olması farklı noktalarda görev yapan veya karakolda hazır bulunan jandarma devriyelerinin istenildiğinde çok kısa bir süre içerisinde belirli noktalara ulaşmalarını ve etkin şekilde koordineli olarak hareket etmelerini sağlayacaktır. aynı zamanda takviye kuvvet ihtiyacı olduğunda da takviye kuvvetler ile yine olay yerinde ihtiyaç duyulacak ambulans, itfaiye gibi araçlarından hızlı bir şekilde olay yerine gelebilmesine imkan vermektedir. Alt kriterler;

- i. K₄₁; Bölgedeki yerleşim yerlerinin karakola mesafesi,
- ii. K₄₂; Bölgedeki yerleşim yerleri ile karakol arasındaki ulaşım durumu ve bu ulaşımı sağlayan yol durumu,
- iii. K₄₃; Karakolun ilçe merkezinde bulunan ilçe jandarma komutanlığına olan mesafesi ve
- iv. K₄₄; Karakol ile ilçe jandarma arasında ulaşımı sağlayan yolun durumudur.

Görüşüne başvurulmuş jandarma personelinin sorumluluk bölgesindeki ulaşım ve yerleşim alanlarının durumu ana kriterine ait her bir alt kriter için yaptığı ikili karşılaştırmaların aritmetik ortalaması alınarak karar matrisi aşağıda belirtildiği şekilde oluşturulmuştur.

Çizelge 4.5. Sorumluluk bölgesindeki ulaşım ve yerleşim alanlarının durumu ana kriterinin alt kriterlerinin ikili karşılaştırma değerleri.

	K ₄₁	K ₄₂	K ₄₃	K ₄₄
K ₄₁	1,00	0,33	5,22	3,22
K ₄₂	3,00	1,00	7,22	5,22
K ₄₃	0,19	0,14	1,00	0,26
K ₄₄	0,31	0,19	3,86	1,00

Daha sonra AHP süreci işletilmiş ve yapılan hesaplamalar sonucunda kriterlerin önem derecelerini gösteren w sütun matrisi

$$w = \begin{bmatrix} 0,2641 \\ 0,5558 \\ 0,0526 \\ 0,1271 \end{bmatrix}$$

şeklinde ortaya çıkmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucu Tutarlılık Oranı CI=0,0672 olarak hesaplanmış olup, CI<0,1 olduğu için yapılan işlem tutarlıdır.

4.1.6. Bölgedeki Nüfus Durumu/Yoğunluğu Kriterinin Alt Kriterlerinin AHP ile Ağırlıklandırılması

Karakolun sorumluluk sahasını oluşturacak olan yerleşim yerlerinin büyüklüğü(yüzölçümü), bu yerleşim yerlerinin sayısı, buralarda yaşayan nüfus ile bölgeye gelen turist, tarım işçileri, göçer, yaylacı vb. hususlardan kaynaklanan hareketli nüfusun durumudur. Alt kriterleri;

- i. K₅₁; Sorumluluk sahasının büyüklüğü (yüzölçümü),
- ii. K₅₂; Bölgedeki yerleşim yeri sayısı,
- iii. K₅₃; Bölgede yaşayan nüfus ve
- iv. K₅₄; Bölgedeki hareketli nüfusun durumudur.

Görüşüne başvurulmuş jandarma personelinin sorumluluk bölgesindeki nüfus durumu/yoğunluğu ana kriterine ait her bir alt kriter için yaptığı ikili karşılaştırmaların aritmetik ortalaması alınarak karar matrisi aşağıda belirtildiği şekilde oluşturulmuştur

Çizelge 4.6. Sorumluluk bölgesindeki ulaşım ve yerleşim alanlarının durumu ana kriterinin alt kriterlerinin ikili karşılaştırma değerleri.

	K ₅₁	K ₅₂	K ₅₃	K ₅₄
K ₅₁	1,00	0,46	0,23	0,25
K ₅₂	2,17	1,00	0,43	0,18
K ₅₃	4,28	2,31	1,00	0,28
K ₅₄	4,06	5,51	3,60	1,00

Daha sonra AHP süreci işletilmiş ve yapılan hesaplamalar sonucunda kriterlerin önem derecelerini gösteren w sütun matrisi

$$w = \begin{bmatrix} 0,0814 \\ 0,1212 \\ 0,2434 \\ 0,5540 \end{bmatrix}$$

şeklinde ortaya çıkmıştır. yapılan hesaplamalar sonucu Tutarlılık Oranı CI=0,0752 olarak hesaplanmış olup, CI<0,1 olduğu için yapılan işlem tutarlıdır.

4.1.7. Maliyet Kriterinin Alt Kriterlerinin AHP ile Ağırlıklandırılması

Bölgenin inşaat imkanları, yapılacak inşaatın maliyeti ve karakol hizmet vermeye başladıktan sonra hizmetlerin yürütülmesi esnasında ortaya çıkacak maliyettir. Mesela hiç yol, su ve elektrik olmayan yere inşaat yapılırsa bunun getireceği ilave inşaat ve devamında su ve elektrik sağlamak için yapılacak yatırımlar, sırf coğrafi konumundan dolayı hakim fakat yerleşim yerlerine uzak olan bir yere kurulan karakoldaki hizmetlerin vatandaşa ulaştırılması için yapılan

harcamalar ile vatandaşların karakola ulaşmak için yapacağı harcamalar bu durumu ifade etmektedir. Maliyetin alt kriterleri;

- i. K_{61} ; Karakol kurulurken yapılan inşaat maliyeti,
- ii. K_{62} ; Karakolun elektrik, su, yol ve kanalizasyon gibi alt yapı harcamaları ile
- iii. K_{63} ; Karakol kurulduktan sonra hizmetlerin ifası esnasında yapılan harcamalarıdır. Görüşüne başvurulmuş jandarma personelinin maliyet ana kriterine ait her bir alt kriter için yaptığı ikili karşılaştırmaların aritmetik ortalaması alınarak karar matrisi aşağıda belirtildiği şekilde oluşturulmuştur

Çizelge 4.7. Maliyet ana kriterinin alt kriterlerinin ikili karşılaştırma değerleri

	K_{61}	K_{62}	K_{63}
K_{61}	1,00	0,28	0,15
K_{62}	3,58	1,00	0,23
K_{63}	6,85	4,44	1,00

Daha sonra AHP süreci işletilmiş ve yapılan hesaplamalar sonucunda kriterlerin önem derecelerini gösteren w sütun matrisi

$$w = \begin{bmatrix} 0,0810 \\ 0,2175 \\ 0,7015 \end{bmatrix}$$

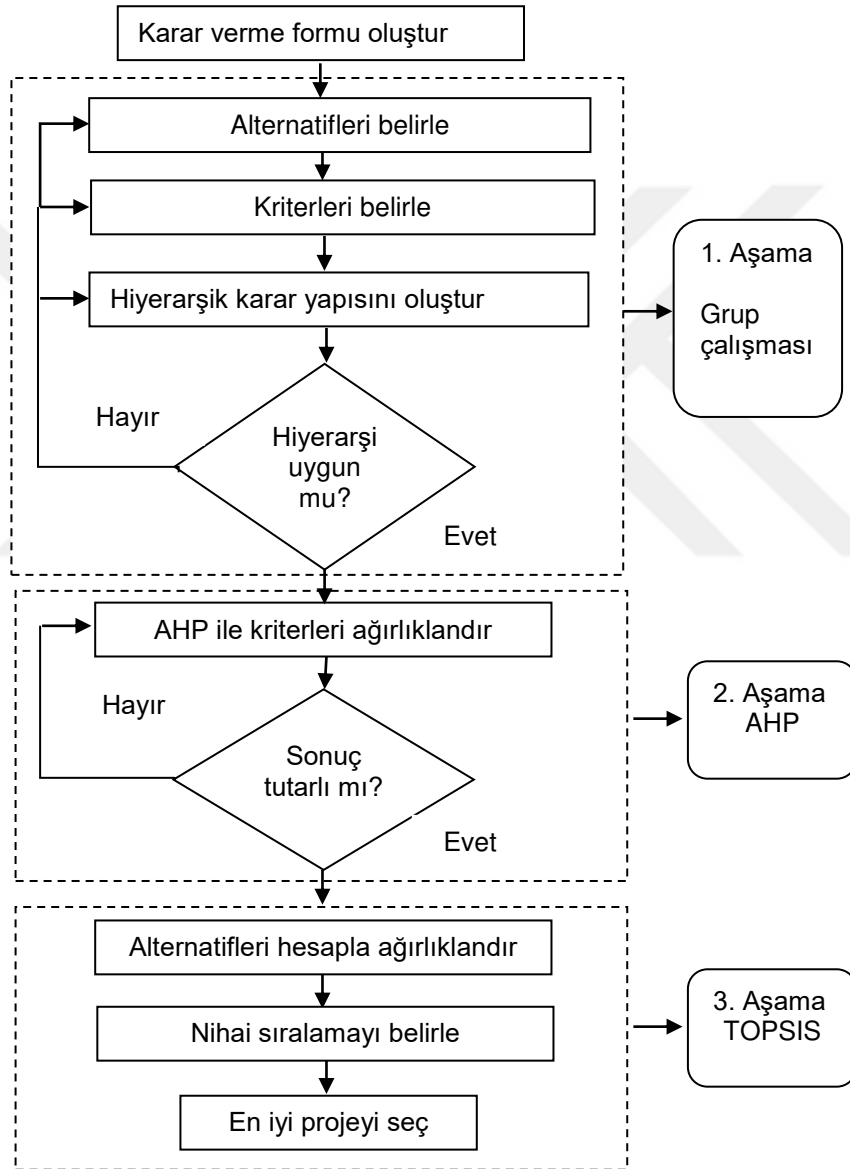
şeklinde ortaya çıkmıştır. yapılan hesaplamalar sonucunda Tutarlılık Oranı $CI=0,0693$ olarak tespit edilmiş olup, $CI<0,1$ olduğu için yapılan işlem tutarlıdır. Yapılan değerlendirmelerden sonra yapılan tutarlılık analizleri sonucunda yapılan işlemlerin tutarlı olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.8. Karakol kuruluş yerinin değerlendirilmesi için tespit edilen kriter ağırlıklarının sonuca etkisi.

Ana kriter	Ağırlığı	Alt kriter	Ağırlığı	Sonuca etkisi
Kamu hizmetlerinin gerekliliği	0,4686	Kuruluş yerinin coğrafi konumu	0,0370	0,0173
		Bölgedeki asayiş olayları sayısı	0,0959	0,0450
		Bölgedeki TEM olayları sayısı	0,5456	0,2557
		Bölgedeki KOM olayları sayısı	0,1858	0,0871
		Bölgedeki kritik ve stratejik tesis sayısı	0,1356	0,0636
Personel ve ailesinin sosyal ihtiyaçları	0,1372	Bölgenin sosyal durumu	0,0698	0,0096
		Bölgenin kültürel durumu	0,0390	0,0053
		Bölgedeki sağlık imkanları	0,4443	0,0609
		Bölgedeki eğitim imkanları	0,3310	0,0454
		Bölgedeki iletişim imkanları	0,1159	0,0159
Personel ve ailesinin barınma ve güvenlik ihtiyaçları	0,2241	Lojman, misafirhane veya kiralık ev durumu	0,0944	0,0212
		Personel ve ailesinin güvenliği	0,6740	0,1510
		Bina/tesis yeterlilik durumu	0,2316	0,0519
Ulaşım ve yerleşim alanlarının durumu,	0,0901	Yerleşim yerlerinin karakola mesafesi	0,2641	0,0238
		Yerleşim yerlerinin karakola ulaşım ve yol durumu	0,5558	0,0501
		Karakolun ilçeye mesafesi	0,0526	0,0047
		Karakol ile ilçeye ulaşım ve yol durumu	0,1275	0,0115
Nüfus durumu/ yoğunluğu	0,0522	Sorumluluk sahasının yüzölçümü	0,0814	0,0042
		Yerleşim yeri sayısı	0,1212	0,0063
		Bölgede yaşayan nüfus	0,2434	0,0127
		Bölgedeki hareketli nüfus	0,5540	0,0289
Maliyet	0,0278	İnşaat maliyeti	0,0810	0,0023
		Alt yapı harcamalarının maliyeti	0,2175	0,0060
		Verilen hizmetin maliyeti	0,7015	0,0195

4.2. Alternatiflerin TOPSIS ile Sıralanması.

AHP ile yapılan ağırlıklandırma sonucu yukarıda elde edilen değerler ve TOPSIS metodu kullanılarak yapılan sıralama sonucunda karakolların bir sıra dahilinde açılma önceliği belirlenmiş olacaktır.



Şekil 4.7. Tümüleşik AHP-TOPSIS uygulama akış şeması

Çalışmanın bu kısmı üç aşamadan oluşmaktadır. AHP-TOPSIS yöntemlerinin tümleşik olarak kullanılması ile yapılan bu çalışmanı bu kısmının akış şeması Şekil 4.7’de gösterilmiştir. Bu kapsamda yeniden açılarak hizmete başlaması planlanan X, Y ve Z jandarma karakollarının açılış sırası TOPSIS yöntemi ile yapılacak hesaplamalar ile belirlenecek olup, bu aşamada AHP ile elde edilen ağırlık değerleri de kullanılacaktır.

Çizelge 4.9. TOPSIS’te kullanılacak kriterlerin ağırlıkları

Kriter	Kodu	Ağırlık değeri
Kuruluş yerinin coğrafi konumu	K ₁₁	0,0173
Bölgedeki asayiş olayları sayısı	K ₁₂	0,0450
Bölgedeki TEM olayları sayısı	K ₁₃	0,2557
Bölgedeki KOM olayları sayısı	K ₁₄	0,0871
Bölgedeki kritik ve stratejik tesis sayısı	K ₁₅	0,0636
Bölgenin sosyal durumu	K ₂₁	0,0096
Bölgenin kültürel durumu	K ₂₂	0,0053
Bölgedeki sağlık imkanları	K ₂₃	0,0609
Bölgedeki eğitim imkanları	K ₂₄	0,0454
Bölgedeki iletişim imkanları	K ₂₅	0,0159
Lojman, misafirhane veya kiralık ev durumu	K ₃₁	0,0212
Personel ve ailesinin güvenliği	K ₃₂	0,1510
Bina/tesis yeterlilik durumu	K ₃₃	0,0519
Yerleşim yerlerinin karakola mesafesi	K ₄₁	0,0238
Yerleşim yerlerinin karakola ulaşım ve yol durumu	K ₄₂	0,0501
Karakolun ilçeye mesafesi	K ₄₃	0,0047
Karakol ile ilçeye ulaşım ve yol durumu	K ₄₄	0,0115
Sorumluluk sahasının yüzölçümü	K ₅₁	0,0042
Yerleşim yeri sayısı	K ₅₂	0,0063
Bölgede yaşayan nüfus	K ₅₃	0,0127
Bölgedeki hareketli nüfus	K ₅₄	0,0289
İnşaat maliyeti	K ₆₁	0,0023
Alt yapı harcamalarının maliyeti	K ₆₂	0,0060
Verilen hizmetin maliyeti	K ₆₃	0,0195

Bu aşamada aşağıda belirtilen kriterler 1-5 değerlendirme ölçeği kullanılarak değerlendirilmiş ve TOPSIS değerlendirme matrisi oluşturulmuştur.

Çizelge 4.10. TOPSIS Karar Matrisinin Oluşturulması

Karakol	Kriterler																							
	K ₁₁	K ₁₂	K ₁₃	K ₁₄	K ₁₅	K ₂₁	K ₂₂	K ₂₃	K ₂₄	K ₂₅	K ₃₁	K ₃₂	K ₃₃	K ₄₁	K ₄₂	K ₄₃	K ₄₄	K ₅₁	K ₅₂	K ₅₃	K ₅₄	K ₆₁	K ₆₂	K ₆₃
X	2	4	3	5	2	5	5	5	5	5	5	2	3	4	4	5	5	5	4	5	3	3	3	3
Y	2	5	5	4	2	4	4	4	4	4	5	2	2	5	5	4	4	3	3	4	3	5	4	4
Z	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	4	5	3	5	4	5	5

Daha sonra karar matrisinin normalleştirme işlemi kapsamında satırların karesi alınmıştır. Karesi alınan bu satır değerleri sütun bazında toplanmış ve elde edilen sütun toplamının karekökü alınmıştır. Müteakiben elde edilen her satır değeri elde edilen bu karekök değerlerine bölünerek normalleştirme işlemi tamamlanmıştır. Bir sonraki aşama olan matrisin ağırlıklandırma işlemi için daha önce AHP ile elde ettiğimiz ve Çizelge 4.9’da belirttiğimiz kriterlerin sonuca etki değerleri kullanılmıştır.

Çizelge 4.11. Normalleştirilmiş Karar matrisi

Karakol	Kriterler																							
	K ₁₁	K ₁₂	K ₁₃	K ₁₄	K ₁₅	K ₂₁	K ₂₂	K ₂₃	K ₂₄	K ₂₅	K ₃₁	K ₃₂	K ₃₃	K ₄₁	K ₄₂	K ₄₃	K ₄₄	K ₅₁	K ₅₂	K ₅₃	K ₅₄	K ₆₁	K ₆₂	K ₆₃
X	1,155	2,263	1,372	3,536	1,265	3,536	3,536	3,536	3,536	3,536	3,255	1,155	2,183	2,263	2,263	3,536	3,536	3,536	2,263	3,536	1,372	1,273	1,273	1,273
Y	1,155	3,536	3,812	2,263	1,265	2,263	2,263	2,263	2,263	2,263	3,255	1,155	0,970	3,536	3,536	2,263	2,263	1,273	1,273	2,263	1,372	3,536	2,263	2,263
Z	1,155	1,273	1,372	1,273	0,632	1,273	1,273	1,273	1,273	1,273	1,172	1,155	0,970	1,273	1,273	1,273	1,273	2,263	3,536	1,273	3,812	2,263	3,536	3,536

Çizelge 4.11’de belirtilen normalleştirilmiş matristeki değerler AHP ile daha önce elde edilen Çizelge 4.12’deki ağırlık değerlerinin çarpılması ile ağırlıklandırılmış normalize edilmiş matris elde edilmiştir.

Çizelge 4.12. Ağırlıklandırma işleminde kullanılacak kriter ağırlıkları

Kriter	K ₁₁	K ₁₂	K ₁₃	K ₁₄	K ₁₅	K ₂₁	K ₂₂	K ₂₃	K ₂₄	K ₂₅	K ₃₁	K ₃₂	K ₃₃	K ₄₁	K ₄₂	K ₄₃	K ₄₄	K ₅₁	K ₅₂	K ₅₃	K ₅₄	K ₆₁	K ₆₂	K ₆₃
Ağırlık	0,017	0,045	0,256	0,087	0,064	0,010	0,005	0,061	0,045	0,016	0,021	0,151	0,052	0,024	0,050	0,005	0,011	0,004	0,006	0,013	0,029	0,002	0,006	0,020

Çizelge 4.13. Ağırlıklandırılmış Normalize Matris

Karakol	Ağırlıklar																							
	0,017	0,045	0,256	0,087	0,064	0,010	0,005	0,061	0,045	0,016	0,021	0,151	0,052	0,024	0,050	0,005	0,011	0,004	0,006	0,013	0,029	0,002	0,006	0,020
	Kriterler																							
	K ₁₁	K ₁₂	K ₁₃	K ₁₄	K ₁₅	K ₂₁	K ₂₂	K ₂₃	K ₂₄	K ₂₅	K ₃₁	K ₃₂	K ₃₃	K ₄₁	K ₄₂	K ₄₃	K ₄₄	K ₅₁	K ₅₂	K ₅₃	K ₅₄	K ₆₁	K ₆₂	K ₆₃
X	0,020	0,102	0,351	0,308	0,080	0,034	0,019	0,215	0,161	0,056	0,069	0,174	0,113	0,054	0,113	0,017	0,041	0,015	0,014	0,045	0,040	0,003	0,008	0,025
Y	0,020	0,159	0,975	0,197	0,080	0,022	0,012	0,138	0,103	0,036	0,069	0,174	0,050	0,084	0,177	0,011	0,026	0,005	0,008	0,029	0,040	0,008	0,014	0,044
Z	0,020	0,057	0,351	0,111	0,040	0,012	0,007	0,078	0,058	0,020	0,025	0,174	0,050	0,030	0,064	0,006	0,015	0,010	0,022	0,016	0,110	0,005	0,021	0,069

Ağırlıklandırılmış normalize matriste her sütunun en büyük ve en küçük değerleri tespit edilir. Bu değerler negatif ve pozitif ideal çözüme uzaklık değerlerinin hesaplanmasında kullanılacaktır. Elde edilen negatif ve pozitif çözüme uzaklık değerleri Çizelge 4.14. ile Çizelge 4.15.'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.14. Pozitif İdeal Çözüm Setleri

Kriter	K ₁₁	K ₁₂	K ₁₃	K ₁₄	K ₁₅	K ₂₁	K ₂₂	K ₂₃	K ₂₄	K ₂₅	K ₃₁	K ₃₂	K ₃₃	K ₄₁	K ₄₂	K ₄₃	K ₄₄	K ₅₁	K ₅₂	K ₅₃	K ₅₄	K ₆₁	K ₆₂	K ₆₃
	0,017	0,045	0,256	0,087	0,064	0,010	0,005	0,061	0,045	0,016	0,021	0,151	0,052	0,024	0,050	0,005	0,011	3,536	2,263	3,536	1,372	1,273	1,273	1,273

Çizelge 4.15. Negatif İdeal Çözüm Setleri

Kriter	K ₁₁	K ₁₂	K ₁₃	K ₁₄	K ₁₅	K ₂₁	K ₂₂	K ₂₃	K ₂₄	K ₂₅	K ₃₁	K ₃₂	K ₃₃	K ₄₁	K ₄₂	K ₄₃	K ₄₄	K ₅₁	K ₅₂	K ₅₃	K ₅₄	K ₆₁	K ₆₂	K ₆₃
	0,020	0,057	0,351	0,111	0,040	0,012	0,007	0,078	0,058	0,020	0,025	0,174	0,050	0,030	0,064	0,006	0,015	0,005	0,008	0,016	0,040	0,003	0,008	0,025

Çizelge 4.16. İdeal çözüme uzaklık değerlerinin hesaplanması

Kriter	K ₁₁	K ₁₂	K ₁₃	K ₁₄	K ₁₅	K ₂₁	K ₂₂	K ₂₃	K ₂₄	K ₂₅	K ₃₁	K ₃₂	K ₃₃	K ₄₁	K ₄₂	K ₄₃	K ₄₄	K ₅₁	K ₅₂	K ₅₃	K ₅₄	K ₆₁	K ₆₂	K ₆₃
X	0,000	0,003	0,389	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,002
Y	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,006	0,003	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,001
Z	0,000	0,010	0,389	0,039	0,002	0,000	0,000	0,019	0,011	0,001	0,002	0,000	0,004	0,003	0,013	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Yapılan işlemlerin sonucunda ideal çözüme uzaklık değerleri çizelge 4.16’da gösterildiği gibi hesaplanmıştır. Buradan her bir alternatife karşılık gelen satır toplamı alınmış ve satır toplamının karekökü alınarak nihai değer aşağıda şekil 4.17’de görüldüğü gibi elde edilmiştir.

Çizelge 4.17. Karakolların ideal çözüme uzaklık değerleri

Karakol	Satır Toplamı	Toplamın karekökü S_i^*
X	0,404739389	0,636191314
Y	0,032666949	0,180740003
Z	0,494869344	0,703469505

Çizelge 4.18. Negatif ideal çözüme uzaklık değerlerin hesaplanması

Kriter	K ₁₁	K ₁₂	K ₁₃	K ₁₄	K ₁₅	K ₂₁	K ₂₂	K ₂₃	K ₂₄	K ₂₅	K ₃₁	K ₃₂	K ₃₃	K ₄₁	K ₄₂	K ₄₃	K ₄₄	K ₅₁	K ₅₂	K ₅₃	K ₅₄	K ₆₁	K ₆₂	K ₆₃
X	0,000	0,002	0,000	0,039	0,002	0,000	0,000	0,019	0,011	0,001	0,002	0,000	0,004	0,001	0,002	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
Y	0,000	0,010	0,389	0,007	0,002	0,000	0,000	0,004	0,002	0,000	0,002	0,000	0,000	0,003	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Z	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	500,0	0,000	0,000	0,000	200,0

Yapılan işlemlerin sonucunda negatif ideal çözüme uzaklık değerleri çizelge 4.18’de gösterildiği gibi hesaplanmıştır. Buradan her bir alternatife karşılık gelen satır toplamı alınmış ve satır toplamının karekökü alınarak nihai değer aşağıda şekil 4.19’da görüldüğü gibi elde edilmiştir.

Çizelge 4.19. Karakolların negatif ideal çözüme uzaklık değerleri

Karakol	Satır Toplamı	S_i^-
X	0,084581736	0,290829393
Y	0,433137409	0,658131756
Z	0,007333734	0,085637221

Karakollar hesapladığımız Çizelge 4.17.’deki ideal ve Çizelge 4.19.’daki negatif ideal ayırım ölçüleri kullanılarak sıralanır. Kısaca negatif ideal ayırım ölçütü, negatif ve pozitif ideal ayırım ölçütünün toplam değerine bölünerek Çizelge 4.20.’de gösterilen ideal çözüme göreli yakınlık değerleri bulunarak alternatifler sıralanmış olur.

Çizelge 4.20. İdeal ve negatif ideal çözüme uzaklık değerleri

Karakol	S_i^+	S_i^-	C_i^+
X	0,636191	0,290829	0,313725
Y	0,18074	0,658132	0,784544
Z	0,70347	0,085637	0,108524

Çizelge 4.21. Alternatiflerin sıralanması

Karakol	Yakınlık Değeri
Y	0,784544
X	0,313725
Z	0,108524

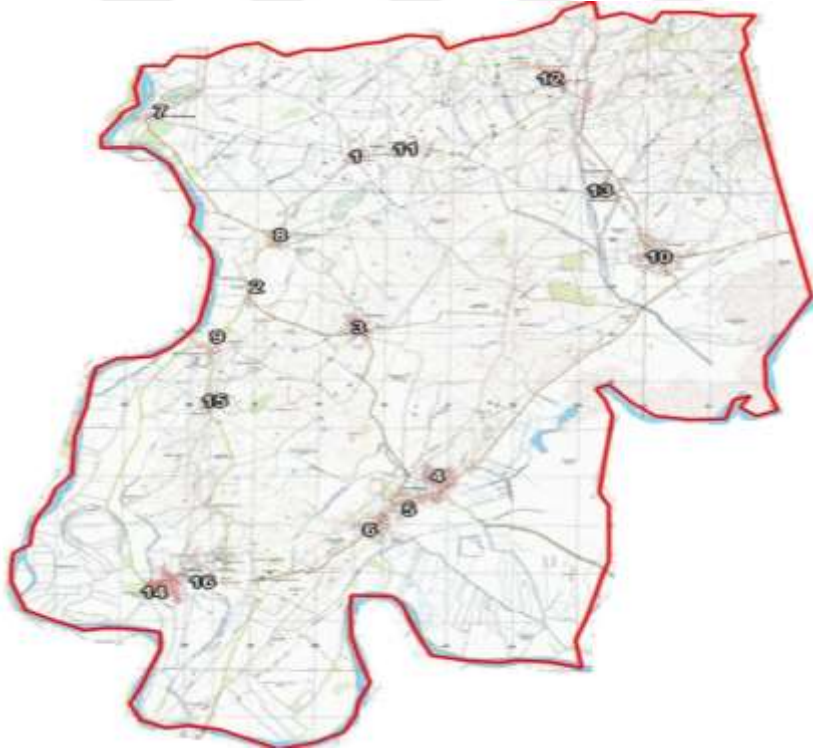
Sonuç olarak sıralama Y, X ve Z olarak ortaya çıkmıştır. Ama burada esas önemli olan bir ildeki çalışmayı yapmaktan çok bundan sonra ülke genelinde yapılacak reorganizasyon çalışmalarında karakol kuruluş yerlerinin seçiminde yaşanan karar verme sürecinde bir sistemin kurulması, bir model oluşturulması ve bu kapsamda bilgisayar programlarından faydalanılarak hızlı ve isabetli karar verebilme imkan ve kabiliyetinin artırılmasıdır. Bu nedenle müteakip aşamada karakol kuruluş yeri seçimi sürecinin bir modellemesi yapılmıştır. Bu Kapsamda en yüksek değeri elde eden Y karakolunun sorumluluk bölgesinde bulunan hangi mahalleye kurulması gerektiği hususu üzerinde bir model oluşturulup hesaplama yapılacaktır.

4.3. Y Karakolunun Kuruluş Yerinin Seçimi İçin Matematiksel Modelin Oluşturulması.

Kurulacak karakolun Y karakolu olduğuna karar verildikten sonra, karakolun kurulacağı yerleşim yerinin seçiminde kullanılacak kavramsal model oluşturulmuştur. Bu modelde, amaç, değerlendirmeyi yapmada kullanılacak veriler ve kısıtlar güvenlik kuvvetlerince ifade edilmiş şekliyle tehditlerden oluşmaktadır. Amaç kurulacak karakoldaki kolluk kuvvetlerinin etkinliğini, olaylara müdahale süresini kısaltarak artırmaktır. Analiz için verilerin toplanması aşamasında suç çeşitleri ve sayıları, yerleşim yerlerinin birbirine mesafesi, nüfus ve ulaşım durumu gibi modele girdi olacak her türlü veriden faydalanılmıştır. burada daha önce kriter ağırlıklandırma için kullandığımız AHP ile bu aşamada suç çeşitlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. girdi için veriler toplandıktan sonra hizmet etkinliğini artırmak ve zamanı azaltarak maliyeti azaltacak ancak etkinliği artıracak bir tesis yeri seçimi modeli oluşturulmuştur. Bu maksatla Karma Tam Sayılı Programlama ile çözüm bulacak şekilde bir matematiksel model oluşturulmuştur.

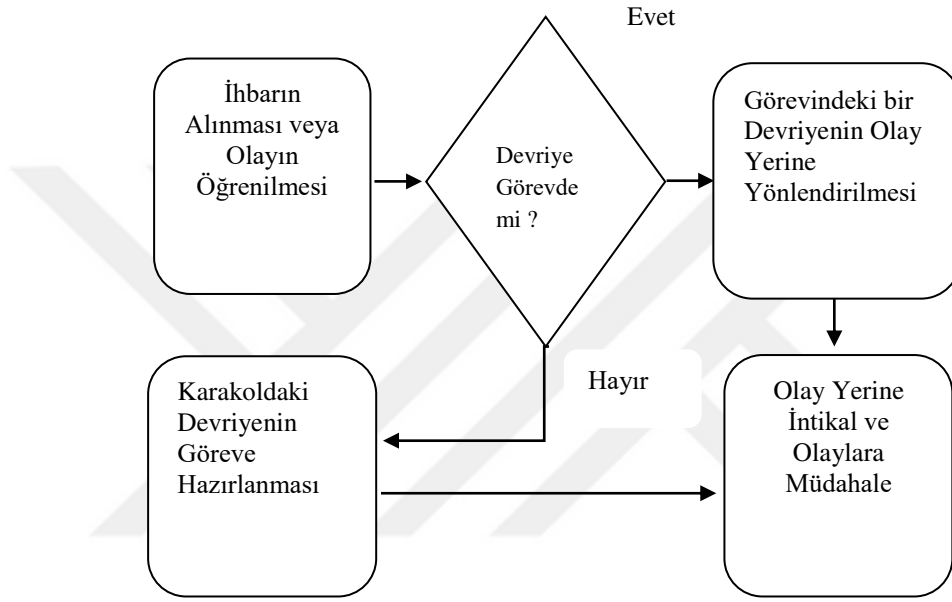
Bu modelde, Y karakolu sorumluluk bölgesinde 16 adet yerleşim yeri bulunmakta olup, bu yerleşim yerlerinin birbirine ulaşım süreleri ve bu yerlerde yaşayan nüfus tespit edildikten sonra bu yerlerde meydana gelen adli olaylar 6 ana başlık altında değerlendirilecektir. Bu olaylar;

- i. Asayiş olayları (k_1),
- ii. Kabahat ve takibi gereken olaylar (k_2),
- iii. Terör olayları (k_3),
- iv. Göçmen kaçakçılığı olayları (k_4),
- v. Kaçakçılık ve organize suç olayları (k_5) ile
- vi. Ölümlü ve yaralamalı trafik kazaları (k_6)'dır.



Şekil 4.8. Karakolun açılacağı yerleşim yerleri haritası (Kapalı ağ üzerinden hizmet veren J.Gn.K.lığı CBS'den alınmıştır.)

Y karakolunun Şekil 4.8.'deki haritada gösterilen 16 yerleşim yerinden hangisine açılırsa daha etkin ve verimli görev yapacağını tespiti için karma tam sayılı programlama modeli kullanılacaktır. Bir olay meydana geldiğinde Jandarma devriyesinin müdahale aşamaları Şekil 4.9.'da gösterilmiştir.



Şekil 4.9. Jandarma devriyesinin olaylara müdahale aşamaları.

Karakolun sorumluk sahasında herhangi bir olay olmasın diye devriye faaliyetleri icra etmekte, adli bir olay olduğunda müdahale etmekte ve bölgede ikamet eden vatandaşlar ile ilgili mevzuatta belirtilen diğer görevleri yerine getirmektedir. Bu görevler nüfusun daha fazla yaşadığı yerler ile olayların daha çok meydana geldiği yerlerde yoğunlaşmaktadır. Bu nedenle bu görevlerin daha hızlı ve en az maliyetle yerine getirilebilmesi için yerleşim yerlerinin birbirine mesafesi, yaşayan nüfus ve ulaşım ağı da göz önünde bulundurulmuştur.

Çizelge 4.22. Yerleşim yerlerinin birbirine ulaşım süresi (CBS kullanılarak hesaplanmıştır)

Yerleşim Yeri	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	C ₁₆
C ₁	0	3	6	10	9	10	5	2	5	8	6	4	5	11	6	11
C ₂	3	0	2	7	6	7	5	1	1	9	4	8	8	8	3	7
C ₃	6	2	0	5	4	5	7	3	3	7	6	10	10	8	5	8
C ₄	10	7	5	0	1	1	12	8	8	6	14	11	10	5	8	5
C ₅	9	6	4	1	0	1	11	8	8	7	11	11	11	5	7	4
C ₆	10	7	5	1	1	0	11	8	8	8	11	12	11	4	7	4
C ₇	5	5	7	12	11	11	0	4	6	13	6	4	4	12	7	12
C ₈	2	1	3	8	8	8	4	0	3	10	3	7	8	9	4	9
C ₉	5	1	3	8	8	8	6	3	0	10	6	9	10	6	1	6
C ₁₀	8	9	7	6	7	8	13	10	10	0	8	5	4	12	11	11
C ₁₁	6	4	6	14	11	11	6	3	6	8	0	4	4	12	7	12
C ₁₂	4	8	10	11	11	12	4	7	9	5	4	0	1	15	10	15
C ₁₃	5	8	10	10	11	11	4	8	10	4	4	1	0	15	11	15
C ₁₄	11	8	8	5	5	4	12	9	6	12	12	15	15	0	5	1
C ₁₅	6	3	5	8	7	7	7	4	1	11	7	10	11	5	0	5
C ₁₆	11	7	8	5	4	4	12	9	6	11	12	15	15	1	5	0

Çizelge 4.23. Yerleşim yerlerinde yaşayan nüfus durumu.

Yerleşim yeri (C _i)	Nüfus durumu (P _i)	Yerleşim yeri (C _i)	Nüfus durumu (P _i)
C ₁	2.625	C ₉	805
C ₂	830	C ₁₀	2.775
C ₃	2.000	C ₁₁	2.425
C ₄	1.975	C ₁₂	2.025
C ₅	2.225	C ₁₃	1.965
C ₆	2.305	C ₁₄	3.620
C ₇	375	C ₁₅	1.250
C ₈	750	C ₁₆	3.955
Toplam		31.905	

Adli hizmetler kapsamında ise bir olay meydana geldiğinde devriyelerin karakolun kurulduğu yerleşim yerinden olayın meydana geldiği yerleşim yerine ulaşma süresi ve olayların ağırlığına göre etkili müdahale durumu ortaya konmuştur. Bu iki senaryo birleştirilerek optimum karar verilmeye çalışılmıştır. Daha sonra modelde kullanılacak suçların önem dereceleri AHP kullanılarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.24. Suç türlerinin iki karşılaştırma matrisi

Suç Cinsleri	k ₁	k ₂	k ₃	k ₄	k ₅	k ₆
k ₁	1,0000	3,0000	5,0000	7,0000	8,0000	9,0000
k ₂	0,3333	1,0000	3,0000	5,0000	6,0000	7,0000
k ₃	0,2000	0,3333	1,0000	3,0000	4,0000	5,0000
k ₄	0,1429	0,2000	0,3333	1,0000	1,0000	3,0000
k ₅	0,1250	0,1667	0,2500	1,0000	1,0000	2,0000
k ₆	0,1111	0,1429	0,2000	0,3333	0,5000	1,0000

Daha sonra AHP süreci işletilmiş ve yapılan hesaplamalar sonucunda suç türlerinin önem derecelerini gösteren w sütun matrisi,

$$w = \begin{bmatrix} 0,4635 \\ 0,2546 \\ 0,1382 \\ 0,0613 \\ 0,0510 \\ 0,0253 \end{bmatrix}$$

şeklinde elde edilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda Tutarlılık Oranı $CI=0,09$ olarak tespit edilmiş olup $CI<0,1$ olduğu için yapılan işlem tutarlıdır

Çizelge 4.25. Meydana gelen suç çeşitlerinin önem dereceleri

Olaylar (k_i)	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6
Ağırlığı (σ_k)	0,06	0,03	0,46	0,14	0,25	0,05

Çizelge 4.26. Jandarma devriyelerinin bir yılda müdahale ettiği olay sayısı.

Yerleşim Yeri (C_i)	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	Toplam (W_{ik})
C₁	30	11	1	0	1	0	43
C₂	14	5	0	0	0	0	19
C₃	28	9	0	0	0	0	37
C₄	35	22	0	3	1	2	63
C₅	32	21	0	2	1	1	57
C₆	40	25	0	4	2	3	74
C₇	7	4	0	0	0	0	11
C₈	3	1	0	1	1	0	6
C₉	4	2	0	2	0	0	8
C₁₀	31	15	1	1	1	3	52
C₁₁	27	11	0	1	0	2	41
C₁₂	29	13	0	1	1	2	46
C₁₃	24	11	0	1	0	1	37
C₁₄	31	14	0	1	4	2	52
C₁₅	10	9	0	0	2	0	21
C₁₆	29	16	1	1	4	1	52
Toplam	374	189	3	18	18	17	619

Bu çalışmada karakol kuruluş yeri seçiminin formülasyonu üç temel üzerine kurulmuştur. bunlar;

- i. Jandarma devrilerin en kısa sürede olay yerine ulaşmasını sağlamak ve etkinliği ençoklamak,
- ii. Sadece bir karakol kurmak ve
- iii. Olayların çok olduğu yerler ve nüfusun yoğun olduğu yerler ile suç cinsinin ağırlığı daha fazla olayların meydana geldiği yerlere daha etkili müdahale edebilecek şekilde karakol kuruluş yerini seçmektir. Problemden karakollarda görev yapacak personel ile kullanılacak araç ve teçhizat sayısının yeterli olduğu kabul edilmiştir.

Yukarıda belirtilen veriler ışığında icra edilecek görevleri en etkili, hızlı ve minimum maliyette yapmamızı sağlayacak bir model oluşturulmuştur. Oluşturulan bu model; aşağıda kapalı notasyonla ifade edilmiştir.

Notasyon ve Karar Değişkeni Parametreleri

c_{ij} , i aday bölgeden j talep bölgesine varış süresi

s , devriyenin olaya toplam müdahale süresi

$h_s=1$ devriyenin hazırlanma süresi

o_k , k olay çeşidine göre meydana gelmesi beklenen olay sayısı

t_o , meydana gelmesi beklenen toplam olay sayısı

p_i , i bölgedeki nüfus sayısı,

t_p , toplam nüfus sayısı,

σ_k , k olayın ağırlığı,

w_{ik} , i bölgedeki k tip olayın ağırlığı,

Kısıtlar

Sadece bir karakol kurulacaktır.

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1 \quad i=1, \dots, n \quad \forall i \in I$$

25 dk.'dan daha az süre içerisinde olaya müdahale edilmelidir.

$$s = c_{ij} + h_s \quad i, j = 1, \dots, n \quad \forall i \in I \quad \forall j \in J$$

$$s < 25$$

Meydana gelmesi beklenen olayların ağırlığı fazla olanlara daha kısa sürede etkili müdahale edilmeli hem de en çok olay meydana gelen yerlere daha kısa sürede müdahale edilmelidir.

$$\sum_{i=1}^n p_i w_{ik} x_i \leq t_o \quad \forall k \in K$$

Fazla nüfus yaşayan yerlere daha fazla önleyici maksatlı devriye görevlendirileceği için en çok devriye düzenlenen yerlere en kısa mesafede karakol kurarak maliyet azaltılmalıdır. Mevzuatta bir ihbarı veya olayı müteakip devriyenin göreve hazırlanması ve karakolu terk etmesi ortalama 11 dk. olarak belirlenmiştir (Yönerge, 2009). Devriyelerinin görev yapmasının şekil ve esaslarını açıklayan mevzuatta müdahale süresi ile ilgili herhangi bir sınırlama getirilmemiş, ancak devriyenin etkili ve seri bir şekilde müdahale etmesi gerektiği, bu sürenin de 20-25 dakikayı geçmemesinin arzu edildiği belirtilmiştir (Yönerge, 2019). Karakollarda sürekli hazır kıt'a bulunmakta ve aynı zamanda sahada görevli devriyeler bulunmaktadır. Bu nedenle bir olay meydana geldiğinde müdahale edecek personel ve araç konusunda herhangi bir sıkıntı bulunmamaktadır.

$$\sum_{i=1}^n p_i \sigma_i \leq t_p \quad i=1, \dots, n \quad \forall i \in I$$

Tam sayı kısıtı

$$x_i = 0 \text{ veya } 1 \quad i=1, 2, 3, 4, 5, 6$$

Karar değişkenleri

$$x_i = \begin{cases} 1 & \text{karakoli'ye kurulur ise} \\ 0 & \text{karakoli'ye kurulmaz ise} \end{cases}$$

İndisler

i, aday bölge indisi	$i=1,\dots,n$	$\forall i \in I$
j, talep bölge indisi	$j=1,\dots,n$	$\forall j \in J$
k, olay tipi	$k=1,\dots,n$	$\forall k \in K$

Amaç fonksiyonu

Bu çalışmada amacımız bir olay meydana geldiğinde en kısa sürede olaya müdahale etmektir.

$$\text{Min } z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i c_{ij}$$

Burada amaç fonksiyonu karakol kuruluş yerinin seçileceği yerleşim yerini maksimum performansla görevini yerine getirebilmesini sağlayacak yerde belirleyecektir. bu şekilde jandarma devriyelerinin en etkin şekilde hizmetleri yürütmesi sağlanırken, araç malzeme ve personelin kullanımının optimum seviyede olmasını sağlayacaktır.

4.4. Modelin Çözümü

Oluşturulan tam sayılı programlama modeli GAMS 24.8.5 sürümü programı kullanılarak intel i7 işlemcili 32 GB RAM hafıza kapasitesine sahip bilgisayarda 0,15 saniyede çözümü elde edilmiş ve sonuca ulaşılmıştır. Bu sonuca göre kurulması öngörülen karakolun belirlenen kriterler içerisinde kurulacağı alan diğer kurulması beklenen alanlardan daha iyi çıkmaktadır. Matematiksel modelin amaç fonksiyonunda olaylara en kısa sürede müdahale edilmesini sağlayan ikili karar değişkeni probleminin sonucu $x_i = 8$ şeklinde vermektedir. Elde edilen bu sonuca

göre haritada belirtilen 8 numaralı yerleşim yerine jandarma karakolunun kurulması durumunda devriyelerin en etkin, hızlı ve verimli hareket edeceği görülmüştür.

4.5. Coğrafi Analiz Sistemi (CAS) ile Karakolun Kurulacağı Arazinin Analizi

Jandarma devriyelerinin en etkili ve verimli görev yapacağı karakol kuruluş yeri belirlendikten sonra karakol binasının inşa edileceği arazi parçası J.Gn.K.lığı CAS programı kullanılarak belirlenecek aynı şekilde yapılacak analizlerle binanın çevre emniyeti kapsamında alınacak tedbirler tespit edilecektir. Örneğin bu analiz ile nöbet ve gözetleme kulelerinin yeri ve yüksekliği tespit edilerek ölü bölgeler kontrol altına alınabilecektir.



Şekil 4.10. Karakol kurulacak 8 numaralı yerleşim yerinin üç boyutlu görünümü (J.Gn.K.lığı CAS'tan alınmıştır)

Daha sonra bu yerleşim yerlerde arazi mülkiyeti, maliyet, alt yapı, hakim arazi, çevre emniyeti vb. hususlar göz önüne alınarak karakol inşaatının yapılacak arazi kesimi belirlenecektir. Şekil 4.10.'da haritada işaretli yere karakol kurulmasına karar verildikten sonra arazinin CAS kullanılarak analizi yapılmıştır. Bu karakolun kurulacağı bölgede ülkemizin doğusunda ki gibi bir terör tehdidi

olmadığı göz önüne alınarak, karakolun 200m çapında bir etki alanında çevresinin emniyetli olması gerektiği ve nöbet kulesinin 5m yükseklikte olduğu varsayarak yaptığımız analiz sonucu Şekil 4.11.'de gösterilmiştir. Burada etki alanının 200m seçilmesinin sebebi, çalışma yapılan bölgede terör tehdidinin olmadığı dolayısıyla karakola suçlularca yapılabilecek herhangi bir saldırı veya karakola gelip giden vatandaşlara yapılabilecek saldırının hafif silahlar ile yapılabileceğinin varsayılmasıdır. Bu hafif silahların da en etkilisi piyade tüfekleridir ve etkili menzilleri 200m.dir. Yeşil alanlar görüş alanlarını, kırmızı alanlar ise ölü bölgeleri göstermektedir. Aynı ölçülerde nöbet kulübesi 10m yüksekliğe çıkarıldığında ortaya çıkan ölü bölge analizi ise Şekil 4.12.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.11. Ölü bölge görüş analizi 5m yükseklik 200m çap



Şekil 4.12. Ölü bölge görüş analizi 10m yükseklik 200m çap

Benzer şekilde CAS görüş analizi kullanılarak kulelerinin 5m yükseklikte ve 300m yarıçapında bir alanı kontrol etmesini istediğimizde ölü bölgeler Şekil 4.13.'de, yükseklik 10m olduğu zaman ise şekil 4.14.'de görüldüğü gibi ortaya çıkmaktadır.

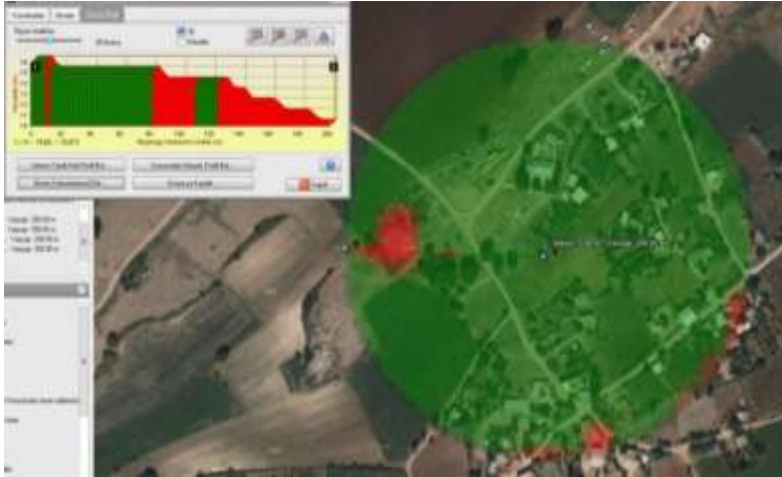


Şekil 4.13. Ölü bölge görüş analizi 5m yükseklik 300m çap



Şekil 4.14. Ölü bölge görüş analizi 10m yükseklik 300m çap

Bir sonraki aşamada daha da ayrıntılı olarak iki nokta belirleyip bu noktalar arasındaki ölü bölgeye sebep olan yükseltiler tespit edilebilir ve yapılacak inşaat çalışmaları ile bu yükseltiler düzeltilip veya çukurlar doldurulup görüş sahası tamamen kontrol altında tutulabilir. Bu maksatla CAS profil altı analizi yapılarak elde edilen sonuç Şekil 4.15.'de gösterilmiştir. Kırmızı bölgeler ölü bölgeler, yani görüş sahası dışında kalan alanlardır.



Şekil 4.15. CAS profil altı analizi

İnşaatın yapılması planlanan muhtemel bir alan CAS ile değerlendirilerek yapılacak bir jandarma karakolu inşaat alanının analizi yapılmıştır. Burada CBS ve CAS'nın kullanımının çalışmaya bir değer kattığı ve bundan sonra özellikle terör tehdidinin yüksek olduğu illerimizde bu çalışmanın çok faydası olacağı görülmüştür.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İnsanoğlunun varoluşundan bu yana birbiriyle iletişim kurarak, sosyal ilişki kurduğu bir ortamda, huzurlu bir yaşam için belirli kurallara göre ilişkilerin düzenlenmesi ihtiyacı duyulmuştur. Toplum içinde yaşayan insanlar diğer bireyleri dikkate almadan kendi düşüncesine göre kural koyup, bu şekilde yaşamaya başlarsa, toplum içinde çatışmalar başlar ve düzen bozulur. Özellikle güçlü olanlar kendi kural ve değerlerini toplumun geri kalanına dikte ederek, farklı görüş ve düşüncelere yaşam alanı vermeyecekleri için birlikte yaşamanın getirdiği değerler sisteminin çökmesine neden olurlar. Bu durumda toplumun iç düzenini ve güvenliğini sağlayan kolluk kuvvetlerine önemli görevler düşmektedir.

Ülkelerin gelişmişlik seviyeleri ile paralel olarak şehirleşme artmakta, dolayısıyla suç çeşitleri ve sayıları da artmakta, suçun boyutları ve meydana geliş şekli toplumun yapısına göre değişiklik göstermektedir. Bu nedenle toplumun sosyo-politik yapısını da dikkate alarak etkili bir güvenlik sisteminin kurulması devletlerin öncelikli görevidir. Burada bahsedilen sadece emniyet ve asayiş temin etmek değildir. Esas olan toplum düzeninin devamı ve devletin varlığı için kamu otoritesinin sağlanmasıdır. Toplumun ve bireylerin güvenliğinin sağlanması halinde her türlü sosyal ve ekonomik yaşam devam edeceği için toplum huzur ve refah içinde bir gelişim yaşayacaktır (Çeliksoy, 2017).

Günümüzde teknoloji gibi sürekli değişim ve gelişim içinde olan uluslararası ilişkiler sonucu ülkelerin iç ve dış tehdit algıları da sürekli değişmektedir. Olaya iç güvenlik açısından bakıldığında, gelişen teknoloji, değişen sosyal yapı ve ekonomik koşullar, güvenlik paradigmasının da değişmesine neden olmaktadır. Bu nedenle kamu düzeni ile ulusal güvenliğe yönelik tehditler de farklılaşmaktadır. Bu bağlamda terörizm, ayrılıkçı hareketler, etnik ve dini çatışmalar, uluslararası organize suçlar vb. asimetrik tehditler, yeni parametreler olarak ortaya çıkmakta ve güvenlik algılarının da büyük ölçüde değişmesine neden olmaktadır

Bununla birlikte hızla artan dünya nüfusunun ihtiyaç duyduğu kaynaklar da hızla tükenmektedir. İnsanların ihtiyaçlarının karşılanamaması nedeniyle ortaya çıkan toplumsal kargaşa ve ekonomik sorunlar kamu düzeninin bozulmasına neden olmaktadır. Bu nedenle hızla azalan doğal kaynaklar ve bu kaynakların paylaşımı ile birlikte teknolojik gelişmelere paralel olarak artan suç ve suç çeşitleri, ülkelerin en önemli güvenlik sorunu haline gelmektedir.

Yukarıda bahsettiğimiz tüm bu gelişmeler ve güvenlik algılarına ve ekonomik şartlara bağlı olarak bütçe kısıtları da göz önüne alındığında daha dinamik ve karmaşık hale gelen emniyet ve asayiş görevlerinin etkili bir şekilde yönetilmesi ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bu değişiklikler nedeniyle kolluk görev ihtiyaçlarında meydana gelen değişim, kolluk hizmetlerinin yürütülmesi ve planlanması sürecinde sadece mesleki tecrübeye dayalı klasik yöntemlerin yeterli olmadığını göstermektedir. Suç ve suçlularla mücadele ve vatandaşa en etkili güvenlik hizmetinin götürülmesi için çok daha fazlası gerekmektedir. İşte bu değişim ortamında karar vericiler önceden belirlenmiş kurumsal hedeflere ulaşabilmek için çalışırken değişik problemlerle karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu sorunlar hizmetlerin daha verimli yürütülebilmesi için karar vericileri çözüm bulmaya zorlamaktadır.

Bu nedenlerden dolayı günümüzde planlama faaliyetlerinde daha çok sezgi, inanış, taklit ve deneme yanılmaya dayanan geleneksel yaklaşımların yerini artık bilimsel araştırma ve problem çözme teknikleri almakta, böylelikle rasyonel ve akılcı kararların alınmasına katkı sağlanmaktadır. İnsanlar genellikle kararları otomatik olarak çok hızlı ve sezgisel veya mantıksal bir şekilde vermektedir. Sezgisel kararlarda, karar verici genele uyma, statüko, özgüven ve önyargı gibi bazı eğilimlerin etkisinde kalmasından dolayı çoğu zaman, olaylar veya karar verilecek konular hassas olarak incelenememektedir (Abdulvahitoğlu, 2012). Mantıksal kararlarda ise karmaşık sorunların çözümü için sayısal bilgiler derlenerek bilimsel yöntemlerle analiz edilmekte ve müteakiben karar alternatifleri

ortaya konularak objektif kararlar verilmektedir. Bu sayede kaynaklar daha verimli, ekonomik ve etkili olarak kullanılabilir.

Bu kapsamda yaptığımız bu çalışma ile;

- i. Günümüz koşullarında emniyet ve asayiş hizmetlerinin daha etkin ve verimli olarak vatandaşlara en hızlı şekilde ulaştırılmasının sağlanması,
- ii. Jandarmanın dolayısıyla devletin halk nezdinde görünürlüğünün artırılması,
- iii. Kamu düzeni ve güvenliğini daha etkin sağlayacak bir sistem kurulması,
- iv. Kısıtlı bütçe imkanları ile jandarma için ayrılan kaynakların israf edilmesinin önlenmesi,
- v. Kritik yol ve kavşakları kontrol altına alarak suçlu ve suç örgütlerinin hareketlerinin kısıtlanması,
- vi. Teröristle mücadele hareketinin yürütüldüğü yerlerde kritik arazi kesimlerinde operasyon çıkış veya kontrol noktası olarak kullanılabilecek yerlerden yararlanılması,
- vii. Başta terör örgütleri olmak üzere suçlu ve suç örgütlerinin faaliyetlerini engelleyebilecek şekilde alan hakimiyetinin sağlanması ve
- viii. Vatandaşların işlemlerinin kolaylaştırılmasını sağlamak maksadıyla Türkiye genelinde ihtiyaç duyulan yerlerde geçmişte kapatılmış karakolların yeniden açılması veya ihtiyaç duyulan yerlere yeni karakollar teşkil edilmesi amaçlanmıştır.

Bu sebeplerle bu çalışmada stratejik bir karar olan karakol kuruluş yerinin seçimi bilimsel metotlar kullanılarak yapılması gerektiği ortaya konmaya çalışılmıştır. Çünkü emniyet ve asayiş hizmetlerinin sorumluluk sahasında vatandaşlara daha kaliteli olarak ulaştırılmasını sağlayan jandarma karakolları,

ülkenin en ücra köşelerine yayılmış çok sayıda jandarma tesisinin tamamında hizmetlerin kesintisiz yürütülebilmesi için tahsis edilmiş sınırlı ve kıt kaynaklardan bir kısmı kullanılarak teşkil edilmektedir. Bu nedenle karakol kuruluş yerleri objektif kriterler kullanılarak bilimsel yöntemlerle değerlendirilmiştir.

Bu kapsamda ÇKKV tekniklerinden AHP kullanarak yapılan ağırlıklandırma ve TOPSIS kullanarak yapılan sıralama sonucunda ilk açılacak karakolun Y karakolu olması gerektiği tespit edilmiştir. Günümüzde güvenlik kuvvetlerinin mücadele ettiği suç örgütlerinin, daha organize ve kazançlı suçlar kadar hırsızlık, yağma, tehdit, adam öldürme veya yaralama, gibi kişilere ve mala karşı suçları da işledikleri görülmektedir. Önümüzdeki yıllarda teknolojiye dayanarak alınan tedbirlerle hareket alanları daraltılan suç örgütlerinin, daha acımasız ve kurnasız davranmaya yönelecekleri öngörülmektedir. Bu nedenle güvenlik kuvvetlerince yapılan değerlendirmelerde;

- i. Suçluların eğitim seviyesinin yükselmesi,
- ii. Ülke çapında nüfusun yaşlanması, yaşlıların suça karışması ve suç yaş ortalamasının artması,
- iii. Kadınların sosyal ve ekonomik hayata daha fazla katılımıyla kadınların katıldığı suçların artması,
- iv. Daha organize olmuş suç örgütlerinin ortaya çıkması,
- v. Daha karmaşık ve teknolojik yöntemlerle işlenen suçların artması ve
- vi. Yeni suç fırsat ve türlerinin ortaya çıkması beklenmektedir.

Bu bağlamda yapılan çalışmada karakol kurulmasına karar verilecek yerlerdeki, olay sayıları, stratejik ve kritik tesis sayıları, nüfus, yerleşim yerlerinin birbirine mesafesi, bölgedeki işçi, turist, işletme sayısı, bina-arsa durumu, adli emir sayısı, aranana şahıs, tutuklama durumu gibi adli verilerin incelenerek kuruluş yerinin seçimini etkileyecek bilgiler analiz için toplanmıştır.

Yüksek bir jeostratejik öneme sahip olan Türkiye’de jandarma, emniyet ve sahil güvenlik unsurları ile birlikte emniyet ve asayiş sağlamaya çalışmaktadır. Suçla mücadelede her ülkenin kendine özel koşulları vardır. Türkiye’de bölücü terör örgütü ile dini istismar eden terör örgütleri ile yapılan mücadele, ülke yüzölçümünün çok büyük olması, bulunduğu jeopolitik konum, yoğun turizm hareketleri, tarım nedeniyle mevsimlik işçi hareketleri, uluslararası göç rotası üzerinde olması, yoğun genç nüfus gibi etkenler kolluk kuvvetlerinin işini zorlaştırmaktadır.

Bununla birlikte 2020 yılında ülkemizde yaşanan Coronavirüs salgınında olduğu gibi, salgınla mücadele kapsamında alınan kararların uygulanmasında güvenlik kuvvetlerine büyük görev düşmekte olup, vatandaşların para, ilaç, gıda vb. ihtiyaçlarının ulaştırılmasında da güvenlik kuvvetleri bizzat görev almaktadır. Alınan tedbirler kapsamında öncelikle 65 yaş üstü vatandaşlarımızın sokağa çıkması yasaklanmış ve bunların ihtiyaçlarının karşılanması durumu da ortaya çıkmıştır. Türkiye’de nüfusun %9,1’i bu grubu oluşturmaktadır (TÜİK, 2020). Bu vatandaşlarımızın ihtiyaçları mülki makamlarca oluşturulan içinde güvenlik kuvvetlerinin de yer aldığı vefa destek grupları vasıtasıyla karşılanmıştır. Suçların oluşmadan önlenmesinde veya oluşuktan sonra müdahalede ana unsur olarak görev yapan karakolların savaş, salgın ve doğal afetler gibi olağan üstü durumlarda da aktif olarak görev yaptıkları göz önüne alındığında karakol kuruluş yerlerinin devriyelerin en etkin ve verimli görev yapabileceği bir yerde seçilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada yapıldığı gibi kamu kuruluşları için tesis kuruluş yeri seçiminde verilecek kararlar, sonuçları itibariyle kurum ve kuruluşların başarı, performans, verimlilik, vatandaş memnuniyeti ve kurumsal imajları üzerinde derin etkileri olan stratejik karar türlerindendir. Aynı zamanda bu tip kararlar, birbirine yakın özellikler taşıması ve çok fazla kriterin birbiri ile etkileşim içinde olması nedeniyle tek bir kişinin karar veremeyeceği kadar önemlidir. Aksi takdirde

yapılacak bir hata kısıtlı bütçe imkanlarına rağmen planlanan bu yatırımlara harcanan paranın yani milli servetin israf olmasına neden olacaktır.

Bu yüzden çok fazla kriterin etkisinde kalınarak alınan bu tip karar verme süreçlerinde birden fazla kişiden oluşan konusunda deneyimli bir ekip tarafından üzerinde uzlaşacakları bir kararın alınması, yanlış karar verilmesini önlemek ve karar vermede sinerji yaratmak açısından önemlidir. Yapılacak yatırımların maliyeti artıkça alternatifler arasından seçim yapmak zorunda kalındığında karar verme işlemi daha da güçleşmektedir. Bu nedenle bu tip karar verme problemlerinde ÇKKV tekniklerinin kullanılması karar vericilere avantaj sağlamaktadır.

Yapılan bu çalışma sonucunda ilk sırada teşkil edilmesine karar verilen Y karakolu sorumluluk sahasında yaşayan nüfus, yerleşim yerleri, yerleşim yerlerinin birbirine mesafesi, bölgede meydana gelen suç çeşitleri ve sayıları tespit edilmiştir. Müteakiben oluşturulan matematiksel model, GAMS bilgisayar programında karma tam sayılı programlama şeklinde çözümlenmiş ve 8 numaralı yerleşim yerine karakolun kurulması durumunda jandarma devriyelerinin en etkin görev yapacağı tespit edilmiştir. Bundan sonra yapılacak çalışmada CAS/CBS kullanılarak karakol inşaat alanında ihata duvarları, altyapı tesisleri, nöbet kuleleri vb. yerlerin daha iyi fiziki güvenlik tedbirleri alınması kapsamında tespit edilebileceği gösterilmiştir.

Kısaca, ülkemizde güvenlik politikaları kapsamında karakol kuruluş yerlerinin bu çalışmada olduğu gibi bilimsel yöntemlerle belirlenmesi durumunda, suç ve suçlularla mücadelede başarılar artacak ve yapılan işlemler minimum maliyet ile yerine getirilmiş olacaktır. Böylece bu çalışma kamu düzeninin sağlanmasında Jandarmanın ve diğer güvenlik kuvvetlerinin etkinliğinin artmasına katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak bu çalışmada, ülkelerin güvenlik politikaları kapsamında jandarma karakollarının kuruluş yerlerinin bilimsel metotlarla belirlenmesini sağlamak maksadıyla 6 ana 24 alt kriter olmak üzere toplam 30 kriter, ÇKKV

tekniklerinden AHP ile TOPSIS tekniğinin bütünleşik olarak kullanımı ile 3 jandarma karakolunun tesis edilmesi değerlendirilmiştir. Daha sonra belirlenen 3 alternatiften öncelikli olarak birinci sırada tesis edilmesi gereken Y karakolunun tesis edileceği yerleşim yeri, kurulan karma tamsayılı matematiksel modelin GAMS programı ile çözülmesi ile belirlenmiştir.

Bu çalışmanın, jandarma ve diğer iç güvenlik birliklerinin asayişin sağlanmasındaki etkinliğinin artırılmasına katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir. Ancak bu çalışma sadece bir ilimizde açılacak karakollar için uygulanmıştır. Aynı çalışmanın ülke geneline genelleştirilerek diğer iller için birebir aynı şekilde kullanılması ise uygun olmayacaktır. Çünkü belirlemiş olduğumuz 6 ana ve 24 alt kriterin illere göre önem dereceleri değişebilecek il içinde ilçeler için bile farklılık gösterebilecek, hatta bazı ilave kriter eklenmesi veya çıkartılması durumu ortaya çıkacaktır. Ancak uygulanan metot ve kullanılan matematiksel yöntemler ile CAS/CBS'nin ülke genelinde tüm güvenlik kuvvetlerinin kuruluş yeri seçimi, eğitim yeri seçimi, teçhizat ve malzeme seçimi vb. karar verme problemlerinde kullanılması, çözüme bilimsel ve objektif katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak bu çalışma ile

- i. Bu çalışmada belirlenen jandarma karakolu kuruluş yeri diğer yerleşim yerlerine göre emniyet ve asayiş hizmetlerini daha etkili ve hızlı yapmasını sağlayacaktır.
- ii. Kurulan matematiksel modelin amaç fonksiyonunda jandarma devriyelerinin olaylara en kısa sürede müdahale etmesini sağlayan yerleşim yeri harita üzerinde 8 numara ile işaretli olan c₈ yerleşim yeri olarak ortaya çıkmıştır.
- iii. Haritada 8 numara ile işaretli yere jandarma karakolu kurulması durumunda sorumluluk sahasında yaşayan vatandaşlara en etkili ve hızlı hizmet verilecektir.

- iv. ÇKKV teklikleri ile yapılan çalışmalarda, yöneticilerin verdikleri kararlar kriterlerin önem derecelerine ve alternatiflerin bu derecelere yapılan sıralamalarına göre şekillenmektedir. Bu nedenle ağırlıkları fazla olan kriterlerin karar vericileri etkiledikleri görülmektedir. Özellikle matematiksel model için 6 adet suç çeşidinin karşılaştırılmasında Terör suçlarının %46 önem derecesi ile sonuca direk etki ettiği görülmüştür.

Bu çalışmada özetle, bir ildeki çalışmayı yapmaktan çok bundan sonra ülke genelinde yapılacak çalışmalarda karakol kuruluş yerlerinin seçiminde yaşanan karar verme sürecinde bir sistemin kurulması, bir model oluşturulması ve bu kapsamda bilgisayar programlarından faydalanılarak hızlı ve isabetli karar verebilme imkân ve kabiliyetinin artırılmasının gerekliliği ortaya konmuştur.

Böylece kamu düzeninin sağlanması artırılacak ve yapılacak işlemlerin en düşük maliyetle gerçekleştirilecektir. Ayrıca bu çalışmanın askeri birliklerin, İnsansız hava araçları istasyonlarının, trafik kontrol noktalarının, eğitim merkezlerinin ve arama kurtarma birimlerinin yerlerinin belirlenmesinde güvenlik güçlerinin etkinlikleri ve verimliliklerinin artırılmasına katkı sağlayacağı sonucuna ulaşılmıştır.

KAYNAKLAR

- Abdulahitoğlu A., 2012. Yeni Ürün Tasarımında TRİZ ve AHP ile En Uygun Kararın Verilmesi. Çu.Üni.Müh.Fak. Endüstri Mühendisliği ABD. Y.Lisans Tezi, Adana, 240s.
- Abdulahitoğlu, A., 2018a. Using Analytic Hierarchy Process For Evaluating Different Types of Nanofluids For Engine Cooling Systems, Thermal Science DOI.org/10.2298/TSCI180518241A.
- Abdulahitoğlu, A., 2018b. Using Analytic Hierarchy Process For Evaluating Different Biodiesels As An Alternative Fuel, Çu.Üni.Müh.Mim.Fak. Dergisi, 33(3):177-186.
- Acar, E. ve Özdağoğlu, A., 2018. Optimal Plant Location Selection in Apparel Company By Using Multi-Criteria Decision Making Method. The Journal of Social Science, 5(22):438-453.
- Ada, E., Kazançoğlu, Y. ve Aracıoğlu, B., 2005. Stratejik Rekabet Üstünlüğü Sağlamada Tedarikçi Seçiminin Analitik Hiyerarşik Süreç ile Gerçekleştirilmesi, 5'inci Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu (25-27 Kasım 2005), İstanbul.
- Adalı E.A. ve Işık A.T., 2017. Bir Tedarikçi Seçim Problemi için SWARA ve WASPAS Yöntemlerine Dayanan Karar Verme Yaklaşımı. International Review of Economics and Management, Cilt:5(4):56-77.
- Adıgüzel, O., Çetintürk, İ. ve Er, O., 2009. Konaklama İşletmelerine Olan Müşteri Tercihinin Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi ile Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 1(1):17-35.
- Ağdaş, M., 2014. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Lojistik Tesis Yer Seçimi:Kamu Sektöründe Bir Uygulama. KHO Sosyal Bilimler Enstitüsü, Y.Lisans Tezi, Ankara, 193s.
- Afsordegan, A., Sanchez, M., Agell, N., Zahedi, S. ve Cremades, L.V., 2016. Decision Making Under Uncertainty Using a Qualitative TOPSIS Method

- for Selection Sustainable Energy Alternatives. *International Journal of Science Technology*, 13:1419-1432.
- Afshari, A., Vatanparast, M., ve Čóckalo, D., 2016. Application of Multi Criteria Decision Making to Urban Planning - A Review. *Journal of Engineering Management and Competitiveness (JEMC)*, 6:46–53.
- Aires, R.F.F. ve Ferreira, L., 2019. A New Approach to Avoid Rank Reversal Cases in the TOPSIS Method. *Computers and Industrial Engineering*, 132:84-97.
- Akça, M. ve Şahin, R., 2017. Çok Amaçlı Karma Tam Sayılı Tesis Yerleşim Problemi Modeli ve Askeri Tesiste Uygulama. *Pamukkale Üni.Müh. Bilimleri Dergisi*, 24(1):117-123.
- Akçakanat, Ö., Eren, H., Aksoy, E. ve Ömürbek, V., 2017. Bankacılık Sektöründe Entropi ve WASPAS Yöntemleri ile Performans Değerlendirmesi, *Süleyman Demirel Üni., İİBF Dergisi*, 22(2):285-300.
- Akgün, İ. ve Erdal, H., 2019. Solving an Ammunition Distribution Network Design Problem Using Multi-Objective Mathematical Modeling, Combined AHP-TOPSIS and GIS. *Computers and Industrial Engineering*, 129:512-528.
- Aksakal, E. ve Dağdeviren, M., 2010. ANP ve DEMATEL Yöntemleriyle Personel Seçimi Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım. *Gazi Üni.Müh.Mim.Fak. Dergisi*, 25(4):905-913.
- Aktaş, R., Doğanay, M.M., Gökmen Y., Gazibey Y. ve Türen U., 2015. Sayısal Karar Verme Yöntemleri, Beta Yayınevi, İstanbul, 275s.
- Aktepe, A. ve Ersöz, S., 2014. AHP-VIKOR ve MOORA Yöntemlerinin Depo Yeri Seçim Probleminde Uygulanması. *TMMOB Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 25(1-2):2-15.
- Akyüz, Y. ve Soba, M. 2013. ELECTER Yöntemiyle Tekstil Sektöründeki Optimal Kuruluş Yeri Seçimi: Uşak Örneği, *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 9(19):185-197.

- Akyüz, G. ve Kılınç, E., 2016. Kuruluş Yeri Seçiminde Bulanık TOPSIS Yönteminin Kullanımı: Sağlık Sektöründe Bir Uygulama. Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, 4(33):590-608.
- Alkan, A., Kasımoğlu, H.Ç., Çelik, C. ve Aladağ, Z., 2017. AHP ve PROMETHEE Yöntemleri ile Lastik Üreticisi bir Firma için Tedarikçi Seçimi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 21(2):261-269.
- Alonso, J.A. ve Lamata, M.T., 2006. Consistency in the Analytic Hierarchy Process: A New Approach. Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems, 14(4):445-459.
- Alp, S. ve Engin, T., 2011. Trafik Kazalarının Nedenleri ve Sonuçları Arasındaki İlişkinin TOPSIS ve AHP Yöntemleri Kullanılarak Analiz ve Değerlendirilmesi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 10(19):65-87.
- Alp, S. ve Gündoğdu, C.E., 2012. Kuruluş Yeri Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Uygulaması. Dokuz Eylül Üni. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 14(1):07-25.
- Alpdemir, E. A., 2006. 1999-2004 Yılları Arasında Eskişehir'de İşlenen Asayiş Suçlarına İlişkin Suç Haritalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Oluşturulması. Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ABD. Y.lisans Tezi, Eskişehir, 138s.
- Amiri, M.P., 2010. Project Selection for Oil-Fields Development by Using the AHP and Fuzzy TOPSIS Methods. Expert Systems with Applications, 37:6218-6224.
- Antmen, F. ve Miç P., 2018. Çocuk Yoğun Bakım Ünitesinde Çok Kriterli Karar Verme ile Mekanik Vantilatör Seçimi ve Bir Uygulama Örneği. Çukurova Üni.Müh.Mim.Fak. Dergisi 33(4):17-30.
- Ar, M.,İ., Özdemir, F. ve Baki, B., 2014. Öncelikli Sektörlerin Belirlenmesinde AHS-TOPSIS ve AHS-VIKOR Yaklaşımlarının Kullanımı: Rize Organize Sanayi Bölgesi Örneği. E-Journal of Yaşar University, 9(35):6160-6174.

- Ar, M., İ., Baki, B. ve Özdemir, F., 2014. Kuruluş Yeri Seçiminde Bulanık AHS- VIKOR Yaklaşımının Kullanımı: Otel Sektöründe Bir Uygulama. *International Journal of Economic and Administrative Studies*, 7(13):93-114.
- Asemi, A., Baba, M.S., Asemi, A., Abdullah, R.B.H. ve İdris, N., 2018. Fuzzy Multi Criteria Decision Making Applications: A Review Study. <https://www.researchgate.net/publication> (Erişim tarihi: 18 Ekim 2018).
- Ata, A. ve Sennaroğlu, B., 2008. Savaş Gemisi Tasarımındaki Kriter Katsayı Ağırlıklarının Saptanmasında Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Kullanımı. *Journal of Naval Science and Engineering*, 4(1):1-16
- Atalay, M., 2009. Çok Ölçütlü Karar Verme Teknikleri Kullanarak Hava Kuvvetleri Komutanlığı Personel Seçim Sisteminin Eniyilenmesi. Marmara Üni. Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri ABD. Doktora Tezi, İstanbul, 163s.
- Atan, M., Atan, S. ve Altan, Ş., 2015. Matematiksel Programlama ile Tedarik Zinciri Yönetiminde Etkinlik Planlaması. *Alphanumeric Journal, the Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems*, 3(1):15-24.
- Awasthi, A. ve Chauhan, S.S., 2012. A Hybrid Approach Integrating Affinity Diagram, AHP and Fuzzy TOPSIS for Sustainable City Logistics Planning. *Applied Mathematical Modeling*, 36:573-584.
- Aydemir Karadağ, A., 2019. Katı Atık Depolama Yer Seçimi için Birleştirilmiş Hedef Programlama ve AHP Yaklaşımı., *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*. 11(1):211-225.
- Aydın, Ö., Öznehir, S. ve Akçalı, E., 2009. Ankara için Optimal Hastane Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci ile Modellenmesi. *Süleyman Demirel Üni. İİBF Dergisi*, 14(2):69-86.
- Aydın, Ö., 2009. Bulanık AHP ile Ankara için Hastane Yer Seçimi. *Dokuz Eylül Üni. İİBF Dergisi*, 24(2):87-104.

- Aydın, A.H. ve Özel, M., 2016. Türkiye’de İç Güvenlik Aktörlerinin İç Güvenlik Yönetiminde Halka Hesap Verebilirlik Sorununa İlişkin Algıları ve Çözüm Önerileri. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 18(31):46-59.
- Aygüneş, H., 2008. Kırsal Bölgelerde Askeri Birliklerin Konuşlandırılmasında Yer Seçimi Modellerinin Kullanılması. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 7(1): 93-112.
- Ayöperken, E. ve Ermiş, M., 2011. İnsansız Hava Araçları İçin Üs Konumlarının Kapsama Alanı Problemi Olarak Modellenmesi ve Eniyilenmesi. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 5(1):61-71.
- Aytekin, A. ve Kaygın, B., 2005. Bilgisayar Destekli İşletme Kuruluş Yeri Seçimi, *Gazi Üniv. Orman Fak. Dergisi*, 5(2):213-226.
- Ayvaz, B., Kuşakçı, A.O., Öztürk, F., ve Sırakaya, M., 2018. Biyodizel Tedarik Zinciri Ağ Tasarımı İçin Çok Amaçlı Karma Tam Sayılı Doğrusal Programlama Modeli Önerisi. *Uludağ Üni.Müh.Fak. Dergisi*, 23(4):55-70.
- Azimifard, A., Moosavirad, S.Y. ve Ariafer S., 2018. Selecting Sustainable Supplier Countries for Iran’s Steel Industry at Three Levels by Using AHP and TOPSIS Methods. *Resources Policy*, 57:30-44.
- Bakır, M.A., Altunkaynak, B., 2003. Tamsayılı Programlama Teori, Modeller ve Algoritmalar. Nobel Yayınevi, Ankara, 630s.
- Badi, I. A., Abdulshahed, A.M., Shetwan, A.G., 2017 Supplier Selection Using Combinative Distance-Based Assessment (CODAS) Method for Multi-Criteria Decision-Making, *The 1st International Conference on Management, Engineering and Environment*, Çekya, s.27-37.
- Ballı, H., 2014. Bulanık Doğrusal Programlama Modeli ile Bir Kamu Kurumu için Tesis Yeri Seçimi, *KHO Savunma Bilimleri Enstitüsü, Harekat Araştırması Anabilim Dalı, Y.Lisans Tezi*, Ankara, 152s.
- Baltalar, H., 2018. Analitik Hiyerarşi Süreci. <https://www.turkax.com/analitik-hiyerarshi-sureci-ahp> (Erişim tarihi: 15 Şubat 2018)

- Bayır, T. ve Yılmaz, Z., 2017. AB Ülkelerinin Lojistik Performans Endekslerinin AHP ve VIKOR Yöntemleri ile Değerlendirilmesi. Middle East Journal of Education (MEJE) <https://www.researchgate.net/publication/324057057> (Erişim tarihi: 11 Nisan 2018).
- Betrie, G. D., Sadiq, R., Morin, K. A. ve Tesfamariam, S., 2013. Selection of Remedial Alternatives for Mine Sites: A Multicriteria Decision Analysis Approach. Journal of Environmental Management, 119:36-46.
- Beikhhakhian, Y., Javanmardi, M., Karbasian, M. ve, Khayambashi, B., 2015. The Application of ISM Model in Evaluating Agile Suppliers Selection Criteria and Ranking Suppliers Using Fuzzy TOPSIS-AHP Methods. Expert Systems with Applications, 42:6224-6236.
- Behzadian, M., Otaghsara, S.K., Yazdani, M. ve Ignatius, J., 2012. A State-Of-The-Art Survey of TOPSIS Applications. Expert Systems with Applications, 39:13051-13059.
- Bilgilioglu, S.S. ve Bilgilioglu B.B., 2017. CBS ve AHP Yöntemi Kullanılarak Aksaray İli Uygun Kentsel Katı Atık Depolama ve İmha Alanı Tespiti, <https://researchgate.net/.../316145720> (Erişim tarihi: 22 Mart 2018)
- Brunelli, M., 2014. Introduction to the Analytic Hierarchy Process. Springer Briefs in Operations Research, Finland, 91s.
- Büyükselçuk, E.Ç., 2017. Green and Innovative Supplier Selection Model Via MCDM Techniques and A Case Study in Automotive Industry, Marmara Üniv. Endüstri Müh. Anabilim dalı, Doktora Tezi, İstanbul, 143s.
- Çalış, A., Keskin, İ. ve Gencer, C., 2016. AHP ve SMAA-2 Yöntemleri ile Mühendislik Alanında Bilimsel Araştırma Konularının Seçimi. Savunma Bilimleri Dergisi, 15(1):257-280.
- Çakır, E., Akel, G. ve Doğaner, M., 2018. Türkiye’de Faaliyet Gösteren Özel Alışveriş Sitelerinin Bütünleşik SWARA-WASPAS Yöntemi ile Değerlendirilmesi, UIİD-IJEAS,18:599-616.

- Çavdur, F., Kaymaz, E. ve Sebatlı, A., 2018. Montaj Hatlarında Yeniden İşleme İstasyon Pozisyonunun Optimizasyonu İçin Bir Karışık-Tamsayılı Programlama Modeli. Uludağ Üni.Müh.Fak. Dergisi 23(3):273-284.
- Çelik, C., Alkan, A. ve Aladağ, Z., 2016. Otomotiv Sektöründe Faaliyet Gösteren Bir Firmada Tedarikçi Seçimi: AHP-Bulanık AHP ve TOPSIS Uygulaması. Beykent Üni. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9(1):43-83.
- Çeliksoy, E., 2017. Türkiye’de Büyükşehir Güvenlik Yönetimi Kritisği. Yüzüncü Yıl Üni. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Afro-Avrasya Özel Sayısı ISSN:1302-6879, Sayfa:71-77
- Çetin, H. ve Demir, F., 2016. Tablet Bilgisayar Seçiminde Ana ve Alt Kriterlerin Önem Düzeylerinin BAHP ile Belirlenmesi. Kafkas Üni. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 7(12):89-107.
- Çetin, İ.E., Akil, Y., ve Güler İ.A., 2014. İnşaat Projelerinde Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ile Karar Verme. Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 10(23):173-189.
- Çevik, E., 2009. Yatırım Projelerinin Belirsizlik Altında Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Değerlendirilmesi. İTÜ Fen Bilimler Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Y.Lisans Tezi, İstanbul, 143s
- Chakraborty, S. ve Zavadskas, E.K., 2014. Applications of WASPAS Method in Manufacturing Decision Making. Informatica, 25(1):1-20.
- Chang, P., ve Lin, H., 2015. Manufacturing Plant Location Selection in Logistics Network Using Analytic Hierarchy Process, Journal of Industrial Engineering and Management, 8(5):1547-1575.
- Chang, K.L., Liao, S.K., Tseng, T.W. ve Liao, C.Y., 2015. An ANP Based TOPSIS Approach for Taiwanese Service Apartment Location Selection. Asia Pacific Management Review, 20:49-55.

- Chen, R.Y., 2009. RFM-Based Eco-Efficiency Analysis Using Takagi-Sugena Fuzzy and AHP Approach. *Environmental Impact Assessment Review*, 29:157-164..
- Chen, C.T., 2000. Extensions of the TOPSIS for Group Decision-Making under Fuzzy Environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 114(1): 1–9.
- Chung, K.C. ve Chang, L.C., 2015. Combining MCDM Methods and AHP to Improve TTQS: A Case Study of the VETC. *International Educational Studies*, 8(3):24-34.
- Çınar, N.T., 2010. Kuruluş Yeri Seçiminde Bulanık TOPSIS Yöntemi ve Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 12(18):37-45.
- Dağdeviren, M., Akay, D. ve Kurt, M., 2004. İş Değerlendirme Sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Uygulaması. *Gazi Üni.Müh.Mim.Fak. Dergisi*, 19(2):131-138.
- Dağdeviren, M. ve Eren, T., 2001. Tedarikçi Firma Seçiminde AHP ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması. *Gazi Üni.Müh.Mim.Fak. Dergisi*, 16(2):41-52.
- Dağsuyu, C., Dere, E.B. ve Kokangül, A., 2016. AHP-AWR Bütünleşik Yöntemi Kullanılarak Mobilya Sektöründe Müşteri Şikayetlerinin Değerlendirilmesi. *Çukurova Üni.Müh.Mim.Fak. Dergisi*, 31(2):129-137.
- Daskin, M.S., 1979. A Maximum Expected Coverage Location Model: Formulation, Properties and Heuristic Solution. *Transportation Science*, 17:48-70.
- Demireli, E., 2010. TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Sistemi:Türkiye’deki Kamu Bankaları Üzerine Bir Uygulama. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, 5(1):101-112.
- Değirmenci, S., Bingöl., F. ve Sofuoğlu, S.C., 2017. Türkiye’de Rüzgar Tarlası Arazilerinin çok Kriterli Karar Analizi Kullanılarak Belirlenmesi. 4’üncü İzmir Rüzgar Sempozyumu (28-30 Eylül 2017), İzmir, 27-33.

- Demirdöğen, O. ve Bilgili, B., 2018. Organize Sanayi Bölgeleri İçin Yer Seçimi Kararlarını Etkileyen Faktörler: Erzurum Örneği, <https://www.dergipark.gov.tr>. (Erişim tarihi: 07 Kasım 2018).
- Demirdöğen, O., Erdal H., ve Acar E., 2015. An Integrated Model Proposal for Increasing the Effectiveness of Security Service Production: A Multi-Criteria Maximal Covering Model. *International Journal of Recent Scientific Research*, 6(6):4881-4890.
- Deng, J.L., 1982. Control Problems of Grey Systems. *Systems & Control Letters*, 1(5): 288-294.
- Deng J.L., 2002. *Elements of Grey Theory*. Press of Huazhong University of Science and Technology Press, Wuchang/Çin.
- Derviş, R., 2015. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Çok Kriterli Karar Verme (ÇNKV) Yöntemi ile Lojistik Tesislerin Değerlendirilmesi, KHO Savunma Bilimleri Enstitüsü Tedarik ve Lojistik Yönetimi Ana Bilim Dalı, Y.Lisans Tezi, Ankara, 196s.
- Derse, O., 2018. Biyogaz Enerji Tesisi için Hedef Programlama ile Yer Seçimi Problemi, Süleyman Demirel Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(Özel Sayı): 121-126
- Doğan, F., 2010. Polis ve Jandarma Teşkilatları Açısından İç Güvenlik Yönetimi, Sorunları ve Değişimi. Ankara Üniv. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi ve Siyaset Bilimi Anabilim Dalı, Y.Lisans Tezi, Ankara, 145s.
- Doğanlı, B., 2006. Tamsayılı Programlama Yönteminin Sermaye Bütçeleme Konusuna Uygulanması ve Bir Tekstil İşletmesi Uygulaması. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 29:190-196.
- Durak, İ., Yıldız, M.S., Akar, Y.O. ve Yemenici, A.D., 2017. Warehouse Site Selection in Retail Sector: An Application of AHP and VIKOR Methods. *International Journal of Business and Management Invention*, 6(12):65-73.

- Durmuş, M. ve Tayyar, N., 2017. AHP ve TOPSIS ile Farklı Kriter Ağırlıklandırma Yöntemlerinin Kullanılması ve Karar Verici Görüşleriyle Karşılaştırılması. Eskişehir Osmangazi Üni. İİBF Dergisi, 12(3):65-80.
- Durucasu, H., Aytekin, A., Saraç, B., Orakçı, E., 2017. Current Application Fields of ELECTRE and PROMETHEE: A Literature Review. Alphanumeric Journal, 5(2):229-270.
- Durak, İ. ve Yıldız, M.S., 2015. P-Medyan Tesis Yeri Seçim problemi: Bir Uygulama. Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 7(2):43-64.
- Dutta, B., Singha, T., Goh, M., Lamata, M.T. ve Verdegay, J.L., 2019. Post Factum Analysis in TOPSIS Based Decision Making Method. Expert Systems with Applications, 138:112806
- Dündar, S., 2008. Ders Seçiminde Analitik Hiyerarşi Proses Uygulaması. Süleyman Demirel Üni. İİBF Dergisi, 13(2):217-226.
- Eiselt, H.A. ve Marianov, V., 2011. Foundations of Location Analysis, New York, Springer, 525s.
- Eleren, A., 2006. Kuruluş Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi ile Belirlenmesi: Deri Sektörü Örneği. Atatürk Üniv. İİBF Dergisi, 20(2):405-416.
- Ercan, C. ve Gencer, C., 2013. An Integer Programming Model for the Heterogeneous UAV Fleet Routing Problems. The Journal of Defense Sciences, 12(2):119-144.
- Ercan E. ve Kundakçı, N., 2017. Bir Tekstil İşletmesi için Desen Programı Seçiminde ARAS ve OCRA Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Afyon Kocatepe Üni. Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt:19(1):83-105.
- Erciyes, E. ve Gencer, C., 2005. İl Jandarma Komutanlıklarında Jandarma Astsubayların Atanması için Karar Destek Sistemi, KHO Savunma Bilimleri Dergisi, 4(2):139-159.

- Erdal, H., 2018. Risk Tabanlı Tesis Yeri Seçimi Problemi: Güvenlik Sektörü İçin Bir Uygulama, Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 14(2):461-477.
- Erden, T. ve Coşkun, M.Z., 2011. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi Yardımıyla İtfaiye İstasyonu Yer Seçimi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita ve Teknik kurultayı, Ankara.
- Erdil, A. ve Erbiyık, H., 2015. Selection Strategy Via AHP: An Application for a Small Enterprise in Milk Sector. Procedia Social and Behavioral Sciences, 195:2618-2628.
- Erdoğan, M ve Kaya, I., 2015. An Integrated Multi-Criteria Decision Making Methodology Based on Type-2 Fuzzy Sets for Selection Among Energy Alternatives in Turkey. Iranian Journal of Fuzzy Systems, 12(1):1-25.
- Ersöz, M., 2019. Mermer Blokların AHP Destekli TOPSIS ve GİA Yöntemleriyle Sınıflandırılması. Gazi Üni. Politeknik Dergisi, 22(2):303-317.
- Ersöz, F. ve Kabak, M., 2010, Savunma Sanayi Uygulamalarında Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Literatür Araştırması, Savunma Bilimleri Dergisi, 9(1):97-125.
- Ertuğrul, İ. ve Aytaç, E., 2009. Otomotiv Endüstrisinde Tedarik Zinciri Ağının Karma Tamsayılı Programlama Modeli ile Tasarımı. Ege Akademik Bakış Dergisi, 9(1):213-229.
- Farahani, R. Z., Steadieseifi, M. ve Asgari, N., 2010, Multiple Criteria Facility Location Problems: A Survey. Applied Mathematical Modeling, 34(7):1989-1709
- Farahani, R.Z., ve M. Hekmetfar., 2009. Facility Location Concepts, Models, Algorithms and Case Studies. Contributions to Management Science, Heidelberg, Berlin, 557s.

- Figueira J., Greco, S. ve Ehrgott, M., 2005. Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys. Springer Sciences Business Media, Inc.: New York, 1084s.
- Gade, P.,K. ve Osuri, M., 2014. Evaluation of Multi Criteria Decision Making Methods for Potential Use in Application Security. School of Computing Blekinge Institute of Technology Electrical Engineering, Karlskrona/Sweden, Y.Lisans Tezi, 63 s.
- Gencer, C. ve Açıkgöz, A., 2006. Türk Silahlı Kuvvetleri Arama Kurtarma Timlerinin Yerleşiminin Yeniden Düzenlenmesi. Gazi Üni.Müh.Mim. Fak. Der. 21(1):87-105.
- Gigovic, L., Pamucar, D., Bozanic, D. ve Ljubojevic, S., 2017. Application of the GIS-DANP-MABAC Multi Criteria Model for Selecting the Location of Wind Farms: A case Study of Vojvodina, Serbia. Renewable Energy, 103:501-502.
- Goyal, T., ve Kaushal, S., 2017. An Intelligent Scheduling Scheme for Real-Time Traffic Management Using Cooperative Game Theory and AHP-TOPSIS Methods for Next Generation Telecommunication Networks. Expert Systems With Applications, 86:125-134.
- Göksu, A., 2008. Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses ve Üniversite Tercih Sıralanmasında Uygulanması. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Isparta, 128s.
- Göleç, A., Gürbüz, F. ve Şenyiğit, E., 2016. Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle En İyi Askeri Kargo Uçağının Belirlenmesi. MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi, 5(5):88-101.
- Göztepe, K. ve Akdağ, A., 2015. Coğrafi Analiz Sistemi (CAS) ile Askeri karar Verme Süreci Etkinliğinin Artırılması. Electronic Journal of Map Technologies, 7(2):56-68.

- Göztepe, K., Dizdaroğlu, V. ve Sağiroğlu, Ş., 2016. New Directions in Military and Security Studies: Artificial Intelligence and Military Decision Making Process. *International Journal of Information Security Science*, 4(2):69-82.
- Göztepe, K. ve Kahraman, C., 2015. A New Approach to Military Decision Making Process: Suggestions from MCDM. *Point of View*, DOI:10.13140/2.1.4139.3449.
- Göztepe, K., Atak, E., Erdoğan, H.İ., Kılınç, E. ve Şensoy, S.E., 2013. A Multi Criteria Decision Making Model for Military Logistics Using Analytic Network Process. 13. Üretim Araştırma Sempozyumu 25-27 Eylül 2013, Sakarya, Sayfa:405-412.
- Gül, E. ve Eren, T., 2017. Lojistik Dağıtım Ağ Problemlerinde Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve Hedef Programlama ile Depo Seçimi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 1:1-12
- Güler, D. ve Yomralıoğlu, T., 2017. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Düzenli Deponi Yer Seçimi: İstanbul İli Örneği. *Ankara Üniv Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17 (Özel Sayı):262-269.
- Güler, D., 2016. Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve Coğrafi Bilgi Sistemleriyle Alternatif Katı Atık Düzenli Depolama Alanı Yer Seçimi: İstanbul İli Örneği. *İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Geometrik Mühendisliği Anabilim Dalı, Y.Lisans Tezi*, İstanbul, 96s.
- Gültaş, İ., 2007. Endüstri Mühendisliği Eğitiminde Matematik Ders İçeriklerinin Belirlenmesine Bulanık AHP Yöntemi ile Çözüm Önerisi. *İTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Müh. ABD., Y.Lisans Tezi*, İstanbul, 108s.
- Gündüz, H. ve Güler, M.E., 2015. Termal Turizm İşletmelerinde Çok Ölçütlü Karar Verme Teknikleri Kullanılarak Uygun Tedarikçinin Seçilmesi. *Dokuz Eylül Üniv. İİBF Dergisi*, 30(1):203-222.
- Güngör, İ., Bakan, H., Aksu, M., Kiremitçi, S., Göksu, A. ve Göçen, S., 2010. Türkiye’de İl Olması Uygun Görülen İlçelerin AHP ile Değerlendirilmesi, *Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 2(2):1-16.

- Güzel, D., Erdal, H. ve Acar, E., 2015. Kolluk Kuvvetlerinin Hizmet Üretim Etkinliğinin Artırılmasına Yönelik Bir Model Önerisi:Bütünleşik Araç Atama Modeli. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 40:463-483.
- Gyarmati, J., 2015. Military Application of Multi-Criteria Decision Making, *AARMS*, 14(4):291-297.
- Hakimi, S.L., 1964. Optimum Location of Switching Centers and the Absolute Centers and Medians of a Graph, *Operations Research*, 12(3):450-459.
- Hammaouri, A., 2018. An Integrated AHP-TOPSIS Methodology to Evaluate for Adoption Cots Database Components Based on Usability. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 96(1):270-281.
- Hançerlioğlu, G., Hançerlioğlu, K.O. ve Köksalınış, E., 2017. The Use of Multi-Criteria Decision making Models in Evaluating Anesthesia Method Options in Circumcision Surgery, *BMC Med. Information Decision Making* DOI:10.1186/s12911-017-0409-5.
- Hanine, M., Boutkhoul, O., Tikniouine, A. ve Agouti, T., 2016. Application of an Integrated Multi-Criteria Decision Making AHP-TOPSIS Methodology for ETL Software Selection, *Springer Plus* 5:263
- Hazırcı, M. ve Şahin, Y., 2019. Geçici İskan Alanlarının Seçimi için AHP Temelli P-Medyan Modeli: Burdur Örneği. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 7(2):403-417.
- Ho, W. ve Ma, X., 2018. The State-of-the-art Integrations and Applications of the AHP. *European Journal of Operation Research*, 267:399-414.
- Hwang, C.L. ve Yoon, K., 1981. Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications, A State of the Art Survey, Springer, New York, USA, 280s.
- Ishizaka, A. ve Labib, A., 2011. Review of the Main Developments in the Analytic Hierarchy Process. *Journal of Expert Systems with Applications*, 38:14336–14345.

- İmren, E., Karayılmazlar, S. ve Kurt, R., 2016. Selection of Optimal Establishment Place Using AHP: An Application of Furniture Industry. Journal of Bartın Faculty of Forestry, 18(2):48-54.
- İnce, Ö., Bedir, N. ve Eren, T., 2016. Hastane Kuruluş Yeri Seçimi Probleminin Analitik Hiyerarşi Süreci ile Modellenmesi: Tuzla İlçesi Uygulaması. Gazi Üniv. Sağlık Bilimleri Dergisi, 1(3):08-21.
- J.Gn.K.Lığı, 2020. Jandarma Genel Komutanlığı Resmi Web Sayfası, <https://www.jandarma.gov.tr/jandarma-tarafindan-korunan-tesisler>, (Erişim tarihi, 06 Nisan 2020)
- J.Gn.K.lığı, 2014. Jandarma Genel Komutanlığı, 2011-2012 Yılları BİLKARDES Faaliyetleri, Ankara.
- J.Gn.K.lığı, 2015. Jandarma Genel Komutanlığı, 2013-2014 Yılları BİLKARDES Faaliyetleri, Ankara.
- Jozaghi, A., Alizadeh, B., Hatami, M., Flood, J., Khorrami, M., Khodaei, N., ve Tousi, E.G., 2018. A Comparative Study of the AHP and TOPSIS Technique for Dam Site Selection Using GIS: A Case Study of Sistan and Baluchestan Province, Iran, DOI:10.20944/preprints201810.0773.v1
- Jamshidi, M., 2009. Median Location Problem, Facility Location: Concepts, Models, Algorithms and Case Studies. Physica-Verlag Heidelberg, Sayfa:177-191.
- Kabak, M., Sağlam, F. ve Aktaş, A., 2017. Farklı Uzaklık Hesaplama Yaklaşımlarının TOPSIS Üzerinde Kullanılabilirliğinin İncelenmesi. Gazi Üni.Müh.Mim.Fak. Dergisi 32(1):35-43.
- Kanun, 1983. 2803 Sayılı Jandarma Teşkilat, Görev ve Yetkileri Kanunu.
- Kanun, 1934. 2559 sayılı Polis Vazife ve Salâhiyet Kanunu.
- Kanun, 1941. 3941 sayılı Şehir ve Kasabalardan Uzak Yerlerde İnşa Edilen Jandarma Karakol Binalarına Karakol Komutanı ile Ailesinin İkameti İçin İlave Yapılması Hakkında Kanun.
- KHK, 2016. 668 Sayılı Kanun Hükmünde Kararname.

- Kara, E., 2016. Devlet Kolluk İlişkisi Kapsamında Jandarma ve Türk Jandarması, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Yönetim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Y.lisans Tezi, Ankara, 316s.
- Karim, R. ve Karmaker, C.L., 2016. Machine Selection by AHP and TOPSIS Methods, American Journal of Industrial Engineering, 4(1):7-13.
- Kaçtıoğlu, S. ve Şengül, Ü., 2010. Erzurum Kenti Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşümü için Tersine Lojistik Ağı Tasarımı ve Bir Karma Tamsayılı Programlama Modeli. Atatürk Üniv. İİBF Dergisi, 24(1):89-112.
- Karaatlı, M. 2016. Entropi-Gri İlişkisel Analiz Yöntemleri ile Bütünleşik Bir Yaklaşım. Turizm Sektöründe Uygulama. S.Demirel Üniv. İİBF Dergisi, 21(1):63-77.
- Karaatlı M., Ömürbek N., Budak İ. ve Dağ O., 2015. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Yaşanabilir İllerin Sıralanması. Selçuk University Journal of Institute of Social Sciences 33: 215-228,
- Karadeniz, V., 2014. Kuruluş Yeri Seçiminde Ulaşımın Etkili Olduğu Yerleşmelerde Bir Örnek: Yeniçubuk Kasabası (Gemerek/Sivas). Marmara Coğrafya Dergisi, 29:286-312.
- Karadeniz, E., Koşan, L., Günay, F. ve Dalak, S., 2016. GRİ İlişki Analiz Yöntemiyle Turizm Alt Sektörlerinin Finansal Performanslarının Ölçülmesi, Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 9(44):1117-1134.
- Karavidic, Z. ve Projovic, D., 2018. A Multi-Criteria Decision-Making Model in the Security Forces Operations Based on Rough Sets. Decision Making, Applications in Management and Engineering, 1(1):97-120.
- Keçek, G. ve Yıldırım, E., 2010. Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) Sisteminin Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ile Seçimi: Otomotiv Sektöründe bir Uygulama, Süleyman Demirel Üni. İİBF Dergisi, 15(1):193-211.
- Keçek, G. ve Gürdal, H., 2016. Determination of Preference Ranking of Fast Food Companies with Analytic Hierarchy Process: An Application in

- Dumlupınar University, European Journal of Business and Management, 8(5):28-34.
- Keshavarz, G.M., Zavadskas, E.K., Olfat, L. ve Turskis, Z., 2015. Multi-Criteria Inventory Classification Using a New Method of Evaluation Based on Distance from Average Solution (EDAS). Informatica, 26(3):435-451.
- Keshavarz, G.M., Zavadskas, E.K., Turskis, Z. ve Antucheviciene, J., 2016. A New Combinative Distance-Based Assessment (CODAS) Method for Multi-Criteria Decision-Making, Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research 3(50):25-44.
- Kokangül A, Polat, U. ve Dağsuyu, C., 2017. A New Approximation for Risk Assessment Using the AHP and Fine Kinney Methodologies, Safety Science, 91:24-32.
- Kokangül, A. ve Susuz, Z., 2009. Integrated Analytical Hierarch Process and Mathematical Programming to Supplier Selection Problem with Quantity Discount, Journal of Applied Modeling, 33:1417-1429.
- Konak, T., Elbir, G., Yılmaz, S., Karataş, B.M., Durman, Y. ve Düzakın, H., 2018. Borsa İstanbul'da İşlem Gören Tekstil Firmalarının TOPSIS ve MOORA Yöntemi ile Analizi. Çukurova Üni., İİBF Dergisi, 22(1):11-44.
- Kolios, A., Mytilinou, V., Minguez, E.L. ve Salonitis, K., 2016. A Comparative Study of Multiple-Criteria Decision Making Methods Under Stochastic Inputs, Energies 2016, 9,566;DOI:10:3390/en9070566.
- Korkusuz, A.M., İnan, U.H., Özdemir, Y. ve Başlıgil, H., 2020. Entegre Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Sağlık Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği Performansının Ölçülmesi, Gazi Üni.Müh.Mih.Fak.Dergisi, 35(1):81-96.
- Korkut, D., DOĞAN, A.M. ve BEKAR, İ., 2010. Kuruluş Yeri Seçimini Etkileyen Faktörlerin Düzce İli Açısından Değerlendirilmesi.Ormancılık Dergisi 6(1): 32–39.

- Koyuncu, M. ve Erol, R., 2010. Optimal Resource Allocation Model to Mitigate the Impact of Pandemic Influenza: A Case Study for Turkey. Springer Science and Business Media, 34:61-70
- Kress, M. ve Royset, J.O., 2007. Aerial Search Optimization Model (ASOM) for UAVs in Special Operations, Naval Postgraduate School, Monterey, CA, 13(1):23-33.
- Kurban, Ö.F. ve Can, T., 2016. Acil İstihbarat, Gözetleme ve Keşif İhtiyaçları için Mini İnsansız Hava Araçlarının Yer Kontrol İstasyonlarının Seçimi, Marmara Üni., Öneri Dergisi, 12(45):35-59.
- Kusunawardani, R.P. ve Agintiara, M., 2015. Application of Fuzzy AHP-TOPSIS Method for Decision Making in Human Manager Selection Process, The Third Information Systems International Conference, Procedia Computer Science 72:638-646.
- Küçükönder, H., Efe, E. ve Üçkardeş, F. 2013. Çok Ölçütlü Karar Verme Yaklaşımından Analitik Hiyerarşi Süreci'nin Hayvancılıkta Kullanımı, Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 3(3):91-98.
- Jia, J., Fan, Y., Guo, X., 2012. The Low Carbon Development (LCD) Levels' Evaluation of the Worlds' 47 Countries (Areas) by Combining the FAHP with the TOPSIS Method. Expert Systems with Applications, 39:6628-6540.
- Jozaghi, A., Alizadeh, B., Hatami, M., Flood, I., Khorrami, M., Khodaei, N. ve Tousi, E.G., 2018. A Comparative Study of the AHP and TOPSIS Techniques for Dam Site Selection Using GIS: A Case Study of Sistan and Baluchestan Province, İran.
- Lenegala, S. ve Stimers, M., 2017. The AHP in GIS-Driven Military Operation Base Selection: A Case Study in Sri Lanka, Journal of Defense Management, 7(1):1-11.

- Li, C.W., Tzeng, G.H., 2009. Identification of a Threshold Value for the DEMATEL Method Using the Maximum Mean De-Entropy Algorithm to Find Critical Services Provided by a Semiconductor. *Expert Systems with Applications*, 36: 9891–9898.
- Liu, L.B., Berger, P. ve Zeng, A. ve Gerstenfeld, A., 2008. Applying the Analytic Hierarchy Process to the Offshore Outsourcing Location Decision Supply Chain Management. *An International Journal*, 13(6):435-449.
- Liu, H.C., Chen, X.Q., Duan, C.Y. ve Wang, Y.M., 2019. Failure Mode and Effect Analysis Using Multi-Criteria Decision Making Methods: A Systematic Literature Review. *Computers and Industrial Engineering*, 135:881-897
- Lo, H.W. ve Liou, J.J.H., 2018. A Novel Multiple-Criteria Decision Making Based FMEA Model for Risk Assessment. *Applied Soft Computing Journal*, 73:684-696.
- Lokman, B., 2017. Çok Amaçlı Tamsayı Programlama Problemleri İçin Temsili Çözüm Üreten Yaklaşımların ve Kalite Ölçülerinin İncelenmesi, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 28(1):19-39.
- Manap, G., 2006. Analitik Hiyerarşi Yaklaşımı ile Turizm Merkezi Seçimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2:157-170.
- Macek, D. ve Alagic, D., 2017. Comparison of Bitcoin Cryptosystem with Other Common Internet Transaction Systems by AHP Technique, *JIOS*, 41(1):69-87.
- Macit, İ., Oğulata, S.N. ve Alparslan, Z.N., 2018. Kentsel Arama Kurtarma Birliklerinin Yerleşim Yeri Problemi Çözümünde Matematiksel Programlama ve Simülasyon Yaklaşımları: İstanbul Örneği. *Çukurova Üniv. Müh.Müh.Fak.Dergisi*, 33(1):55-66.
- Macit, İ., 2018. Bütünleşik Afet Yönetim Sistemleri İçin Karar Destek Sistemi Geliştirilmesi: Mobil Uygulama Örneği. *Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi*, 2(1):23-41.

- Miç, P. ve Antmen Z.F., 2019. Bir Bölge Hastanesi için Bulanık TOPSIS Yöntemi ile Sağlık Hizmeti Tesis Yerleşimi Seçimi Problemi, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* 16:750-757.
- Miç, P., 2019. Çok amaçlı Modelleme ile Çatışma Alanlarında Sağlık Tesisi Yeri Seçimi: Suriye İdlid Uygulaması. Çukurova Üni., Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Müh. ABD. Doktora Tezi, Adana, 165s.
- Mondal, S.D. ve Ghosh, D., 2016. An Integrated Approach of Multi-Criteria Group Decision Making Techniques to Evaluate the Overall Performance of Teachers. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 7(5):38-45.
- Mutlu, M., Tuzkaya, G. ve Sennaroğlu, B., 2017. Multi-Criteria Decision Making Techniques for Healthcare Service Quality Evaluation: A Literature Review. *Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 35(3):501-512.
- Mutlu, M. ve Sarı, M., 2017. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Madencilik Sektöründe Kullanımı. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 56(4):181-196.
- Nikjo, B., Rezaeian, J. ve Javadian, N., 2015, Decision Making in Best Player Selection: An Integrated Approach with AHP and Extended TOPSIS Methods Based on Wefa Framework in MAGDM Problems. *International Journal of Research in Industrial Engineering*, 4(1-4):1-14.
- Odukuma, E.E., Asagba, P.O. ve Eke, B.O., 2017, Design of a Multi Model Decision Support Software Tool for Multi Criteria Group Decision Making in Software Product Selection, *IOSR Journal of Computer Engineering*, 19(5):35-41.
- Ofluoğlu, A., Baki, B. ve Ar, İ.M., 2017. Afet Depo Yeri Seçimi İçin Çok Kriterli Karar Analizi Modeli, *Journal of Management, Marketing and Logistics*, 4(2):89-106.
- Okul, D., 2012. Stokastik Çok Kriterli Karar Vermede Yeni Bir Yöntem: SMAA-TOPSIS ve Bir Uygulama, KHO Savunma Bilimleri Enstitüsü Harekat Araştırması Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara, 116s.

- Okul, D., Gencer, C. ve Aydoğan, E.K. ,2013. A method Based on SMAA-TOPSIS for Stochastic Multi-Criteria Decision Making and a Real-World Application. *International Journal of Information Technology & Decision Making*,13(5):1-22.
- Opricovic S., Tzeng, G.H., 2004. Compromise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS, *European Journal of Operational Research*, 156:445-455.
- Owen, S.H. ve Daskin, M.S., 1998. Strategic Facility Location: A Review. *European Journal of Operational Research* 111: 423–47.
- Ömürbek, N., Üstündağ, S. ve Helvacıoğlu, Ö.C., 2013. Kuruluş Yeri Seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Kullanımı: Isparta Bölgesi'nde Bir Uygulama. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 11(21):101-116.
- Ömürbek, N., Karaatlı, M. ve Cömert, H.G., 2016. AHP-SAW ve AHP-ELECTRE Yöntemleri ile Yapı Denetim Firmalarının Değerlendirilmesi,. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 14(27):171-199.
- Önel, C.B. ve Çetik, O., 2016. Bulanık AHP ile Personel Seçimi ve Adana İlinde Uygulaması, *Ç.Üni. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 34(5):95-104.
- Önel, F., 2014. Kuruluş Yeri Seçiminin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Uygulanması. *Pamukkale Üni., Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme ABD. Y.Lisans Tezi, Denizli*, 110s.
- Önüt, S., Tuzkaya, U.R., ve Kemer, B., 2008. Hastane Yeri Seçimine Bir Analitik Ağ Süreci Yaklaşımı. *Yıldız Teknik Üni. Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 25(4):367-379.
- Önüt, S. ve Soner, S., 2008. Transshipment Site Selection Using the AHP and TOPSIS Approaches Under Fuzzy Environment. *Waste Management*, 28:1552-1559.
- Öz, A.H., 2007. Yük Helikopteri Seçiminde Bulanık Çok Amaçlı Karar Verme Modeli. *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Müh. ABD. Doktora Tezi, İstanbul*, 197s.

- Özari, Ç. ve Erol, E.D., 2019. TREND Analizi ve GRİ İlişkisel Analiz Yöntemleriyle Finansal Performans Analizi. Research Studies Anatolia Journal, 2(5):230-246.
- Özbek, A. ve Erol, E., 2018. Lojistik Sektöründe Faaliyet Gösteren İşletmelerin SWARA ve GİA Yöntemleri İle Analizi. Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 8(1):71-86.
- Özbek, A., 2018. Fortune 500 Listesinde Yer Alan Lojistik Firmalarının Değerlendirilmesi. Ankara Üniv. İİBF Dergisi, 20(1), 13-26.
- Özcan, M., 2012. AHP ve TOPSIS Yöntemlerinin Personel Seçimi Sürecindeki Etkililiğinin Karşılaştırılması: Bir Üretim İşletmesinde Uygulama, Hacettepe Üni. Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Üretim Yönetimi ve Sayısal Yöntemler Bilim Dalı, Y.Lisans Tezi, Ankara, 130s.
- Özcan, A., 2017. Osmanlı Devleti'nde Jandarma Teşkilatı Kurulmasının Gündeme İlk Defa Gelişi (1939), Türk Polis Teşkilatının Kökenleri. Polis Akademisi Yayınları, Ankara.
- Özcan, E.C., Ünlüsoy, S. ve Eren, T., 2017. AHP ve TOPSIS Yöntemleriyle Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Yatırım Alternatiflerinin Değerlendirilmesi, Selçuk Üni. Müh.Fak.Der., 5(2):204-219.
- Özcan, U., Doğan, A. ve Söylemez, İ., 2016. Evaluation of Research Projects of Undergraduate Students in An Engineering Department Using TOPSIS Method. The Eurasia Proceedings of Educational and Social Sciences, 5:420-424.
- Özcan, T., Çelebi, N. ve Esnaf, Ş., 2011. Comparative Analysis of Multi-Criteria Decision Making Methodologies and Implementation of a Warehouse Location Selection Problem. Expert Systems with Applications, 38:9773-9779.
- Özcan, S., 2014. Tesis Yeri Seçimine Doğrusal Programlama Yaklaşımı: Entegre Bir Model Önerisi. Mersin Üniv. Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Bilgi Yönetimi Anabilim Dalı Y.Lisans Tezi, Mersin, 116s.

- Özdağoglu, A. ve Keleş, M.K., 2019. Bankaların Bakış Açısından BIST Sınai İşletmelerinin Değerlendirilmesi: SWARA-GIA Bütünleşik Yaklaşımı. Süleyman Demirel Üniv. Vizyoner Dergisi, 10(24):229-241.
- Özdemir, Y., Tüysüz, S. ve Başlıgil, H., 2016. Nükleer Enerji Santralleri için AHP ve ANP Yöntemi Kullanılarak Risklerin Ağırlıklandırılması. Yıldız Teknik Üniv. Sigma Journal of Engineering and National Science, 7(2):207-217.
- Özden, Ü.N., 2008. Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile İlkokul Seçimi. Marmara Üniversitesi İİBF Dergisi, 24(1):299-319.
- Özden Ü.H., 2019 Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri, İstanbul Ticaret Üniv., www.unalozden.com/Download/ckkv.pdf. (Erişim tarihi: 15 Eylül 2019).
- Özen, Ü. ve Orçanlı, K., 2013, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden AHP ve TOPSIS'in E-Kitap Okuyucu Seçiminde Uygulanması. Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 15:282-310.
- Özgen, D., 2008. Tedarik Zincirinde Çok Amaçlı Tesis Yeri Seçimi Probleminin Olasılıklı Lineer Programlama ve Bulanık AHP Yöntemleri Kullanılarak Optimizasyonu. Yıldız Teknik Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Müh. Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul, 126 s.
- Özşahin, E., 2014. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve AHS Kullanılarak Tekirdağ İlinde Deprem Hasar Riski Analizi. International Journal of Human Sciences, 11(1):861-875.
- Öztürk, A., 2007. Yöneylem Araştırması, Ekin Kitabevi, 11. Baskı, Bursa, 877s.
- Paksoy, S., 2015. Ülke Göstergelerinin VİKOR Yöntemi ile Değerlendirilmesi. Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 11(2), 153-169.
- Panda, B.N., Biswal, B.B. ve Deepak, B.B.L.V., 2014. Integrated AHP and Fuzzy TOPSIS Approach for the Selection of a Rapid Prototyping Process under Multi-Criteria Perspective, All India Manufacturing Technology Design and Research Conference, (12-14 Aralık 2014), 246/1-6, Assam/India.
- Pala, O., 2016. Bulanık AHP ve Meslek Seçiminde Uygulanması, Dokuz Eylül Üniv. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 18(3):427-445.

- Palaz, H. ve Kovancı, A., 2008. Türk Deniz Kuvvetleri Denizaltılarının Seçiminin AHP İle Değerlendirilmesi, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 3(3):53-60.
- Patır, S., 2009. Tam Sayılı Programlama ve Malatya Maksan Transformatör İşletmesinde Bir Uygulama, İnönü Üniv. İİBF Dergisi 23(1):193-206.
- Pekkaya, M. ve Bucak, U., 2018. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Bölgesel Liman Kuruluş Yeri Seçimi: Batı Karadeniz’de Bir Uygulama, 18’nci EYİ Sempozyumu Özel Sayısı:253-268.
- Pekdoğan, H., 2017. Yeni Kamu Yönetimi Çerçevesinde İç Güvenlik Hizmetlerinin Modernizasyonu: Jandarma Teşkilatında Görevlendirilen Yenilikçilik Düzeyleri Üzerine Bir Uygulama. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 10(48):647-652.
- Pelegrina, G.D., Duarte, L.T. ve Romano J.M.T, 2019. Application of Independent Component Analysis and TOPSIS to Deal With Dependent Criteria in Multi Criteria Decision Problems. Expert Systems with Applications, 122(2019):262-280.
- Prakash, C., ve Barua, M.K., 2015. Integration of AHP-TOPSIS Method for Prioritizing the Solutions of Reverse Logistics Adoption to Overcome Its Barriers Under Fuzzy Environment. Journal of Manufacturing Systems, 37:599-615.
- Rad, T.G., Niaraki, A.S., Abbasi, A. ve Choi, S.M., 2018. A Methodological Framework for Assessment of Ubiquitous Cities Using ANP and DEMATEL Methods. Sustainable Cities and Society, 37:608-618.
- Radenovic, Z. ve Veselinovic, I., 2017. Integrated AHP-TOPSIS Method for the Assessment of Healthy Management Information Efficiency. Economic Themes, 55(1):121-142.
- Razi, N. ve Karataş, M., 2016. A Multi Objective Model For Locating Search And Rescue Boats, European Journal of Operation Research, 254:279-273

- Rohsari, S. ve Niaraki, A.S. 2015. Urban Network Risk Assessment Based on Data Fusion Concept Using Fuzzy AHP, TOPSIS And VIKOR in GIS Environment. Iranian Journal of Operation Research, 6(2):73-86.
- Saaty, T.L., 1980. The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New York, US
- Saaty, L.T., 1994. Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process, RWS Publications, Pittsburgh.
- Saaty, T.L. ve Vargas, L.G., 2001. Models, Methods, Concepts and Applications of the Analytic Hierarchy Process. Springer Science and Business Media, LLC.
- Saaty, T.L., 2004. Decision Making the AHP and ANP. Journal of Systems Science and Systems Engineering, 13(1):1-35.
- Saaty, T.L., 2005. Making and Validating Complex Decision with the AHP/ANP, Journal of Systems Science and Systems Engineering, 14(1):1-36.
- Saaty, T.L., 2008. Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. International Journal of Services Sciences, 1(1):83-98.
- Saaty R.W., 1987. The AHP, What It Is and How It Is Used, Mathematical Modeling, 9(3-5):161-176.
- Sarucan, A., Akkoyunlu, M.C. ve Baş, A., 2010. AHP Yöntemi ile Rüzgar Türbin Seçimi. Selçuk Üniv. Müh.Mim.Fak.Dergisi, 25(1):11-18.
- Saygın, Z.Ö., 2019. OECD Ülkelerinin Sağlık Göstergeleri Açısından Bütünleşik Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımı ile Analizi, Pamukkale Üniv., Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Y.Lisans Tezi, Denizli, 99s.
- Saygın, Z.Ö. ve Kundakçı, N., 2020. WASPAS ve CODAS Yöntemleri ile OECD Ülkelerinin Sağlık Göstergeleri Açısından Kıyaslamalı Analizi. Selçuk Üniv. Sosyal Bilimler MSYO Dergisi, 23(1):23-42.
- Sennaroğlu, B. ve Çelebi, G.V., 2018. A Military Airport Location Selection by AHP Integrated PROMETHEE and VIKOR Methods, Transportation Research Part D, 59:160-173.

- Sert, S., 2018. Osmanlı Jandarması Nasıl Olmalıdır? Kırovalı Abdullah'ın Eserine Göre Osmanlı Jandarmasında Aranması Gereken zellikler. Uluslararası Dünden Bugüne Türkiye'de Jandarma ve Sahil Güvenlik Sempozyumu, 2-4 Mayıs 2018, Beytepe/Ankara
- Seval, M.T., Eryz, M. ve Miman, M., 2019. Tam Sayılı Doğrusal Programlama ile Araç Atama Planlanması ve Bir Uygulama. ALK Fen Bilimleri Dergisi, 1(1):48-54.
- Sipahi, S., 2002. Ülkemiz İllerinin Yaşanabilirlik Açısından Analitik Hiyerarşı Prosesi Tekniğı ile Sıralanması, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul, 391s.
- Soba M., 2014. Banka Yeri Seçiminin AHP ve ELECTRE Metodu ile Belirlenmesi: Uşak İlçeleri rneğı. MK Sosyal Bilimler Enstitüsü Der., 11(25):459-473.
- Soba, M., Şimşek, A. ve Bayhan, M., 2014. Bulanık TOPSIS Yöntemi ile Alışveriş Merkezi Kuruluş Yeri Seçimi. Uşak İlinde Bir Uygulama, 3(2):103-132.
- Söyler, H. ve Yaraş, E., 2016. Küresel Pazara Giriş Kararının Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS Yaklaşımıyla Analizi. Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi, 5(4):77-96.
- Sönmez, A., 2006. Zaptiye Teşkilatı'nın Düzenlenmesi (1840-1869). Tarih Araştırmaları Dergisi, 25(39):199-219.
- Sönmez, A., 2012. Osmanlı Devleti'nde İ Gvenliğın Dönüşümü. Zaptiye Teşkilatı'ndan Jandarma'ya, Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi Bildirileri, 6:2855-2863, Ankara.
- Sule, D.R., 2001. Logistics of Facility Location and Allocation, Marcel Dekker, New York, US, 455s.
- Supçiller, A.A. ve apraz, O., 2011. AHP-TOPSIS Yönetimine Dayalı Tedarikçi Seçimi Uygulaması. Ekonometri ve İstatistik (12. Uluslar arası

- Ekonometri, Yöneylem Araştırması, İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı) Dergisi, 13:1-12
- Susuz, Z., 2005. AHP'ye Dayalı Optimum Tedarikçi Seçim Modeli, Çukurova Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Y.Lisans Tezi, Adana, 117s.
- Şengül, Ü., Eren, M. ve Shiraz, S.E., 2013. Bulanık AHP ile Belediyelerin Toplu Taşıma Araç Seçimi. Erciyes Üni. İİBF Dergisi, 40:143-165.
- Şenol, M.B., Adem, A. ve Dağdeviren, M., 2019. En Etkili Lojistik Faktörleri Belirlemek İçin Bulanık Bir ÇKKV Yaklaşımı, Gazi Üni. Politeknik Dergisi, 22(3):793-800.
- Şimşek, K., 2016. AHP ve ELECTRE Yöntemi ile Tekstil Sektöründe Kuruluş Yeri Seçimi. Uluslararası katılımlı 16. Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İTÜ, İstanbul, Türkiye
- Taati, N.S. ve Dooki, A.E. 2017. A Hybrid Method of Fuzzy DEMATEL/AHP/VIKOR Approach to Rank and Select the Best Hospital Nurses of a Years: A Case Study, Journal of Applied Research on Industrial Engineering, 4(2):116-132.
- Tao, L., Chen, Y., Liu, X. ve Wang, X., 2012. An Integrated Multiple Criteria Decision Making Model Applying Axiomatic Fuzzy Set Theory. Applied Mathematical Modeling, 36:5046-5058.
- Tapkan, P., Özbakır, L., Kulluk, S. ve Telcioğlu, B., 2018. Raylı Sistemlerde Görev Çizelgeleme Probleminin Modellenmesi ve Çözümü. Gazi Üni. Müh.Mim.Fak. Dergisi 33(3):953-965.
- Tayyar, N., Akcanlı, F., Genç. E. ve Erem, I., 2014. BİST'e Kayıtlı Bilişim ve Teknoloji Alanında Faaliyet Gösteren İşletmelerin Finansal Performanslarının Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Gri İlişkisel Analiz (GİA) Yöntemiyle Değerlendirilmesi. Muhasebe ve Finansman Dergisi, 61:19-40.
- Tecim, V., 2008. Coğrafi Bilgi Sistemleri: Harita Tabanlı Bilgi Yönetimi. 1. Baskı. Renk Forum Matbaacılık, Ankara, 370s.

- Tervonen, T. and. Lahdelma, R., 2007. Implementing Stochastic Multi Criteria Acceptability Analysis. *European Journal of Operational Research*, 178(2):500-513.
- Tekin, Ö.A. ve Ektühar, R., 2010. Yönetimde Karar Verme: Batı Antalya Bölgesindeki Beş Yıldızlı Otellerde Çalışan Farklı Departman Yöneticilerinin Karar Verme Stilleri Üzerine Bir Araştırma, *Journal of Yaşar University*, 20(5):3394-3414.
- Topel A., 2006. Analitik Hiyerarşi Prosesinin Bulanık Mantık Ortamındaki Uygulamaları-Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme ABD., Y.Lisans Tezi, İstanbul, 130s.
- Torfi, F., Farahani, R.Z. ve Rezapour, S., 2010, Fuzzy AHP to Determine the Relative Weights of Evaluation Criteria and Fuzzy TOPSIS to Rank the Alternatives. *Applied Soft Computing*, 10:520-528.
- Tseng, M.L.ve, Lin, Y. H., 2008. Application of fuzzy DEMATEL to develop a cause and effect model of municipal solid waste management. in *Metro Manila. Environmental Monitoring Assessment*, DOI/10.1007/s10661-008-0601-2
- Tunca, M.A., Aksoy, E., Bülbül, H. ve Ömürbek, N., 2015. AHP Temelli TOPSIS ve ELECTRE Yöntemiyle Muhasebe Paket Programı Seçimi, *Niğde Üniv. İİBF. Dergisi*, 8(1): 53-71.
- Türel, N.Ş. ve Davraz, G.M., 2016. Hizmet Sektöründeki Personelin Seçiminde AHP ve VIKOR Yönteminin Kullanımı: Özel Hastaneler Açısından Bir İnceleme. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 44:249-262.
- Türkoğlu, S.P., 2017. Karar Vermede Hedef Programlama Yöntemi ve Uygulamaları, *Osmaniye Korkut Ata Üni., İİBF Dergisi*, 1(2):29-46.
- Uçakçıoğlu, B. ve Eren, T., 2017. Hava Savunma Sanayinde Yatırım Projelerinin Çok Ölçütlü Karar Verme ve Hedef Programlama ile Seçimi. *Journal of Aviation*, 1(2):39-63.

- Uçar, U.Ü. ve İşleyen S.K., 2019. A New Solution Approach for UAV Routing Problem with Moving Target-Heterogeneous Fleet, *Journal of Polytechnic*, 22(4):999-1016.
- Uludağ, A.S. ve Deveci, M., 2013. Kuruluş Yeri Seçim Problemlerinde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Kullanılması ve Bir Uygulama. *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(1):257-287.
- Ulutaş, A., 2017. EDAS Yöntemi Kullanılarak Bir Tekstil Atölyesi için Dikiş Makinesi Seçimi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, Cilt: 9(2):169-183.
- Uyan, M. ve Yalpir, Ş., 2016. Çok Kriterli Karar Verme Modeli ve CBS Entegrasyonu ile Tıbbi Atık Sterilizasyon Tesislerinin Yer Seçimi. *Ankara Üni. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16:642-654.
- Uzun, S. ve Kazan, H., 2016. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden AHP, TOPSIS ve PROMETHEE Karşılaştırılması: Gemi İnşada Ana Makine Seçimi Uygulaması. *Journal of Transportation and Logistics*, 1(1):99-113.
- Uzun, G. ve Kabak, M., 2019. Determining the Search and Rescue Prioritization of Coast Guard Surface Vessels by Using Analytic Network Process, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi Uni.*, 34 (2):819-833.
- Üçüncü, T. ve Bayram, B.Ç., 2016. Kastamonu Orman Ürünleri Endüstrisinde Kuruluş Yeri Seçimini Etkileyen Faktörlerin AHP Metodu ile İncelenmesi. *Kastamonu Üni. Orman Fakültesi Dergisi*, 16(2):599-606.
- Üke, K., 2016. AHP Yöntemi ile Çorum Şehrinde AVM Kuruluş Yeri Seçimi, *Hitit Üniv. Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme ABD., Y.Lisans Tezi. Çorum*, 96s.
- Üstünişik, N.Z., 2007. Türkiye'deki İller ve Bölgeler Bazında Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması: Gri İlişkisel Analiz Yöntemi ve Uygulaması. *Gazi Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Y.Lisans Tezi, Ankara* 136s.

- Üzgün, T., 2006. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi, Yıldız Teknik Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Y.Lisans Tezi, İstanbul, 136s.
- Vinodh, S., Prasanna, M. ve Prakash, N.H., 2014. Integrated Fuzzy AHP-TOPSIS for Selecting the Best Plastic Recycling Method: A Case Study. Applied Mathematical Modeling, 38:4662-4672.
- Wang Y., M. ve ELHAG, T.M.S., 2006. Fuzzy TOPSIS Method Based on Alpha Level Sets with An Application to Bridge Risk Assessment. Expert Systems with Applications, 31:309-319, 2006.
- Wang, P., Zhu, Z. ve Wang, Y., 2016. A Novel Hybrid MCDM Model Combining the SAW, TOPSIS and GRA Methods Based on Experimental Design, Information Sciences, 345: 27-45.
- Yazan, Ö., 2017. 1914 Yılında Osmanlı Jandarma Teşkilatında Muhasebe Uygulamalarına Yönelik Bir Uygulama, Akademik Bakış Dergisi, 62:11-33.
- Yağlı, U. ve Arıkan, F., 2018. Hava Kuvvetleri Komutanlığı Malzeme İhtiyaç Planlaması Tedarik Tavsiye Listesinin ÇKKV Yöntemleri ile Analizi. Savunma Bilimleri Dergisi, 17(1):2148-1176.
- Yavaş, D., 2003. Bursa’da Osmanlı Dönemi Karakolhaneleri, Uludağ Univ. Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, 4(5):71-79.
- Yavuz, S., 2012. Öğretmenlerin Otomobil tercihlerinde Etkili Olan Faktörlerin Analitik Hiyerarşi Yöntemiyle Belirlenmesi, DPUJSS 32(2):29-45.
- Yavuz, S. ve Deveci, M., 2014. Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR Yöntemleriyle Alışveriş Merkezi Kuruluş Yeri Seçimi ve Bir Uygulama, Ege Akademik Bakış, 14(3):463-479.
- Yavuz, O., 2013. ELECTRE I Karar Modeli İle Tedarikçi Seçim Süreci ve Perakende Sektöründe Bir Uygulama. İşletme Araştırmaları Dergisi, 5(4):210-226.

- Yılmaz, N., Gencer, C.T., 2018. Where To Locate Tethered Aerostats for an Effective Surveillance System: A Case Study on Southern Turkey. Gazi Üniv. Journal Of Science, 31(1):189-200.
- Yılmaz, L., 2017. Bir Karar Destek Sistemi Ateş Desteği Otomasyonunun Askeri Karar Verme Süreci ve Günümüz Muharebelere Etkisi. Namık Kemal Üniv. Sosyal Bilimler Enst. Yönetim ve Organizasyon ABD. Y.Lisans Tezi, Tekirdağ, 101s.
- Yerlikaya, M.A. ve Arıkan, F., 2017. AHP-Kritik TOPSIS Bütünleşik Yaklaşımı ile Akreditasyon Temelli Tedarikçi Seçimi, The International New Issues in Social Sciences, 5:627-635.
- Yıldırım, V., Nişancı, R., 2010. Developing a Geospatial Model for Power Transmission Line Routing in Turkey, FIG Kongresi, Sidney, Avustralya
- Yıldırım B. F., Önder E., 2015. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, Dora Basımevi, Bursa, 338s.
- Yılmaz, N., 2020. Türkiye'deki Mevduat Bankalarının VİKOR Yöntemiyle Performans Analizi, İşletme Araştırmaları Dergisi, 12(3):2733-2748.
- Yıldız, S., 2018. 1903 Yılına ait Jandarma Nizamnamesi Lahiyası ve Değerlendirmesi. Uluslararası Dünden Bugüne Türkiye'de Jandarma ve Sahil Güvenlik Sempozyumu, 2-4 Mayıs 2018, Beytepe/Ankara
- Yomralıoğlu, T., 2009. Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamaları, 5. Baskı, Akademi Kitapevi, Trabzon, 480s.
- Yoon, K.P. ve Kim, W.K., 2017. The Behavioral TOPSIS. Expert Systems With Applications, 89:266-272.
- Yönerge 2009. JGY 187-2 (A): İç Güvenlik Birlik Komutanlarının Yapacağı Denetlemelerin Usul ve Esasları Yönergesi, Jandarma Basımevi, Ankara
- Yönerge 2019. JGY 27-3 (B): Devriye Yönergesi. Jandarma Basımevi, Ankara
- Yönetmelik, 2016. Jandarma Teşkilat, Görev ve Yetkileri Yönetmeliği.

- Yönetmelik, 1961 Emniyet ve Asayiş İşlerinde İl, İlçe ve Bucaklardaki Jandarma ve Emniyet Ödevlerinin Yapılması ve Yetkilerinin Kullanılması Suretini ve Aralarındaki Münasebetleri Gösterir Yönetmelik.
- Yüksel, İ. ve Akın, A., 2006. Analitik Hiyerarşi Proses Yöntemiyle İşletmelerde Strateji Belirleme. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 7(2):254-268.
- Yücel, M. ve Ulutaş, A., 2009. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden ELECTRE Yöntemiyle Malatya’da bir Kargo Firması için Yer Seçimi. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 9(17):327-344.
- Yumuşak, R., Özcan, E., Danışan, T. ve Eren, T., 2018. AHP-TOPSIS-Tam Sayılı Programlama Entegrasyonu İle Hidroelektrik Santrallerde Bakım Stratejisi Optimizasyonu. *Uluslararası GAP Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Kongresi*, Şanlıurfa.
- Zammoni, F., 2010. The Analytic Hierarchy Process and network Process: Applications to the US Presidential Election and to the Market Share of Ski Equipment in Italy, *Applied Soft Computing*, 10:1001-1012.
- Zavadskas, E.K., Turskis, Z., Vilutiene, T. ve Lepkova, N., 2017. Integrated Group Fuzzy Multi-Criteria Model: Case of Facilities Management Strategy Selection, *Expert Systems With Applications*, 82:317-331.
- Zolfani, S.H. ve Antucheviciene, J., 2012. Team Member Selecting Based on AHP and TOPSIS Grey, *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economica*, 23(4):425-434.
- Zyoud, S.H. ve Hanusch, D.F., 2017. A Bibliometric-Based Survey on AHP and TOPSIS Techniques, *Expert Systems With Applications*, 78:158-181.



ÖZGEÇMİŞ

Adnan ABDULVAHİTOĞLU 1997 yılında Kara Harp Okulundan Sistem Mühendisi Lisans Diploması ile mezun oldu. 2012 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans programını bitirdi. 2015 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında doktora başladı.

1999 yılında Bingöl Genç İlçesinde göreve başladı. Sırasıyla Zonguldak, Mardin, Adana, Ankara, Azerbaycan, Siirt ve Adana illerinde Jandarma Genel Komutanlığının çeşitli kademelerinde yönetici olarak görev yaptı. 2021 yılı atamaları ile Ankara Jandarma ve Sahil Güvenlik Akademisi Başkanlığı, Kolluk Uygulamaları Yüksek Okulunda Kolluk Uygulamaları Bölüm Başkanlığı görevine atanmış olup, evli ve iki çocuk babasıdır.





EKLER



EK-1. GAMS PROGRAM ÇÖZÜM SONUCU

GAMS 24.8.5 r61358 Released May 10, 2017 WEX-WEI x86 64bit/MS Windows

02/28/20 10:57:03 Page 1

General Algebraic Modeling System
Compilation

GDXIN C:\Users\endustri\Documents\gamsdir\projdir\karakol.gdx

```
12 SETS
13   i(*) aday bölge
14   j(*) talep bölgesi
15   k(*) olay tipi
--- LOAD i = 1:i
--- LOAD j = 2:j
--- LOAD k = 3:k
17
18 DISPLAY i,j,k;
19 PARAMETERS
20   c(i,j) yerleşim yerleri arasındaki ulaşım süresi
21   w(i,k) olayların tiplerinin ağırlığı
22   ro(k) k tip olayın ağırlığı
23   p(i) i bolgedeki nüfus sayısı
--- LOAD c = 4:c
--- LOAD w = 5:w
--- LOAD ro = 6:ro
--- LOAD p = 7:p
25 display c, w, ro, p;
27
```

```

28 Scalar TP      toplam nüfus sayısı / 31905 /
29      TO      beklenen olay sayısı /6190 / ;
30
31 Variable Z Amaç fonksiyon;
32
33 Binary variable x;
34
35 Equations
36 amac minimum sürede olaya müdahale
37 karakolacma k tip yatak kapasite kısıtı
38 topolay(k) meydana gelmesi bekleme toplam olay
39 topnuf(k) etkin müdahale;
40
41 amac..      z=e=sum((i,j),x(i)*c(i,j));
42
43 karakolacma..      sum(i,x(i)) =e= 1;
44 topolay(k)..      sum(i, p(i)* w(i,k)*x(i)) =l= TO;
45 topnuf(k)..      sum((i), p(i)* ro(k)) =l= TP;
46
47
48 Model karakol / all /;
49
50 option lp=cplex;
51 solve karakol min z using mip;
52 display x.l, z.l;

```

General Algebraic Modeling System

Include File Summary

SEQ	GLOBAL	TYPE	PARENT	LOCAL	FILENAME
-----	--------	------	--------	-------	----------

1	1	INPUT	0	0	
---	---	-------	---	---	--

C:\Users\endustri\Documents\gamsdir\projdir\karakol.gms

2	10	CALL	1	10	gdxxrw.exe karakol.xlsx @karakol.txt
---	----	------	---	----	--------------------------------------

3	11	GDXIN	1	11	
---	----	-------	---	----	--

C:\Users\endustri\Documents\gamsdir\projdir\karakol.gdx

COMPILATION TIME = 2.719 SECONDS 3 MB 24.8.5 r61358 WEX-WEI

General Algebraic Modeling System
Execution

---- 18 SET i aday bölge

i1, i2, i3, i4, i5, i6, i7, i8, i9, i10, i11, i12, i13
i14, i15, i16

---- 18 SET j talep bölgesi

j1, j2, j3, j4, j5, j6, j7, j8, j9, j10, j11, j12, j13
j14, j15, j16

---- 18 SET k olay tipi

k1, k2, k3, k4, k5, k6

---- 25 PARAMETER c yerleşim yerleri arasındaki ulaşım süresi

	j1	j2	j3	j4	j5	j6	j7	j8
i1		3.000	6.000	10.000	9.000	10.000	5.000	2.000
i2	3.000		2.000	7.000	6.000	7.000	5.000	1.000
i3	6.000	2.000		5.000	4.000	5.000	7.000	3.000
i4	10.000	7.000	5.000		1.000	1.000	12.000	8.000
i5	9.000	6.000	4.000	1.000		1.000	11.000	8.000
i6	10.000	7.000	5.000	1.000	1.000		11.000	8.000
i7	5.000	5.000	7.000	12.000	11.000	11.000		4.000
i8	2.000	1.000	3.000	8.000	8.000	8.000	4.000	
i9	5.000	1.000	3.000	8.000	8.000	8.000	6.000	3.000
i10	8.000	9.000	7.000	6.000	7.000	8.000	13.000	10.000
i11	6.000	4.000	6.000	14.000	11.000	11.000	6.000	3.000

i12	4.000	8.000	10.000	11.000	11.000	12.000	4.000	7.000
i13	5.000	8.000	10.000	10.000	11.000	11.000	4.000	8.000
i14	11.000	8.000	8.000	5.000	5.000	4.000	12.000	9.000
i15	6.000	3.000	5.000	8.000	7.000	7.000	7.000	4.000
i16	11.000	7.000	8.000	5.000	4.000	4.000	12.000	9.000

+ j9 j10 j11 j12 j13 j14 j15 j16

i1	5.000	8.000	6.000	4.000	5.000	11.000	6.000	11.000
i2	1.000	9.000	4.000	8.000	8.000	8.000	3.000	7.000
i3	3.000	7.000	6.000	10.000	10.000	8.000	5.000	8.000
i4	8.000	6.000	14.000	11.000	10.000	5.000	8.000	5.000
i5	8.000	7.000	11.000	11.000	11.000	5.000	7.000	4.000
i6	8.000	8.000	11.000	12.000	11.000	4.000	7.000	4.000
i7	6.000	13.000	6.000	4.000	4.000	12.000	7.000	12.000
i8	3.000	10.000	3.000	7.000	8.000	9.000	4.000	9.000
i9		10.000	6.000	9.000	10.000	6.000	1.000	6.000
i10	10.000		8.000	5.000	4.000	12.000	11.000	11.000
i11	6.000	8.000		4.000	4.000	12.000	7.000	12.000
i12	9.000	5.000	4.000		1.000	15.000	10.000	15.000
i13	10.000	4.000	4.000	1.000		15.000	11.000	15.000
i14	6.000	12.000	12.000	15.000	15.000		5.000	1.000
i15	1.000	11.000	7.000	10.000	11.000	5.000		5.000
i16	6.000	11.000	12.000	15.000	15.000	1.000	5.000	

---- 25 PARAMETER w olayların tiplerinin ağırlığı

k1 k2 k3 k4 k5 k6

i1	30.000	11.000	1.000			1.000		
----	--------	--------	-------	--	--	-------	--	--

i2	14.000	5.000				
i3	28.000	9.000				
i4	35.000	22.000	3.000	1.000	2.000	
i5	32.000	21.000	2.000	1.000	1.000	
i6	40.000	25.000	4.000	2.000	3.000	
i7	7.000	4.000				
i8	3.000	1.000	1.000	1.000		
i9	4.000	2.000	2.000			
i10	31.000	15.000	1.000	1.000	1.000	3.000
i11	27.000	11.000	1.000			2.000
i12	29.000	13.000	1.000	1.000	2.000	
i13	24.000	11.000	1.000			1.000
i14	31.000	14.000	1.000	4.000	2.000	
i15	10.000	9.000		2.000		
i16	29.000	16.000	1.000	1.000	4.000	1.000

---- 25 PARAMETER ro k tip olayın ağırlığı

k1 0.063, k2 0.026, k3 0.465, k4 0.139, k5 0.255, k6 0.052

---- 25 PARAMETER p i bolgedeki nüfus sayısı

i1 2625.000, i2 830.000, i3 2000.000, i4 1975.000, i5 2225.000, i6 2305.000

i7 375.000, i8 750.000, i9 805.000, i10 2775.000, i11 2425.000, i12 2025.000

i13 1965.000, i14 3620.000, i15 1250.000, i16 3955.000

General Algebraic Modeling System

Equation Listing SOLVE karakol Using MIP From line 51

---- amac =E= minimum sürede olaya müdahale

amac.. $Z - 101*x(i1) - 79*x(i2) - 89*x(i3) - 111*x(i4) - 104*x(i5) - 108*x(i6) - 119*x(i7) - 87*x(i8) - 90*x(i9) - 129*x(i10) - 114*x(i11) - 126*x(i12) - 127*x(i13) - 128*x(i14) - 97*x(i15) - 125*x(i16) =E= 0 ; (LHS = 0)$

---- karakolacma =E= k tip yatak kapasite kısıtı

karakolacma.. $x(i1) + x(i2) + x(i3) + x(i4) + x(i5) + x(i6) + x(i7) + x(i8) + x(i9) + x(i10) + x(i11) + x(i12) + x(i13) + x(i14) + x(i15) + x(i16) =E= 1 ; (LHS = 0, INFES = 1 ****)$

---- topolay =L= meydana gelmesi beklelem toplam olay

topolay(k1).. $78750*x(i1) + 11620*x(i2) + 56000*x(i3) + 69125*x(i4) + 71200*x(i5) + 92200*x(i6) + 2625*x(i7) + 2250*x(i8) + 3220*x(i9) + 86025*x(i10) + 65475*x(i11) + 58725*x(i12) + 47160*x(i13) + 112220*x(i14) + 12500*x(i15) + 114695*x(i16) =L= 6190 ; (LHS = 0)$

topolay(k2).. $28875*x(i1) + 4150*x(i2) + 18000*x(i3) + 43450*x(i4) + 46725*x(i5) + 57625*x(i6) + 1500*x(i7) + 750*x(i8) + 1610*x(i9) + 41625*x(i10) + 26675*x(i11) + 26325*x(i12) + 21615*x(i13) + 50680*x(i14) + 11250*x(i15) + 63280*x(i16) =L= 6190 ; (LHS = 0)$

topolay(k3).. $2625*x(i1) + 2775*x(i10) + 3955*x(i16) =L= 6190 ; (LHS = 0)$

REMAINING 3 ENTRIES SKIPPED

---- topnuf =L= etkin müdahale

NONE

General Algebraic Modeling System
Column Listing SOLVE karakol Using MIP From line 51

---- Z Amaç fonksiyon

Z (.LO, .L, .UP, .M = -INF, 0, +INF, 0)

1 amac

---- x

x(i1) (.LO, .L, .UP, .M = 0, 0, 1, 0)

-101 amac

1 karakolacma

78750 topolay(k1)

28875 topolay(k2)

2625 topolay(k3)

2625 topolay(k5)

x(i2) (.LO, .L, .UP, .M = 0, 0, 1, 0)

-79 amac

1 karakolacma

11620 topolay(k1)

4150 topolay(k2)

x(i3) (.LO, .L, .UP, .M = 0, 0, 1, 0)

-89 amac

1 karakolacma

56000 topolay(k1)

18000 topolay(k2)

REMAINING 13 ENTRIES SKIPPED

General Algebraic Modeling System

Model Statistics SOLVE karakol Using MIP From line 51

MODEL STATISTICS

BLOCKS OF EQUATIONS	4	SINGLE EQUATIONS	8
BLOCKS OF VARIABLES	2	SINGLE VARIABLES	17
NON ZERO ELEMENTS	98	DISCRETE VARIABLES	16

GENERATION TIME = 0.016 SECONDS 4 MB 24.8.5 r61358 WEX-WEI

EXECUTION TIME = 0.016 SECONDS 4 MB 24.8.5 r61358 WEX-WEI

General Algebraic Modeling System
Solution Report SOLVE karakol Using MIP From line 51

S O L V E S U M M A R Y

MODEL	karakol	OBJECTIVE	Z
TYPE	MIP	DIRECTION	MINIMIZE
SOLVER	CPLEX	FROM LINE	51
**** SOLVER STATUS 1 Normal Completion			
**** MODEL STATUS 1 Optimal			
**** OBJECTIVE VALUE 87.0000			
RESOURCE USAGE, LIMIT		0.093	1000.000
ITERATION COUNT, LIMIT		0	2000000000

IBM ILOG CPLEX 24.8.5 r61358 Released May 10, 2017 WEI x86 64bit/MS
Windows

Cplex 12.7.1.0

Space for names approximately 0.00 Mb

Use option 'names no' to turn use of names off

MIP status(101): integer optimal solution

Cplex Time: 0.03sec (det. 0.02 ticks)

Fixing integer variables, and solving final LP...

Fixed MIP status(1): optimal

Cplex Time: 0.03sec (det. 0.01 ticks)

Proven optimal solution.

MIP Solution: 87.000000 (0 iterations, 0 nodes)
 Final Solve: 87.000000 (0 iterations)
 Best possible: 87.000000
 Absolute gap: 0.000000
 Relative gap: 0.000000

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
---- EQU amac	.	.	.	1.000
---- EQU karakolac~	1.000	1.000	1.000	.

amac minimum sürede olaya müdahale

karakolacma k tip yatak kapasite kısıtı

---- EQU topolay meydana gelmesi beklelem toplam olay

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
k1 -INF	2250.000	6190.000	.	
k2 -INF	750.000	6190.000	.	
k3 -INF	.	6190.000	.	
k4 -INF	750.000	6190.000	.	
k5 -INF	750.000	6190.000	.	
k6 -INF	.	6190.000	.	

---- EQU topnuf etkin müdahale

NONE

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
--	-------	-------	-------	----------

---- VAR Z -INF 87.000 +INF .

Z Amaç fonksiyon

---- VAR x

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
i1	.	.	1.000	101.000
i2	.	.	1.000	79.000
i3	.	.	1.000	89.000
i4	.	.	1.000	111.000
i5	.	.	1.000	104.000
i6	.	.	1.000	108.000
i7	.	.	1.000	119.000
i8	.	1.000	1.000	87.000
i9	.	.	1.000	90.000
i10	.	.	1.000	129.000
i11	.	.	1.000	114.000
i12	.	.	1.000	126.000
i13	.	.	1.000	127.000
i14	.	.	1.000	128.000
i15	.	.	1.000	97.000
i16	.	.	1.000	125.000

**** REPORT SUMMARY : 0 NONOPT
 0 INFEASIBLE
 0 UNBOUNDED

GAMS 24.8.5 r61358 Released May 10, 2017 WEX-WEI x86 64bit/MS Windows
02/28/20 10:57:03 Page 8

General Algebraic Modeling System-Execution

---- 52 VARIABLE x.L

i8 1.000

---- 52 VARIABLE Z.L = 87.000 Amaç fonksiyon

EXECUTION TIME = 0.015 SECONDS 3 MB 24.8.5 r61358 WEX-WEI

USER: Irfan Macit

S151224:0722AN-WIN

Cukurova Universitesi, Industrial Engineering Department DC12210

License for teaching and research at degree granting institutions

**** FILE SUMMARY

Input C:\Users\endustri\Documents\gamsdir\projdir\karakol.gms

Output C:\Users\endustri\Documents\gamsdir\projdir\karako