

T.C.
KARA HARP OKULU
SAVUNMA BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAREKÂT ARAŞTIRMASI ANA BİLİM DALI



**MÜHİMMAT DEPOLARI YER SEÇİMİ İÇİN COĞRAFİ BİLGİ
SİSTEMLERİ VE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ
DESTEKLİ BİR MODEL ÖNERİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
İbrahim KESKİN

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Mehmet KABAK

ANKARA – 2016

TEZ TANITIM FORMU

TEZİN TARİHİ: 1 Haziran 2016

TEZİN TİPİ: Yüksek Lisans Tezi

TEZİN BAŞLIĞI: Mühimmat Depoları Yer Seçimi için Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Destekli bir Model Önerisi

TEZİN YAPILDIĞI BİRİM: Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü Harekât Araştırması Ana Bilim Dalı

SPONSOR KURULUŞ: -

DAĞITIM LİSTESİ: Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü Tez Hazırlama, Onay, Dağıtım ve Muhafaza Esasları Kılavuzunda Belirtilen Yerlere

TEZİN ÖZETİ: Kara Kuvvetleri Komutanlığı (K.K.K.lığı) bünyesinde bulunan birliklerin görevlerini ifa edebilmeleri için en önemli unsurlardan birisi istenilen yerde, zamanda ve istenilen miktarda mühimmatın hazır bulundurulmasıdır. Bu çalışmada Marmara Bölgesinde konuşlu bulunan birliklerin mühimmat ihtiyacını karşılamak maksadıyla, B Komutanlığı (B K.lığı) sorumluluk bölgesinde yeni açılacak mühimmat ve patlayıcı madde depolarının yerlerini belirleme problemi ele alınmıştır.

Problemin çözümü için matematiksel model, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden birisi olan Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) birlikte kullanıldığı bir metodoloji önerilmiştir. Çalışmada kullanılan kriterler K.K.K.lığı teşkilinde bulunan Mühimmat Birliklerinde görev yapmış personel, tehlikeli madde konusunda çalışan akademik personelin görüşü ile yapılan literatür araştırması ve NATO Güvenlik İlkeleri Kılavuzunun incelenmesi sonucu belirlenmiştir. Çalışmada ilk olarak belirlenen kriterlerin ağırlıkları AHY kullanılarak tespit edilmiştir. Daha sonra belirlenen kriterlere ait vektörel veriler CBS’de çeşitli komutlar kullanılarak raster veri formatına dönüştürülmüştür. Her bir kriter için oluşturulan raster veriler CBS’de birleştirilerek tek bir katman haline getirilmiştir. Böylece Marmara Bölgesi mühimmat ve patlayıcı deposu için uygun alanlar, daha uygun alanlar ve uygun olmayan alanlar olmak üzere üç kategoriye ayrılmıştır.

Mühimmat ve patlayıcı madde depoları için daha uygun ve uygun olduğu değerlendirilen alanlar içerisinde yapılan analiz sonucunda yirmi alternatif yer belirlenmiştir. Bu belirlenen yirmi alternatif yer P-Medyan modeli kullanılarak iki senaryo altında çözülmüştür. İki senaryoda da açılması planlanan mühimmat ve patlayıcı madde depoları için en uygun yerler belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Mühimmat, Yer Seçimi, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Çok Kriterli Karar Verme, Analitik Hiyerarşi Yöntemi

SAYFA SAYISI: 81

GİZLİLİK DERECEESİ: Tasnif Dışı

Bu tezde belirtilen görüş ve yorumlar yazana aittir. Türk Silahlı Kuvvetlerinin ya da diğer kamu kuruluşlarının görüşlerini yansıtmaz.

T.C.
KARA HARP OKULU
SAVUNMA BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAREKÂTARAŞTIRMASI ANA BİLİM DALI



**MÜHİMMAT DEPOLARI YER SEÇİMİ İÇİN COĞRAFİ BİLGİ
SİSTEMLERİ VE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ
DESTEKLİ BİR MODEL ÖNERİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
İbrahim KESKİN

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Mehmet KABAK

ANKARA - 2016

BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR

KARA HARP OKULU
SAVUNMA BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İbrahim KESKİN'in "Mühimmat Depoları Yer Seçimi için Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Destekli bir Model Önerisi" konulu tez çalışması, jürimiz tarafından Harekât Araştırması Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği / oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

İMZA

Başkan : Prof.Dr. Cevriye GENCER

Üye : Prof.Dr. Burak BİRGÖREN

Danışman : Doç.Dr. Mehmet KABAK

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

01/06/2016


Önder Haluk TEKBAŞ
Prof.Dr.Müh.Alb.
Enstitü Müdürü

BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR

TEŞEKKÜR

Öncelikle mensubu olduğum ve bana yüksek lisans yapma imkânını sunan Türk Silahlı Kuvvetleri'ne ve O'nun ayrılmaz bir parçası olan Kara Kuvvetleri Komutanlığı'na şükranlarımı sunmayı bir borç bilirim.

Çalışmalarım esnasında değerli zamanlarını bana ayıran ve bu tezin ortaya çıkmasında desteğini esirgemeyen, engin tecrübeleri ile bana yol gösteren değerli tez danışmanım Doç. Dr. Mehmet KABAK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim süresince, gerek ders gerek tez döneminde bana hep yardımcı olan devre arkadaşım Emre AKAY ve sınıf arkadaşlarım Hüseyin ABACI ve Tansu ŞENGÜL'e teşekkürü borç bilirim.

Son olarak da, başarılarımla sevinen, üzüntülerimle üzülen, eğitimim süresince bana hep destek veren, anlayış gösteren sevgili eşim Elçin ÖZTÜRK KESKİN'E, anneme, babama, kardeşime ve eşimin aile fertlerine çok teşekkür ederim.

BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR

ETİK BEYANI

Akademik ahlak ve etik kuralları çerçevesinde Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu'na bağılı kalarak hazırladığım özgün bir çalışma olan tezimi sunar, bu kurallar uyarınca verileri elde ettiğimi, yararlanılan kaynaklara atıfta bulunduğumu, atıflarımı kaynaklarda gösterdiğimi ve sonuçları belirtilen kurallardan ayrılmadan sunduğumu onurumla beyan eder bu çalışmanın yalnızca bireysel görüşlerimi yansıtmakta olduğunu, Türk Silahlı Kuvvetleri, Kara Harp Okulu ve Savunma Bilimleri Enstitüsü'nün görüş, konum ve strateji ya da fikirlerini yansıtmadığını bildiririm.

İbrahim KESKİN

BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR

T.C.
KARA HARP OKULU
SAVUNMA BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAREKÂT ARAŞTIRMASI ANA BİLİM DALI
ANKARA 2016

MÜHİMMAT DEPOLARI YER SEÇİMİ İÇİN COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ VE
ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ DESTEKLİ BİR MODEL
ÖNERİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İbrahim KESKİN

ÖZET

Kara Kuvvetleri Komutanlığı (K.K.K.lığı) bünyesinde bulunan birliklerin görevlerini ifa edebilmeleri için en önemli unsurlardan birisi istenilen yerde, zamanda ve istenilen miktarda mühimmatın hazır bulundurulmasıdır. Bu çalışmada Marmara Bölgesinde konuşlu bulunan birliklerin mühimmat ihtiyacını karşılamak maksadıyla, B Komutanlığı (B K.lığı) sorumluluk bölgesinde yeni açılacak mühimmat ve patlayıcı madde depolarının yerlerini belirleme problemi ele alınmıştır.

Problemin çözümü için matematiksel model, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden birisi olan Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) birlikte kullanıldığı bir metodoloji önerilmiştir. Çalışmada kullanılan kriterler K.K.K.lığı teşkilinde bulunan Mühimmat Birliklerinde görev yapmış personelin görüşü, tehlikeli madde konusunda çalışan bazı akademik personelin görüşü ile yapılan literatür araştırması ve NATO Güvenlik İlkeleri Kılavuzunun incelenmesi sonucu belirlenmiştir. Çalışmada ilk olarak belirlenen kriterlerin ağırlıkları AHY kullanılarak tespit edilmiştir. Daha sonra belirlenen kriterlere ait vektörel veriler CBS’de çeşitli komutlar kullanılarak raster veri formatına dönüştürülmüştür. Her bir kriter için oluşturulan raster veriler CBS’de birleştirilerek tek bir katman haline getirilmiştir. Böylece Marmara Bölgesi mühimmat ve patlayıcı deposu için uygun alanlar, daha uygun alanlar ve uygun olmayan alanlar olmak üzere üç kategoriye ayrılmıştır.

Mühimmat ve patlayıcı madde depoları için daha uygun ve uygun olduğu değerlendirilen alanlar içerisinde yapılan analiz sonucunda yirmi alternatif yer belirlenmiştir. Bu belirlenen yirmi alternatif yer P-Medyan modeli kullanılarak iki farklı senaryo altında çözülmüştür. İki senaryoda da açılması planlanan mühimmat ve patlayıcı madde depoları için en uygun yerler belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Mühimmat, Yer Seçimi, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Çok Kriterli Karar Verme, Analitik Hiyerarşi Yöntemi

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Mehmet KABAK

Sayfa Sayısı : 81



T.C.
TURKISH MILITARY ACADEMY
DEFENSE SCIENCE INSTITUTE
DEPARTMENT OF OPERATIONAL RESEARCH
ANKARA 2016

**A MODEL PROPOSAL for AMMUNITION DEPOT FACILITY LOCATION
SELECTION BASED ON GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS and
MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING METHOD**

MASTER'S THESIS

İbrahim KESKİN

ABSTRACT

For the military forces under the Turkish Land Forces Command to fulfill their duties, one of the most crucial things is to make available the desired amount of ammunition at the desired time and place. Within the scope of this study, the facility location issue of the ammunition and explosive material depots that are to be opened in the area of the B Command in order to meet the needs of the military units located in the Marmara Region has been discussed.

A hybrid methodology has been proposed in which the mathematical model, the Analytical Hierarchy Process (AHP), one of the methods in Multi-Criteria Decision-Making, and Geographical Information Systems are used together to work out the problem. The criteria used within the scope of this study have been defined after referring to the opinions of personnel who previously worked in the Ammunition Units within the formation of the Land Forces Command, carrying out a literature study during which the views of academic personnel who are working on hazardous materials have been addressed and thoroughly studying NATO Security Principles Guide. The weights of the criteria initially obtained in the study have been determined by using AHP. Vectorial data that were gathered later have been converted into raster data format using certain commands at CBS. The raster data that have been formed for each criterion have been combined in a single folder at CBS. Thereby the Marmara region has been divided into three categories as areas suitable for ammunition and explosive depots, more suitable and unsuitable.

As a result of the analysis made into the areas that were determined as suitable and more suitable, twenty alternative locations have been identified. Using the P-Median model, these twenty locations have been studied under two scenarios. In each scenario, most suitable locations have been identified as places where ammunition and explosive depots could be opened.

Keywords : Ammunition, facility location, Geographical Information Systems, Multi-Criteria Decision-Making, Analytical Hierarchy Process

Advisor : Assoc. Prof. Dr. Mehmet KABAK

Number of Pages : 81



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
ETİK BEYANI	iii
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
ŞEKİLLER	xv
ÇİZELGELER	xvii
KISALTMALAR	xix
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

TEHLİKELİ MADDELER VE PATLAYICILAR

1.1 TEHLİKELİ MADDELERİN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI.....	5
1.1.1 Sınıf 1: Patlayıcılar	5
1.1.2 Sınıf 2: Gazlar	5
1.1.2.1 Sınıf 2.1: Yanıcı Gazlar	5
1.1.2.2 Sınıf 2.2: Zehirli Gazlar	6
1.1.2.3 Sınıf 2.3: Yanıcı Olmayan Sıkıştırılmış Gazlar	6
1.1.3 Sınıf 3: Yanıcı Sıvılar	7
1.1.3.1 Sınıf 3.1: Benzin	7
1.1.3.2 Sınıf 3.2: Mazot	7
1.1.3.3 Sınıf 3.3: Kerosen.....	7
1.1.4 Sınıf 4: Katılar	7
1.1.4.1 Sınıf 4.1: Yanıcı Katılar.....	7
1.1.4.2 Sınıf 4.2: Kendi Kendine Yanabilen Katılar	8
1.1.4.3 Sınıf 4.3: Islandığında Yanabilen Katılar	8
1.1.5 Sınıf 5: Oksitleyici Maddeler	8
1.1.5.1 Sınıf 5.1: Oksitleyici Maddeler	8
1.1.5.2 Sınıf 5.2: Organik Peroksitler	9
1.1.6 Sınıf 6: Zehirleyiciler	9
1.1.6.1 Sınıf 6.1: Zehirleyici Maddeler	9
1.1.6.2 Sınıf 6.2: Mikroplu (Biyolojik) Maddeler.....	10
1.1.7 Sınıf 7: Radyoaktif Maddeler	10
1.1.8 Sınıf 8: Aşındırıcı Maddeler	11
1.1.9 Sınıf 9: Diğer Tehlikeli Maddeler	11
1.2 PATLAYICI MADDELERİN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI	11

1.2.1 Tehlike Türlerine Göre.....	12
1.2.1.1 Sınıf 1.1: Kitle Halinde Patlayan	12
1.2.1.2 Sınıf 1.2: Kitle Halinde Patlamayan, Parça Tesirli	12
1.2.1.3 Sınıf 1.3: Kitle Halinde Yangın	13
1.2.1.4 Sınıf 1.4: Düşük Zarar Veren Patlayıcılar	13
1.2.1.5 Sınıf 1.5: Patlaması Zor Fakat Kitle Halinde Patlayabilenler	13
1.2.1.6 Sınıf 1.6: Patlaması Zor ve Kitle Halinde Patlama Tehlikesi Olmayanlar	14
1.2.2 Uyumluluk Gruplarına Göre.....	14
1.2.2.1 A grubu	14
1.2.2.2 B grubu	14
1.2.2.3 C grubu	14
1.2.2.4 D grubu	15
1.2.2.5 E grubu	15
1.2.2.6 F grubu	15
1.2.2.7 G grubu	15
1.2.2.8 H grubu	15
1.2.2.9 J grubu	15
1.2.2.10 K grubu	15
1.2.2.11 L grubu	15
1.2.2.12 N grubu	15
1.2.2.13 S grubu	15

İKİNCİ BÖLÜM

TESİS YER SEÇİM PROBLEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

2.1 OWEN VE DASKIN'IN (1998) YAPTIĞI SINIFLANDIRMAYA GÖRE YER SEÇİM PROBLEMLERİ	17
2.1.1 Statik ve Deterministik Yer Seçim Problemleri.....	17
2.1.2 Dinamik Yer Seçim Problemleri	19
2.1.3 Stokastik Yer Seçim Problemleri	19
2.2 SULE (2001) YAPTIĞI SINIFLANDIRMAYA GÖRE YER SEÇİM PROBLEMLERİ	20
2.2.1 P - Medyan Problemleri.....	20
2.2.2 P - Merkez Problemleri	20
2.2.3 Kapasite Kısıtsız Tesis Yeri Problemleri	21
2.2.4 Kapasite Kısıtlı Tesis Yeri Problemleri	21

2.2.5 Karesel Atama Problemleri.....	21
2.3 ARABANİ VE FARAHANİ (2012) YAPTIĞI SINIFLANDIRMAYA GÖRE YER SEÇİM PROBLEMLERİ	21
2.3.1 Statik Yer Seçim Problemleri	21
2.3.1.1 Sürekli Yer Seçim Problemleri	21
2.3.1.2 Kesikli Yer Seçim Problemleri	22
2.3.1.3 Ağ Yer Seçim Problemleri	22
2.3.2 Dinamik Yer Seçim Problemleri	23
2.3.2.1 Dinamik Deterministik Yer Seçim Problemleri	23
2.3.2.2 Tesis Yeri Değişim Problemleri	23
2.3.2.3 Zamana Dayalı Tesis Yeri Problemleri	24
2.3.2.4 Stokastik, Olasılıklı ve Bulanık Yer Seçim Problemleri	24

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM METODOLOJİ

3.1 COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNİN TANIMI VE FAYDALARI	25
3.2 COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNDE KULLANILAN VERİ TİPLERİ	26
3.2.1 Vektör Veri Tipi	26
3.2.1.1 Noktasal (Point) Veri	26
3.2.1.2 Çizgisel (Line) Veri	27
3.2.1.3 Alansal (Polygon) Veri	27
3.2.2 Raster Veri Tipi	27
3.3 COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNİN BİLEŞENLERİ	28
3.3.1 Donanım (Hardware).....	29
3.3.2 Yazılım (software)	29
3.3.3 Veri (data)	29
3.3.4 İnsanlar (people)	29
3.3.5 Yöntemler (Methods)	29
3.4 COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNİN KULLANIM ALANLARI	30
3.5 COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNDE KONUM ANALİZLERİ	31
3.5.1 Konumsal Sorgulamalar	31
3.5.2 Konumsal Analizler	32
3.5.2.1 Birleştirme Analizi	32
3.5.2.2 Yakınlık Analizi	32
3.5.2.3 Sınır İşlemleri	33
3.6 ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİ	33

3.7 AHY'NİN AŞAMALARI	33
3.7.1 Hiyerarşik Yapının Oluşturulması	34
3.7.2 İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması	34
3.7.3 Normalize Edilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması ve Ağırlık Vektörünün Bulunması	35
3.7.4 Tutarlılık Oranının Hesaplanması	36

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

4.1 TEHLİKELİ MADDE DEPO YER SEÇİMİ İLE İLGİLİ LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	39
4.2 CBS VE AHY İLE İLGİLİ LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	42
4.3 MEDYAN PROBLEMİ İLE İLGİLİ LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	45

BEŞİNCİ BÖLÜM UYGULAMA

5.1 PROBLEMİN TANIMI	49
5.2 KRİTERLERİN BELİRLENMESİ	50
5.2.1 Sıcaklık	50
5.2.2 Yağış Miktarı	51
5.2.3 Rüzgar	52
5.2.4 Eğim.....	53
5.2.5 Erozyon	54
5.2.6 Deprem Bölgesine olan Mesafesi	55
5.2.7 Karayoluna olan Mesafesi	56
5.2.8 Demiryoluna olan Mesafesi	57
5.2.9 Yerleşim Yerlerine olan Mesafesi	58
5.3 AHY İLE KRİTER AĞIRLIKLARININ BELİRLENMESİ	59
5.3.1 İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması	60
5.3.2 Normalize Edilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması ve Ağırlık Vektörünün Bulunması	61
5.3.3 Tutarlılık Oranının Hesaplanması	62
5.4 ALTERNATİF YERLERİN BELİRLENMESİ	63
5.5 P-MEDYAN MODELİ İLE MÜHİMMAT VE PATLAYICI DEPOSU İÇİN EN UYGUN YERİN BULUNMASI	69

5.5.1 Senaryo-1	71
5.5.2 Senaryo-2	72

ALTINCI BÖLÜM

TARTIŞMA, ÖNERİLER VE SONUÇ

TARTIŞMA, ÖNERİLER VE SONUÇ	75
KAYNAKÇA	77



BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR

ŞEKİLLER

Şekil-1 IMDG Koduna Göre Patlayıcılar İçin Kullanılan Etiket	5
Şekil-2 IMDG Koduna Göre Yanıcı Gazlar İçin Kullanılan Etiket	6
Şekil-3 IMDG Koduna Göre Zehirli Gazlar İçin Kullanılan Etiket	6
Şekil-4 IMDG Koduna Göre Yanıcı Olmayan Sıkıştırılmış Gazlar İçin Kullanılan Etiket	6
Şekil-5 IMDG Koduna Göre Yanıcı Sıvılar İçin Kullanılan Etiket	7
Şekil-6 IMDG Koduna Göre Yanıcı Katılar İçin Kullanılan Etiket	7
Şekil-7 IMDG Koduna Göre Kendi Kendine Yanabilen Katılar İçin Kullanılan Etiket	8
Şekil-8 IMDG Koduna Göre Islandığında Yanabilen Katılar İçin Kullanılan Etiket	8
Şekil-9 IMDG Koduna Göre Oksitleyici Maddeler İçin Kullanılan Etiket	9
Şekil-10 IMDG Koduna Göre Organik Peroksitler İçin Kullanılan Etiket	9
Şekil-11 IMDG Koduna Göre Zehirli Maddeler İçin Kullanılan Etiket	10
Şekil-12 IMDG Koduna Göre Mikroplu Biyolojik Maddeler İçin Kullanılan Etiket	10
Şekil-13 IMDG Koduna Göre Radyoaktif Maddeler İçin Kullanılan Etiket	10
Şekil-14 IMDG Koduna Göre Aşındırıcı Maddeler İçin Kullanılan Etiket	11
Şekil-15 IMDG Koduna Göre Diğer Tehlikeli Maddeler İçin Kullanılan Etiket	11
Şekil-16 IMDG Koduna Göre Kitle Halinde Patlayan Patlayıcılar İçin Kullanılan Etiket	12
Şekil-17 IMDG Koduna Göre Kitle Halinde Patlamayan, Parça Tesirli Patlayıcılar İçin Kullanılan Etiket	12
Şekil-18 IMDG Koduna Göre Kitle Halinde Yangın İçin Kullanılan Etiket	13
Şekil-19 IMDG Koduna Göre Düşük Zarar Veren Patlayıcılar İçin Kullanılan Etiket	13
Şekil-20 IMDG Koduna Göre Patlaması Zor Fakat Kitle Halinde Patlayabilen Patlayıcılar İçin Kullanılan Etiket	14
Şekil-21 IMDG Koduna Göre Patlaması Zor ve Kitle Halinde Patlama Tehlikesi Olmayan Patlayıcılar İçin Kullanılan Etiket	14
Şekil-22 Owen ve Daskin'e Ait Yer Seçimi Problemlerinin Sınıflandırması	20
Şekil-23 Vektör Veri Tipleri ve Birkaç Örnek	27
Şekil-24 Coğrafi Verilerin Raster Olarak Temsili	28
Şekil-25 Coğrafi Verilerin Vektör ve Raster Veriler Üzerinde Görünüşü	28
Şekil-26 CBS'nin Temel Bileşenleri	28
Şekil-27 Birleştirme Analizi Gösterimi	32
Şekil-28 Üç Seviyeli Bir Hiyerarşi	34
Şekil-29 İş Akış Şeması	50
Şekil-30 Marmara Bölgesi Sıcaklık Haritası	51
Şekil-31 Marmara Bölgesi Yağış Haritası	52
Şekil-32 Marmara Bölgesi rüzgâr Haritası	53

Şekil-33 Marmara Bölgesi Eğim Haritası	54
Şekil-34 Marmara Bölgesi Erozyon Haritası	55
Şekil-35 Marmara Bölgesinde Depremlerin Meydana Geldiği Noktalar	56
Şekil-36 Marmara Bölgesi Karayolları Haritası	57
Şekil-37 Marmara Bölgesi Demiryolları Haritası	58
Şekil-38 Marmara Bölgesi Yerleşim Yerleri Haritası	59
Şekil-39 Problem İçin Oluşturulan Hiyerarşik Yapı	60
Şekil-40 Matris Tutarlılık Oranı ve Kriter Ağırlıkları	63
Şekil-41 Alternatif Yerleri Belirlemek için CBS’de Oluşturulan Model	64
Şekil-42 Raster Veri Formatındaki Katmanlar	65
Şekil-43 Analiz Sonucu Bulunan Alanlar	66
Şekil-44 Değerlendirme Sonucu Belirlenen Alternatif Yerler	67

ÇİZELGELER

Çizelge-1 CBS'nin Uygulama Alanları	30
Çizelge-2 Önem Ölçeği Değerleri ve Tanımları	35
Çizelge-3 Rassal Tutarlılık İndeksi	37
Çizelge-4 Ortalama Sıcaklık ve Öncelik Dereceleri	51
Çizelge-5 Ortalama Yağış Miktarı ve Öncelik Dereceleri	52
Çizelge-6 Ortalama Rüzgâr Şiddeti ve Öncelik Dereceleri	53
Çizelge-7 Çalışmada Kullanılan Eğim Ölçeği ve Öncelik Dereceleri	54
Çizelge-8 Çalışmada Kullanılan Su Erozyonu Ölçeği ve Öncelik Dereceleri	55
Çizelge-9 İkili Karşılaştırma Matrisi	61
Çizelge-10 Normalize Edilmiş Karar Matrisi	62
Çizelge-11 Alternatif Yerlerin Koordinatları	68
Çizelge-12 Alternatif Yerler ile Talep Noktaları Arasındaki Mesafeler	70
Çizelge-13 İki Farklı Senaryo Sonucunda Belirlenen Optimal Sonuçlar ve Yerler	73

BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR

KISALTMALAR LİSTESİ

CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
K.K.K.lığı	Kara Kuvvetleri Komutanlığı
A K.lığı	A Komutanlığı
IMDG	Uluslararası Denizcilik Tehlikeli Yükler Kodu
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
AHY	Analitik Hiyerarşi Yöntemi
T.O.	Tutarlılık Oranı
T.İ.	Tutarlılık İndeksi
R.İ.	Rassallık İndeksi
NPA	Net Patlayıcı Ağırlığı

BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR

GİRİŞ

K.K.K.İğİ kuruluşunda bulunan birlikler belirli kanunlar çerçevesinde kendilerine verilen görevleri yerine getirmektedir. Birliklerin görevlerini ifa edebilmeleri için gerekli en önemli unsurlardan birisi istenilen yerde, istenilen zamanda ve istenilen miktarda mühimmatın hazır bulundurulmasıdır. K.K.K.İğİ kuruluşunda bulunan birliklerde, birliğin personeli ve araçları üzerinde taşınan mühimmat miktarının (kita yükü mühimmat) dışında kalan cins ve miktardaki mühimmatlar A K.İğİ kuruluşunda bulunan mühimmat depolarında muhafaza edilmektedir. Ancak mühimmat depoları içerisinde barındırdığı mühimmat ve patlayıcıdan dolayı herhangi bir tehlike anında çevreye ve canlılara zarar verebilecek depolardır. Bu yüzden mühimmat depolarının yerlerinin Birleşmiş Milletler ve NATO dokümanları ile yurtiçi dokümanlarda bulunan belirli standartlara sahip olması gerekmektedir.

Çalışmanın Sorunsalı: Geçmişte belirtilen standartlara uygun olarak belirlenen mühimmat depolarının yerleri özellikle günümüzde hızlı nüfus artışı ve şehirlere olan göçlerin etkisiyle uygunluğunu yitirmiştir. Bazı mühimmat depolarının yerleri yoğun yapılaşma nedeniyle sivil yerleşim yerleriyle içi içe girmiştir. Dolayısıyla bu durum, herhangi bir tehlike anında olası can ve mal kaybının artmasına sebep olabilecektir.

Aynı şekilde, geçmişte yapılan mühimmat depoları kapasite yönünden günümüzdeki ihtiyaçları karşılayamamaktadır. Bu durum, yeni mühimmat depolarının açılmasını dolayısıyla yeni açılacak mühimmat depoları için standartlara uygun yeni yerlerin belirlenmesi ihtiyacını ortaya çıkarmıştır.

Ayrıca, mevcut mühimmat depolarından bazıları destekledikleri birliklerin bir kısmının lağv edilmesi, bir kısmının da konuş yerinin değişmesinden ötürü mühimmatın taşıma maliyeti düşünüldüğünde maliyet etkin bir yapıya sahip değildir. Bu belirtilen sebeplerden dolayı yeni mühimmat depolarının açılmasını ve açılacak mühimmat depolarının yerlerinin belirlenmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

Çalışmanın Amacı: Bu çalışmada Marmara Bölgesinde konuşlu bulunan birliklerin mühimmat ihtiyacını karşılamak maksadıyla, B K.İğİ sorumluluk bölgesinde yeni açılacak mühimmat ve patlayıcı madde depolarının yerlerini belirleme problemi ele alınmıştır.

Yararlanılan Metodoloji: Çalışmada, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden birisi olan Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) birlikte kullanıldığı bir metodoloji önerilmiştir. Çalışmada kullanılan kriterler K.K.K.lığı teşkilinde bulunan mühimmat birliklerinde görev yapmış personel, tehlikeli madde konusunda çalışan akademik personelin görüşü ile yapılan literatür araştırması ve NATO Güvenlik İlkeleri Kılavuzunun incelenmesi sonucu belirlenmiştir. Çalışmada belirlenen kriterlerin ağırlıkları AHY kullanılarak tespit edilmiştir. CBS muhtemel depo yerlerinin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Muhtemel depo yerleri belirlenirken AHY ile elde edilen ağırlıklar CBS'ye girdi sağlamıştır. Mühimmat depoları ile birlikler arasındaki taşıma maliyetini minimize etmek maksadıyla P-Medyan modeli kullanılmıştır. Böylece mühimmat depo yerlerinin belirlenen standartların haricinde maliyet etkin bir yapıda olması hedeflenmiştir.

Araştırmanın Sınırlılıkları: Çalışmada gizliliği ihlal etmemek maksadıyla jenerik veriler kullanılmıştır.

Çalışmanın Literatüre Katkısı ve Orijinalitesi: Literatürde yapılan araştırmalarda görüldüğü kadarıyla tehlikeli madde depo yeri seçimiyle ilgili açık kaynak olarak yayımlanan tez ve makale bulunamamıştır. Bildiri olarak sunulmuş olan çalışmalarda da tehlikeli madde depolarının yerleri ya ÇKKV teknikleri kullanılarak ya da CBS'de konumsal analizler yapılarak tespit edilmiştir. Literatürde hem ÇKKV tekniklerinin hem CBS'nin hem de matematiksel modelin bütünleşik olarak kullanıldığı bir çalışma bulunmamaktadır.

Çalışmanın Diğer Bölümleri: Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde; tehlikeli maddelerin tanımı, tehlikeli madde sınıfları, patlayıcı maddeler ve patlayıcı madde sınıflarının tanımı verilmiştir.

İkinci bölümde yer seçim problemleri ve yer seçim problemleri için yapılan sınıflandırmalar ifade edilmiştir.

Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan CBS'nin tanımı, CBS'de kullanılan veri tipleri, CBS'nin bileşenleri ve kullanım alanları ile AHY ve AHY'nin aşamaları anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde tehlikeli madde depo yer seçimi ile ilgili literatür araştırması, CBS ve AHY'nin birlikte kullanıldığı çalışmalarla ilgili literatür araştırması ve P-Medyan modeliyle ilgili literatür araştırması yapılmıştır.

Beşinci bölüm ise uygulamanın yapıldığı bölümdür. Bu bölümde mühimmat deposu yer seçimi için belirlenen kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. CBS’de yapılan konumsal analizler ile açılacak mühimmat depoları için alternatif yerler belirlenmiştir. Oluşturulan P-Medyan modeli iki farklı senaryo altında çözülmüştür. İlk senaryoda taşıma maliyetini minimize eden tek mühimmat deposu için en uygun yer belirlenmiştir. İkinci senaryo da ise yine taşıma maliyetini minimize eden dört mühimmat deposu için en uygun yer belirlenmiştir. Son bölümde de çalışmadan elde edilen sonuçlardan ve müteakip çalışmalara yapılabilecek katkılardan bahsedilmiştir.



BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR

BİRİNCİ BÖLÜM

TEHLİKELİ MADDELER VE PATLAYICILAR

Bu bölümde Tehlikeli Maddelerin ve Patlayıcı Maddelerin tanımı ve sınıflandırması yapılmıştır.

1.1. TEHLİKELİ MADDELERİN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI

Tehlikeli madde veya uluslararası kısaltmasıyla HAZMAT (Hazardous Material); eşyalara, çevreye veya organizmalara zarar verebilen katı, sıvı veya gazlar olarak tanımlanmaktadır. Radyoaktif, yanıcı, patlayıcı, aşındırıcı, oksidant, boğucu ve alerjan maddeler bu gruba girmektedir (wikipedia page, 2016). Tehlikeli maddeler; kimyasal yapılarına (yanıcı, basınçlı), şekillerine (katı, sıvı, gaz) ve tehlikelerine göre (patlayıcı, zehirleyici) gruplandırılırlar. Can ve mal emniyeti açısından ayrı ayrı özellikler arzeden tehlikeli madde sınıfı, uluslararası etiket ve kod işaretlerine göre aşağıda sıralanmıştır. (M.E.B., 2011).

1.1.1. Sınıf 1: Patlayıcılar (Explosives)

Hararet veya şok tesiri ile kimyasal değişikliğe uğrayan, yüksek derecede ısı, çok hacimde gaz meydana getiren, katı, sıvı veya gaz halindeki kimyasal maddelerdir. Bu sınıfa dâhil maddeler; kara barut, havayı fişekler, füyeler, cephaner, dinamit vb.



Şekil-1 IMDG Koduna Göre Patlayıcılar İçin Kullanılan Etiket

1.1.2. Sınıf 2: Gazlar (Gases)

1.1.2.1. Sınıf 2.1: Yanıcı Gazlar (Flammable Gas)

Her türlü ısı kaynağından ve personel mahallinden uzağa istiflenmelidir. Bu sınıfa dâhil maddeler; asetilen, etan, etilen, metan, hidrojen, çakmak gazı vb.



Şekil-2 IMDG Koduna Göre Yanıcı Gazlar İçin Kullanılan Etiket

1.1.2.2. Sınıf 2.2: Zehirli Gazlar (Toxic Gas)

Her türlü ısı kaynaklarından, personel mahallinden ve yiyecek maddelerinden uzağa istiflenmelidir. Bu sınıfa dâhil maddeler; amonyak, flor, prüssik asit, klorit, karbon monoksit vb.



Şekil-3 IMDG Koduna Göre Zehirli Gazlar İçin Kullanılan Etiket

1.1.2.3. Sınıf 2.3: Yanıcı Olmayan Sıkıştırılmış Gazlar (Non-Flammable Compressed Gas)

İyi havalandırılmış serin yerlerde muhafaza edilmelidir. Bu gazlarla doldurulmuş tüpler ısı aldıkları zaman genişirler ve bu da patlamalara neden olduğu için çok tehlikelidirler. Bu sınıfa dâhil maddeler; argon, helyum, karbondioksit, hava gazı, oksijen vb.



Şekil-4 IMDG Koduna Göre Yanıcı Olmayan Sıkıştırılmış Gazlar İçin Kullanılan Etiket

1.1.3. Sınıf 3: Yanıcı Sıvılar (Flammable Liquid)

Yanıcı sıvılar, ısınmaları halinde buharlaşan gazın yanma noktasına göre 3 gruba ayrılırlar. Bunlar:

1.1.3.1. Sınıf 3.1: Benzin

Yanma noktası 18.0 °C'den düşüktür. Daima açıkta istiflenmelidir.

1.1.3.2. Sınıf 3.2: Mazot

Yanma noktası 18.0 °C ile 23.0 °C arasındadır. Açıkta ya da kapalı bir yerde istiflenmelidir.

1.1.3.3. Sınıf 3.3: Kerosen

Yanma noktası 23.0 °C ile 61.0 °C arasındadır. Kapalı yerde istiflenmelidir.



Şekil-5 IMDG Koduna Göre Yanıcı Sıvılar İçin Kullanılan Etiket

1.1.4. Sınıf 4: Katılar (Solids)

1.1.4.1. Sınıf 4.1: Yanıcı Katılar (Flammable Solid)

Olduğu haliyle yanıcı olan katılar sürtünme yoluyla ateş alabilirler. Yaşam mahallerinden uzak tutulmalıdır. Bu sınıfa dâhil maddeler; alüminyum tozu, sellüloid, naftalin, kırmızı fosfor, filmler, petrol yağı, kuru lifler vb.



Şekil-6 IMDG Koduna Göre Yanıcı Katılar İçin Kullanılan Etiket

1.1.4.2. Sınıf 4.2: Kendi Kendine Yanabilen Katılar (Spontaneously Combustible)

Kendiliğinden alev alan maddeler piroforik maddelerdir. Bunlar hava ile temasın beşinci dakikasında ateş alan ya da hava ile temas ettiklerinde ek bir enerji kaynağına ihtiyaç duymadan ısınan maddelerdir. Çok iyi havalandırılmış yerlerde istiflenmeli, istif araları hava sirkülasyonunu sağlayacak şekilde oluşturulmalıdır. Bu sınıfa dâhil maddeler; kopra, balık unu, kuru ot, mangal kömürü vb.



Şekil-7 IMDG Koduna Göre Kendi Kendine Yanabilen Katılar İçin Kullanılan Etiket

1.1.4.3. Sınıf 4.3: Islandığında Yanabilen Katılar (Dangerous When Wet)

Su ile temas ettiklerinde veya ısladıklarında yanma özelliği gösteren katılardır. İyi havalandırılmış kuru yerlerde muhafaza edilmeli ve su ile temasından mutlak suretle kaçınılmalıdır. Bu sınıfa dâhil maddeler; alkalin alaşımlar, baryum, karpit, ferro silisyum, magnezyum vb.



Şekil-8 IMDG Koduna Göre Islandığında Yanabilen Katılar İçin Kullanılan Etiket

1.1.5. Sınıf 5: Oksitleyici Maddeler (Oxidizing Substance)

1.1.5.1. Sınıf 5.1: Oksitleyici Maddeler (Oxidizing Agent)

Bu sınıfa giren maddeler oksijen açığa çıkartmak suretiyle yanmayı kolaylaştırıcı bir ortam meydana getirirler. Bu özellikleri nedeniyle yanıcı maddelerin yanına istiflenmemelidirler. Bu tür maddeler oksijen salgılayarak diğer maddelerin yanmasını

sağlayan veya çabuklaştıran maddelerdir. Bu sınıfa dâhil maddeler; nitrat, suni gübre, amonyum sülfat vb.



Şekil-9 IMDG Koduna Göre Oksitleyici Maddeler İçin Kullanılan Etiket

1.1.5.2. Sınıf 5.2: Organik Peroksitler (Organic Peroxide)

Bu sınıfa giren maddeler yanıcı olabilecekleri gibi, patlayıcı da olabilirler. Üstleri örtülü olarak, kuru ve serin yerlerde korunmalıdır. Bütün peroksitler bu sınıfa dâhildir.



Şekil-10 IMDG Koduna Göre Organik Peroksitler İçin Kullanılan Etiket

1.1.6. Sınıf 6: Zehirleyiciler (Toxic)

1.1.6.1. Sınıf 6.1: Zehirleyici Maddeler (Toxic)

Zehirleyici maddeler insan vücuduna ağız yoluyla girebilir ve insanı öldürebilirler. Bu nedenle yiyecek ve içeceklerden, yaşam mahallerinden, tütün gibi nem çıkaran maddelerden uzağa istiflenmelidirler. Bu sınıfa dâhil maddeler; arsenik, anilin, baryum oksit, fenol, nikotin, kurşun, siyanür, civa ürünleri vb.



Şekil-11 IMDG Koduna Göre Zehirli Maddeler İçin Kullanılan Etiket

1.1.6.2. Sınıf 6.2: Mikroplu (Biyolojik) Maddeler (Infectious Substance)

Bu maddeler mikrop ihtiva ettiklerinden hastalıklara sebep olabilirler. Bu nedenle yiyecek ve içeceklerden, yaşam mahallerinden, uzağa istiflenmelidirler. Bu sınıfa dâhil maddeler; kemik, kemik yağı, sıkıştırılmış et atıkları, hayvan derileri, kan tozu vb.



Şekil-12 IMDG Koduna Göre Mikroplu Biyolojik Maddeler İçin Kullanılan Etiket

1.1.7. Sınıf 7: Radyoaktif Maddeler (Radioactive)

Bu maddeler özel kaplar içerisinde nakledilirler. Kapıların mutlak suretle hasarsız olması gerekmektedir. Personel mahallinden, besin maddelerinden, banyo edilmemiş filmlerden, ilaçlardan ve kimyasal maddelerden uzağa istiflenmelidirler.



Şekil-13 IMDG Koduna Göre Radyoaktif Maddeler İçin Kullanılan Etiket

1.1.8. Sınıf 8: Aşındırıcı Maddeler (Corrosive)

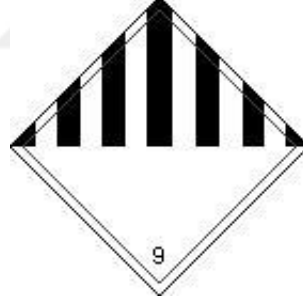
Belirli bir süre temas halinde insan derisi üzerinde aşındırıcı, kalınlık azaltıcı etkisi olan maddelerdir. Çelik ve alüminyum üzerinden aşındırıcı etkisi olan maddeler de bu gruba girerler.



Şekil-14 IMDG Koduna Göre Aşındırıcı Maddeler İçin Kullanılan Etiket

1.1.9. Sınıf 9: Diğer Tehlikeli Maddeler

Taşıma sırasında tehlike arzeden ama tanımlı sınıflardan herhangi birine uymayan maddeler bu sınıfa girer. Bu sınıfa dâhil maddeler; anestezi ya da diğer tür tehlikeli maddeler, sıcaklık derecesi artırılmış maddeler, insan sağlığına zararlı atıklar vb.



Şekil-15 IMDG Koduna Göre Diğer Tehlikeli Maddeler İçin Kullanılan Etiket

1.2. PATLAYICI MADDELERİN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI

Hararet veya şok tesiri ile kimyasal değişikliğe uğrayan, yüksek derecede ısı, çok hacimde gaz meydana getiren, katı, sıvı veya gaz halindeki kimyasal maddelerdir. Kuvvetli patlayıcıların pek çoğu bir şok tesirine maruz kalmazlarsa tutuşturuldukları zaman patlamazlar sadece yanarlar.

Patlayıcı maddeler, kararsız haldeki kimyasal madde veya madde karışımları olup, darbe veya kıvılcım gibi bir etkiye maruz kalmaları sonucu kendi kendine ilerleyen son derece hızlı kimyasal reaksiyonlarla kararlı bileşiklere dönüşürken yüksek ısı, ses, darbe etkisi ve gazlar ortaya çıkarırlar. Yanma süresi çok hızlı olduğundan yanma için

gerekli oksijen havadan sağlanamaz. Bu nedenle patlayıcı madde yapısında oksijen içeren madde bulunması gerekir (Wikipedia page, 2016).

BM Uluslararası Tasnif Sistemindeki sınıflandırmada 1 inci sınıfta yer alan patlayıcıların, patlayıcı özelliğe sahip ve hem kimyasal hem de fiziksel denge ve hassasiyeti kabul edilebilir madde ve malzemelerden oluştuğu belirtilmiştir. Patlayıcılar, tehlike türleri ve uyumluluk gruplarına göre iki sınıfa ayrılmıştır (AASTP-3, 2009: 6).

1.2.1. Tehlike Türlerine Göre

1.2.1.1. Sınıf 1.1: Kitle Halinde Patlayanlar

Kitlesel bir patlamaya neden olabilecek mühimmat ve patlayıcıları içerir. Bu sınıftaki mühimmat ve patlayıcının temel tehlikesi basınç ve parça tesiridir.



Şekil-16 IMDG Koduna Göre Kitle Halinde Patlayan Patlayıcılar İçin Kullanılan Etiket

1.2.1.2. Sınıf 1.2: Kitle Halinde Patlamayan, Parça Tesirli

Bu sınıftaki mühimmat ve patlayıcının göstereceği temel tehlike parça tesiri ve infilaktır. Kitlesel bir patlamaya sebep olmayacak mühimmat ve patlayıcıları içerir.



Şekil-17 IMDG Koduna Göre Kitle Halinde Patlamayan, Parça Tesirli Patlayıcılar İçin Kullanılan Etiket

1.2.1.3. Sınıf 1.3: Kitle Halinde Yangın

Yangın çıkarma tehlikesi olan, patlama şiddeti hafif, az da olsa parça tesiri etkisi bulunan, fakat kitle halinde patlamaya sebep olmayacak patlayıcıları içerir. Bu sınıftaki patlayıcı maddeler çok şiddetli yanarlar ve söndürülmesi hemen hemen olanaksızdır.



Şekil-18 IMDG Koduna Göre Kitle Halinde Yangın İçin Kullanılan Etiket

1.2.1.4. Sınıf 1.4: Düşük Zarar Veren Patlayıcılar

Bu tehlike sınıfındaki patlayıcılar normal yangın tehlikesi dışında infilak, parça tesiri etkisi göstermez.



Şekil-19 IMDG Koduna Göre Düşük Zarar Veren Patlayıcılar İçin Kullanılan Etiket

1.2.1.5. Sınıf 1.5: Patlaması Zor Fakat Kitle Halinde Patlayabilenler

Kitle halinde patlayabilecek ama çok zor patlayan, hassasiyeti çok düşük patlayıcıları içerir.



Şekil-20 IMDG Koduna Göre Patlaması Zor Fakat Kitle Halinde Patlayabilen Patlayıcılar İçin Kullanılan Etiket

1.2.1.6. Sınıf 1.6: Patlaması Zor ve Kitle Halinde Patlama Tehlikesi Olmayanlar

Hem çok zor patlayabilecek, hassasiyeti çok düşük olan hem de kitle halinde patlama tehlikesi olmayan patlayıcıları içerir.



Şekil-21 IMDG Koduna Göre Patlaması Zor ve Kitle Halinde Patlama Tehlikesi Olmayan Patlayıcılar İçin Kullanılan Etiket

1.2.2. Uyumluluk Gruplarına Göre

Mühimmat ve patlayıcılar 13 uyum grubuna ayrılırlar.

1.2.2.1. A Grubu

Isı, sürtünme veya çarpma ile faaliyet gösteren başlatma maddeleridir.

1.2.2.2. B Grubu

Bunlar ateşleme zincirini başlatmak için kullanılan, 2 veya daha fazla emniyet elemanı bulunmayan cihazlardır.

1.2.2.3. C Grubu

Bu patlayıcılar; faaliyete geçmesiyle birlikte yanacak, infilak edecek veya ateşleme zincirini büyütecektir.

1.2.2.4. D Grubu

Kendi ateşleme sistemi ve sevk barutu olmayan ve içinde kuvvetli patlayıcı madde bulunduran mühimmatlardır.

1.2.2.5. E Grubu

İçinde kuvvetli patlayıcı madde bulunan fakat kendi ateşleme sistemi olmayan mühimmatlardır.

1.2.2.6. F Grubu

İçinde kuvvetli patlayıcı madde bulunan, kendi ateşleme sistemine sahip mühimmatlardır.

1.2.2.7 G Grubu

Aydınlatma, yangın, sis veya göz yaşartıcı mühimmat türleridir.

1.2.2.8. H Grubu

Hem patlayıcı madde hem de beyaz fosfor içeren mühimmat türleridir.

1.2.2.9. J Grubu

Hem patlayıcı madde hem de yanıcı sıvı içeren mühimmat türleridir.

1.2.2.10. K Grubu

Hem patlayıcı madde hem de zehirleyici kimyasal maddeler bulunduran mühimmat türleridir.

1.2.2.11. L Grubu

Özel risk içeren ve diğer mühimmatla depolanmaya uygun olmayan mühimmat türleridir.

1.2.2.12. N Grubu

Sadece aşırı duyarsız patlayıcı madde içeren mühimmat türleridir.

1.2.2.13. S Grubu

Tehlike özelliği olmayan mühimmat türleridir. Ancak bu mühimmat yangın ile faaliyete geçebilir.

BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR

İKİNCİ BÖLÜM

TESİS YER SEÇİMİ PROBLEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Tesis yeri seçim problemlerinin sınıflandırılmasıyla ilgili literatürde çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Owen ve Daskin (1998), Sule (2001), Arabani ve Farahani (2012) tarafından yapılan kapsamlı çalışmalar ile bu konuya açıklık getirmek mümkündür.

2.1. OWEN VE DASKİN'İN (1998) YAPTIĞI SINIFLANDIRMAYA GÖRE YER SEÇİM PROBLEMLERİ

2.1.1. Statik ve Deterministik Yer Seçim Problemleri

2.1.1.1. Medyan Problemleri

Bir tesis yerinin etkinliğini ölçmedeki önemli yollardan birisi, bu tesis kullanacakların ortalama ulaşım mesafesini belirlemektir. Ortalama ulaşım mesafesi arttıkça, tesis yerinin ulaşım kolaylığı azalır ve bu da tesis için seçilen yerin etkinliğini azaltır. Bu ilişki okullar, kütüphaneler ve acil servisler gibi yakın olunması istenilen tesisler için geçerlidir.

Talepler hizmet seviyesine duyarlı olmadığında tesis yerinin etkinliğini ölçmedeki eşdeğer yol, talep noktaları ile tesis için seçilen yerler arasındaki mesafeyi, talep miktarı ile ilişkilendirerek ağırlıklandırmak ve talep noktaları ile tesis için seçilen yerler arasındaki toplam ağırlıklandırılmış ulaşım mesafesini hesaplamaktır.

Sonuç olarak bu tür problemlerdeki temel amaç talep noktaları ile tesis için seçilen yer arasındaki ağırlıklı ulaşım mesafesini minimize ederek en uygun tesis yerini seçmektir. Medyan problemlerinin matematiksel formülasyonu aşağıdaki gibidir.

Amaç Fonksiyonu:

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n h_i d_{ij} y_{ij} \quad (2.1)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^n y_{ij} = 1 \quad \forall i \quad i,j=1,2,\dots,n \quad (2.2)$$

$$y_{ij} \leq x_j \quad \forall i,j \quad i,j=1,2,\dots,n \quad (2.3)$$

$$\sum_{j=1}^n x_j = p \quad (2.4)$$

$$y_{ij}, x_j \in \{0,1\} \quad i,j=1,2,\dots,n \quad (2.5)$$

Karar Değişkenleri:

$$y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{eğer } i \text{ müşterisi } j \text{ tesisine atanmışsa} \\ 0 & \text{diğer durumda} \end{cases}$$

$$x_j = \begin{cases} 1 & \text{eğer } j \text{ noktasında bir tesis açılmışsa} \\ 0 & \text{diğer durumda} \end{cases}$$

Burada;

n = toplam talep noktası sayısı

h_i = i noktasındaki talep

d_{ij} = i noktası ile j noktası arasındaki en kısa mesafe

p = yerleştirilecek olan tesis sayısı

Eş. 2.1'de talep noktaları ile tesisler arasındaki mesafenin minimize edilmesi amaçlanmaktadır. Eş. 2.2'de bir talep noktasının taleplerini bir tesisten karşılaması kısıtı verilmiştir. Eş. 2.3'te açılmayacak bir tesise talep noktası atanmaması kısıtı verilmiştir. Eş. 2.4 açılacak olan toplam tesis sayısı kısıtını göstermektedir. Eş. 2.5 ise karar değişkenlerinin 0-1 tamsayı olduğunu ifade etmektedir.

2.1.1.2. Kapsama Problemleri

Bazı tesislerin yerini seçerken ortalama ulaşım mesafesini azaltmak uygun olmayabilir. Yangın istasyonları ve ambulanslar gibi acil servis hizmeti veren tesisler için seçilen yerlerin etkinliği farklı ölçüm tekniği gerektirir. Bu gibi tesislerin yer seçiminde anahtar kelime kapsamadır. Literatürde kapsama problemleri, küme kapsama problemleri ve maksimum kapsama problemleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Küme kapsama problemlerinde amaç; belirli kapsama seviyesinin sağlanması gereken durumlarda yer seçimi maliyetini minimize etmektir. Maksimum kapsama problemlerinde ise amaç; belli sayıda tesis yerleştirilerek, kabul edilebilir hizmet mesafesi içinde kapsanan talep miktarını maksimize etmektir.

2.1.1.3. Merkez Problemleri

Tesis yeri seçim problemlerinin bir diğeri merkez problemleridir. Bu tür problemlerde, tüm talep noktalarının kapsanması gerekirken, kapsama mesafesinin minimize edilmesi istenmektedir.

Merkez problemleri aynı zamanda minimax problemleri olarak da bilinmektedir. Amaç herhangi bir talep noktası ile bu talep noktasına en yakın tesis arasındaki maksimum mesafeyi minimize etmektir.

Seçilecek tesis yerleri şebekedeki düğüm noktaları ile sınırlandırılır ise, problem vertex merkez problemi olarak adlandırılır. Eğer merkez probleminde tesis yerlerinin şebekedeki herhangi bir noktaya yerleştirilmesine izin verilirse tam merkez problemi olarak adlandırılır.

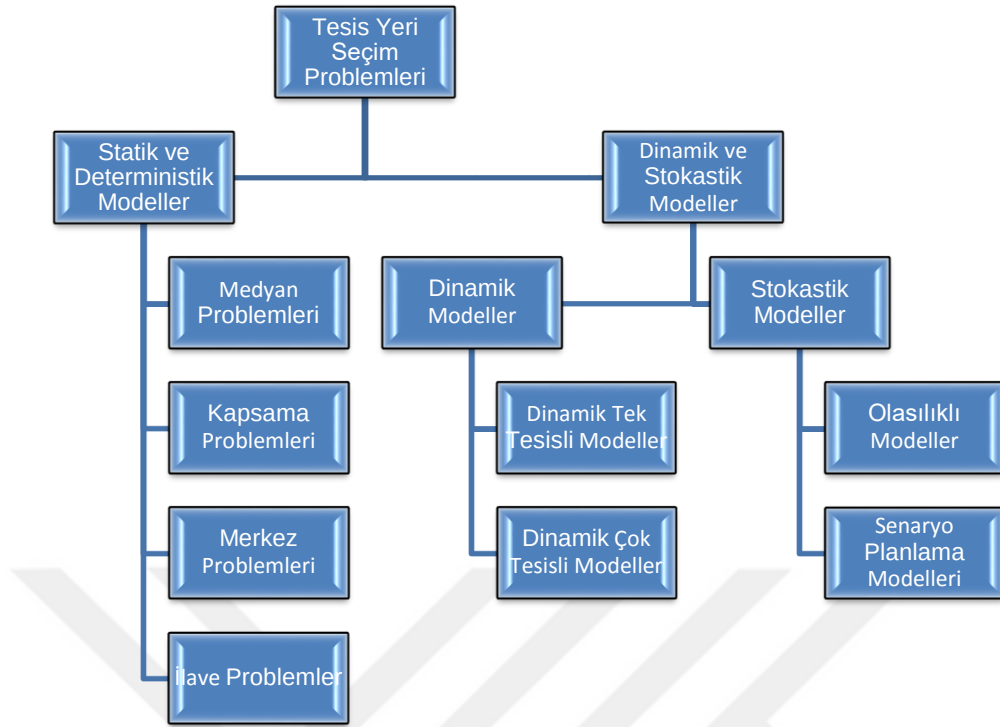
2.1.2. Dinamik Yer Seçim Problemleri

Yer seçim problemleri doğası gereği, gelecekte ortaya çıkabilecek belirsizlikleri düşünmeyi gerektirir. Tesislerin kurulumu veya taşınması için yapılan yatırımlar genellikle fazla olduğundan dolayı tesislerin uzun bir süre çalıştırılabilir durumda kalması beklenmektedir. Bu yüzden yer seçim problemleri ayrıntılı planlamayı gerektirir.

Karar vericiler tesis yeri seçerken sadece değişen taleplere hizmet edecek uygun yeri değil, aynı zamanda uzun bir süreçte tesisin büyüyeceği ve genişleyeceği zamanı da düşünmelidir. Bu tip durumlara karşı çözüm üretebilmek için dinamik yer seçim problemleri ortaya konmuştur. Dinamik tekli tesis yeri seçimi ve dinamik çoklu tesis yeri seçimi problemleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

2.1.3. Stokastik Tesis Yer Seçim Problemleri

Stokastik yerleşim problemleri üzerine yapılan araştırmalar, olasılık yaklaşımı ve senaryo planlama yaklaşımı olmak üzere iki temel yaklaşıma ayrılabilir. Her iki yaklaşımda da ulaşım süreleri, talep yerleri ve talep miktarını içeren sistem parametreleri belirsiz alınmış olabilir. Amaç birçok muhtemel parametre altında, iyi performans verecek tesis yerini belirlemektir. Olasılıksal modeller, modellenmiş rastsal değişkenlerin olasılık dağılımlarını kullanırken, senaryo planlama modelleri oluşturulmuş muhtemel değişken değerleri kümesini kullanır. Owen ve Daskin tarafından tesis yeri seçim problemlerinin sınıflandırılmasına ilişkin yapılan şematik gösterim Şekil-22' de sunulmuştur.



Şekil-22 Owen ve Daskin'e Ait Yer Seçimi Problemlerinin Sınıflandırması (Owen ve Daskin, 1998)

2.2. SULE (2001) YAPTIĞI SINIFLANDIRMAYA GÖRE YER SEÇİM PROBLEMLERİ

2.2.1. P-Medyan Problemleri

P-medyan problemleri, P-MP problemleri olarak da adlandırılabilir. Eğer $P=1$ ise problem 1-MP, $P=2$ ise problem 2-MP şeklinde ifade edilmektedir. P-medyan problemleri, maliyet kriterini minimize etmek maksadıyla p adet tesisin yerleştirilmesiyle ilgilenen problem türüdür. Buradaki maliyet kriteri zaman, para, toplam mesafe olarak tanımlanabilmektedir.

P-medyan problemlerinin amacı maliyeti minimize etmek olduğu için minimum problemleri veya Weber problemleri şeklinde ifade edilmektedir. Bu tür problemlerde bazı yerler tesislerin yerleştirilmesi için uygun olmayabilir, bu tip yerler kapalı yerler, aynı şekilde tesislerin yerleştirilmesi için uygun olan yerler de açık yerler olarak ifade edilmektedir.

2.2.2. P-Merkez Problemleri

P-merkez problemleri, P-CP problemleri olarak da adlandırılabilir. P-merkez problemleri, önceden belirlenmiş olan tesisten, talep noktasına olan maksimum

mesafeyi minimize etmek için p adet tesisin yerleştirilmesiyle ilgilenen problem türüdür. Bu tür problemler polis merkezi, itfaiye istasyonu gibi toplumda acil müdahale gerektiren tesislerin nerelere yerleştirilmesi gerektiğini belirlemeye çalışan problemlerdir.

2.2.3. Kapasite Kısıtsız Tesis Yeri Problemleri

Kapasite kısıtsız tesis yeri seçim problemlerinin amacı, maliyetlerin toplamını minimize etmektir. Tesisin açılacağı yere göre değişen ve tesis açmaktan kaynaklanan maliyet toplam maliyete dâhildir.

Bu problem türünde açılacak tesis sayısı başlangıçta değil, toplam maliyeti minimize edecek şekilde sonradan belirlenir. Ayrıca tesislerin kapasite sınırı olmadığından dolayı bir talep noktasını birden fazla arz noktasına atamak kârlı olmayacaktır.

2.2.4. Kapasite Kısıtlı Tesis Yeri Problemleri

Kapasite kısıtsız tesis yeri seçim problemleriyle benzerlik göstermektedir. Aralarındaki temel fark kapasite kısıtlı tesis yeri seçim problemlerinde her tesisin kapasitesinin sınırlı olmasıdır. Bu tür problemlerin optimal sonucunda müşterilerin ihtiyaçlarını birden fazla arz noktasından sağlama ihtiyacı ortaya çıkabilir.

2.2.5. Karesel Atama Problemleri

N adet tesisin, akışların belirlenmiş olduğu n adet konuma, mesafeyi minimize edecek şekilde aynı anda yerleştirilmesi problemidir. Bu tür problemlerde asıl amaç, uzaklık ve akış parametrelerinin birbiri ile çarpımından oluşan mesafenin minimize edilmesidir. Bu tür problemlerde kaç adet tesis yerleştirilmek isteniyorsa muhtemel farklı çözüm sayısı yerleştirilecek tesis sayısının faktöriyeli alınarak bulunur. Bu durum ise problem boyutunun büyümesine ve problemin normal sürelerde çözülemeyecek bir hal almasına sebep olmaktadır (Bastı, 2012).

2.3. ARABANİ VE FARAHANİ (2012) YAPTIĞI SINIFLANDIRMAYA GÖRE YER SEÇİM PROBLEMLERİ

2.3.1. Statik Yer Seçimi Problemleri

2.3.1.1. Sürekli Yer Seçimi Problemleri

2.3.1.1.1. Tek Tesisli Yer Seçimi Problemleri

Tek tesisli yer seçim problemlerinde yeni açılacak tesisin yeri, diğer tesislerle olan uzaklığını minimize edecek şekilde seçilmelidir. Bu uzaklık Öklid ve Manhattan uzaklığı olarak tanımlanabilmelidir. Tek tesisli yer seçim problemleri, genelleştirilmiş Weber problemleri olarak da gösterilebilir. Bu problemlerin temel amacı, yeni açılacak tesislerle mevcut tesisler arasındaki ağırlıklı toplam uzaklığı minimize etmektir.

2.3.1.1.2. Çok Tesisli Yer Seçim Problemleri

Çok tesisli yer seçim problemlerinde, yeri belirlenmesi gereken bir değil, birden fazla tesis vardır. Bu yönü dışında çok tesisli yer seçim problemleriyle tek tesisli yer seçim problemleri oldukça benzerdir. Her tek tesisli yer seçim problemi, kendi çok tesisli yer seçim problemine dönüştürülebilir.

2.3.1.2. Kesikli Yer Seçim Problemleri

2.3.1.2.1. Karesel Atama Problemleri

Genel bakış açısına göre karesel atama problemleri, insanlar kümesindeki elemanların, işler kümesindeki elemanlara atanmasını sağlayan atama problemlerinin dallarından birisidir. Yer seçim problemleri olarak düşünüldüğünde bu durum, bazı müşterilerin bazı tesislere atanması şeklinde açıklanabilir. Bu tür problemlerdeki amaç; müşterilerin tesislere atanmasından kaynaklanan toplam maliyeti minimize etmektir.

2.3.1.2.2. Kuruluş Yeri Seçim Problemleri

Genel olarak kuruluş yeri ifadesi ile üretim yeri, depo veya dağıtım yerleri gibi tesisler kastedilmektedir. Bu tür problemler çok geniş alanlarda uygulanabilir. Kuruluş yeri seçim problemlerinin ana çerçevesi kapasite kısıtsız tesis yeri seçim problemleri gibi düşünülebilir. Amaç müşterinin talebini karşılarken ortaya çıkan maliyeti minimize etmektir.

2.3.1.3. Ağ Yer Seçim Problemleri

2.3.1.3.1. Medyan Problemleri

Medyan problemleri, p adet yeni açılacak tesis için uygun yeri bulma ve her bir talep noktasına hizmet edecek tesisleri belirleme problemleridir. Bu problem türünde her talep noktasından, bu talep noktasına en yakın tesise olan ağırlıklı uzaklığın minimize edilmesi amaçlanmaktadır. Kuruluş yeri seçim problemlerine benzer olarak medyan problemleri, kapasite kısıtlı ve kapasite kısıtsız tesis yeri seçim problemleri gibi tanımlanabilir.

2.3.1.3.2. Kaplama Problemleri

Genel bakış açısına göre kaplama problemlerinde, her müşteri her tesisten hizmet alabilir. Ancak hizmet alabilmesi için müşteri ve tesis arasındaki, kapsama mesafesi olarak da adlandırılan uzaklığın belirli bir mesafeden az olması gerekmektedir.

Kapsama problemleri, itfaiye istasyonu, ilk yardım istasyonu gibi acil durum tesislerinin yer seçim problemlerinde yaygın olarak kullanılan modellerden birisidir. Bu yüzden gerçek yaşam problemlerinde de uygulanabilirliği fazladır (Ballı, 2014: 26).

2.3.1.3.3. Merkez Problemleri

Kapsama problemleriyle karşılaştırıldığında merkez problemleri, tüm talepleri karşılamak için gerekli tesis yerlerini araştırır. Tesisler uygun talep noktalarına en yakın mesafede olmalıdır. Merkez problemlerinin amacı, tesis ve müşteri arasındaki mesafeyi minimize etmektir.

2.3.2. Dinamik Yer Seçim Problemleri

2.3.2.1. Dinamik Deterministik Yer Seçim Problemleri

Weber problemleri temel statik modellerden birisidir. Statik modellerde yer seçimi m adet aday nokta kümesi arasından seçilir. Ancak nüfus, dağıtım maliyeti, çevresel faktörler gibi parametreleri zaman içerisinde değiştirebilecek koşullar meydana gelebilir. Böyle durumlarda tesis yerlerinin revize edilmesi gerekebilir. Bu tür durumlar için Dinamik Deterministik modeller ortaya konmuştur. Dinamik Deterministik yer seçim problemlerinde tesis yeri belirlenirken, belirli bir zaman dönemi yerine p zaman dönemi düşünülerek karar verilir. Dinamik Deterministik yer seçim problemleri gelecekte ortaya çıkacak durum için planlamaya ilişkin belirsizlik durumu varsa kullanılmaktadır (Öztürk, 2015: 18).

2.3.2.2. Tesis Yeri Değişim Problemleri

Hükümet yasaları, tedarikçi ve dağıtıcı değişikliği, gibi birçok faktörün sonucu olarak bir modelin ana parametreleri değişebilir. Tesis yeri seçim problemlerinde değişen bu parametreler ve belirsiz karar değişkenleri tesis yerinin değişmesine yol açabilir.

Genel bakış açısına göre, tesis yerinin taşınması; taşınma süresi, taşınma maliyeti, ve taşınacak tesis sayısı ile ilişkilendirilir. Ayrıca karar vericilerin maliyeti minimize etmek maksadıyla tesisin ne zaman, nereye taşınacağına ve taşınma süresini

kısaltmak için ne yapılabileceğine karar vermesi gerekir. Acil sağlık hizmeti uygulamaları tesis yeri değişim problemlerinin türlerinden birisidir. Olaylara zamanında müdahale edilebilmesi için gelişen durumlara göre tesis yerinin belirlenmesi gerekir.

2.3.2.3. Zamana Dayalı Tesis Yeri Seçim Problemleri

Klasik tesis yeri seçim problemleriyle kıyaslandığında, Dinamik tesis yeri seçim problemlerinin, değişen ihtiyaçlardan kaynaklanan birçok faydası vardır. İhtiyaçlar planlama dönemi boyunca değişiklik gösterebilir. Bu durum göz önüne alındığında bazı ürünlerin günlük, aylık, mevsimlik ihtiyaçlar olduğu görülür. Yer seçimi açısından bakıldığında da, hastaneler ve yangın istasyonları gibi yerlerin seçiminde artan nüfusun göz önüne alınması gerektiği görülür. Aksi halde insanların ihtiyaçları karşılanmayacaktır.

Zamana dayalı tesis yeri seçim problemleri iki çeşit sorunun çözümünü ele almaktadır, birincisi tesis yerinin zamana bağlı değişimi ve ikincisi herhangi bir zaman aralığında yeni bir tesisin kurulma ihtiyacının olup olmadığıdır.

2.3.2.4. Stokastik, Olasılıklı ve Bulanık Yer Seçim Problemleri

Dinamik modeller temel olarak kontrol tarihinin planlanmasında tesis yerinin zamanlamasına hitap eder. Ancak, model parametrelerinin özelleştirilmesine uyum sağlayan güvenli tesis yerlerinin belirlenmesi karar vericiler için önemli hedeflerden birisidir. Çünkü yıllarca hizmet veren pek çok tesisin planlama sürecinde maliyet, talep ve teslimat zamanı gibi temel parametrelerinin belirsiz olması muhtemeldir. Bu yüzden, belirsizlik ifade eden modeller bu gibi koşullarda dikkate değerdir. Owen ve Daskin'in işaret ettiği gibi, bu belirsizlik iki sebepten dolayı ortaya çıkabilir. Ya gelecekteki koşullar planlama belirsizliği içermektedir, ya da girdi parametrelerindeki bilgi eksikliği buna bağlı belirsizlik içermektedir. Bu sorunlarla başa çıkmak için iki yaklaşıma başvurulabilir. Birincisi değişkenlerin ve parametrelerin olasılık dağılımlarını kapsadığı olasılıksal (stokastik) yaklaşımdır. Rosenhead, Elton ve Gupta (1972), bu koşulu riskli bir durumla kıyaslamışlardır. Bu koşulda, olasılık dağılımına sahip belirsiz parametre değerleri karar vericiler tarafından bilinmektedir. İkincisi ise her parametre/değişken için olası gelecek değerler kümesinin dikkate alındığı senaryo planlama (güvenli) yaklaşımıdır. Rosenhead vd. (1972), bu durumu parametrelerin belirsiz olduğu ve olasılıklar ile ilgili bilginin mevcut bile olmadığı belirsiz durum olarak sınıflandırmıştır. Bu iki yoruma dayanarak, belirsizlikleri ele alan yer seçim problemlerinin stokastik ve olasılıklı yer seçim problemleri olduğu ifade edilmektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

METODOLOJİ

Bu bölümde çalışmada kullanılan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve AHY konusunda bilgi verilmiştir.

3.1. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNİN TANIMI VE FAYDALARI

CBS, farklı sektörler tarafından kullanıldığı için değişik tanımları bulunmaktadır. CBS'nin özellikle son dönemde kullanım alanının genişlemesi, birçok özel ve kamu sektörü tarafından farklı disiplinlerde yazılım olarak kullanılması standart bir tanım yapılmasını engellemiştir. Farklı bakış açılarına rağmen CBS'yi tanımlamak istersek; "Karmaşık planlama ve yönetim sorunlarının çözülebilmesi için tasarlanan; mekândaki konumu belirlenmiş verilerin kapsanması, yönetimi, işlenmesi, analiz edilmesi, modellenmesi ve görüntülenebilmesini kapsayan donanım, yazılım ve yöntemler sistemi olarak" tanımlanabilir (Töreyen, Özdemir ve Kurt, 2011: 1).

Bir başka kaynağa göre ise CBS; "Konuma dayalı gözlemlerle elde edilen grafik (Çizgi - akarsu, yol; nokta - yerleşim yeri merkezi; alan - tarım alanları, toprak türleri gibi) ve grafik olmayan (Nitelik ve nicelik gibi sözel) bilgilerin; toplanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir" (Turoğlu, 2000: 63).

Diğer bir kaynağa göre ise CBS; "Konuma dayalı işlemlerle elde edilen grafik ve grafik olmayan verilerin toplanması, saklanması, analizi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir" (Yomralıoğlu, 2002: 49).

CBS'nin farklı tanımları olmakla birlikte, en genel haliyle CBS'nin tanımı aşağıdaki şekilde yapılabilir;

CBS; "Belli bir mekâna bağlı olarak konuma dayalı gözlemlerle elde edilen grafik ve grafik-olmayan bilgilerin, verilerin toplanması, saklanması, analiz edilmesi, işlenmesi, yönetilmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bütünlük içerisinde gerçekleştiren, veritabanını içeren, donanım, yazılım ve personel bileşenlerinden oluşan özel bir bilgi sistemidir" (Genç, 2010: 10).

CBS mekânsal verilerin sözel bilgilerini veritabanında entegre bir şekilde saklayabilmektedir, ayrıca sahip olduğu teknolojiyle sorgulama ve istatistiksel analiz gibi veri tabanı işlemlerini görselleştirerek, haritalar tarafından sağlanan coğrafi analizler ile birleştirmektedir. Bu yeteneği CBS'yi diğer bilgi sistemlerinden ayırmakla

birlikte, kamu ve özel kuruluşlara olayların açıklanması, sonuçların tahmin edilmesi ve strateji geliştirebilmesi bakımından yardımcı olmaktadır.

Dünya'nın bir çok ülkesinde insanlar verilerini kağıt ortamında saklarken CBS'nin kullanılmaya başlanmasıyla birlikte başta kamu ve özel kuruluşlar olmak üzere verilerini bilgisayar ortamında işlemeye başlamıştır. Ancak bilgisayar ortamında işlenen sayısal verilerin artmaya başlaması kontrol edilmesini ve yorumlanmasını zorlaştırmıştır. CBS kişi, kurum ve kuruluşlara mekansal veriler üzerinde yapacakları analizlerde ve uygulamalarda karar vermelerine yardımcı olmaktadır. Bu yönleriyle CBS, veritabanı yönetimi, analiz etme yeteneği, modelleme yeteneği ve karar destek mekanizması gibi özelliklere sahiptir.

CBS'nin yararları çok fazladır, ancak birkaç örnek vermek gerekirse;

- Bilgi akışını hızlandırmaktadır.
- Daha verimli üretim ve envanter yönetimi sağlamaktadır.
- İş verimliliğini arttırmaktadır.
- Etkili ve doğru analizler (acil durum müdahale, kritik bilgi analizleri vb.) sağlamaktadır.
- Veri güncelleme kolaylığı sağlamaktadır.
- İş gücünü artırarak zaman kaybını önlemektedir (Töreyen vd., 2011: 2).

3.2. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİNDE KULLANILAN VERİ TİPLERİ

CBS'de vektör veri tipi ve raster veri tipi olmak üzere iki tip veri yapısı bulunmaktadır.

3.2.1. Vektör Veri Tipi

Coğrafi veriler (x,y) koordinat değerleri ile kodlanarak depolanır. Belirli bir koordinata sahip olan vektör veriler "nokta, çizgi, alan" veriler olmak üzere üçe ayrılır.

3.2.1.1. Noktasal (Point) Veri

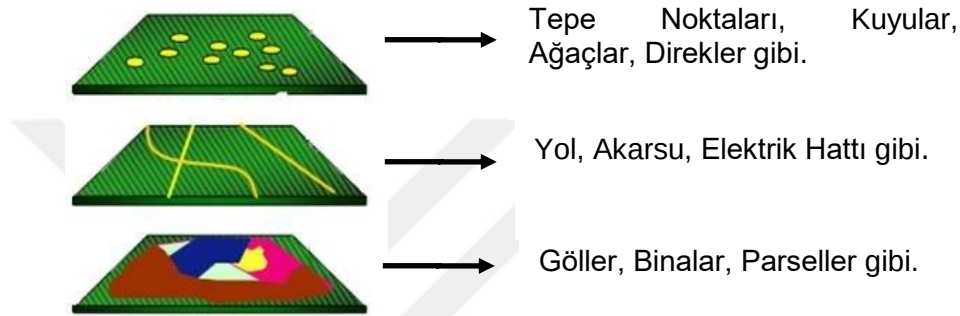
Tek bir (x,y) koordinat çifti ile depolanan verilerdir. Bu tür vektör veriler şekli ve sınırları çok küçük olan birimlerin tanımlanmasında kullanılırlar. Örneğin; su depoları, direkler, meteoroloji istasyonlarının yerleri, kuyular gibi.

3.2.1.2. Çizgisel (Line) Veri

Birbirini izleyen bir dizi (x,y) koordinat serisi şeklinde sistemde depolanan verilerdir. Bir dizi halinde birbirini izleyen ve alan olarak gösterilemeyen birimler için kullanılırlar. Örneğin; tren yolu, nehir, elektrik hattı, fay hattı, kanalizasyon hattı gibi.

3.2.1.3. Alansal (Polygon) Veri

Başlangıç ve bitiş noktalarında aynı koordinata (x,y) sahip olan ve bir dizi koordinatlar ile sistemde depolanan verilerdir. Örneğin; tarım alanları, göller, yerleşim alanları, orman alanları gibi.

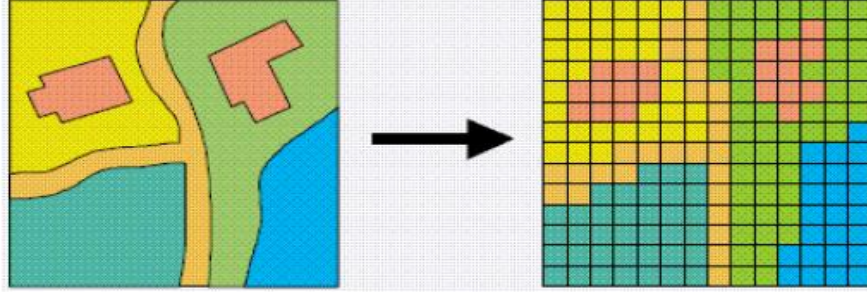


Şekil-23 Vektör Veri Tipleri ve Birkaç Örnek (Töreyn vd., 2011: 6)

Vektörel verilerde grafik objelerin özelliklerini gösteren öznitelik bilgilerine ulaşma, güncelleme ve düzeltme mümkün ve daha kolaydır.

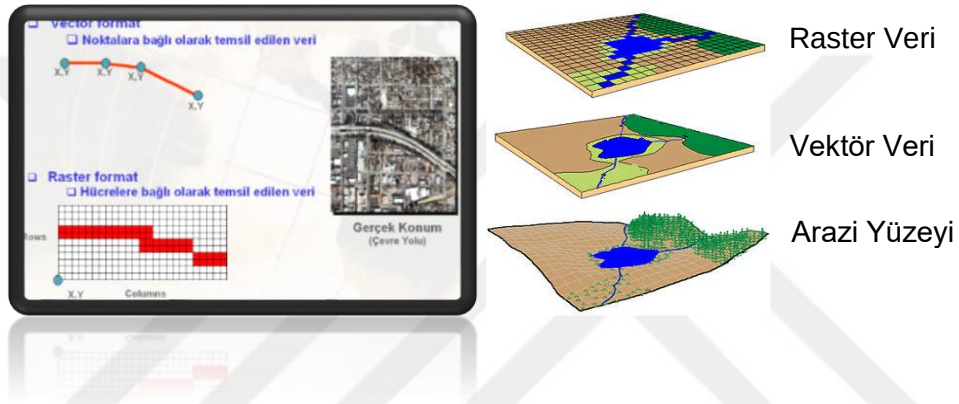
3.2.2. Raster Veri Tipi

Raster veriler, birbirine komşu grid yapıdaki hücrelerin bir araya gelmesi ile oluşurlar. Raster veriyi oluşturan hücrelerin her birine piksel de denir. Raster veriler bir yerin çekilen fotoğraflarından, haritaların taranmasından veya vektör verilerin dönüştürülmesinden elde edilebilirler. Raster veriler vektör verilere oranla daha fazla veri depolama kapasitesine sahiptirler. En uygun yer analizi gibi bazı konumsal analizleri yapmak raster verilerde vektör verilere oranla daha kolaydır. Ancak raster verilerde verilerin hassasiyeti hücre boyutuyla orantılı olduğundan çok hassas çalışmalarda veri kayıpları olabilir.



Şekil-24 Coğrafi Verilerin Raster Olarak Temsili (Töreyen vd., 2011: 7)

CBS ile yapılan uygulamalarda vektör veya raster veri tiplerinden biri seçilerek kullanılır. Ancak son dönemlerde iki veri tipi birlikte kullanılabilir.



Şekil-25 Coğrafi Verilerin Vektör ve Raster Veriler Üzerinde Görünüşü (Töreyen vd., 2011: 7)

3.3. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİNİN BİLEŞENLERİ

CBS'nin temel işlevlerini gerçekleştirebilmesi için 5 ana bileşenin bir arada olması gerekir (Coğrafyabilim, 2016). Bu bileşenler;



Şekil-26 CBS'nin Temel Bileşenleri (Coğrafyabilim, 2016).

3.3.1. Donanım (hardware): CBS'nin bir bilgisayara kurulup işletilebilmesi için gerekli olan bilgisayar, yazıcı (printer), tarayıcı (scanner) ve çizici (plotter) gibi araçların tümü donanım olarak adlandırılır. Günümüzde CBS yazılımını kullanan kişi, kurum ve kuruluşların çoğu merkezi bilgisayar sistemlerinden, kişisel bilgisayarlara kadar çok çeşitli donanımlar kullanmaktadır.

3.3.2. Yazılım (software): CBS'nin sağladığı verileri depolama, analiz etme ve görüntüleme gibi özellikleri kullanabilmek ve CBS'yi çalıştırabilmek için gerekli olan programın, programlama algoritmalarıyla yazılmasıdır. Günümüzde başta üniversiteler olmak üzere birçok kamu kurum ve kuruluşu tarafından program yazılmasına rağmen CBS ile ilgili yazılımların çoğu özel yazılım firmaları tarafından geliştirilmiştir. Arc/Info, MapInfo, Genesis, Idrisi en çok bilinen CBS yazılımlarıdır. Bu yazılımları etkin bir şekilde kullanabilmek için bulunması gereken unsurların temel olanları şunlardır;

- Coğrafi veri / bilgi girişi için gerekli araçlara sahip olması,
- Bir veri tabanı yönetim sisteminin bulunması,
- Konumsal sorgulama, analiz ve görüntülemenin desteklenmesi,
- Ek donanımları kullanabilmek için geçerli arayüz desteğine sahip olması.

3.3.3. Veri (data): CBS'nin temel bileşenlerinden birini de “veri” oluşturur. CBS’de kullanılacak veriler ilgili kaynaklardan temin edilebileceği gibi hazır veri satan firmalardan da temin edilebilir. Veri kaynaklarının dağınıklığı, her kurumun farklı bir veri yapısı kullanması ve veri için istenen fiyatların yüksek olması gibi nedenlerden dolayı kullanılacak verilerin temin edilmesi fazla zaman ve maliyet gerektirmektedir. Bu yüzden CBS’ye yönelik bir sistemin kurulabilmesi için gerekli zaman ve maliyetin yarısından fazlası veri toplamak için harcanmaktadır.

3.3.4. İnsanlar (people): İnsanlar olmadan CBS teknolojisini düşünmek mümkün değildir. Çünkü CBS kullanıcıları; yazılımı ve sistemi tasarlayan uzmanlardan ve günlük işlerinde aktif olarak kullanan kişilerden oluşur. Çoğu sistemde olduğu gibi CBS’de de sistemi aktif olarak kullanan insanların sistemle ilgili belirttiği istekler bu konuda uzman insanlar tarafından karşılanır ve böylece sistemin gelişmesi sağlanır. Bu yüzden CBS’nin gelişmesi, kullanan insanların sayısının artmasıyla ve değişik alanlarda CBS’nin faydalarını tanıtmakla mümkündür.

3.3.5. Yöntemler (Methods): CBS’nin etkin bir şekilde işleyebilmesi iyi planlanmış iş kurallarına bağlıdır. Bir kurum gerek kendi birimleri arasında gerekse diğer kurumlarla olan veri akışının nasıl olacağı yöntemlerle belirlenmiş olmalıdır. Ayrıca konuma dayalı

bilgilerin paylaşılması ve üretilmesi belirli kurallar dâhilinde olmalıdır. Bu amaçla yasal düzenlemeler yapılmalı ve ilkeler belirlenmelidir.

3.4. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİNİN KULLANIM ALANLARI

CBS gerek kamu kurum ve kuruluşları gerekse özel sektörde coğrafi verilerin kullanıldığı çoğu alanda kullanılmaktadır. Bu yüzden kullanım alanı olarak çok geniş bir yelpazeye sahiptir. CBS'nin kullanım alanları Çizelge-1'de sunulmuştur.

Çizelge-1 CBS'nin Uygulama Alanları (Akar, 2015)

KULLANIM ALANI	AÇIKLAMALAR
Çevre Yönetimi	Çevre düzeni planları, çevre koruma alanları, göller, göletler, sulak alanların tespiti, hava ve gürültü kirliliği, kıyı yönetimi, meteoroloji, hidroloji
Doğal Kaynak Yönetimi	Arazi yapısı, su kaynakları, akarsu ve havza analizleri, yabani hayat, yer altı ve yer üstü doğal kaynak yönetimi, madenler ve petrol kaynakları analizi
Mülkiyet-İdari Yönetim	Tapu-kadastro, vergilendirme, seçmen tespiti, nüfus, kentler, beldeler, kıyı sınırları, idari sınırlar, tapu bilgileri, mücavir alan dışında kalan alanlar, uygulama imar planları
Bayındırlık Hizmetleri	İmar faaliyetleri, otoyollar, devlet yolları, demiryolları ön etütleri, deprem alanları, afet yönetimi, bina hasar tespitleri, bölgesel kalkınma dağılımı
Eğitim	Eğitim kurumlarının kapasiteleri ve bölgesel dağılımları, okuma-yazma oranları, öğrenci ve öğretmen sayıları ve planlaması, okuma yazma oranları
Sağlık Yönetimi	Sağlık-coğrafya ilişkisi, sağlık birimlerinin dağılımı, personel yönetimi, hastanelerin dağılımı, kapasiteleri, bölgesel hastalık analizleri, sağlık tarama faaliyetleri, ambulans hizmetleri
Belediye Faaliyetleri	Kentsel faaliyetler, imar, emlak vergisi toplama, çevre, park ve bahçeler, fen işleri, su-kanalizasyon-doğalgaz tesis işleri, uygulama imar planları, nazım imar planları, altyapı planı, ulaştırma planı, toplu taşımacılık planı
Ulaşım Planlaması	Kara, hava, deniz ulaşım ağları, iletişim istasyonları, yer doğalgaz boru hatları, seçimi, enerji nakil hatları, ulaşım haritaları

KULLANIM ALANI	AÇIKLAMALAR
Turizm	Turizm merkezleri, turizm amaçlı uygulamalı imar planları, kapasiteleri, arkeoloji çalışmaları
Orman ve Tarım	Eğim ve bakı hesapları, orman sınırları, peyzaj planlaması, milli parklar, orman kadastro, arazi örtüsü, toprak haritaları
Ticaret ve Sanayi	Sanayi alanları, organize sanayi bölgeleri, serbest bölgeler, bankacılık, pazarlama, sigorta, risk yönetimi, adres yönetimi
Savunma ve Güvenlik	Askeri tesisler, tatbikat ve atış alanları, yasak bölgeler, sivil savunma, suç analizi, araç takibi, acil durum sistemleri

3.5. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNDE KONUM ANALİZLERİ

CBS birçok meslek grubu tarafından tercih edilmektedir. Bunun en önemli sebebi sisteme girilen verilerin bir bütün olarak analiz edilmesidir. CBS’de kullanılan temel analiz türleri şunlardır;

- Konumsal Sorgulamalar
- Konumsal Analizler
- Ağ Analizleri
- Geometrik İşlemler
- Sayısal Yükseklik Analizleri
- Grid Analizleri
- İstatistiksel Analizler (Yomralıoğlu, 2002: 195).

3.5.1. Konumsal Sorgulamalar

CBS’de herhangi bir “s” binası tanımladığımızda bu binanın s(x,y,z) koordinat değerleri binanın geometrik tanımlayıcısıdır. Bu binanın grafiksel gösterimi ise “.” noktadır. Geometrik tanımlanmış olan s binasının kaç katlı olduğu, rengi, kimlerin oturduğu gibi birçok grafik olmayan, tanımsal özelliği de olabilir. Bu özelliklerin de sorgulanma ihtiyacı olabilir. Bu tip sorgulamaların yapılabilmesi için grafik ve tanımsal (grafik olmayan) bilgiler uygun veri tabanı ile ilişkilendirilmelidir. CBS’de tanımlanan herhangi bir detayın grafik bilgisinden tanımsal bilgisine, tanımsal bilgisinden grafik bilgisine ulaşma imkânı vardır. Bu işlemlere konumsal sorgulama denir. Sorgulama işlemi tek bir detay olarak yapılabildiği gibi veri seti olarak da yapılabilir (Yomralıoğlu, 2002: 196).

3.5.2. Konumsal Analizler

Grafik ve grafik olmayan bilgilerin bir koordinat sisteminde modellenip sonuçlarının yorumlanmasına konumsal analiz denir. CBS'de Birleştirme Analizi, Yakınlık Analizi ve Sınır İşlemleri olmak üzere üç çeşit konumsal analiz vardır.

3.5.2.1. Birleştirme Analizi

Konumsal analizlerde, aynı koordinat sistemindeki farklı özellikleri bulunan katmanların çakıştırılarak tek bir katman haline getirilmesine konumsal birleştirme analizi denir. Örneğin bir depo yeri seçimi için deprem, karayolu, tren yolu, eğim, erozyon gibi farklı özelliklere sahip katmanların tek bir katman olarak birleştirilmesi mümkündür. Bu işlem yapılırken dikkat edilmesi gereken en önemli husus katmanların koordinat sisteminin aynı olmasıdır. Birleştirme analizinin görsel ifadesi Şekil-27'de sunulmuştur (Yomralıoğlu, 2002: 203).



Şekil-27 Birleştirme Analizi Gösterimi (Alpdemir, 2006:12)

3.5.2.2. Yakınlık Analizi

CBS'deki bir detayın etrafındaki diğer detaylarla olan mesafesinin irdelenmesine konumsal birleştirme analizi denir. Örneğin bir tehlikeli madde deposunun yerleşim yerlerine, karayollarına, demiryoluna belirli bir mesafede olması gerekir. Belirlenen mesafeyi haritada gösterebilmek için tehlikeli madde deposunun etrafında belirlenen uzaklıkta bir tampon bölge oluşturulur. Diğer bulunması gereken özellikler de bu tampon bölgeye göre sorgulanır (Yomralıoğlu, 2002: 208).

3.5.2.3. Sınır İşlemleri

Bir coğrafi bölgede seçilen konumsal bilgilerin, çevresindeki komşu yapılarla olan bütünleşik durumunu koruyarak, çeşitli yöntemler kullanarak değişiklik yapılmasına sınır işlemleri denir. Örneğin elimizde Türkiye haritası varken, biz sadece Marmara Bölgesiyle çalışmak istiyorsak bu bölgeyi haritadan ayırarak kullanabiliriz. Yine aynı şekilde elimizde Türkiye'nin karayolları haritası varken, sadece Ege Bölgesinin karayolları verisini ayırarak kullanabiliriz. Başlıca sınır işlemleri:

- Ayırma
- Silme
- Güncelleştirme
- Kenarlaştırma – Birleştirme
- Sınır kaldırmadır (Yomralıoğlu, 2002: 214)

3.6. ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİ

Temel bir karar verme yaklaşımı olan Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY), 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiştir. Belirli kriterlere göre değerlendirilen birçok alternatif arasından en iyi olanı seçmek için tasarlanmıştır. AHY'de karar vericiler alternatifleri sıralamak için, basit ikili karşılaştırma değerlendirmeleri yaparlar. Kriterler ile alternatiflerin değerlendirmeleri yapılırken, önceden tanımlanmış bir karşılaştırma ölçeği kullanılır (Saaty ve Vargas, 2001:1).

AHY'nin önemli özelliklerinden birisi karar verme sürecine, karar vericilerin objektif ve subjektif düşüncelerinin dâhil edilebilmesidir (Saaty, 1985).

AHY karmaşık problemleri, problemin amacı, kriterleri ve alternatifleri şeklinde modelleyerek aralarındaki ilişkinin daha net görülmesine olanak sağlar (Saaty, 2000).

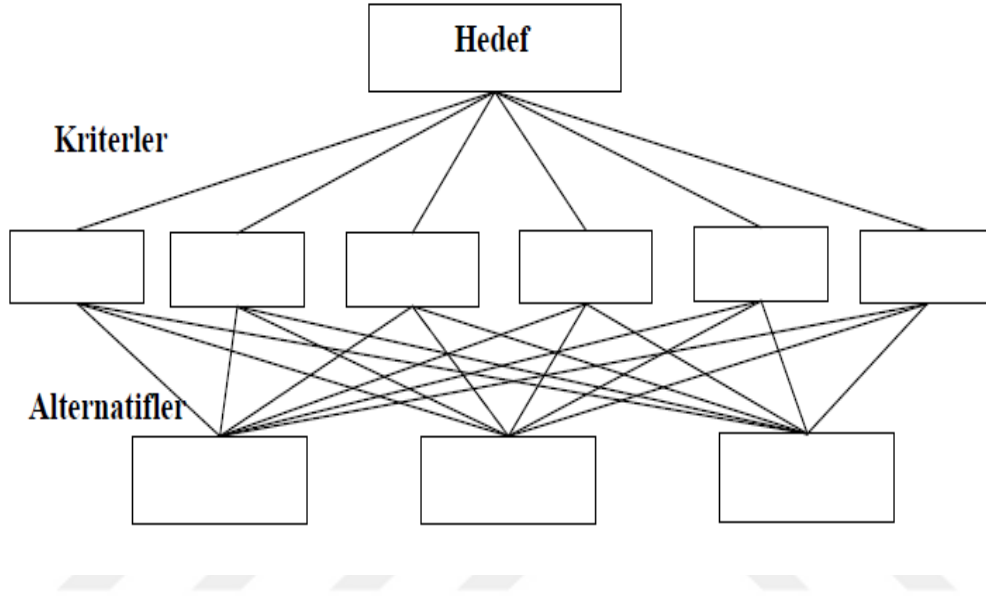
Saaty ve Özdemir (2003) AHY'yi, nitel ve nicel kriterleri kullanarak, ikili karşılaştırma ve değerlendirmelerden ölçek değeri üreten çok kriterli karar verme yöntemi şeklinde tanımlamıştır.

3.7. AHY'NİN AŞAMALARI

AHY genel olarak; hiyerarşik yapının oluşturulması, ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması, normalize edilmiş karar matrisinin oluşturulması ve ağırlık vektörünün bulunması, tutarlılık oranının hesaplanması ve hiyerarşik yapıya ait sonucun elde edilmesi olmak üzere beş aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar aşağıda kısaca açıklanmıştır.

3.7.1. Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

Hiyerarşik yapının oluşturulabilmesi için öncelikli olarak problemin tanımlanması ve tanımlanan problemin amacının belirlenmesi gerekir. Problemin amacı belirlendikten sonra, amacı etkileyen ve alternatiflerde bulunması gereken kriterler belirlenerek hiyerarşik yapı oluşturulur. Şekil-28’de oluşturulan hiyerarşik yapı örneği sunulmuştur.



Şekil-28 Üç Seviyeli Bir Hiyerarşi (Saaty ve Vargas, 2001:3).

3.7.2. İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması

Hiyerarşik yapı oluşturulduktan sonra kriterlerin karşılıklı önem derecesini belirleyebilmek için ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur. Karşılaştırma matrisi oluşturulurken tek bir uzman görüşü alınabileceği gibi grup görüşüde alınabilir. Grup görüşü alındığı durumlarda ağırlıklı ortalamanın kullanılması önerilmektedir. Karşılaştırma matrisinin oluşturulmasında kullanılan ve Saaty tarafından geliştirilen 1-9 ölçeği Çizelge-2’de sunulmuştur (Saaty, 2000 ; Saaty ve Vargas, 2001: 4).

Çizelge-2 Önem Ölçeği Değerleri ve Tanımları (Saaty ve Vargas, 2001: 6).

Önem Değeri	Tanım	Açıklama
1	Eşit derecede önemli	İki seçenek eşit derecede öneme sahiptir
3	Orta derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı biraz üstün kılmaktadır.
5	Kuvvetli derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı oldukça üstün kılmaktadır.
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Bir kriter diğerine göre üstün sayılmıştır.
9	Kesin önemli	Bir kriterin diğerinden üstün olduğunu gösteren kanıt çok büyük güvenilirliğe sahiptir.
2,4,6,8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerlerdir.

Karşılaştırma matrisinin sonucunda ortaya çıkan bilgilere göre bir matris oluşturulur. Bu matriste a_{ij} ; i kriterinin j kriterine göre önemini göstermek üzere A matrisi elde edilir. Elde edilen matriste $a_{ij} = 1/a_{ji}$ ilişkisi vardır (Saaty ve Vargas 2001: 4).

$$A = (a_{ij}) = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{nn} \end{pmatrix}$$

3.7.3. Normalize Edilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması ve Ağırlık Vektörünün Bulunması

İkili karşılaştırma matrisi oluşturulduktan sonra matris normalize edilir ve ağırlık vektörü bulunur. Matrisi normalize etmek için matrisin her gözesinde bulunan eleman bulunduğu sütun toplamına bölünür.

$$b_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} \quad (3.1)$$

$$C_{ij} = \frac{a_{ij}}{b_j} \quad (3.2)$$

$$C = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} & c_{nn} \end{pmatrix} \quad (3.3)$$

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (3.4)$$

Ağırlık vektörü ise yukarıdaki formüller kullanılarak bulunabilir. Öncelikli olarak Eş. 3.1 kullanılarak her bir sütunun toplam değeri bulunur. Eş. 3.2 kullanılarak karşılaştırma matrisinin her gözesi bulunduğu gözenin sütun toplamına bölünür. Böylece normalize edilmiş karar matrisinin her gözesi ayrı ayrı hesaplanmış olur. Eş. 3.3 normalize edilmiş karar matrisinin genel gösterimidir. Eş. 3.4 ile de normalize edilmiş matrisin her satırının aritmetik ortalaması hesaplanmaktadır. Böylece her kriterin önem ağırlığı bulunmuş olur. Müteakiben ağırlık vektörü oluşturulur.

3.7.4. Tutarlılık Oranının Hesaplanması

Karar vericilerin kriterler için yaptıkları karşılaştırmalarda tutarlı olup olmadıklarını ölçmek için tutarlılık oranının (T.O.) hesaplanması gerekir.

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{2n} \\ \vdots & & \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{nn} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_n \end{bmatrix} \quad (3.5)$$

$$\hat{\lambda}_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{w_i}}{n} \quad (3.6)$$

$$T.l. = \frac{\hat{\lambda} - n}{n - 1} \quad (3.7)$$

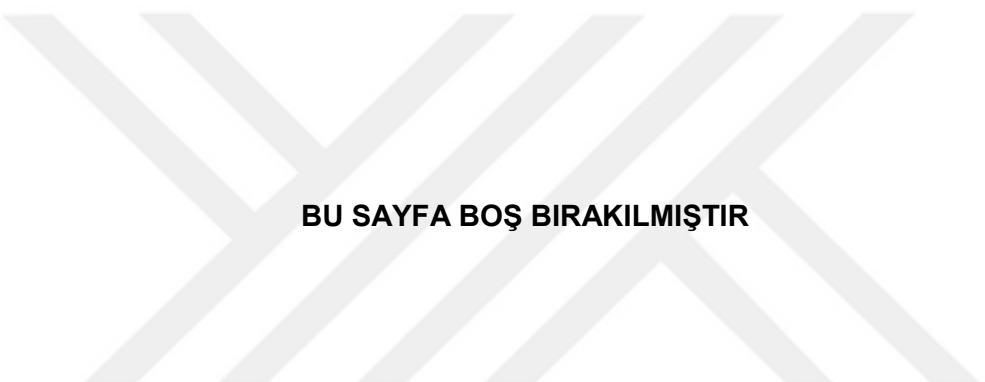
$$T.O.=\frac{T.i.}{R.i.} \quad (3.8)$$

Tutarlılık oranı yukarıdaki formüller kullanılarak hesaplanabilir. Öncelikli olarak; Eş. 3.5'ten yararlanılarak ikili karşılaştırma matrisi ile kriter ağırlıklarını gösteren W sütun vektörü çarpılarak D sütun vektörü elde edilir. Tutarlılık indeksinin (T.İ.) hesaplanabilmesi için en büyük öz vektörün (λ) hesaplanması gerekir. Eş. 3.6 kullanılarak en büyük öz vektör hesaplanır. Müteakiben Eş. 3.7 kullanılarak tutarlılık indeksi hesaplanır. Tutarlılık oranının hesaplayabilmek için Eş. 3.8'deki gibi tutarlılık indeksi verileri Çizelge-3'te verilen Rassallık indeksi (R.İ.) verilerine bölünür. R.İ. karşılaştırma matrisinin boyutuna göre değişir (Supçiller ve Çapraz, 2011).

Çizelge-3 Rassal Tutarlılık İndeksi (Saaty ve Vargas, 2001: 9)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rİ	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Bulunan T.O.'nın 0,10 dan küçük olması gerekir. 0,10 değerinden daha büyük bir değer çıkması karar vericilerin kriterleri karşılaştırırken tutarsız davrandıklarını gösterir. Böyle bir durumda karşılaştırma matrisinin yeniden düzenlenmesi gerekir (Saaty ve Vargas, 2001: 9).



BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu bölümde tehlikeli madde depo yeri seçimi ile ilgili literatür araştırmasına, CBS ve AHY'nin birlikte uygulandığı çalışmalar ile ilgili literatür araştırmasına ve Medyan modeli ile ilgili literatür araştırmasına yer verilmiştir.

4.1. TEHLİKELİ MADDE DEPO YER SEÇİMİ İLE İLGİLİ LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatür incelendiğinde görüldüğü kadarıyla tehlikeli madde depo yeri seçimiyle ilgili açık kaynak olarak yayımlanmış herhangi bir makale bulunmamaktadır. Erbaş, Bali ve Durğut (2014), ile Sezer ve Gürol (2015), tarafından tehlikeli madde depo yeri seçimiyle ilgili yapılan çalışmalar bildiri olarak sunulmuştur. Sahip olması gereken kriterler bakımından tehlikeli madde depolarıyla benzer özellik gösteren ve istenmeyen tesis yeri seçim problemleri olarak adlandırılan katı atık deposu yer seçimiyle ilgili literatürde çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bir kısmı aşağıda sunulmuştur.

Al-Bakri, Shublaq, Kittaneh ve Al-Sheikh (1988), yaptıkları çalışmada Arap Körfezinde, Kuveyt bölgesinde atık imha tesisi için uygun yer seçmeye çalışmışlardır. Belirledikleri her bir kritere belirli puan vererek aday yerler arasından en fazla puan alan aday noktayı atık imha tesisi için en uygun yer olarak seçmişlerdir.

Basağaoğlu, Celenk, Marino ve Usul (1997), yaptıkları çalışmada Ankara'nın Gölbaşı ilçesinde katı atık imha tesisi kurmak için uygun yer seçmeye çalışmışlardır. Bu çalışmayı yaparken CBS'den faydalanmışlardır. Belirledikleri kriterlere göre CBS yardımıyla 10 aday nokta seçmişlerdir. Daha sonra yaptıkları değerlendirmelerle en iyi üç aday noktayı belirlemişlerdir.

Yeşilnacar ve Çetin (2005), yaptıkları çalışmada Güneydoğu Anadolu bölgesinde tehlikeli atıkları depolamak için en uygun yeri seçmeye çalışmışlardır. Bu çalışmayı yaparken CBS'den faydalanmışlardır. Belirledikleri her bir kritere ait haritaları bir katman haline getirmişler ve CBS'nin özelliğinden faydalanarak tüm katmanları birleştirmişlerdir. Yaptıkları analiz sonucunda da çalışma bölgesini 5 kategoriye ayırmışlardır.

Banar, Köse, Ozkan ve Acar (2007), yaptıkları çalışmada Eskişehir ilinde katı atık depolama alanı için en uygun yeri seçmeye çalışmışlardır. Bu seçimi önceden belirledikleri 4 alternatif yere göre yapmışlardır. Belirlenen 4 alternatif yeri ÇKKV

tekniklerinden ANP ve AHY ile birlikte değerlendirmişler ve sonuçları karşılaştırmışlardır. Üç numaralı yer her iki yöntemde de katı atık depolama alanı için en uygun yer olarak belirlenmiştir.

Akbari, Rajabi, Chavoshi ve Shams (2008), yaptıkları çalışmada İran'ın Bandar Abbas şehrinde katı atık depolama alanı için yer seçmeye çalışmışlardır. Çalışmayı yaparken CBS ve Bulanık ÇKKV tekniği kullanmışlardır. Çalışmayı iki aşamada gerçekleştirmişler, ilk aşamada CBS yardımıyla alternatif yerleri belirlemişler ve ikinci aşamada belirlenen alternatifler arasından Bulanık ÇKKV tekniği ile katı atık depolama alanı için en uygun yeri seçmişlerdir.

Nas, Cay, Iscan ve Berkay (2010), yaptıkları çalışmada Konya ilinin Çumra ilçesinde katı atık depolama alanı için uygun yer seçmeye çalışmışlardır. Çalışmada CBS ve çok kriterli değerlendirmeden faydalanmışlardır. Belirlenen kriterlere göre CBS'de oluşturulan katmanların birleştirilerek analiz edilmesi sonucunda çalışma alanının % 6,8'i katı atık depolama için çok uygun olduğu tespit edilmiştir. Bu çok uygun alan içerisinde de üç tane aday nokta belirlenmiştir.

Guiqin, Li, Guoxue ve Lijun (2009), yaptıkları çalışmada Çin'in Pekin ilinde katı atık depolama alanı için uygun yer seçmeye çalışmışlardır. Çalışmada CBS ve ÇKKV tekniklerinden AHY birlikte kullanmışlardır. Çalışmada öncelikle kriterlerin ağırlıklarını AHY ile hesaplamışlar, müteakiben kriterlerin oluşturduğu katmanları birleştirerek yaptıkları analiz ile çalışma alanını üç kategoriye ayırmışlardır.

Aragones-Beltran, Pastor-Ferrando, Garcia-Garcia ve Pascual-Agullo (2010), yaptıkları çalışmada İspanya'nın Valensiya ilinde katı atık tesisi için en iyi yeri seçmeye çalışmışlardır. Çalışmada ÇKKV yöntemlerinden ANP ve AHY yöntemleri kullanılmıştır. Önceden belirlenen 6 alternatif yer, 21 kriterle göre değerlendirilmiş ve değerlendirme sonucunda ortaya çıkan bulgular karşılaştırılmıştır.

Ekmekçioğlu, Kaya ve Kahraman (2010), yaptıkları çalışmada İstanbul ilinde en iyi katı atık imha yöntemini ve en iyi katı atık imha yerini seçmeye çalışmışlardır. Çalışmada bulanık AHY ve Bulanık TOPSİS yöntemlerini birlikte kullanmışlardır. Çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada önceden belirlenen 4 alternatif katı atık imha yöntemi 10 kriterle göre değerlendirilerek en iyi imha yöntemine karar verilmiştir. Bu aşamada kriter ağırlıkları Bulanık AHY ile belirlenmiş ve değerlendirme Bulanık topsis yöntemiyle yapılmıştır. İkinci aşamada ise en iyi katı atık imha yeri seçilmiştir. Belirlenen 4 alternatif yer 8 kriterle göre değerlendirilmiştir. Bu aşamada da

kriter ağırlıkları Bulanık AHY ile ve alternatiflerin değerlendirilmesi Bulanık TOPSİS yöntemi ile yapılmıştır. Alternatifler arasından en iyi katı atık imha yeri seçilmiştir.

Abessi ve Saeedi (2010), yaptıkları çalışmada İran'ın Kazvin şehrinde tehlikeli atık depolama alanı için en uygun yeri seçmeye çalışmışlardır. Çalışmada CBS ve AHY yöntemlerini birlikte kullanmışlardır. CBS'de her bir kritere göre oluşturdukları katmanları analiz ederek çalışma bölgesini üç kategoriye ayırmışlardır. Tehlikeli atık depolama alanı için uygun olan kategoriden 10 aday yer belirlenmiştir. Bu aday yerler de ÇKKV yöntemi olan AHY ile değerlendirilerek en uygun yer seçilmiştir.

Şener, Sener ve Karagüzel (2011), yaptıkları çalışmada Isparta ilinin Senirkent ilçesinde katı atık depolama alanı için en uygun yeri seçmeye çalışmışlardır. Yaptıkları çalışmada AHY ve CBS yöntemlerini birlikte kullanmışlardır. Belirledikleri 10 kriteri AHY ile ağırlıklandırmışlar ve CBS'de her kriterin oluşturduğu katmanları birleştirerek analiz etmişlerdir. Yapılan analiz sonucunda çalışma alanını üç kategoriye ayırmışlardır. Bu kategorilerin içerisinde % 2,1'lik alanının katı atık depolama alanı için çok uygun olduğunu belirlemişlerdir.

Moghaddas ve Namaghi (2011), yaptıkları çalışmada İran'ın Razavi Horasan eyaletinde tehlikeli atık depolama alanı için uygun yer seçmeye çalışmışlardır. Çalışmalarında CBS'yi kullanmışlardır. Çalışma alanını belirledikleri 15 kritere göre değerlendirmişlerdir. Bu değerlendirme sonucunda 9 aday nokta belirlemişlerdir. Daha sonra aday noktaların çevresel ve ekonomik olarak incelenmesi sonucunda katı atık depolama alanı için en uygun olan 4 yer belirlenmiştir.

Khamehchiyan, Nikoudel ve Boroumandi (2011), yaptıkları çalışmada CBS ve çok kriterli karar analizi kullanarak İran'ın Zancan eyaletinde tehlikeli atık depolama alanı için uygun yeri seçmeye çalışmışlardır. Öncelikli olarak CBS'de yaptıkları analizle çalışma bölgesini 5 kategoriye ayırmışlardır. Bu kategoriler içerisinde katı atık depolama alanı için uygun ve en uygun olarak değerlendirilen bölgeler içerisinde 31 aday nokta seçilmiştir. Müteakiben yapılan ayrıntılı analizlerle de tehlikeli atık depolama alanı olabilecek en uygun üç yeri belirlemişlerdir.

Kara ve Doratlı (2012), yaptıkları çalışmada Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde çöp depolama alanı için uygun yer belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmada AHY ve CBS yöntemlerini birlikte kullanmışlardır. Çalışma alanını 12 kritere göre değerlendirmişlerdir. İki aşamalı olarak yaptıkları çalışmada çöp depolama alanı olarak kullanılabilecek en uygun 4 yeri belirlemişlerdir.

Yeşilçınar, Süzen, Kaya ve Doyuran (2012), yaptıkları çalışmada Şanlıurfa ilinde katı atık depolama alanı için en uygun yeri belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmada ÇKKV ve CBS yöntemlerini birlikte kullanmışlardır. Çalışma sonucunda Şanlıurfa ili için en uygun katı atık depolama alanının yerini seçmişlerdir.

Nazari, Salarirad ve Bazzazi (2012), yaptıkları çalışmada atık depolama alanı yer seçimi için iki aşamalı bir metot önermişlerdir. Bu metot ilk aşamada çeşitli yöntemlerle alternatif yerlerin belirlenmesi ve ikinci aşamada Bulanık AHY kullanılarak alternatiflerin sıralanmasını içermektedir. Çalışmada 4 alternatif yer belirlenmiştir. Bu alternatif yerler 39 kritere göre değerlendirilerek Bulanık AHY ile sıralanmıştır.

Arkoç (2013), yaptığı çalışmada Tekirdağ'ın Çorlu ilçesinde katı atık depolama alanı için uygun yer seçmeye çalışmıştır. Çalışmada CBS'yi kullanmıştır. CBS'de yapılan analizle iki alternatif alan belirlenmiştir. İki alternatif alandan bir tanesi üniversite kampüsüne yakın olarak değerlendirildiğinden diğer alternatif alan katı atık depolama alanı olarak daha uygun bulunmuştur.

Erbaş vd. (2014), yaptıkları çalışmada Ankara ilinde tehlikeli madde deposu yeri seçmeye çalışmışlardır. Öncelikli olarak tehlikeli madde deposunda bulunması gereken kriterleri belirlemişler, müteakiben bu kriterlerle CBS'de konumsal analiz yapmışlardır. Yapılan konumsal analiz sonucunda Ayaş, Polatlı, Haymana ilçelerindeki yerlerin belirlenen kriterlere uyduğu tespit edilmiştir.

Sezer ve Gürol (2015), yaptıkları çalışmada Ankara ilinde tehlikeli madde depo yeri seçmeye çalışmışlardır. Çalışmada belirlenen 4 uzman Ankara'ya en az 90 km uzakta olacak şekilde 4 alternatif yer seçmiştir. Seçilen bu alternatif yerler belirlenen 7 kritere göre Bulanık Multimoora yöntemiyle değerlendirilmiş ve tehlikeli madde deposu için en uygun alternatif yer seçilmiştir.

4.2. CBS VE AHY İLE İLGİLİ LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatür incelendiğinde sadece CBS'yi kullanan ya da sadece ÇKKV tekniklerinden AHY'yi kullanan birçok çalışma mevcuttur. Ancak bu iki yöntemi birlikte kullanan çalışmalar çok daha azdır. Bu çalışmaların bir kısmı şu şekildedir;

Vlachopoulou, Silleos ve Manthou (2001), depo yeri seçimi için yaptıkları çalışmada, öncelikle belirledikleri kriterleri ağırlıklandırmışlar ve bunu CBS ile entegre ederek en uygun depo yerini seçmişlerdir.

Gemitzi, Tsihrintzis, Voudrias, Petalas ve Stravodimos (2007), Yunanistan'da, yaklaşık 4000km.'lik bir alanda yaptıkları, katı atık depolama alanı yer seçimi çalışmasında AHY ve CBS'yi birlikte kullanmışlardır. Öncelikli olarak kriterleri Bulanık AHY ile ağırlıklandırmışlar, müteakiben bu ağırlıkları CBS'de kullanarak çalışma alanını 5 farklı kategoriye ayırmışlardır. Beş kategoriye ayırdıkları yerler arasından depolama alanı olarak kullanılabilecek en uygun yerleri belirlemişlerdir.

Razmi, Tavakkoli-Moghaddam, Zahiri ve Mousavi (2007), banka şubelerinin yerlerinin seçimi çalışmasında AHY, TOPSİS ve CBS yöntemleri birlikte kullanılmıştır. İran'da yapılan çalışmada kriter ağırlıkları AHY ile belirlenmiş, alternatif yerlerin TOPSİS yöntemi ile kıyaslaması yapılmış ve en uygun banka şube yerleri CBS kullanılarak belirlenmiştir.

Erden (2009), doktora tezinde, İstanbul ilinde yeni itfaiye istasyonlarının yerini belirlemek amacıyla AHY ve CBS'yi birlikte kullanmıştır. Çalışmasında öncelikli olarak her bir kriter için ağırlıkları belirlemiş ve belirlenen kriter ağırlıklarına dayanarak CBS ortamında en uygun yer analizi yapmıştır. Müteakiben kriter ağırlıklarının göreceli kombinasyonunu alarak CBS'de duyarlılık analizi yapmıştır.

Moeinaddini, Khorasani, Daneshkar, Darvishsefat ve Zienalyan (2010), Karaj ilinde katı atık depolama alanı yer seçimi çalışmasında öncelikli olarak belirlenen kriterleri CBS'de yaygın olarak kullanılan WLC (Weighted Linear Combination) modelini kullanarak ağırlıklandırmış ve CBS'yi kullanarak katı atık depolama alanı olarak kullanılabilecek 4 alternatif belirlemiştir. Daha sonra, belirlenen 4 alternatif içerisinde AHY'yi kullanarak en uygun alternatifi seçmiştir.

Şener, Şener, Nas ve Karagözel (2010), Konya ilinde, Beyşehir gölünü korumak amacıyla yaptıkları, katı atık depolama alanı yer seçim çalışmasında AHY ve CBS yöntemlerini birlikte kullanmışlardır. Çalışmada çevresel ve ekonomik kriterler altında belirledikleri 9 adet kriteri öncelikli olarak AHY ile ağırlıklandırmışlar, müteakiben GİS'te her kriter için oluşturdukları katmanları birleştirerek, çalışma bölgesini 4 ayrı kategoriye ayırmışlardır. Çalışmada en uygun özelliklere sahip iki yeri belirlemişlerdir.

Lai, Han-Lun, Qui, Jing-Yi ve Yi-Jiao (2011), yangın istasyonları yer seçimi için yaptıkları çalışmada, belirledikleri kriterlerin ağırlıklarını AHY ile hesaplamışlar ve bu ağırlıkları CBS'de kullanarak çalışma bölgesini aldığı ağırlıklara göre kategorilere ayırmışlardır.

Javadian, Shamskooshki ve Momeni (2011), Tahran ilinde okul yapılabilecek alanları belirlemek maksadıyla yaptıkları çalışmada, AHY'yi hem katmanları birleştirmeden önce kriter ağırlıklarını belirlemek hem de alternatifleri sıralamak için kullanmışlardır. Öncelikli olarak belirlenen kriterler AHY ile ağırlıklandırılmış ve CBS'de her bir kriter için oluşturulan katmanlar birleştirilerek alternatif yerler seçilmiştir. Müteakiben seçilen alternatifler AHY ile önceliklendirilmiştir.

Akıncı, Özalp ve Turgut (2013), Artvin ilinin Yusufeli ilçesinde tarıma uygun alanların belirlenmesi maksadıyla yaptıkları çalışmada AHY ve CBS yöntemlerini kullanmışlardır. Belirledikleri 9 adet kriterin her birini AHY ile ağırlıklandırmışlar ve CBS'de katmanları birleştirerek bölgeyi kategorilere ayırmışlardır. Çalışmanın sonucunda Artvin ilinin Yusufeli ilçesinde tarıma elverişli alanların %8 olduğunu tespit etmişlerdir.

Uyan (2013), Konya ilinin Karapınar ilçesinde, güneş enerjisi tarlaları için yer seçimi çalışmasında, AHY ve CBS yöntemi birlikte kullanılmıştır. Belirlenen 5 ana kriterin ağırlıkları AHY kullanılarak bulunmuş ve bu ağırlıklar CBS'de katmanların birleştirilmesinde kullanılmıştır. Çalışma alanı 4 kategoriye ayrılmıştır. Güneş enerji tarlaları için en uygun alanın %13,92 olduğu tespit edilmiştir. Bu alan içerisinde de iki tane aday yer seçimi yapılmıştır.

Roig-Tierno, Baviera-Puig, Buitrago-Vera ve Masverdu (2013), yeni açılacak süpermarket yeri seçimi çalışmasında, AHY ve CBS yöntemlerini birlikte kullanmışlardır. Öncelikli olarak CBS'de yapılan bir takım analizlerle süpermarketin açılacağı muhtemel yerler belirlenmiş, müteakiben bu yerler AHY kullanılarak sıralanmıştır.

Rikalović, Cosic ve Lazarevic (2014), endüstriyel tesis yeri seçimi çalışmasında ÇKKV tekniklerinden AHY ve CBS yöntemlerini birlikte kullanmışlardır. Öncelikli olarak kriterleri belirlemişler ve bu kriterleri AHY ile ağırlıklandırmışlardır. Müteakiben her bir kriter için raster ve vektör katmanları ağırlıklarıyla orantılı olarak birleştirmişler ve endüstriyel tesis için uygun yer seçimi yapmışlardır.

Memduhoğlu, Özmen, Göyçek ve Kılıç (2014), rüzgâr tribünlerinin kurulacağı alanları tespit etmek maksadıyla yaptıkları çalışmada AHY ve CBS yöntemlerini birlikte kullanmışlardır. Çalışmanın yapılacağı bölge olarak Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa kampüsü seçilmiştir. Rüzgâr tribünü kurulacak yerin belirlenmesi için önce kriterler belirlenmiş ve bu kriterler AHY kullanılarak ağırlıklandırılmıştır. Ağırlıklandırılan

kriterler raster katmana dönüştürülerek birleştirilmiştir. CBS’de yapılan analizler sonucunda Davutpaşa kampüsünde rüzgâr tribünü kurulacak yer belirlenmiştir.

Karaman, Rezaei, Kalkan, Konukçu ve Erden (2014), afet sonrası en uygun geçici barınma alanlarının yerini tespit etmek maksadıyla yaptıkları çalışmayı İstanbul ili için yapmışlardır. Çalışmada AHY ve CBS yöntemlerini birlikte kullanmışlardır. Belirledikleri kriterlere ait tüm verileri türüne ve boyutuna göre raster katmana dönüştürmüşler. AHY’ylede kriterlerin her birinin ağırlıklarını belirlemişlerdir. Müteakiben her bir kriter için oluşturulan katmanlar AHY’den elde edilen ağırlıklarla birleştirilerek tek bir katman haline getirilmiştir. Yapılan analiz sonucunda da en uygun barınma alanlarının bulunduğu bölgeler tespit edilmiştir.

Zhang, Su, Wu ve Ling (2015) Çin’in Shandog ilinde, tütün üretimi için uygun alanları tespit etmek maksadıyla yaptıkları çalışmada 19 kriter belirlemişlerdir. Belirlenen kriterlerin ağırlıklarını AHY ile tespit etmişlerdir. Her bir kriterin oluşturduğu katmanlar ağırlıklarıyla orantılı olarak birleştirilerek tüm kriterler için uygunluk haritası oluşturulmuştur. Müteakiben yapılan analizde toplam alan içinde % 29,82’lik bölümün tütün üretimi için oldukça uygun olduğu tespit edilmiştir.

Mishra, Deep ve Choudhary (2015), organik tarımın yapılabileceği uygun alanların seçimi çalışmasında AHY ve CBS yöntemlerini birlikte kullanmıştır. Çalışma için 6 kriter belirlenmiştir. Her kriter için ağırlıklar AHY ile hesaplanmıştır. Müteakiben her kriter için oluşturulan raster katmanlar AHY ile belirlenen ağırlıklar göz önüne alınarak birleştirilmiş ve tek bir katman haline getirilmiştir. CBS ile yapılan analizler sonucunda çalışma alanı 4 kategoriye ayrılmış ve organik tarım için en uygun alanlar belirlenmiştir.

Chaudhary, Chhetri, Joshi, Shrestha ve Kayastha (2016), Nepal’in başkenti Kathmandu’da yangın istasyonlarının yerini belirlemek maksadıyla yaptıkları çalışmada AHY ve CBS yöntemlerini kullanmışlardır. Belirlenen kriterler AHY ile ağırlıklandırılmış, müteakiben her bir kriterin oluşturduğu katmanlar birleştirilmiş ve çalışma alanı üç kategoriye ayrılmıştır. Yangın istasyonları için en uygun alanların toplam alan içinde %13,42 olduğu tespit edilmiştir.

4.3. MEDYAN PROBLEMİ İLE İLGİLİ LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Medyan problemiyle ilgili literatürde çok fazla çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan son zamanlarda yapılanların bir kısmı şu şekildedir.

Aygüneş (2008), yaptığı çalışmada askeri birliklerin kırsal alanlarda konuşlanacağı yerleri belirlemek maksadıyla yer seçim problemlerini kullanmıştır. P-Medyan, P-Merkez, Maksimum Kapsama ve Küme Kapsama problemleri ele alınmıştır. Çeşitli kısıtlama ve örnek senaryolara göre modeller oluşturulmuş ve çözümler değerlendirilerek kritik noktalar ortaya konmuştur.

Arslan ve Yücel (2012), yaptıkları çalışmada belirlenen hedeflere karşı görevlendirilecek uçakları ve mühimmatları gösteren Hava Görev Emrinin daha kısa sürede hazırlanmasını sağlamak maksadıyla bir model oluşturmuşlardır. Hedefleri sezgisel algoritma ile seçmişler ve p-medyan modeli ile de mühimmat ve uçakları hedeflere atamışlardır.

Bastı (2012), yaptığı çalışmada arz noktaları ile talep noktaları arasındaki taşımalarından kaynaklanan maliyetleri minimize etmeye çalışan ve daha çok tesis yeri seçim problemlerinde kullanılan P-Medyan problemlerini tanıtmaya çalışmış ve bazı çözüm yaklaşımları üzerinde durmuştur.

Gözaydın ve Tuncay (2013), yaptıkları çalışmada Türkiye’de meydana gelecek bir depremden sonra depremzedelere başta arama kurtarma faaliyeti olmak üzere tıbbi yardım, iskân gibi yapılacak yardım faaliyetlerinin hızlı bir şekilde yürütülebilmesi maksadıyla kullanılacak malzemelerin depolanması için kurulacak lojistik merkezlerin yerini belirlemeye çalışmışlardır. Problem iki aşamada ele alınmıştır. İlk aşamada problem P-Medyan problemi olarak modellenmiş ikinci aşamada ise problem maksimum kapsama problemi olarak modellenmiştir. İki senaryoya göre lojistik merkezlerin yerleri belirlenmiştir.

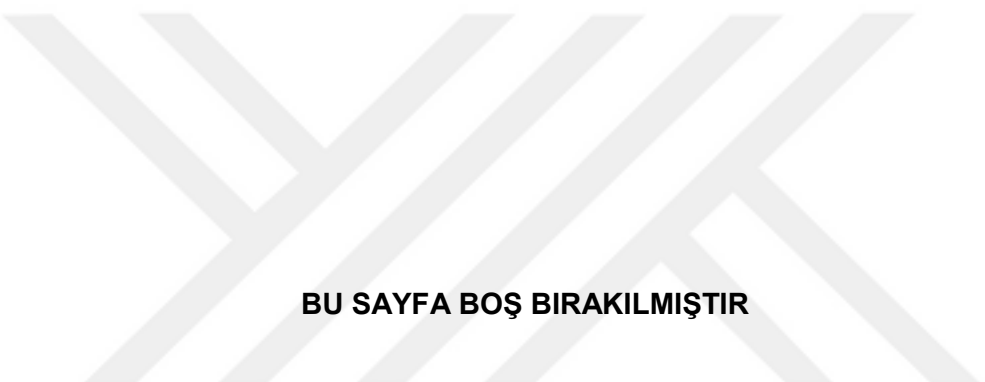
Şağbanşua (2014), yaptığı çalışmada ulusal ölçekte tesis yerleşim yeri seçiminde bir uygulama yapmıştır. Çalışmada şehirlerin nüfuslarını talep miktarı olarak değerlendirmiş ve nüfus yoğunluğu fazla olan şehirlerin yüksek talep oluşturacağını varsaymıştır. Çalışmada sınırsız kapasiteli tesis yeri seçim problemi modelini ve P-Medyan modelini birlikte kullanmıştır. Problemi her iki modelle de çözerek sonuçlarını karşılaştırmıştır.

Dantrakul, Likasiri ve Pongvuthithum (2014), yaptıkları çalışmada toplam kurulum ücretinin ve toplam ulaşım ücretinin minimum olması istenen bir yer seçim problemini Açgözlü algoritma, P-Medyan algoritması ve P-Merkez algoritmalarıyla çözerek analiz etmişlerdir. Yapılan analiz sonucunda kurulum ücretinin ulaşım ücretinden fazla olduğu durumlarda Açgözlü algoritma ile çözülen sonucun daha uygun olduğunu

değerlendirirlerken ulaşım ücretinin kurulum ücretinden daha fazla olduğu durumlarda da P-Medyan algoritmasıyla çözülen sonucun daha uygun olduğunu değerlendirmişlerdir.

He, Kuo ve Wu (2016), yaptıkları çalışmada Çin'in Pekin şehrinde elektrikli araçların şarj istasyonlarının yerini belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmada istasyonların yerleri Küme Kapsama, Maksimum Kapsama ve P-Medyan problemi olarak modellenmiş ve sonuçlar analiz edilmiştir. Analiz sonucunda P-Medyan modeliyle belirlenen şarj istasyonlarının yerlerinin talep noktalarına daha yakın olduğu bu yüzden daha etkili bir çözüm olduğunu değerlendirmişlerdir.





BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR

BEŞİNCİ BÖLÜM

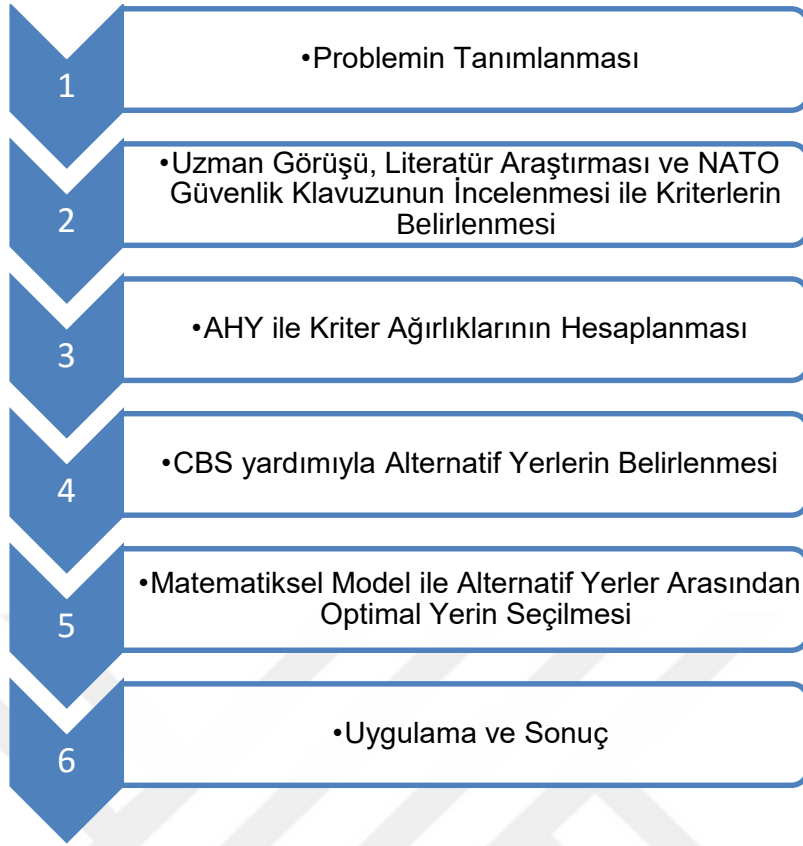
UYGULAMA

Bu bölümde problemin tanımı ile mühimmat ve patlayıcı madde depolarının yerini seçmek maksadıyla yapılan uygulamaya yer verilmiştir.

5.1. PROBLEMİN TANIMI

K.K.K.ııı bünyesinde bulunan birliklerin görevlerini ifa edebilmeleri için en önemli unsurlardan birisi istenilen yerde, zamanda ve istenilen miktarda mühimmatın hazır bulundurulmasıdır. K.K.K.ııı teşkilinde bulunan birliklerin üzerinde bulunması gereken miktardaki mühimmatın dışında kalan mühimmatların tümü A K.ııı teşkilinde bulunan B, C, D, E K.ııılarına bağlı birliklerin depolarında bulunmaktadır. İhtiyaç durumunda hangi depoda mevcutsa o depodan ikmal yapılmaktadır.

K.K.K.ııı teşkilinde bulunan ve A K.ııına bağlı olarak hali hazırda görev yapan B K.ııı, sorumluluk sahasındaki Kara Kuvvetleri Birliklerinin mühimmat ihtiyaçlarına cevap vermektedir. Söz konusu birliğin mevcut mühimmat depolarından bazılarının yerleri gerek coğrafi açıdan gerekse birliklerin ihtiyaçlarına hızlı ve etkin cevap verebilecek yeterlilikte olmaması nedeniyle, bahse konu depoların yerlerinin değiştirilmesi öngörülmektedir. Bu kapsamda belirlenecek kriterler ışığında yeni açılacak depoların yerlerinin belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada yeni açılacak mühimmat depolarının yerlerinin belirlenmesi problemi ele alınmıştır. B K.ııı sorumluluk sahası olarak Marmara Bölgesi alınmıştır. Çalışmada CBS, AHY ve matematiksel model birlikte kullanılmıştır. Çalışmanın iş akış şeması Şekil-29'da gösterilmiştir.



Şekil-29 İş Akış Şeması

5.2. KRİTERLERİN BELİRLENMESİ

İçerisinde mühimmat ve patlayıcı madde bulunan mühimmat depoları tehlikeli madde depoları olarak değerlendirilmektedir. Bu yüzden canlılara ve çevreye zarar vermemesi için bir takım kriterlere sahip olması gerekmektedir. K.K.K.İği teşkilinde bulunan mühimmat birliklerinde görev yapmış personelin görüşü, bazı akademik personelin görüşü ile yapılan literatür araştırması ve NATO Güvenlik İlkeleri Kılavuzlarının incelenmesi sonucu mühimmat depolarında bulunması gereken 9 kriter belirlenmiştir. Bu kriterler aşağıda kısaca açıklanmıştır.

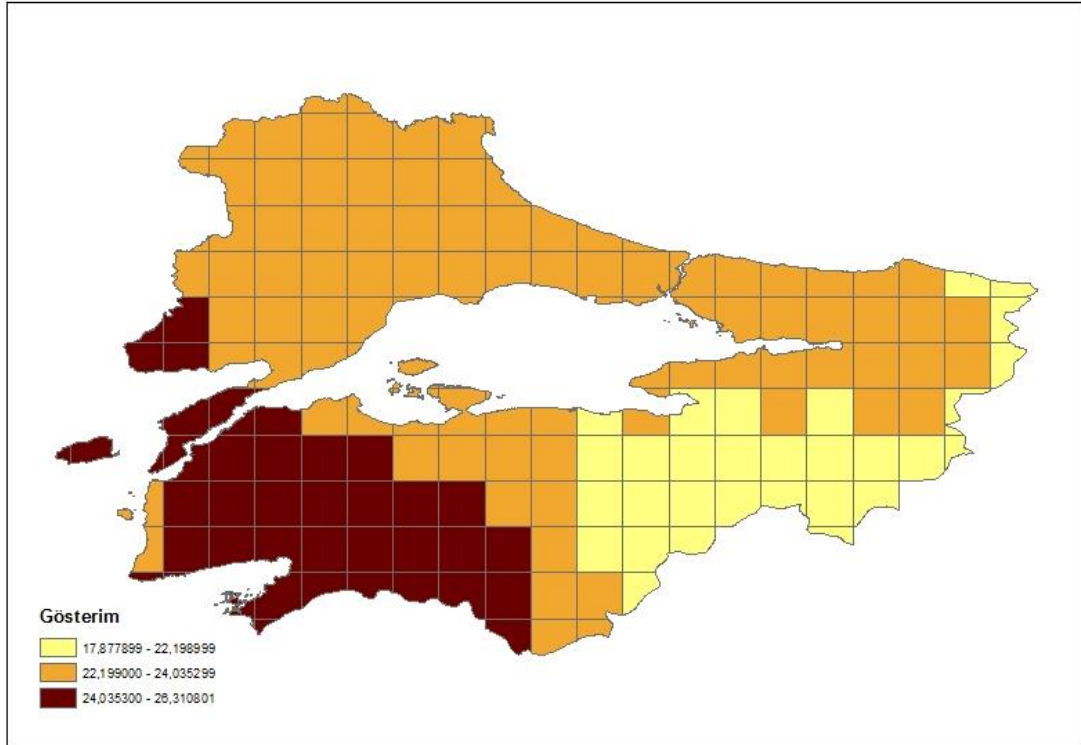
5.2.1. Sıcaklık

Her ne kadar depoların içerisinde iklimlendirme cihazları bulunsa da sıcaklığın çok düşük ya da çok yüksek olması istenmemektedir. Marmara bölgesinde düşük sıcaklıklar pek fazla görünmediği için sıcaklığın en fazla olduğu Temmuz ayı değerlendirmeye alınmıştır (Moeinaddini vd., 2010). Sıcaklık ile ilgili veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınmıştır. Çalışmada kullanılan aylık ortalama sıcaklık aralığı ve seçilen öncelik dereceleri Çizelge-4'te sunulmuştur.

Çizelge-4 Ortalama Sıcaklık ve Öncelik Dereceleri

Sıra Numarası	Sıcaklık Aralığı	Öncelik Derecesi
1	17,87 – 22,19	1
2	22,19 – 24,03	2
3	24,03 – 26,31	3

Marmara Bölgesi ortalama sıcaklığa göre ayrılarak Şekil-30'da gösterilmiştir.



Şekil-30 Marmara Bölgesi Sıcaklık Haritası

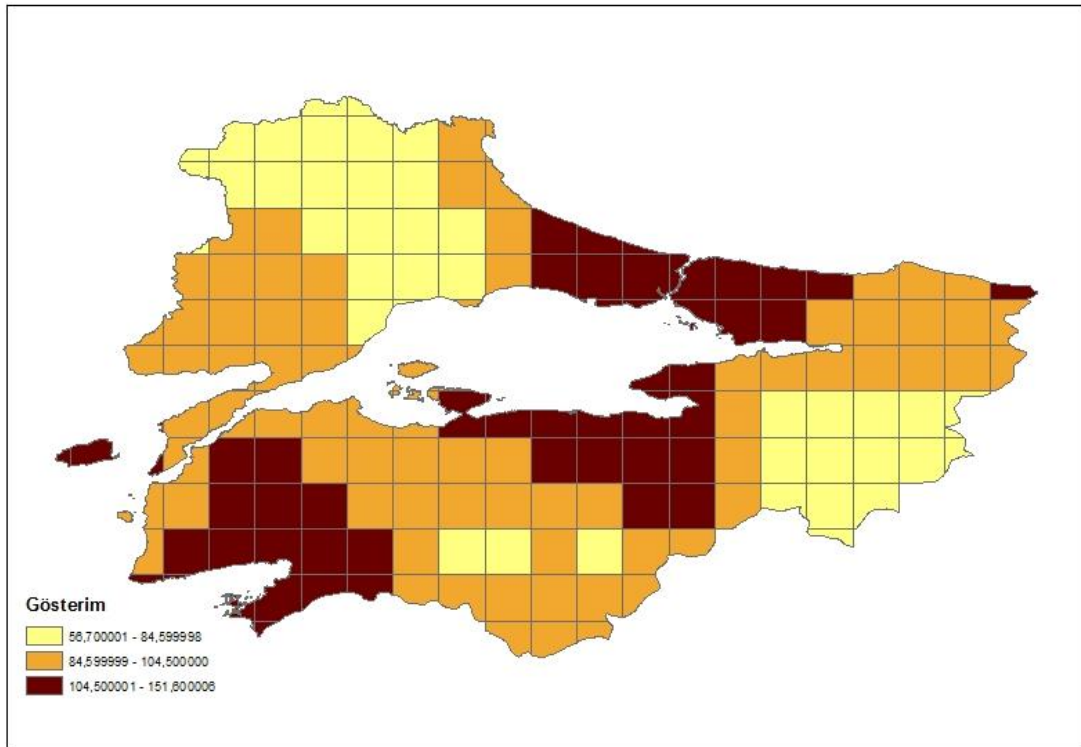
5.2.2. Yağış Miktarı

Konusunda uzman kişilerle yapılan görüşmelerde mühimmat ve patlayıcı depolarının, yağış miktarının az olduğu yerlerde kurulmasının daha uygun olduğu değerlendirilmiştir. Yapılan incelemede Marmara Bölgesinin aylık ortalama yağış miktarının en fazla Aralık ayında olduğu görülmüştür. Bu sebeple Aralık ayındaki ortalama yağış miktarları değerlendirmeye alınmıştır (Aragones-Beltran vd., 2010). Yağış ile ilgili veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınmıştır. Çalışmada kullanılan aylık ortalama yağış miktarı aralıkları ve seçilen öncelik dereceleri Çizelge-5'te sunulmuştur.

Çizelge-5 Ortalama Yağış Miktarı ve Öncelik Dereceleri

Sıra Numarası	Ortalama Yağış Miktarı Aralığı	Öncelik Derecesi
1	56,7 – 84,5	1
2	84,5 – 104,5	2
3	104,3 – 151,6	3

Marmara Bölgesi ortalama yağış miktarına göre ayrılarak Şekil-31’de gösterilmiştir.



Şekil-31 Marmara Bölgesi Yağış Haritası

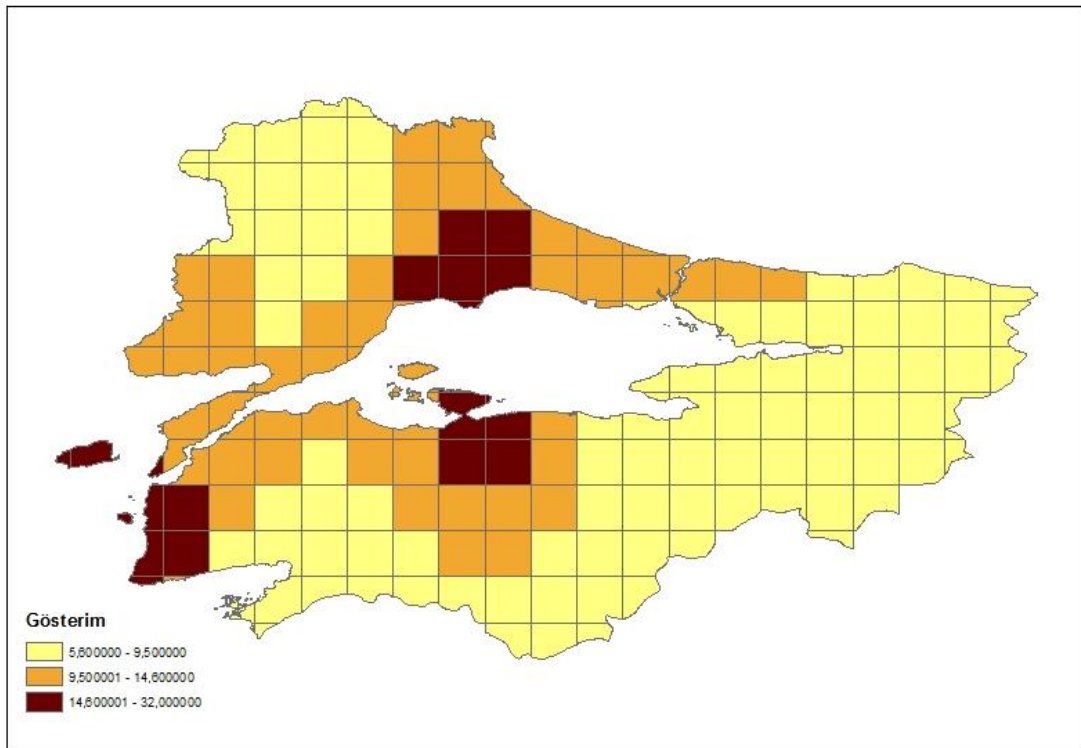
5.2.3. Rüzgâr

Oluşabilecek herhangi bir tehlike durumunda ortaya çıkabilecek parçaların ve tehlikeli maddelerin rüzgâr etkisiyle çevreye yayılmasının önlenmesi maksadıyla rüzgâr şiddetinin düşük olduğu alanlar öncelikli olarak seçilmiştir. Marmara Bölgesinde yapılan incelemede rüzgâr şiddetinin en fazla Ocak ayında olduğu belirlenmiştir. Bu yüzden çalışmada kuzeyden esen rüzgârların Ocak ayındaki ortalama şiddeti değerlendirmeye alınmıştır (Ekmekçioğlu vd., 2010). Rüzgâr ile ilgili veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınmıştır. Çalışmada kullanılan ortalama rüzgâr şiddeti aralıkları ve seçilen öncelik dereceleri Çizelge-6’da sunulmuştur.

Çizelge-6 Ortalama Rüzgâr Şiddeti ve Öncelik Dereceleri

Sıra Numarası	Ortalama Rüzgar Şiddeti Aralığı (Km/Sa)	Öncelik Derecesi
1	5,6 – 9,5	1
2	9,5 – 14,6	2
3	14,6 – 32	3

Marmara Bölgesi rüzgâr şiddetine göre ayrılarak Şekil-32’de gösterilmiştir



Şekil-32 Marmara Bölgesi Rüzgâr Haritası

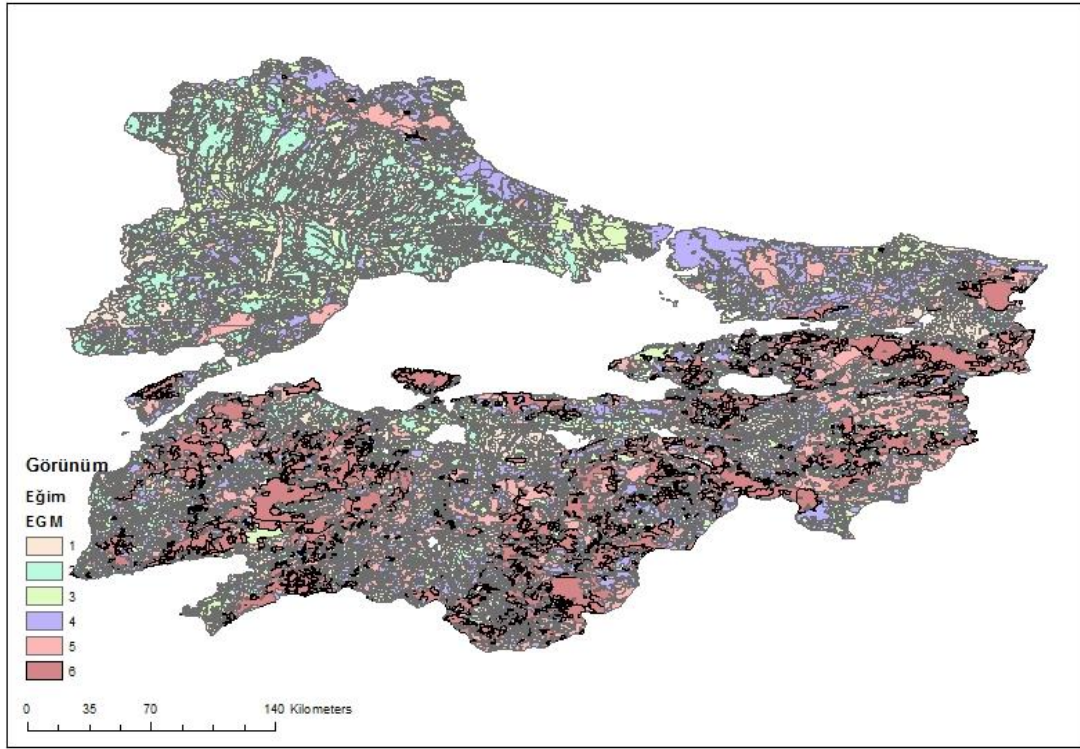
5.2.4. Eğim

Herhangi bir tehlike anında yayılmayı azaltmak ve çevreye verilecek zararı en aza indirmek ayrıca mühimmat birliklere taşınırken fazla eğimden kaynaklanabilecek sorunları ortadan kaldırmak maksadıyla çalışmada eğimi düşük olan yerler öncelikli olarak tercih edilmiştir (Khomehchiyan vd., 2011). Eğim ile ilgili veriler T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığından alınmıştır. Çalışmada kullanılan eğim ölçeği ve öncelik derecesi Çizelge-7’de sunulmuştur.

Çizelge-7 Çalışmada Kullanılan Eğim Ölçeği ve Öncelik Dereceleri

Sıra Numarası	Eğim (%)	Öncelik Derecesi
1	0 – 2	1
2	2 – 6	2
3	6 – 12	3
4	12 – 20	4
5	20 – 30	5
6	30 +	6

Çalışma bölgesi eğim derecelerine göre ayrılarak Şekil-33'te gösterilmiştir.



Şekil-33 Marmara Bölgesi Eğim Haritası

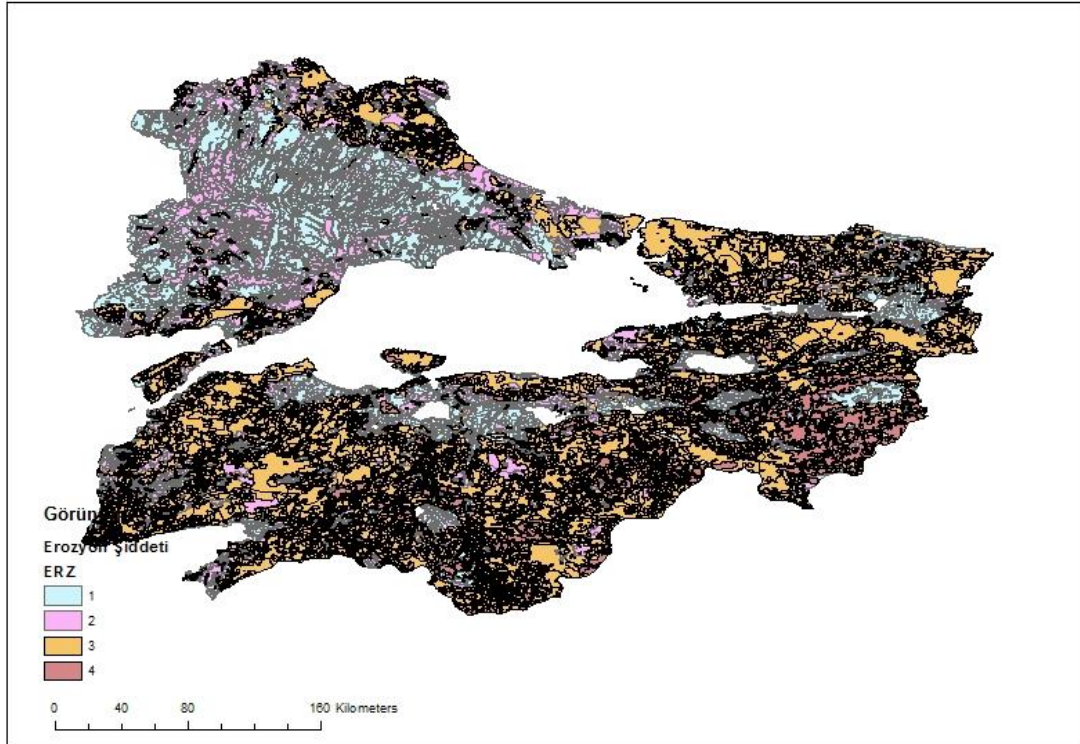
5.2.5. Erozyon

Birçok erozyon çeşidi olmasına rağmen ülkemizde en yaygın olarak meydana gelen erozyon çeşidi su erozyonudur. Bu yüzden Türkiye’de erozyon denildiğinde aklımıza su erozyonu gelmektedir. Çalışmada da su erozyonu değerlendirmeye alınmıştır (Yesilnacar ve Cetin, 2005). Erozyon ile ilgili veriler T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığından alınmıştır. Çalışmada öncelikli olarak erozyonun olmadığı ve orta şiddetli olduğu yerler seçilmiştir. Çalışmada kullanılan su erozyonu ölçeği ve öncelik derecesi Çizelge-8’de sunulmuştur.

Çizelge-8 Çalışmada Kullanılan Su Erozyonu Ölçeği ve Öncelik Dereceleri

Su Erozyonu		Öncelik Derecesi
1	Hiç veya çok az	1
2	Orta	2
3	Şiddetli	3
4	Çok Şiddetli	4

Marmara Bölgesi erozyon derecelerine göre ayrılarak Şekil-34'te gösterilmiştir.

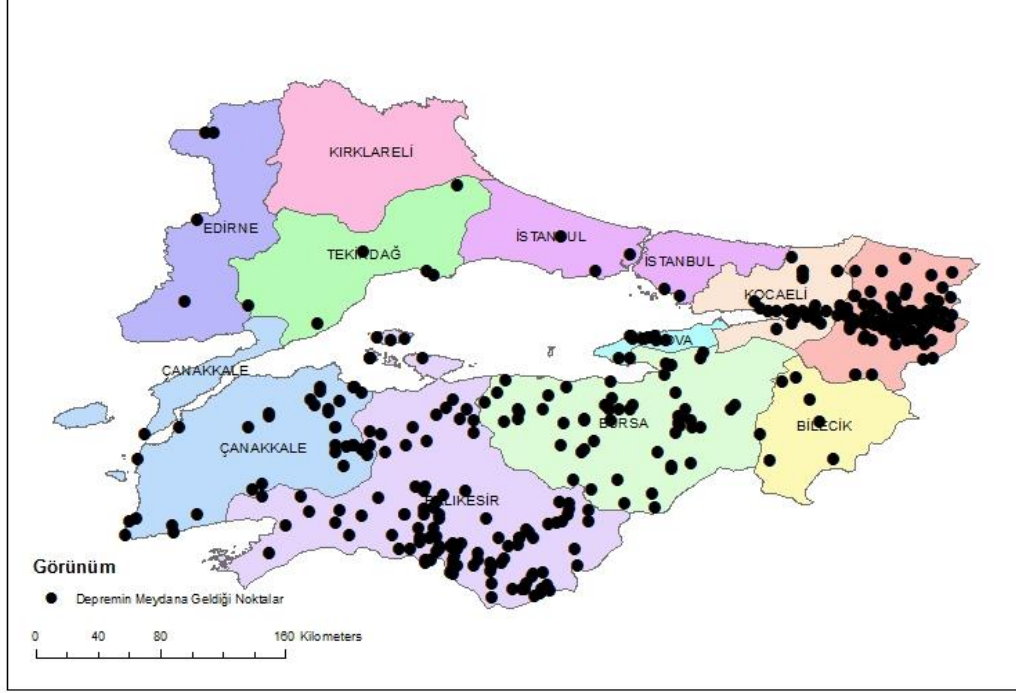


Şekil-34 Marmara Bölgesi Erozyon Haritası

5.2.6. Deprem Bölgesine Olan Mesafesi

Türkiye’de her yıl şiddeti değişiklik gösteren birçok deprem meydana gelmektedir. Bu depremlerden şiddetli olanlar binaların yıkılması da dâhil olmak üzere çok büyük hasarlara sebep olabilmektedir. Mühimmat deposunda bulunan mühimmat ve patlayıcıların bir kısmı çarpma ve düşme sonucu patlayabilmektedir. Depremi vereceği zararlardan kaçınmak ve depremden kaynaklanan mühimmatın patlama olasılığını önlemek amacıyla yeni açılacak mühimmat depolarının yerleri deprem bölgesi dışında seçilmiştir (Erbaş vd., 2014). Çalışmada Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü tarafından yayımlanan 1900-2010 yılları arasında şiddeti 4

richterden büyük olan depremlerin meydana geldiği yerler dikkate alınmıştır. Mühimmat depolarının yerleri seçilirken 1900-2010 yılları arasında meydana gelen depremlerin ana üssüne en az 1000 m uzaklıkta olacak şekilde değerlendirmeye alınmıştır. Marmara Bölgesinde 1900-2010 yılları arasında meydana gelen şiddeti 4 richterden büyük olan depremlerin meydana geldiği noktalar Şekil-35'te gösterilmiştir.



Şekil-35 Marmara Bölgesinde Depremlerin Meydana Geldiği Noktalar

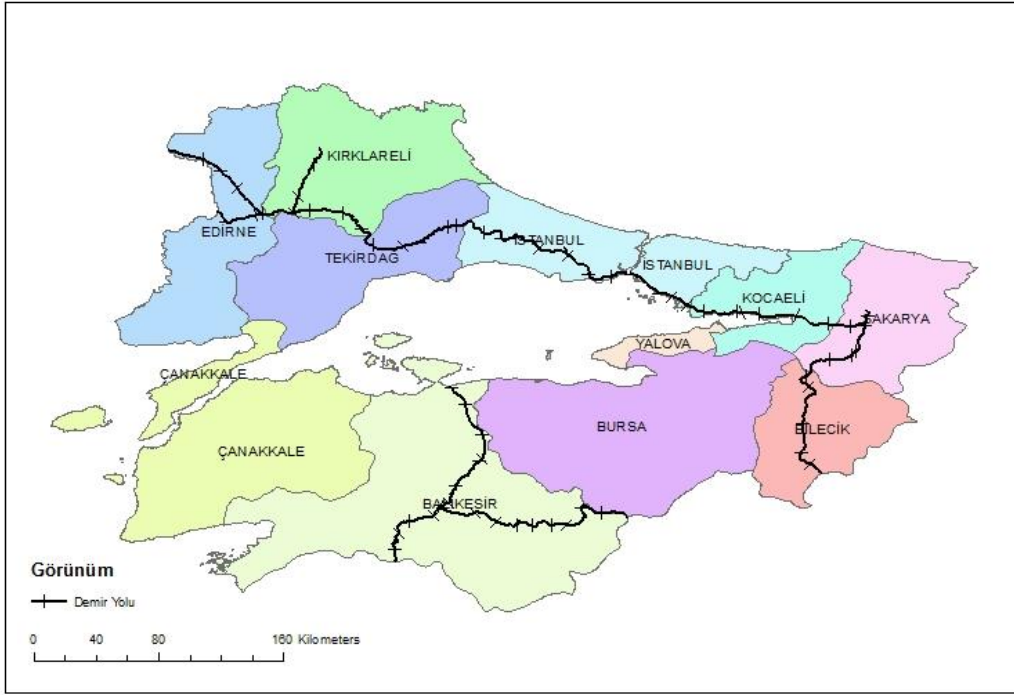
5.2.7. Karayoluna Olan Mesafesi

Türkiye’de en fazla gelişen ve en çok kullanılan ulaşım ve taşımacılık türü karayolu taşımacılığıdır. Bu yüzden mühimmat deposunun karayoluna çok uzak olması istenmemektedir. Ancak mühimmat depoları içerisinde bulunan mühimmat ve patlayıcılar herhangi bir patlama anında çevreye ve canlılara zarar verdiği için karayoluna çok yakın olması da istenmemektedir. NATO’nun belirlemiş olduğu kurallara göre bir mühimmat deposunun karayoluna en az ne kadar mesafede olması gerektiği deponun içerisinde bulunan mühimmat ve patlayıcıların ağırlığı ile doğru orantılıdır. Mühimmat ve patlayıcıların ağırlığı Net Patlayıcı Ağırlığı (NPA) olarak ifade edilmektedir. NPA, mühimmat ve patlayıcının çeşidine göre içerisinde bulunan net barut ağırlığı, sevk barutu ve net patlayıcı madde miktarının toplanmasıyla hesaplanmaktadır. Çalışmada jenerik veriler kullanıldığı için patlayıcı madde deposunun karayoluna olan mesafesi en az 1500 m olacak şekilde değerlendirmeye alınmıştır (AASTP-1; Guiqin vd., 2009). Çalışmada Karayolları Genel Müdürlüğü

sorumluluğunda bulunan yollar ilk etapta değerlendirilmiş, Belediye ve Köy Hizmetlerinin sorumluluğunda bulunan yollar ilk etapta değerlendirmeye alınmamıştır. Karayolları verisi Karayolları Genel Müdürlüğünden alınmıştır. Marmara Bölgesinde Karayolları Genel Müdürlüğünün sorumluluk alanında bulunan karayolları Şekil-36'da gösterilmiştir.

Şekil-36 Marmara Bölgesi Karayolları Haritası

Türkiye’de taşımacılık maliyet açısından değerlendirildiğinde en ekonomik ve en fazla yükün demiryolu ile taşınabildiği görülmektedir. Ancak bütün şehirlerde demiryolu ağının bulunmaması, zaman açısından değerlendirildiğinde taşımanın daha fazla zaman alması gibi kısıtlar sebebiyle çok etkin olarak kullanılmamaktadır. Ancak herhangi bir muharebe durumunda alternatif yol olarak değerlendirilmektedir. Mühimmat deposu yer seçimi açısından bakıldığında NATO Güvenlik İlkeleri Kılavuzuna göre, mühimmat deposunda bulunan mühimmat ve patlayıcıların herhangi bir tehlike anında çevreye ve insanlara zarar vermemesi için karayoluna olan en yakın mesafesiyle demiryoluna olan en yakın mesafesinin aynı olması gerektiği görülmektedir. Bu sebeple demiryoluna olan mesafede en az 1500 m olacak şekilde değerlendirmeye alınmıştır (AASTP-1; Nazari vd., 2012). Marmara Bölgesindeki demiryolu ağı Şekil-37’de gösterilmiştir.



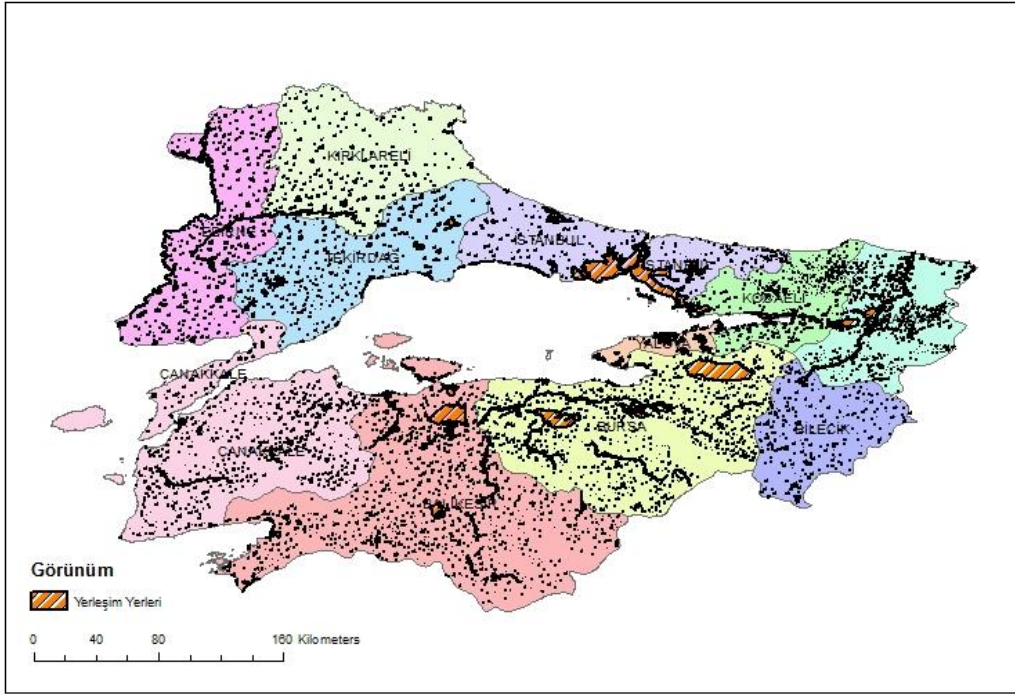
Şekil-37 Marmara Bölgesi Demiryolları Haritası

5.2.9. Yerleşim Yerine Olan Mesafesi

Nato Güvenlik İlkeleri Kılavuzuna göre herhangi bir tehlike anında mühimmat depolarında bulunan patlayıcı ve mühimmatın çevreye ve insanlara zarar vermemesi maksadıyla mühimmat depolarının yerleşim yerlerine belirli bir mesafede olması gerekmektedir. Yerleşim yerlerinden en az ne kadar uzakta olması gerektiği mühimmat deposunun içinde bulunan patlayıcı ve mühimmatın NPA'sı ile doğru orantılıdır. Çalışmada mühimmat depolarının yerleşim yerlerine olan mesafesi en az 2500 m olacak şekilde değerlendirmeye alınmıştır (AASTP-1; Kara ve Doratli, 2012). Yerleşim yerlerine ait veriler T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığından alınmıştır. Ayrıca çalışmada yerleşim yerleri olarak kastedilen yerler;

- Kent merkezleri
- İlçe merkezleri
- Köy merkezleri
- Tarım yapılan çok küçük yerleşim yerleri
- Hava alanları
- Sanayi alanları
- Tatil ve eğlence alanlarıdır.

Marmara Bölgesindeki yerleşim yerleri Şekil-38' de gösterilmiştir.



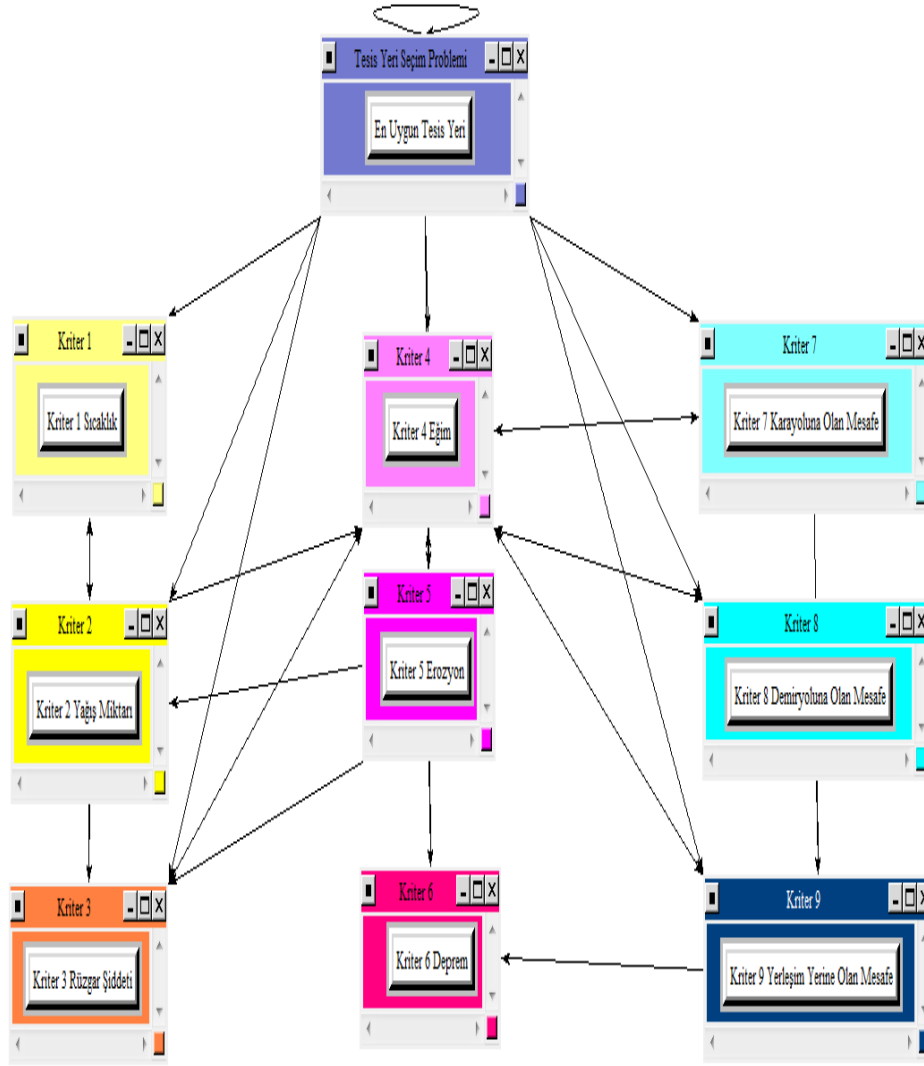
Şekil-38 Marmara Bölgesi Yerleşim Yerleri Haritası

5.3. AHY İLE KRİTER AĞIRLIKLARININ BELİRLENMESİ

Çalışmada kullanılan kriterler aşağıdaki gibidir;

- C1: Sıcaklık
- C2: Yağış Miktarı
- C3: Rüzgâr Şiddeti
- C4: Eğim
- C5: Erozyon
- C6: Deprem
- C7: Karayollarına olan Mesafe
- C8: Demiryoluna olan Mesafe
- C9: Yerleşim Yerlerine olan Mesafe

Çalışmada kriter ağırlıkları superdecision programı kullanılarak hesaplanmıştır. AHY ile kriter ağırlıkları hesaplanırken öncelikli olarak hiyerarşik yapının oluşturulması gerekmektedir. Çalışmada oluşturulan hiyerarşi Şekil-39'da gösterilmiştir.



Şekil-39 Problem için Oluşturulan Hiyerarşik Yapı

5.3.1. İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması

İkili karşılaştırma matrisi mühimmat birliklerinde 10 yıldır çalışan iki personel ve tehlikeli madde konusunda uzman üç akademisyenin ortak görüşü alınmak suretiyle oluşturulmuştur. Oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi Çizelge-9'da gösterilmiştir.

Çizelge-9 İkili Karşılaştırma Matrisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
C1	1	3	5	1/2	2	5	1/5	1/2	1/6
C2	1/3	1	3	1/5	1	3	1/7	1/4	1/8
C3	1/5	1/3	1	1/5	1/2	2	1/6	1/7	1/8
C4	2	5	5	1	3	3	1/3	1/2	1/3
C5	1/2	1	2	1/3	1	1/3	1/8	1/3	1/6
C6	1/5	1/3	1/2	1/3	3	1	1/6	1/5	1/7
C7	5	7	6	3	8	6	1	3	1/2
C8	2	4	7	2	3	5	1/3	1	1/5
C9	6	8	8	3	6	7	2	5	1

5.3.2. Normalize Edilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması ve Ağırlık Vektörünün Bulunması

Normalize edilmiş karar matrisi oluşturulurken öncelikli olarak Eş. 3.1'deki formülden yararlanılarak her bir sütun toplamı hesaplanmıştır. Müteakiben Eş. 3.2'den faydalanılarak her bir göze sütun toplamına bölünmüştür.

Örneğin a_{21} gözesinin normalize edilmiş değeri;

$$b_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} = 1 + 1/3 + 1/5 + 2 + 1/2 + 1/5 + 5 + 2 + 6 = 17,23$$

$$c_{ij} = \frac{a_{ij}}{b_j} = 0,33 / 17,23 = 0,019 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Diğer gözelerde aynı şekilde hesaplanarak oluşturulan Normalize edilmiş karar matrisi Çizelge-10'da gösterilmiştir.

Çizelge-10 Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
C1	0,058	0,101	0,133	0,047	0,072	0,154	0,044	0,045	0,060
C2	0,019	0,033	0,080	0,018	0,036	0,092	0,031	0,022	0,045
C3	0,011	0,011	0,026	0,018	0,018	0,061	0,037	0,013	0,045
C4	0,116	0,168	0,133	0,094	0,109	0,092	0,074	0,045	0,120
C5	0,029	0,033	0,053	0,031	0,036	0,010	0,027	0,030	0,060
C6	0,011	0,011	0,013	0,031	0,109	0,030	0,037	0,018	0,051
C7	0,290	0,235	0,160	0,283	0,290	0,185	0,223	0,274	0,181
C8	0,116	0,134	0,186	0,189	0,109	0,154	0,074	0,091	0,072
C9	0,348	0,269	0,213	0,283	0,218	0,216	0,447	0,457	0,362

Normalize karar matrisi oluşturulduktan sonra Eş. 3.4 kullanılarak her satırın toplamı kriter sayısına bölünerek her bir kriterin ağırlığı hesaplanabilir.

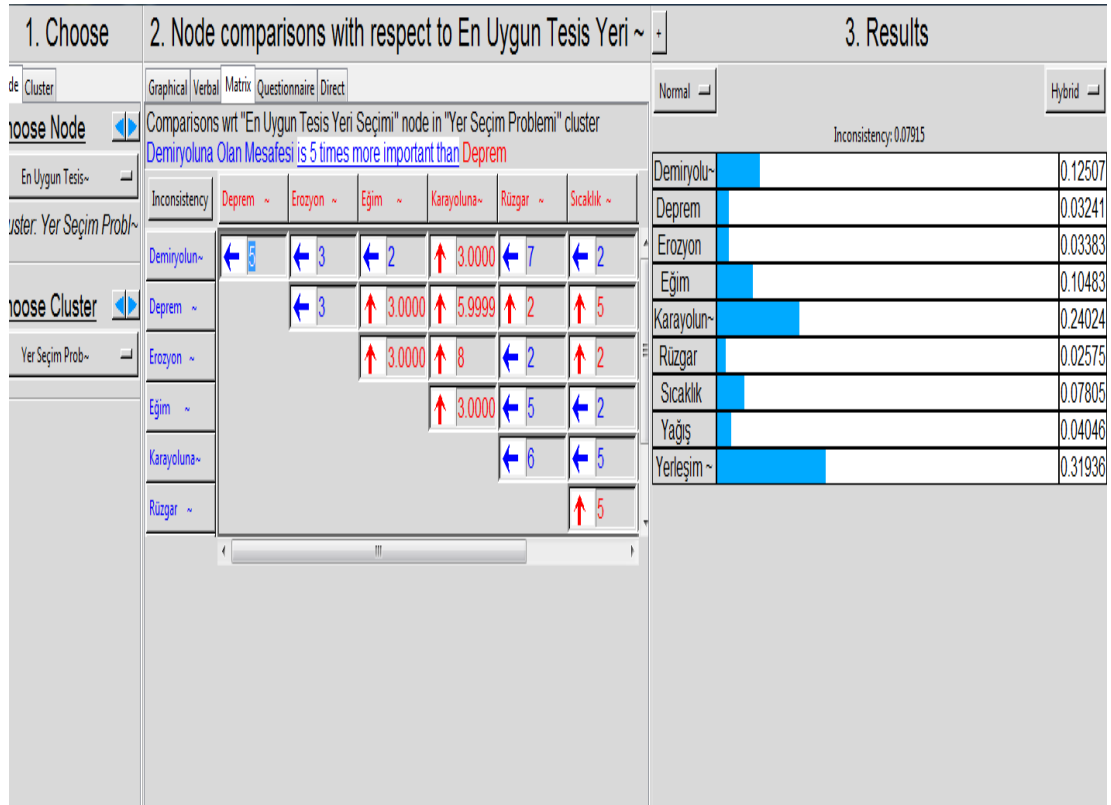
Örneğin C2 kriterinin ağırlığı;

$$\frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} = (0,019+0,033+0,080+0,018+0,036+0,092+0,031+0,022+0,045)/9=0,04$$

olarak hesaplanmıştır. Diğer kriterlerin ağırlığı da aynı şekilde hesaplanabilir.

5.3.3. Tutarlılık Oranının Hesaplanması

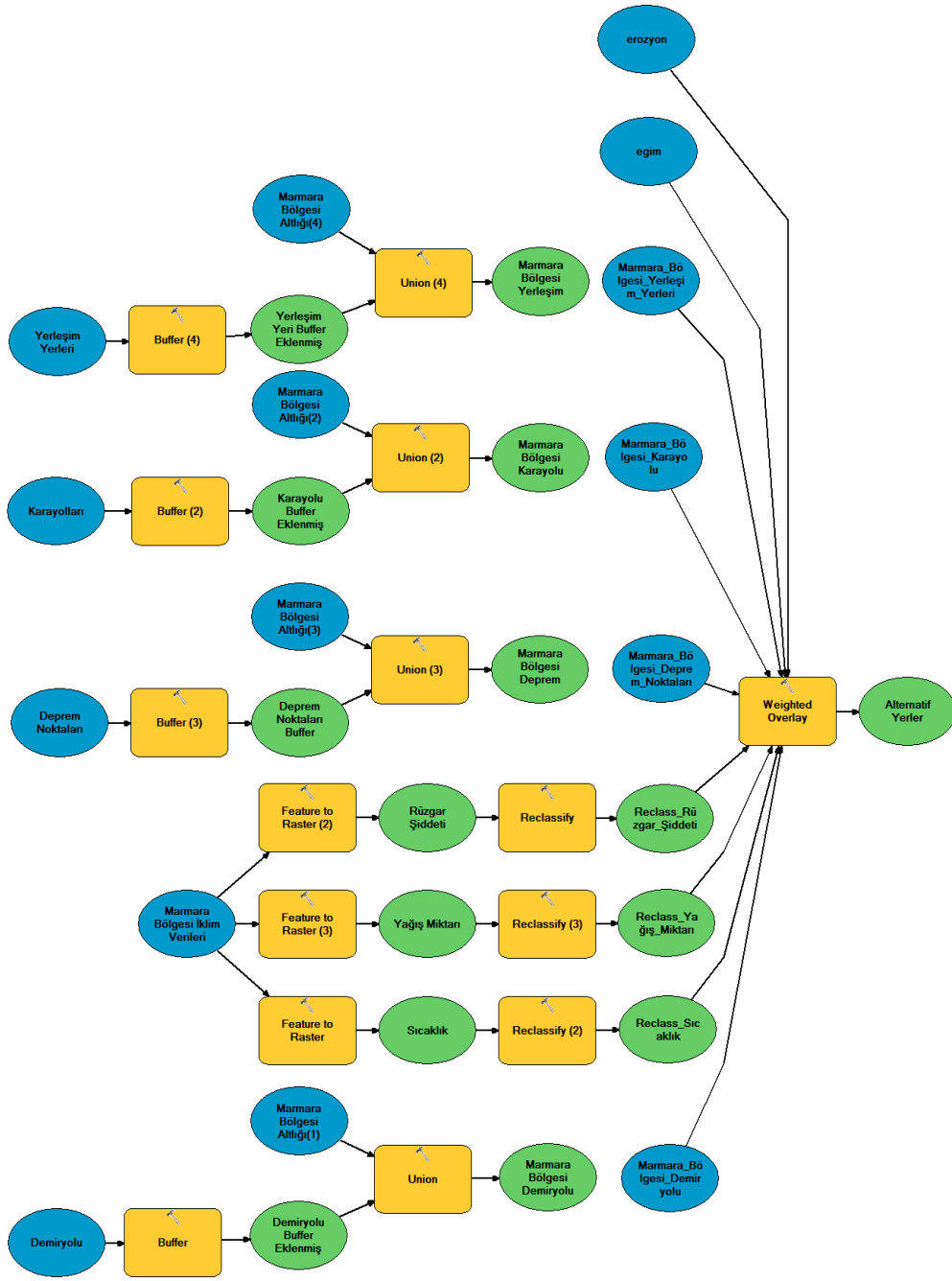
Uzman görüşlerinin tutarlı olup olmadığını anlamak maksadıyla elde edilen Matris tutarlılık oranı Superdecisions programı kullanılarak hesaplanmıştır. Matris tutarlılık oranı 0,07915 olarak hesaplanmıştır. Matris tutarlılık oranı ve tüm kriterlerin ağırlıkları Şekil-40'ta gösterilmiştir.



Şekil-40 Matris Tutarlılık Oranı ve Kriter Ağırlıkları

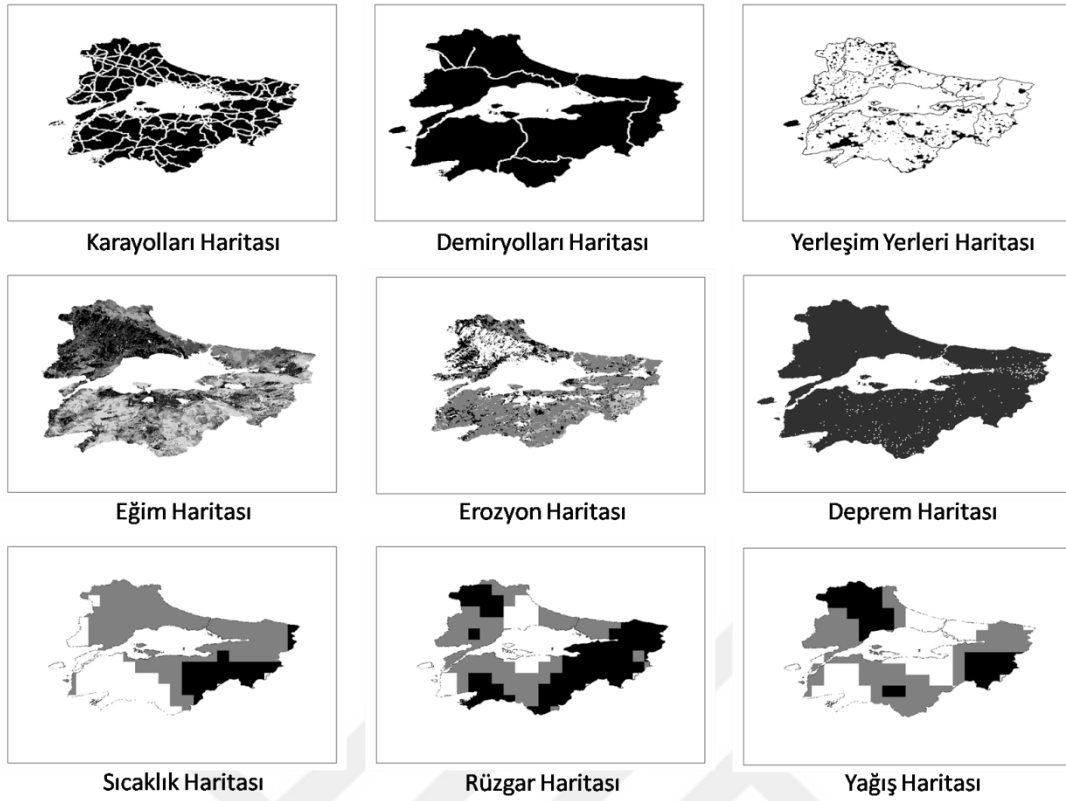
5.4. ALTERNATİF YERLERİN BELİRLENMESİ

Alternatif yerler belirlenirken Arc Map 10.1 programı kullanılmıştır. Yer seçimi yapılırken öncelikli olarak mühimmat depolarının karayollarına, demiryollarına, yerleşim yerlerine ve depremlerin meydana geldiği noktalara göre belirli bir uzaklıkta olması istendiği için Arc Map'te bulunan "buffer" komutu ile karayolları ve demiryollarının çevresinde 1500, yerleşim yerlerinin çevresinde 2500 ve depremlerin meydana geldiği noktaların çevresinde 1000 metrelik bir alan oluşturulmuştur. Bu alanların oluşturulmasının sebebi alternatif noktaların bu alanlar içerisinde seçilmesini önlemektir. Daha sonra "weighted overlay" komutuyla tüm katmanları birleştirirken katmanların üst üste çakışmasını sağlamak maksadıyla buffer oluşturulan katmanlar, Marmara Bölgesinin haritası ile "union" komutuyla birleştirilmiştir. Böylece tüm katmanların çakışması sağlanmıştır. CBS'de bu işlemleri yapmak maksadıyla Şekil-41'deki model oluşturulmuştur.



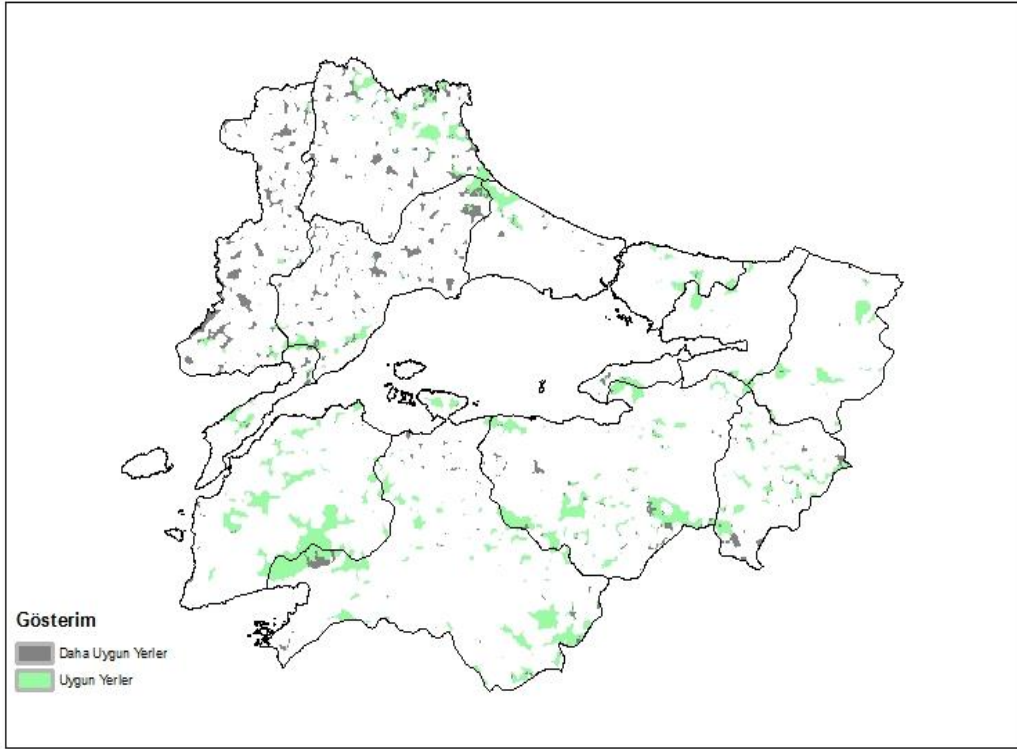
Şekil-41 Alternatif Yerleri Belirlemek için CBS’de Oluşturulan Model

Daha sonra her bir kriter için vektör veri formatında hazırlanan katmanlar raster veri formatına dönüştürülmüştür. Raster veri formatına dönüştürülen katmanlar Şekil-42’de gösterilmiştir.



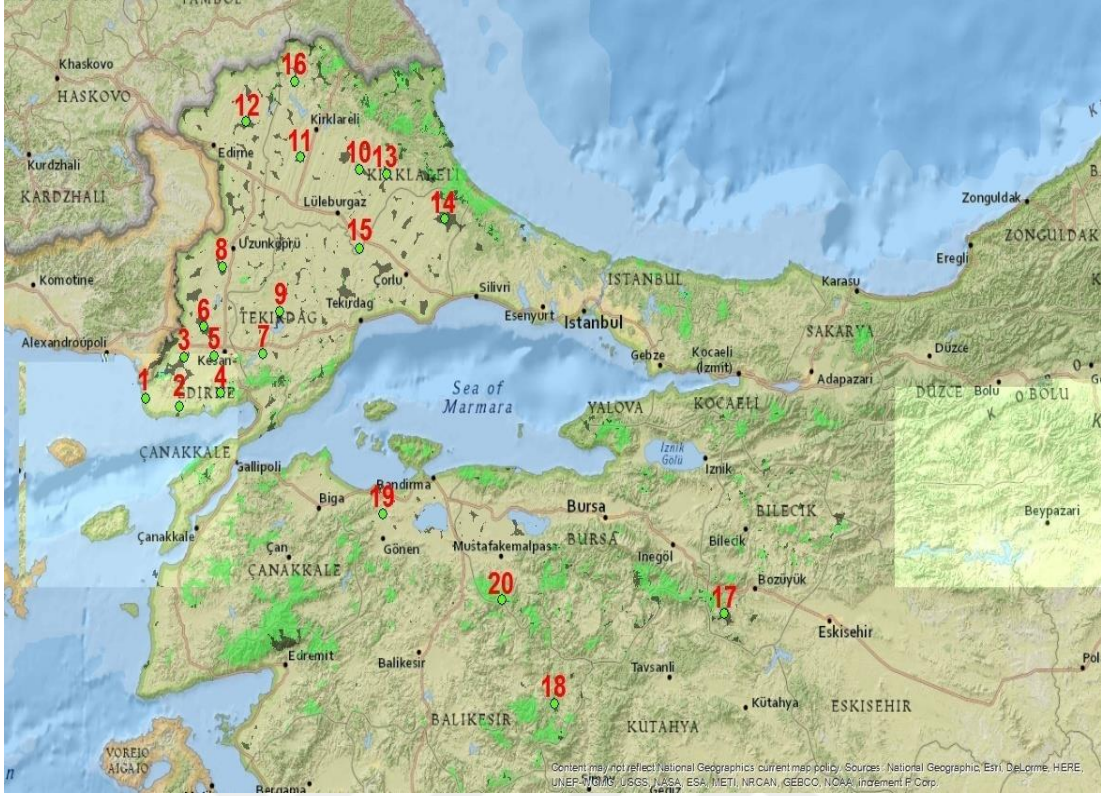
Şekil-42 Raster Veri Formatındaki Katmanlar

Raster veri formatında olan tüm katmanlar “weighted overlay” komutu kullanılarak birleştirilmiştir. “weighted overlay” komutu kullanılırken programa AHY ile elde edilen ağırlıklar ile Çizelge-4, Çizelge-5, Çizelge-6, Çizelge-7 ve Çizelge-8’de belirtilen her bir kriterin kendi içindeki öncelik değerleri girilmiştir. Ağırlıklar girilirken “weighted overlay” komutunun özelliğinden dolayı, tam sayıya yuvarlanarak ve toplam ağırlık 100 olacak şekilde girilmiştir. “Weighted overlay” ile yapılan konumsal analiz sonucunda Marmara bölgesi mühimmat ve patlayıcı deposu için uygun alanlar, daha uygun alanlar ve uygun olmayan alanlar olmak üzere üç kategoriye ayrılmıştır. Analiz sonucunda çıkan alanlar Şekil-43’te gösterilmiştir.



Şekil-43 Analiz Sonucu Bulunan Alanlar

Yapılan ilk incelemede uygun ve daha uygun alanlar içerisinde mühimmat deposu yeri olabileceği değerlendirilen 32 alternatif yer belirlenmiştir. Daha sonra uydu fotoğrafları kullanılarak yapılan incelemede belediye ve köy hizmetlerinin sorumluluğunda bulunan yollar ile askeri bir gereklilik olan sınır hattına uzaklıkta değerlendirmeye katılmıştır. İkinci yapılan inceleme sonucunda mühimmat deposu yeri olabileceği değerlendirilen 32 alternatif yer 20 alternatif yere indirgenmiştir. Belirlenen 20 alternatif yer Şekil-44'te gösterilmiştir.



Şekil-44 Değerlendirme Sonucu Belirlenen Alternatif Yerler

Şekil-44'te mühimmat ve patlayıcı depoları için belirlenen alternatif yerlerin koordinatları Çizelge-11'de sunulmuştur.

Çizelge-11 Alternatif Yerlerin Koordinatları

Sıra No	Adı	Koordinatları (Derece-Dakika-Saniye)
1	Alternatif-1 (A-1)	GİZLİLİK İÇERDİĞİNDEN KONMAMIŞTIR
2	Alternatif-2 (A-2)	
3	Alternatif-3 (A-3)	
4	Alternatif-4 (A-4)	
5	Alternatif-5 (A-5)	
6	Alternatif-6 (A-6)	
7	Alternatif-7 (A-7)	
8	Alternatif-8 (A-8)	
9	Alternatif-9 (A-9)	
10	Alternatif-10 (A-10)	
11	Alternatif-11 (A-11)	
12	Alternatif-12 (A-12)	
13	Alternatif-13 (A-13)	
14	Alternatif-14 (A-14)	
15	Alternatif-15 (A-15)	
16	Alternatif-16 (A-16)	
17	Alternatif-17 (A-17)	
18	Alternatif-18 (A-18)	
19	Alternatif-19 (A-19)	
20	Alternatif-20 (A-20)	

5.5. P-Medyan Modeli ile Mühimmat ve Patlayıcı Deposu için En Uygun Yerin Bulunması

Mühimmat ve patlayıcı deposu için belirlenen alternatif yerler arasından en uygun olan yeri seçmek maksadıyla P-Medyan modeli kullanılmıştır. Modelde talep noktaları olarak askeri birliklerin yerleri alınmıştır. Ancak tezde jenerik veriler kullanıldığı için askeri birliklerin yerleri belirlenen il /ilçe merkezleri olarak alınmıştır. Talep noktaları olarak alınan il / ilçe merkezleri şunlardır.

- Edirne Merkez (T-1)
- Tekirdağ Merkez (T-2)
- Çanakkale Merkez (T-3)
- İstanbul Merkez (T-4)
- Kırklareli Merkez (T-5)
- Çorlu Merkez (T-6)
- Balıkesir Merkez (T-7)
- Gemlik Merkez (T-8)
- Bilecik Merkez (T-9)
- Sakarya Merkez (T-10)

Belirlenen talep noktaları ile alternatif yerler arasındaki uzaklıklar Google Maps kullanılarak hesaplanmıştır ve çıkan en kısa yollar değerlendirmeye alınmıştır. Uzaklıklar km cinsinden hesaplanmıştır. Google Maps'te hesaplanan alternatif yerler ile talep noktaları arasındaki mesafeler Çizelge-12'de gösterilmiştir.

Çizelge-12 Alternatif Yerler ile Talep Noktaları Arasındaki Mesafeler (km)

	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10
A-1	175	131	186	291	185	185	358	389	468	443
A-2	155	111	166	271	165	164	338	369	448	423
A-3	142	97,8	161	257	151	151	353	364	444	409
A-4	140	94,3	133	256	150	150	325	335	415	408
A-5	121	77,6	137	237	131	131	329	339	419	389
A-6	115	90	154	249	124	143	345	356	436	402
A-7	134	53,9	144	213	127	107	281	291	371	366
A-8	78,4	101	176	252	88,2	134	368	379	409	404
A-9	109	42,1	180	202	102	95,4	269	279	359	354
A-10	100	90,8	272	176	44,4	73,5	308	314	343	338
A-11	65,3	110	258	210	25	111	335	339	412	362
A-12	26,7	162	255	258	36,3	154	384	388	416	411
A-13	116	88,6	262	157	60,4	69,9	301	302	330	325
A-14	145	91,3	260	118	96	39,4	293	203	311	270
A-15	105	55,1	228	152	87,2	37,8	268	240	349	308
A-16	59,6	142	268	230	35,8	136	366	370	399	393
A-17	464	328	386	267	447	357	295	138	45,5	155
A-18	408	271	307	320	390	301	134	192	223	335
A-19	280	144	138	161	263	173	126	178	258	318
A-20	327	191	233	206	310	220	91	169	231	313

Problem 2 farklı senaryo altında çözülmüştür. Her iki senaryoda da sadece toplam mesafe minimize edilmeye çalışılmıştır. Mühimmat ve patlayıcı madde depolarının kurulum maliyeti göz önüne alınmamıştır. Bunun sebebi K.K.K.ıgında kurulacak olan depoların kapasitelerinin ve maliyetlerinin standart olmasıdır.

5.5.1. Senaryo-1

İlk senaryoda Marmara bölgesinde tek bir mühimmat deposu açılması problemi ele alınmıştır. Bölgedeki tüm birliklerin mühimmat ihtiyaçlarını bu depodan karşılayacağı varsayılmıştır. Bu yüzden tek bir mühimmat deposu açılacak ve tüm birliklerin ihtiyaçlarını bu depodan karşılayacağı şekilde P-Medyan modeli kurulmuştur. Problem aşağıdaki matematiksel model kullanılarak çözülmüştür.

Amaç Fonksiyonu:

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} y_{ij} \quad (5.1)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^{20} y_{ij} = 1 \quad \forall i \quad i=1,2,...,10 \quad (5.2)$$

$$y_{ij} \leq x_j \quad \forall i,j \quad i=1,2,...,10 \quad j=1,2,..20 \quad (5.3)$$

$$\sum_{j=1}^{20} x_j = 1 \quad (5.4)$$

$$y_{ij}, x_j \in \{0,1\} \quad \forall i,j \quad i=1,2,...,10 \quad j=1,2,..20 \quad (5.5)$$

Karar Değişkenleri:

$$y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{eğer } i \text{ birliği } j \text{'nci mühimmat deposuna atanmışsa} \\ 0 & \text{diğer durumda} \end{cases}$$

$$x_j = \begin{cases} 1 & \text{eğer } j \text{ noktasında bir mühimmat deposu açılmışsa} \\ 0 & \text{diğer durumda} \end{cases}$$

Eş. 5.1’de mühimmat depoları ile birlikler arasındaki mesafenin minimize edilmesi amaçlanmaktadır. Eş. 5.2’de her birliğin mühimmat ihtiyacını açılacak olan bir mühimmat deposundan karşılaması kısıtı verilmiştir. Eş. 5.3’te açılmayacak bir mühimmat deposuna birlik atanmaması kısıtı verilmiştir. Eş. 5.4 sadece bir mühimmat

deposunun açılacağı kısıtını göstermektedir. Eş. 5.5 ise karar değişkenlerinin 0-1 tamsayı olduğunu ifade etmektedir.

Yukarıdaki model Lingo 15.0 * 64 kullanılarak çözülmüştür. Problemden toplam 220 değişken ve 212 kısıt vardır. Optimal çözüm 1826,700 olarak bulunmuştur. Alternatif-14'ün bulunduğu yer mühimmat ve patlayıcı deposu için en uygun yer olarak belirlenmiştir.

5.5.2. Senaryo-2

İkinci senaryoda; her cins mühimmat bütün mühimmat depolarında bulunmadığından dört mühimmat deposu açılması problemi ele alınmıştır. Bölgedeki tüm birliklerin ihtiyaç duyduğu mühimmat cins ve miktarı hangi depoda mevcutsa ihtiyacını o mühimmat deposundan karşılayacağı varsayılmıştır. Bu yüzden dört mühimmat deposu açılacak ve her birlik dört mühimmat deposundan da ihtiyacını karşılayacak şekilde P-Medyan modeli kurulmuştur. Problem aşağıdaki matematiksel model kullanılarak çözülmüştür.

Amaç Fonksiyonu:

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} y_{ij} \quad (5.6)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^{20} y_{ij} = 4 \quad \forall i \quad i=1,2,\dots,10 \quad (5.7)$$

$$y_{ij} \leq x_j \quad \forall i,j \quad i=1,2,\dots,10 \quad j=1,2,\dots,20 \quad (5.8)$$

$$\sum_{j=1}^{20} x_j = 4 \quad (5.9)$$

$$y_{ij}, x_j \in \{0,1\} \quad \forall i,j \quad i=1,2,\dots,10 \quad j=1,2,\dots,20 \quad (5.10)$$

Karar Değişkenleri:

$$y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{eğer } i \text{ birliği } j \text{'nci mühimmat deposuna atanmışsa} \\ 0 & \text{diğer durumda} \end{cases}$$

$$x_j = \begin{cases} 1 & \text{eğer } j \text{ noktasında bir mühimmat deposu açılmışsa} \\ 0 & \text{diğer durumda} \end{cases}$$

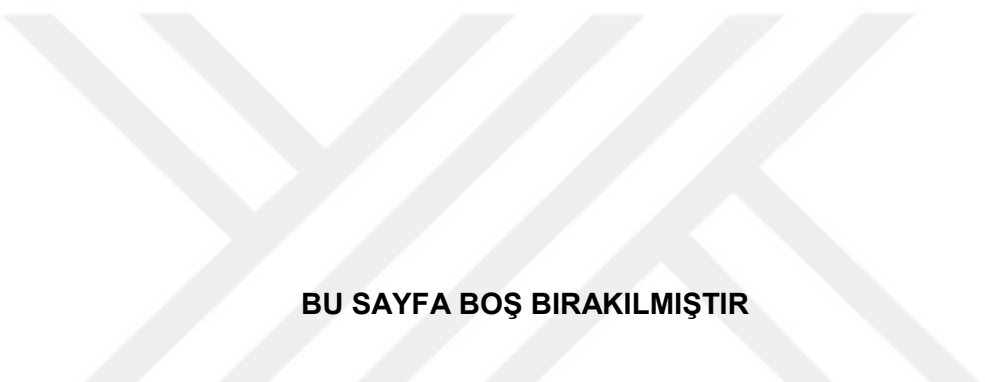
Eş. 5.6'da mühimmat depoları ile birlikler arasındaki mesafenin minimize edilmesi amaçlanmaktadır. Eş. 5.7'de her birliğin mühimmat ihtiyacını açılacak olan dört mühimmat deposundan karşılaması kısıtı verilmiştir. Eş. 5.8'de açılmayacak bir mühimmat deposuna birlik atanmaması kısıtı verilmiştir. Eş. 5.9 toplam dört mühimmat deposunun açılacağı kısıtını göstermektedir. Eş. 5.10 ise karar değişkenlerinin 0-1 tamsayı olduğunu ifade etmektedir.

Yukarıdaki model Lingo 15.0 * 64 kullanılarak çözülmüştür. Problemden toplam 220 değişken ve 212 kısıt vardır. Optimal çözüm 7660,200 olarak bulunmuştur. Alternatif-9, Alternatif-13, Alternatif-14 ve Alternatif-15'in bulunduğu yerler açılacak olan dört mühimmat ve patlayıcı deposu için en uygun yerler olarak belirlenmiştir.

Senaryo-1'de tek yerde mühimmat ve patlayıcı madde deposu açılmış ve her birlik açılacak olan bu depoya atanmıştır (Birlikler ihtiyaçlarını sadece açılacak olan tek depodan karşılayabilecektir). Senaryo-2'de ise dört farklı yerde mühimmat ve patlayıcı madde deposu açılmış ancak her depoda istenilen türde mühimmatın olmayabileceği varsayılarak her birlik açılacak olan dört farklı mühimmat ve patlayıcı madde deposuna da atanmıştır (Birlikler istenilen mühimmat türü hangi depoda mevcutsa o depodan ihtiyacını karşılayabilecektir). İki farklı senaryo sonucunda belirlenen alternatif yerler ve optimal sonuçlar Çizelge-13'te gösterilmiştir.

Çizelge-13 İki Farklı Senaryo Sonucunda Belirlenen Optimal Sonuçlar ve Yerler

SENARYOLAR	OPTİMAL SONUÇ	AÇILACAK OLAN DEPO YERLERİ
Senaryo-1	1826,700	Alternatif-14
Senaryo-2	7660,200	Alternatif-9-13-14-15



BU SAYFA BOŞ BIRAKILMIŞTIR

ALTINCI BÖLÜM

TARTIŞMA, ÖNERİLER VE SONUÇ

Bulguların Tartışılması ve Değerlendirme: Bu çalışmada Marmara Bölgesinde konuşlu bulunan birliklerin mühimmat ihtiyacını karşılamak maksadıyla, B K.ılgı sorumluluk bölgesinde yeni açılacak mühimmat ve patlayıcı madde depolarının yerlerini belirleme problemi ele alınmıştır.

Problemin çözümü için matematiksel model, AHY ve CBS'nin birlikte kullanıldığı melez bir metodoloji önerilmiştir. Çalışmada kullanılan kriterler K.K.K.ılgı teşkilinde bulunan Mühimmat Birliklerinde görev yapmış personel ile tehlikeli madde konusunda çalışan bazı akademik personelin görüşü alınarak ve yapılan literatür araştırması ile NATO Güvenlik İlkeleri Kılavuzunun incelenmesi sonucu belirlenmiştir.

Çalışmada ilk olarak belirlenen dokuz kriterin ağırlıkları AHY kullanılarak tespit edilmiştir. Daha sonra belirlenen kriterlere ait vektörel veriler CBS'de çeşitli komutlar kullanılarak raster veri formatına dönüştürülmüştür. Her bir kriter için oluşturulan raster veriler CBS'de birleştirilerek tek bir katman haline getirilmiştir. Böylece Marmara Bölgesi mühimmat ve patlayıcı deposu için uygun alanlar, daha uygun alanlar ve uygun olmayan alanlar olmak üzere üç kategoriye ayrılmıştır.

Mühimmat ve patlayıcı madde depoları için daha uygun ve uygun olduğu değerlendirilen alanlar içerisinde yapılan analiz sonucunda yirmi alternatif yer belirlenmiştir. Bu belirlenen yirmi alternatif yer P-Medyan modeli kullanılarak çeşitli senaryolar altında çözülmüştür. Her senaryoda açılması planlanan mühimmat ve patlayıcı madde depoları için en uygun yerler belirlenmiştir.

Yazına Katkısı: Çalışma kapsamında literatür araştırması yapıldığında görüldüğü kadarıyla genellikle tehlikeli madde taşımacılığı ve katı atıklar için depolama alanı yer seçim çalışmalarına rastlanılmıştır. Mühimmat ve patlayıcı madde depo yeri seçimi ile ilgili bir çalışma mevcut değildir. Ayrıca bugüne kadar yapılmış olan katı atıklar için depolama alanı yer seçim çalışmalarında da bu kadar bütünleşik yapıda bir çözüm yaklaşımı sunulmamıştır. Bu hususlarda literatüre katkı yapıldığı düşünülmektedir.

Gelecek Araştırmacılara Öneriler: Mühimmat ve patlayıcı madde depoları herhangi bir kaza durumunda çevreye ve canlılara zarar verebilecek türden depolardır. Bu yüzden bu tür depoların yapılacakları yerler belirlenirken karayollarından,

demiryollarından ve yerleşim yerlerinden belirli uzaklıkta olması istenmektedir. Ancak günümüzde kırsal alanlardan şehirlere hızlı bir göç olmakta ve yapılaşma hızla artmaktadır. Bu yüzden ileriki çalışmalarda mühimmat ve patlayıcı madde depolarının yapılacağı yerler seçilirken şehirlerin on yıllık master planlarının da kriter olarak alınmasının uygun olacağı değerlendirilmektedir. Bu model benzer problemlere çözüm için kullanılırken ilave olarak uzman görüşleri bulanık olarak alınabilir. Çalışma Marmara Bölgesi için yapılmıştır. Farklı bölgelerde yapılacak çalışmalarda kriterler ve kriter ağırlıkları farklılık gösterebilir.

Ayrıca belirlenen kriterler ışığında mevcut mühimmat ve patlayıcı madde depolarının uygun olup olmadığı değerlendirilebilir.

Sonuç: Marmara Bölgesi gibi sanayi ve nüfus yoğunluğunun çok fazla olduğu bir bölgede normal çalışma koşulları altında ve oluşabilecek herhangi bir kaza durumunda, canlıların ve çevrenin en az etkileneceği, K.K.K.İği tarafından tespit edilmesi istenen mühimmat ve patlayıcı madde depo yeri yapılan üç aşamalı bir analizle ortaya konmuştur.

KAYNAKÇA

- AASTP-1 (2010). *Manual of NATO safety principles for The storage of military ammunition and explosives* (Edition 1).
- AASTP-3 (2009). *Manual of NATO safety principles for The hazard classification of military ammunition and explosives* (Edition 1).
- Abessl, O. & Saeedi, M. (2010). Hazardous waste landfill siting using GIS technique and Analytical Hierarchy Process. *Environment Asia*, 3(2), 69-78.
- Akar, İ. *Uzaktan algılama - CBS sitesi*. 28 Şubat 2016, http://www.irfanakar.com/turkish/genelbilgilercbs.html#cbs_uygulama_alanlari.
- Akbari, V., Rajabi, M. A., Chavoshi, H. S. & Shams, R. (2008). Landfill site selection by combining GIS and fuzzy multi criteria decision analysis, case study: Bandar Abbas, Iran. *World Applied Sciences Journal*, 3(1), 39-47.
- Akinci, H., Özalp, Y. A. & Turgut, B. (2013). Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP technique. *Computers and Electronics in Agriculture*, 97, 71-82.
- Al-Bakri, D., Shublaq, W., Kittaneh, W. & Al-Sheikh, Z. (1988). Site selection of a waste disposal facility in Kuwait, Arabian Gulf. *Waste Management & Research*, 6, 363-377. doi: 10.1177/0734242X8800600156.
- Alpdemir, E. A. (2006). *1999-2004 yılları arasında Eskişehir’ de işlenen asayiş suçlarına ilişkin suç haritalarının coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla oluşturulması*, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Arabani, A. B. & Zanjirani, R. F. (2012). Facility location dynamics: An overview of classifications and applications. *Computers & Industrial Engineering*, 62(1), 408-420.
- Aragones-Beltran, P., Pastor-Ferrando, P. J., Garcia-Garcia, F. & Pascual-Agullo, A. (2010). An Analytic Network Process approach for siting a municipal solid waste plant in the metropolitan area of Valencia (Spain). *Journal of Environmental Management*, 91, 1071-1086. doi:10.1016/j.jenvman.2009.12.007
- Arkoç, O. (2013). Municipal solid waste landfill site selection using geographical information systems: A case study from Çorlu, Turkey. *Arabian Journal of Geosciences*, doi: 10.1007/s12517-013-1107-y.
- Arslan, O. ve Yücel, E. (2012). Hava görev emri optimizasyon modeli. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 5(3), 9-21.
- Aygüneş, H. (2008). Kırsal bölgelerde askeri birliklerin konuşlandırılmasında yer seçimi modellerinin kullanılması. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 7(1), 93-112.
- Ballı, H. (2014). *Bulanık doğrusal programlama modeli ile bir kamu kurumu için tesis yeri seçimi*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Kara Harp Okulu, Savunma Bilimleri Enstitüsü.
- Banar, M., Köse, M. B., Ozkan, A. & Acar, P. I. (2007). Choosing a municipal landfill site by Analytic Network Process. *Environmental Geology*, 52, 747-751. doi: 10.1007/s00254-006-0512-x.

Basağaoğlu, H., Celenk, E., Marino, A. H. & Usul, N. (1997). Selection of waste disposal sites using GIS. *Journal of the American Water Resources Association*, 3(2), 455-464.

Bastı, M. (2012). P-Medyan tesis yeri seçim problemi ve çözüm yaklaşımları. *Online Acedemic Journal of Information Technology*, 3(7), 47-75. doi: 10.5824/1309-1581.2012.2.004.x.

Chaudhary, P., Chhetri, K. S., Joshi, M. K., Shrestha, M. B. & Kayastha, P. (2016). Application of an Analytic Hierarchy Process (AHP) in the GIS interface for suitable fire site selection: A case study from Kathmandu. *Socio Economic Planning Sciences*, 53, 60-71. doi: 10.1016/j.seps.2015.10.001.

Coğrafyabilim *İnternet* *Sayfası.* 03 Şubat 2016,
<https://cografyabilim.wordpress.com/tag/cbs-bilesenleri-nelerdir>.

Dantrakul, S., Likasiri, C. & Pongvuthithum, R. (2014). Applied P-Median and P-Center algorithms for facility location problems. *Expert Systems with Applications*, 41, 3596-3604. doi: 10.1016/j.eswa.2013.11.046.

Ekmekçioğlu, M., Kaya, T. & Kahraman, C. (2010). Fuzzy multicriteria disposal method and site selection for municipal solid waste. *Waste Management*, 30, 1729-1736. doi: 10.1016/j.wasman.2010.02.031.

Erbaş, M., Bali, Ö. ve Durğut, T. (2014). *Tehlikeli madde depo yeri seçiminin coğrafi bilgi sistemleri açısından incelenmesi*. 5'nci Uzaktan Algılama – CBS Sempozyumu (UZAL – CBS 2014), 14-17 Ekim, İstanbul.

Erden, T. (2009). *Coğrafi bilgi sistemleri ile Analitik Hiyerarşi Yöntemine dayalı itfaiye istasyon yer seçimi: İstanbul örneği*, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Gemitzi, A., Tsihrintzis, A. V., Voudrias, E., Petalas, C. & Stravodimos, G. (2007). Combining geographic information system, multicriteria evaluation techniques and fuzzy logic in siting MSW landfills. *Environmental Geology*, 51(5), 797-811. doi: 10.1007/s00254-006-0359-1.

Genç, S. (2010). *Alışveriş merkezleri için yer seçiminde coğrafi bilgi sistemlerinin kullanılması: İstanbul örneği*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Gözyayın, O. ve Can, T. (2013). Deprem yardım istasyonları için lojistik merkezi seçimi: Türkiye örneği. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 6(2), 17-31.

Guiqin, W., Li, Q., Guoxue, L. & Lijun, C. (2009). Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: A case study in Beijing, China. *Journal of Environmental Management*, 90, 2414-2421. doi: 10.1016/j.jenvman.2008.12.008.

He, Y. S., Kuo, Y. H. & Wu, D. (2016). Incorporating institutional and spatial factors in the selection of the optimal locations of public electric vehicle charging facilities: A case study of Beijing, China. *Transportation Research Part C*, 67, 131-148. doi: 10.1016/j.trc.2016.02.003.

Javadian, M., Shamskooshki, H. & Momeni, M. (2011). Application of sustainable urban development in environmental suitability analysis of educational land use by using AHP

and GIS in Tehran. *Procedia Engineering*, 21, 72-80. doi: 10.1016/j.proeng.2011.11.1989.

Kara, C. & Doratlı, N. (2012). Application of GIS / AHP in siting sanitary landfill: A case study in Northern Cyprus. *Waste Management & Research*, 30(9), 966-980. doi: 10.1177/0734242X12453975.

Karaman, H., Rezaei, S., Kalkan, K., Konukçu E. B. ve Erden, T. (2014). *Afet sonrası en uygun geçici barınma alanlarının CBS ile tespiti*. 5.Uzaktan Algılama – CBS Sempozyumu (UZAL – CBS 2014), 14-17 Ekim, İstanbul.

Khamehchiyan, M., Nikoudel, R. M. & Boroumandi, M. (2011). Identification of hazardous waste landfill site: A case study from Zanjan province, Iran. *Environmental Earth Science*, 64, 1763-1776. doi: 10.1007/s12665-011-1023-y.

Lai, W., Han-Lun, L., Qui, L., Jing-Yi, C. & Yi-Jiao, C. (2011). Study implementation of fire sites planning based on GIS and AHP. *Procedia Engineering*, 11(1), 486-495. doi: 10.1016/j.proeng.2011.04.687.

Memduhoğlu, A., Özmen, G., Göyçek G. ve Kılıç, F. (2014). *Rüzgar türbini kurulacak alanların CBS – çok ölçütlü karar analizi kullanılarak belirlenmesi: Davutpaşa kampüsü*. 5. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2014), 14-17 Ekim, İstanbul.

Milli Eğitim Bakanlığı MEĞEP mesleki teknik eğitim programlar ve öğretim metaryalleri internet Sitesi, tehlikeli madde taşımacılığı eğitim dokümanı. (2011). 05 Şubat 2016, http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduler_pdf_Tehlikeli_Madde_Taşımacılığı.

Mishra, K. A., Deep, S. & Choudhary, A. (2015). Identification of suitable sites for organic farming using AHP & GIS. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 18, 181-193. doi: 10.1016/j.ejrs.2015.06.005.

Moeinaddini, M., Khorasani, N., Daneshkar, A., Darvishsefat, A. A. & Zienalyan, M. (2010). Siting MSW landfill using weighted linear combination and Analytical Hierarchy Process (AHP) methodology in GIS environment (Case Study: Karaj). *Waste Management*, 30, 912-920. doi: 10.1016/j.wasman.2010.01.015.

Moghaddas, H. N. & Namaghi, H. H. (2011). Hazardous waste landfill site selection in Khorasan Razavi province, Northeastern Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 4, 103-113. doi: 10.1007/s12517-009-0083-8.

Nas, B., Cay, T., Iscan, F. & Berktaş, A. (2010). Selection of MSW landfill site for Konya, Turkey using GIS and multi-criteria evaluation. *Environmental Monitoring and Assessment*, 160, 491-500. doi: 10.1007/s10661-008-0713-8.

Nazari, A., Salarirad, M. M. & Bazzazi, A. A. (2012). Landfill site selection by decision – making tools based on fuzzy multi – attribute decision – making method. *Environmental Earth Science*, 65, 1631-1642. doi: 10.1007/s12665-011-1137-2.

Owen, S. H. & Daskin, M. S. (1998). Strategic facility location: A review. *European Journal of Operational Research*, 111(3), 423-447.

Öztürk, A. Z. (2015). *Tesis yeri seçimi için coğrafi bilgi sistemi destekli çok amaçlı bulanık hedef programlama modeli*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Kara Harp Okulu, Savunma Bilimleri Enstitüsü.

Razmi, J., Tavakkoli-Moghaddam, R., Zahiri, M. & Mousavi, N. (2007). Application of TOPSIS, AHP and GIS in a multi-attribute model to solve location problem for bank branches: An empirical Study in Iran. *International Journal of Excellence in Public Sector for Management*, 1(2), 21-34.

Rikalović, A., Cosic, I. & Lazarevic, D. (2014). GIS based multicriteria analysis for industrial site selection. *Procedia Engineering*, 69, 1054-1063. doi: 10.1016/j.proeng.2014.03.090.

Roig-Tierno, N., Baviera-Puig, A., Buitrago-Vera, J. & Masverdu, F. (2013). The retail site location decision process using GIS and the Analytic Hierarch Process. *Applied Geography*, 40(1), 191-198.

Saaty, T. L. (1985). *Analytical Planning*, Pittsburg: RWS Publications.

Saaty, T. L. (2000). *The Analytic Hierarchy and Analytic Network Processes*, MCDM XV-th International Conference, Ankara, Turkey.

Saaty, T. L. (2000). *Fundamentals of decision making and priority theory with Analytic Hierarchy Process*, Pittsburg: RWS Publications.

Saaty, T. L. & Vargas, L. G. (2001). *Models, methods, concepts & applications of Analytic Hierarchy Process*, Newyork: Springer Science + Business Media.

Saaty, T. L. & Ozdemir, M. (2003). Negative priorities in the Analytic Hierarchy Process. *Mathematical and Computer Modelling*, 37(9), 1063-1075.

Sezer, F. ve Gürol, P. (2015). Çok ölçütlü karar problemi olarak tehlikeli madde depo yeri seçimi, 4'ncü Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, 21-23 Mayıs, Gümüşhane.

Sule, D. R. (2001). *Logistics of facility location and allocation*. Newyork, US: Marcel Dekker.

Supçiller, A. A. ve Çapraz, O. (2011). AHP-TOPSIS Yöntemine dayalı tedarikçi seçimi uygulaması. *İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, 13,1-22.

Şağbanşua, L. (2014). Matematiksel modelleme tekniği ile tesis yerleşim yeri seçimi ve ulusal ölçekte Elazığ'ın yeri. *Fırat Üniversitesi Harput Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 151-158.

Şener, Ş., Şener, E., Nas, B. & Karagüzel, R. (2010). Combining AHP with GIS for landfill site selection: A case study in Lake Beyşehir catchment area (Konya, Turkey). *Waste Management*, 30, 2037-2046. doi: 10.1016/j.wasman.2010.05.024.

Şener, Ş., Sener, E. ve Karagüzel, R. (2011). Solid waste disposal site selection with GIS and AHP methodology: A case study in Senirkent – Uluborlu (Isparta) basin, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 173, 533-554. doi: 10.1007/s10661-010-1403-x.

Töreay, G., Özdemir, İ. ve Kurt, T. (2011). *ArcGIS 10 uygulama dokümanı* (1. Baskı). Ankara: Coğrafi Bilgi Sistemleri Mühendislik ve Eğitim Ltd. Şti.

Turoğlu, H. (2000). *Coğrafi bilgi sistemlerinin temel esasları*. İstanbul: Çantay Kitabevi.

Uyan, M. (2013). GIS-based solar farms site selection using Analytic Hierarchy Process (AHP) in Karapınar region, Konya, Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28, 11-17. doi: 10.1016/j.rser.2013.07.042.

Vlachopoulou, M., Silleos, G. & Manthou, V. (2001). Geographic information system in warehouse site selection decisions. *International Journal of Production Economics*, 71(1), 205-212.

Wikipedia Resmi İnternet Sayfası. 13 Ocak 2016, [http://tr.wikipedia.org/wiki/Tehlikeli madde](http://tr.wikipedia.org/wiki/Tehlikeli_madde).

Yeşilçınar, İ. M., Süzen, L. M., Kaya, Ş. B. & Doyuran, V. (2012). Municipal solid waste landfill site selection for the city of Şanlıurfa, Turkey: An example using MCDA integrated with GIS. *International Journal of Dijital Earth*, 5(2), 247-164.

Yesilnacar, İ. M. & Çetin, H. (2005). Site selection for hazardous wastes: A case study from the GAP Area, Turkey. *Engineering Geology*, 81, 371-388. doi: 10.1016/j.enggeo.2005.07.012.

Yomralıoğlu, T. (2002). *Coğrafi bilgi sistemleri: temel kavramlar ve uygulamalar*. (2. Baskı). İstanbul: Akademi Kitabevi.

Zhang, J., Su, Y., Wu, J. & Ling, H. (2015). GIS based land suitability assessment for tobacco production using AHP and fuzzy set in Shandong province of China. *Computers and Electronics in Agriculture*, 114, 202-211. doi: 10.1016/j.compag.2015.04.004.