

T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ACİL DURUM HABERLEŞMESİNDE KULLANILAN EL TELSİZİNİN ÇOK
ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE SEÇİLMESİ

Atiye Zeynep KÜTÜKCÜ

ARALIK - 2016

ONAY SAYFASI

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Atiye Zeynep KÜTÜKCÜ tarafından hazırlanan ACİL DURUM HABERLEŞMESİNDE KULLANILAN EL TELSİZİNİN ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE SEÇİLMESİ adlı Yüksek Lisans Tezinin Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Ahmet Kılışad TÜRKER

Anabilim Dalı Başkanı

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

Doç. Dr. Tamer EREN

Danışman

Jüri Üyeleri

Başkan :Yrd. Doç. Dr. Serkan KAYA

Üye (Danışman) : Doç. Dr. Tamer EREN

Üye :Yrd. Doç. Dr. G. Sena DAŞ

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

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

Prof. Dr. Mustafa YİĞİTOĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

ACİL DURUM HABERLEŞMESİNDE KULLANILAN EL TELSİZİNİN ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE SEÇİLMESİ

KÜTÜKCÜ, Atiye Zeynep

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Tamer EREN

Aralık 2016, 128 Sayfa

Türkiye jeolojik yapısı, topografik konumu ve iklim özellikleri bakımından doğal afetlerin yaşanma olasılığının yüksek olduğu bir ülkedir. Olası bir doğal ve insan kaynaklı afet veya arama-kurtarma faaliyeti öncesinde gereken önlemlerin alınması ve afet sonrası yardım faaliyetlerinin yürütülebilmesi için haberleşme sistemlerinin önemi büyüktür. Bu anlamda ilgili birimler arasında kurulacak iletişimin sağlanması için düzgün bir haberleşme altyapısı oluşturmanın gerekliliği açıktır. Bir afet olması durumunda mevcut bulunan birçok sistem devre dışı kalmakta ve haberleşmenin devam etmesi için kullanılacak en ideal çözümlerden biri “Telsiz Haberleşmesi” olmaktadır. Bu nedenle telsiz haberleşmesinin ana bileşeni olan telsizin seçimi ve acil durum haberleşmesinde verimli olarak kullanımı önem kazanmaktadır. Bu çalışmada İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü bünyesinde oluşturulan haberleşme altyapısı kapsamında alınması planlanan el telsizi seçim problemi ele alınmıştır. El telsizi seçim problemi için çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden AHS, ANP, TOPSIS ve ELECTRE kullanılmış ve elde edilen sonuçlar birbirleriyle kıyaslanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Acil durum haberleşmesi, El Telsizi, Çok Ölçütlü Karar Verme, AHS, ANP, TOPSIS, ELECTRE

ABSTRACT

SELECTION OF THE HAND-HELD RADIO TRANSCEIVERS WHICH IS USED FOR EMERGENCY COMMUNICATIONS WITH MULTI CRITERIA DECISION MAKING METHODS

KÜTÜKCÜ, Atiye Zeynep

Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Industrial Engineering, Master Science Thesis

Supervisor: Associate Prof. Dr. Tamer EREN

December 2016, 128 Pages

Turkey is a country where possibility of experiencing natural disasters is high in terms of geological structure, topographic location and climate characteristics. Before a possible natural and man-made disaster or search and rescue activity, communication systems have great importance in order to be taken necessary precautions and can be carried out post-disaster help activities. In this sense it's clear that necessity of building a proper communication infrastructure in order to be provided communication which is established between relevant units. In the event of a disaster existing most systems be disabled and "Wireless Communication" is one of the most ideal solutions to be used for continuation of communication. Therefore it gain importance that selection of the radio transceiver which is major component of wireless communication and its productive use in emergency communication. In this study, hand-held radio transceivers which are planned to be bought within the scope of communications infrastructure established in Provincial Disaster and Emergency Directorate, selection problem is tackled. Multi-criteria decision making models such as AHP, ANP, TOPSIS and ELECTRE are used for hand-held radio transceivers selection problem and obtained results are compared with each other.

Key Words: Emergency communication, Handheld Radio Transceivers, Multi-Criteria Decision Making, AHP, ANP, TOPSIS, ELECTRE



TEŞEKKÜR

Bu alıőmanın gerekleőtirilmesinde, değerli bilgilerini ve tecrübelerini benimle paylaőan saygıdeğer danışman hocam Doç. Dr. Tamer EREN'e, sabrıyla ve anlayıőıyla maddi ve manevi desteğini hep yanımda hissettiğim sevgili eőim Doğan Emrah KÜTÜKCÜ'ye ve aileme sonsuz teőekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
SİMGELER DİZİNİ	xi
KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. HABERLEŞME ve HABERLEŞME SİSTEMLERİ	4
2.1. Haberleşme Sistemlerinin Tarihsel Gelişimi.....	4
2.1.1. Telefon	4
2.1.2. Küresel Mobil İletişim Sistemleri (GSM).....	5
2.1.3. Faks	5
2.1.4. Uydu Haberleşme Sistemleri.....	6
2.1.5. İnternet	6
2.1.6. Telsiz ve Telsiz Haberleşmesi.....	7
2.1.6.1. Telsiz Haberleşmesine Giriş.....	7
2.1.6.2. Telsiz Haberleşmesi	21
2.1.6.3. Afet ve Acil Durum Haberleşmesi	23
2.1.6.4. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Bünyesindeki Haberleşme ile İlgili Projeler.....	30
3. ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME (ÇÖKV) YÖNTEMLERİ	46
3.1. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Yöntemi	46
3.2. Analitik Ağ Süreci (ANP) Yöntemi	48
3.3. TOPSIS Yöntemi.....	51
3.4. ELECTRE Yöntemi.....	54
4. LİTERATÜR TARAMASI	59

5. ÖRNEK UYGULAMA	64
5.1. Problemin Tanımı	64
5.1.1. Problem Çözümünde Kullanılacak Yöntem.....	65
5.1.2. Kriterler	65
5.1.2.1. Duyum Hassasiyeti.....	65
5.1.2.2. Pil Ömrü	66
5.1.2.3. İşlevsellik	67
5.1.2.4. Fiziksel Korunum.....	67
5.1.2.5. Maliyet ve Satış Sonrası Hizmet	67
5.1.3. Alternatifler	67
5.2. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Yöntemi	68
5.3. Analitik Ağ Süreci (ANP) Yöntemi	82
5.4. TOPSIS Yöntemi.....	89
5.5. ELECTRE Yöntemi.....	93
5.6. AHS – TOPSIS Entegrasyonu.....	99
5.7. AHS – ELECTRE Entegrasyonu.....	101
5.8. ANP – TOPSIS Entegrasyonu.....	104
5.9. ANP – ELECTRE Entegrasyonu.....	106
5.10. Genel Değerlendirme.....	108
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	110
KAYNAKLAR	112

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>ÇİZELGE</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. İkili Karşılaştırmalar Ölçeği.....	47
3.2. Rassal İndeks Serisi	48
3.3. İkili Karşılaştırmalarda Kullanılan Önem Skalası	50
5.1. Duyum Hassasiyeti Kriterine Ait Veriler.....	66
5.2. Pil Ömrü Kriterine Ait Veriler	66
5.3. Duyum Hassasiyeti kriterine ait ikili karşılaştırma matrisi.....	71
5.4. Duyum Hassasiyeti kriterine ait normalleştirilmiş matris.....	71
5.5. Duyum Hassasiyeti kriterine ait göreceli öncelikler	72
5.6. Pil Ömrü kriterine ait ikili karşılaştırma matrisi	73
5.7. Pil Ömrü kriterine ait normalleştirilmiş matris	73
5.8. Pil Ömrü kriterine ait göreceli öncelikler.....	74
5.9. İşlevsellik kriterine ait ikili karşılaştırma matrisi.....	74
5.10. İşlevsellik kriterine ait normalleştirilmiş matris	75
5.11. İşlevsellik kriterine ait göreceli öncelikler.....	75
5.12. Fiziksel Etkilere Karşı Korunum kriterine ait ikili karşılaştırma matrisi.....	76
5.13. Fiziksel Etkilere Karşı Korunum kriterine ait normalleştirilmiş matris.....	76
5.14. Fiziksel Etkilere Karşı Korunum kriterine ait göreceli öncelikler	77
5.15. Maliyet ve Satış Sonrası Hizmet kriterine ait ikili karşılaştırma matrisi	77
5.16. Maliyet ve Satış Sonrası Hizmet kriterine ait normalleştirilmiş matris	78
5.17. Maliyet ve Satış Sonrası Hizmet kriterine ait göreceli öncelikler.....	78
5.18. Kriter Matrisi.....	79
5.19. Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi.....	79
5.20. Kriterlerin normalleştirilmiş matris.....	80
5.21. Kriterlerin göreceli öncelikler	80
5.22. Alternatiflere Göre Göreceli Öncelikler.....	81
5.23. Kriterlere Göre Göreceli Öncelikler.....	81
5.24. Ürünlere göre sonuç skorları.....	82
5.25. Kriter Matrisi.....	90

5.26. Kriter Matrisi.....	94
5.27. Net Üst ve Net Alt Değerler.....	99
5.28. Net Üst ve Net Alt Değerler.....	103
5.29. Net Üst ve Net Alt Değerler.....	108
5.30. Yöntemlerin Genel Değerlendirmesi	109



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Küresel Mobil İletişim Sistemleri Veri Bağlantısı.....	5
2.2. El Telsizi	15
2.3. Sabit Telsiz.....	16
2.4. Haberleşme Projeleri.....	30
2.5. KGHS Projesi Veri Aktarımı	31
2.6. KGHS Ağ Yapısı	33
2.7. HF Haberleşmesi.....	34
2.8. Normal Yaşam Dönemi.....	35
2.9. Lokal Bir Acil Durum	35
2.10. Orta Ölçekte Bir Deprem	36
2.11. Karasal Hat Hasarlı Afetlerde	36
2.12. Büyük Bir Afet Anında	37
2.13. HF Haberleşmesi Yapılamadığı Durumda	37
2.14. Uydu Haberleşmesi Yapılamadığı Durumda	38
2.15. Modern Haberleşmenin Yapılamadığı Durum.....	38
2.16. Aynı kapsama alanında iki el telsizi görüşmesi	39
2.17. Aynı kapsama alanındaki el telsizi ile araç telsizi görüşmesi	40
2.18. Aynı kapsama alanındaki el telsizi ile sabit telsizin görüşmesi	40
2.19. Aynı kapsama alanındaki el telsizi ile sabit HF telsizin görüşmesi.....	41
2.20. Farklı kapsama alanındaki iki el telsizinin görüşmesi	41
2.21. Farklı kapsama alanındaki el telsizi ile araç telsizinin görüşmesi	42
2.22. Farklı kapsama alanındaki el telsizi ile sabit telsiz görüşmesi.....	42
2.23. Farklı kapsama alanındaki el telsizi ile sabit HF telsiz görüşmesi.....	43
2.24. Farklı iki il kapsama alanındaki iki el telsizi görüşmesi.....	43
2.25. Farklı iki il kapsama alanındaki el telsizi ile araç telsizi görüşmesi.....	44
2.26. Farklı iki il kapsama alanındaki el telsizi ile sabit telsiz görüşmesi	44
2.27. Farklı iki il kapsama alanındaki iki sabit telsiz görüşmesi	45
3.1. Analitik Ağ Süreci Hiyerarşisi ve Ağ Yapısı.....	49
5.1. El Telsizi Seçim Probleminin Algoritması	68

5.2. AHS Yöntemi Algoritması.....	69
5.3. Alternatif ve Kriterler.....	70
5.4. Alternatif, Kriter ve Alt Kriterler	83
5.5. ANP Yöntemi Algoritması.....	84
5.6. Problemin Ağ Yapısı.....	85
5.7. ANP Yöntemine Göre Ağırlıklandırmalar	86
5.8. Super Decisions Ağırlıklandırma Ekran Görüntüsü	87
5.9. Süper Matris	88
5.10. Sonuç Değerlendirme.....	89
5.11. TOPSIS Algoritması	90
5.12. ELECTRE Algoritması	94

SİMGELER DİZİNİ

λ	Özdeğer
m	Alternatif sayısı
n	Kriter sayısı
A_{ij}	i. alternatifin j.kritere göre karar matrisi
R_{ij}	i. alternatifin j.kritere göre standart karar matrisi
V_{ij}	i. alternatifin j.kritere göre ağırlıklı standart karar matrisi
X_{ij}	i. alternatifin j.kritere göre standart karar matrisi
Y_{ij}	i. alternatifin j.kritere göre ağırlıklı standart karar matrisi
w_i	i. kriter için belirlenen ağırlık
A^+	Pozitif ideal çözüm
A^-	Negatif ideal çözüm
S_i^+	Pozitif ideal ayırım ölçüsü
S_i^-	Negatif ideal ayırım ölçüsü
C_i^*	i. alternatife ait göreceli yakınlık
c_{kl}	Uyum seti elemanı
d_{kl}	Uyumsuzluk seti elemanı
e_{kl}	Toplam üstünlük matrisi elemanı
f_{kl}	Uyum üstünlük matrisi elemanı
g_{kl}	Uyumsuzluk üstünlük matrisi elemanı
\underline{c}	Uyum eşik değeri
\underline{d}	Uyumsuzluk eşik değeri
C	Uyum matrisi
D	Uyumsuzluk matrisi
E	Toplam üstünlük matrisi
F	Uyum üstünlük matrisi

KISALTMALAR DİZİNİ

3PL	Üçüncü Parti Lojistik
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Merkezi Başkanlığı
AHS	Analitik Hiyerarşi Süreci
ANP	Analitik Ağ Süreci
ARPANET	Bilgisayar Ağı Araştırma Projeleri Geliştirme (Advanced Research Projects Agency Network)
AVM	Alış-veriş Merkezi
BTK	Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
CI	Tutarlılık İndeksi (Consistency Indeks)
CR	Tutarlılık Oranı (Consistency Rate)
CSI	Kanal Durum Bilgisi (Channel State information)
CTCSS	Sürekli Tonla Kodlanmış Susturma (Continuous Tone Coded Squelch System)
ÇÖKV	Çok Ölçütlü Karar Verme
DSSRC	Çift-Küme Tek Telsiz Haberleşme Mimarisi
ERP	Kurumsal Kaynak Planlama (Enterprise Resource Planning)
FM	Frekans Modülasyonu
GIS	Coğrafi Bilgi Sistemi (Geographic Information Systems)
GPRS	Genel Radyo Paket Servisi (General Packet Radio Service)
GSM	Küresel Mobil İletişim Sistemleri
HF	Yüksek Frekans (High Frequency)
HvKK	Hava Kuvvetleri Komutanlığı
IEEE	Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
IET	Mühendislik ve Teknoloji Enstitüsü (Institution of Engineering and Technology)
KEGM	Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü
KGHS	Kesintisiz ve Güvenli Haberleşme

KSCEE	İnşaat ve Çevre Mühendisleri Kore-Amerikan Derneği (Korean-American Society of Civil and (Environmental Engineers)
MCDM	Çok Ölçütlü Karar Vermek (Multiple-Criteria Decision Analysis Making)
MMO	Makina Mühendisleri Odası
MPC	Model Öngörülü Kontrol (Model Predictive Control)
OSCAR	Amatör Radyo Yörünge Uydu Taşıma (Orbiting Satellites Carrying Amateur Radio)
PMR	Özel Mobil Telsiz (Private Mobil Radio)
PROMETHEE	The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation
PTT	Bas Konuş (Press to Talk)
QAM	Yörüngesel Açıl Momentum
QoS	Ağ İletişimi Hizmet Kalitesi (Quality of Service)
RFID	Radyo Frekansı ile Tanımlama
RI	Rassal İndeks
RSR	Perakende Sistem Araştırması (Retail Systems Research)
Rx	Telsizlerde Dinleme Frekansı
SSB	Tek Yan Bant Modu
SSCB	Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği
TCP/IP	TCP (İletişim Kontrol Protokolü) / IP (İnternet Protokol Adresi)
TMMOB	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TOPSIS	Tecniqe for Order Preference by Similarity to An İdeal Solution
Tx	Telsizlerde Gönderme Frekansı
UAV	İnsansız Hava Aracı (İHA)
UHF	Ultra Yüksek Frekans (Ultra High Frequency)
VHF	Çok Yüksek Frekans (Very High Frequency)
VIKOR	Vise Kriterijunska Optimizacija I Kompromis Resenje
WSN	Kablosuz Ağ Sensörü

1. GİRİŞ

Türkiye jeolojik yapısı, topografik konumu ve iklim özellikleri bakımından doğal afetlerin, jeolojik konumu ve eğitimsizlik, bilgisizlik, dikkatsizlikle beraber insanların doğayla etkileşimleri sonucunda oluşan insan kaynaklı afetlerin sıklıkla yaşandığı bir ülkedir. Doğal afetler insan kontrolü dışında gerçekleşir, büyük can ve mal kayıplarına neden olabilir. Ancak insan kaynaklı afetler kaza niteliği taşırlar. Olası bir afet öncesinde gereken önlemlerin alınması ve afet sonrası yardım faaliyetlerinin kesintisiz yürütülebilmesi için haberleşme sistemlerinin önemi büyüktür. Bu nedenle ilgili birimler arasında kurulacak iletişimin sağlanması için modern bir haberleşme sistemi altyapısı oluşturmanın gerekliliği açıktır. Bir afet olması durumunda mevcut bulunan telefon şebekeleri ve bunlara bağlı sistemler ile haberleşme, aşırı yüklenme vb. sebeplerle sağlanamamaktadır. Birçok sistem devre dışı kalmakta ve haberleşmenin devam etmesi için kullanılacak en ideal çözümlerden biri “Telsiz Haberleşmesi” olmaktadır.

Geçmişten günümüze kadar insanoğlu, iletişimini devam ettirmek için birçok yöntem kullanmıştır. Bununla beraber değişen hayat şartlarında gereksinimlerle beraber haberleşme yöntemleri de farklılık göstermiş, mevcut haberleşme sistemlerinin eksikleri yenileriyle giderilmeye çalışılmıştır. Türkiye, 1999 yılında meydana gelen, büyük oranda can ve mal kayıplarına neden olan Marmara depremi sonrasında acil durum haberleşmesi altyapısının eksikliğini ciddi anlamda hissetmiştir. Acil durum haberleşme altyapısının eksikliği, kurum ve kuruluşlar arasındaki iletişim ve koordinasyon noksanlığı, yaşanan kayıpları ve acıları daha da artırmıştır. Deprem sonrasında telsiz haberleşmesinin önemi daha iyi anlaşılmış ve günümüze kadar devam eden süreçte acil durum haberleşmesi kapsamında telsiz altyapısı adım adım geliştirilmiştir. Kurum ve kuruluşlar arasında telsiz haberleşmesi ile koordinasyon sağlanmış, olaylara yerinde ve zamanında müdahale imkânı doğmuştur. Hali hazırda birçok kurum ve kuruluş tarafından yürütülen haberleşme altyapısı projeleri devam etmekte ve geliştirilmektedir.

Çok ölçütlü karar verme; sonlu sayıda seçeneğin seçilme, sıralanma, sınıflandırma, önceliklendirme veya elenme amacıyla genellikle ağırlıklandırılmış, birbirleri ile

çelişen ve aynı ölçü birimini kullanmayan hatta bazıları nitel değerler alan çok sayıda ölçüt kullanılarak değerlendirilmesi işlemidir (Hwang ve Yoon, 1981). Örneğin, fabrika kurulum yeri seçilmesi, iş seçiminde etkili olan etmenlerin belirlenmesi, okul seçimi çok ölçütlü karar problemleridir. Çünkü sınırlı sayıda seçenek vardır bunun yanında seçeneklerin değerlendirilmesi için pek çok ölçütün değerlendirmeye alınması gerekir.

Bu çalışmanın amacı, acil durum haberleşmesinin düzgün bir şekilde yürütülebilmesi için oluşturulması gereken haberleşme altyapısı kapsamında “Telsiz Haberleşmesi” nin önemini ortaya koymaktır. Buna bağlı olarak İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğünde haberleşme altyapısı oluşturmak için alınması planlanan el telsizi seçim problemi ele alınmıştır.

Bu çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın ikinci bölümünde, haberleşmenin tanımından bahsedilmiş, geçmişten günümüze haberleşme sistemi olarak kullanılmış olan telefon, küresel mobil iletişim sistemleri, faks, uydu haberleşme sistemleri, internet ve telsiz haberleşme sistemleri incelenmiştir. Telsiz haberleşme sistemleri ayrıntılı olarak ele alınmış, telsiz nedir? nasıl kullanılır? telsiz elemanları, acil durum haberleşmesindeki yeri ve önemi açıklanmıştır. AFAD bünyesinde yürütülen projeler gösterilmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), Analitik Ağ Süreci (ANP), TOPSIS ve ELECTRE ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Çalışmanın dördüncü bölümünde, ilk olarak “Telsiz Haberleşmesi” ile ilgili, daha sonra da kullanılan çok ölçütlü karar verme teknikleri ile ilgili yapılmış çalışmalardan bahsedilmiştir.

Çalışmanın beşinci bölümünde, “El Telsizi Seçim Problemi” için uygulama yeri olarak bir ilin İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü tercih edilmiştir. Problemin tanımı yapılmış, alternatifler ve kriterler belirlenmiştir. El telsizi seçim problemi için Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), Analitik Ağ Süreci (ANP), TOPSIS, ELECTRE, AHS-TOPSIS, AHS-ELECTRE, ANP-TOPSIS VE ANP-

ELECTRE entegrasyonu olmak üzere 8 tane yöntem kullanılmıştır. Bütün sonuçlar birbirleriyle kıyaslanarak değerlendirme yapılmıştır.

Çalışmanın altıncı bölümünde sonuçlar ve öneriler kısmı yer almaktadır. Sonuç kısmında genel olarak yapılan çalışmanın amacı belirtilmiş kullanılan yöntemler ve edinilen sonuçlar açıklanmıştır. Ayrıca ileride yapılabilecek çalışmalar konusunda önerilerde bulunulmuştur.



2. HABERLEŞME VE HABERLEŞME SİSTEMLERİ

Ses, görüntü, video, veri gibi bilgilerin kablolu veya kablosuz olarak bir yerden bir yere yüksek verim ve kalitede, güvenli olarak iletilmesine haberleşme denir.

İnsanoğlu var olduğundan beri haberleşme ihtiyacı hissetmiştir. Geçmişten günümüze kadar haberleşme yapmak için pek çok yöntem kullanılmış ve bu süreçte çeşitli haberleşme sistemleri geliştirilmiştir. Günümüzün değişen ihtiyaçları baz alınarak geliştirilmeye de devam etmektedir.

2.1. Haberleşme Sistemlerinin Tarihsel Gelişimi

Haberleşme sistemleri değişen ve gelişen hayat şartlarına göre sürekli yenilenmiştir. Geçmişten günümüze gelen haberleşme sistemlerini altı gruba ayırabiliriz:

- Telefon
- Küresel Mobil İletişim Sistemleri
- Faks
- Uydu Haberleşme Sistemleri
- İnternet
- Telsiz Sistemleri

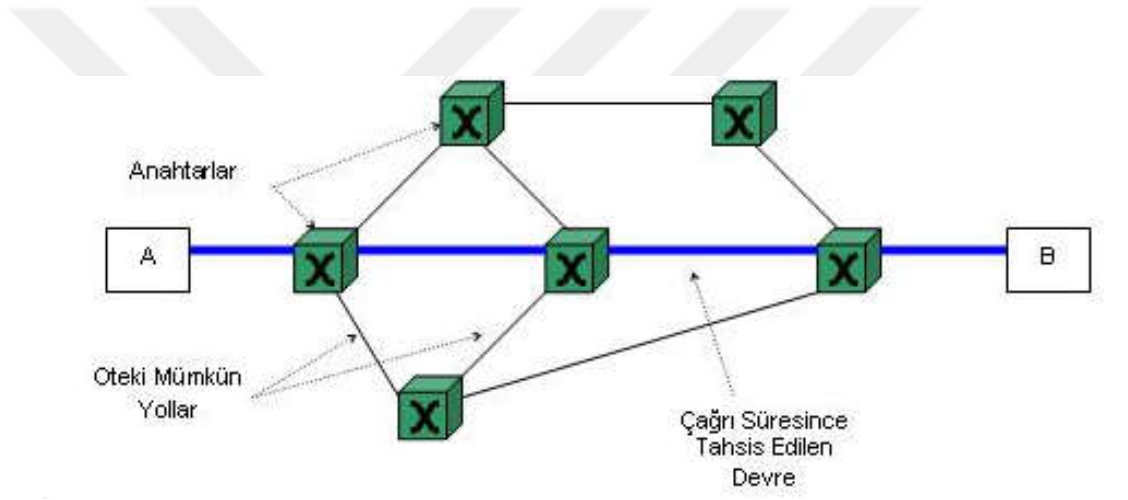
2.1.1. Telefon

Annesi işitme engelli olan Alexander Graham Bell ömrü boyunca işitme engellilerin hayatını kolaylaştıracak faaliyetlerde bulunmuştur. Graham Bell, elektrik mühendisi olan arkadaşı Thomas Watson ile birlikte Amerika'da "Radyofon" adını verdikleri ilk telefonu icat etmiştir. İlk telefon kablolar ile sesi iletebildiğinden her tarafı telefon direkleri ve kablolar sarmıştır. Böylece oluşan santral sorunu görevli memurlarıyla

giderilmeye çalışılmıştır. Santralsiz telefon dönemine ise Stowger adında bir cenaze malzemesi satışı yapan bir tüccar tarafından santralsiz telefonun icat edilmesiyle geçilir. İlk çıkan telefondan günümüze kadar gelişerek gelen telefon modelleri şu şekilde sıralanabilir: Ahizeli telefon, radyo dalgalı telefon, tuşlu telefon, cep telefonu, akıllı telefon.

2.1.2. Küresel Mobil İletişim Sistemleri (GSM)

Küresel mobil iletişim sistemleri veri bağlantısı Şekil 2.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Küresel Mobil İletişim Sistemleri Veri Bağlantısı

GSM (Global Systems for Mobile Communication), sayısal hücreli bir sistemden oluşan kablosuz bir iletişim ağıdır. Bu sistem radyo sinyallerine nazaran daha hızlı çalışır, daha geniş alanı kapsar ve fazla güç harcamayan cihazlar kullanarak çalışabilir.

2.1.3. Faks

Faks; orijinal evrak üzerindeki görüntü bilgilerini fotoelektriksel olarak dönüştürerek, sayısal bilgilere çeviren ve telefon hattı aracılığı ile gönderip alan cihaza verilen

isimdir. Faks cihazı 1943 yılında İskoçyalı Alexander Bain tarafından bulunmuştur. Zamanın ve hızın çok önemli olduğu günümüz dünyasında faks cihazı önemli bir yere sahiptir.

2.1.4. Uydu Haberleşme Sistemleri

Uydu ile haberleşme ünlü İngiliz bilim adamı ve bilim kurgu yazarı Arthur C. Clarke tarafından Mayıs 1945'te ortaya atılmıştır. Bu alandaki çalışmalar geliştirilerek 1957'de Sputnik uzaya gönderilen ilk uydu olmuştur. 1945 yılında "Wireless World" dergisinde yayınlanan bir makalesinde Arthur C. Clarke birçok yeni fikir ortaya atmış ve bu fikirler zamanla adım adım uygulamaya konulmuştur.

İlerleyen yıllarda sabit yörüngeli uydular; yeryüzünde karasal hatların gidemediği yerlerde, kıtalararası kablolu sistemlerin devamı niteliğinde ve televizyon/radyo yayıncılığı gibi sivil alanlarda kullanılırken askeri amaçlı da birçok yerde kullanılmıştır.

2.1.5. İnternet

1957 yılında SSCB tarafından dünyanın ilk yapay uydusu Sputnik'in uzaya fırlatılması teknolojik ve bilimsel anlamda öne geçmek isteyen ABD'yi harekete geçirmiştir. Amerikan üniversiteleri arasında daha hızlı ve kolay bilgi paylaşımı sağlamak için 1962'de bir grup bilgisayar bilimci tarafından Intergalactic Computer Network adlı bir proje hazırlanmıştır. Daha sonra bu proje geliştirilerek 1969 yılında ABD'nin en önemli üniversiteleri ARPANET adı verilen bir ağ yapısıyla birbirine bağlanmıştır. UNIX, C ve TCP/IP gibi birçok teknoloji ARPANET sayesinde geliştirilmiştir. Zamanla ARPANET bütün dünya tarafından kullanılan bir sistem olmuştur.

ARPANET, 28 Şubat 1990'da dönemin ABD hükümetinin kararıyla resmen kapatılarak yerini günümüz internetine bırakmıştır.

2.1.6. Telsiz ve Telsiz Haberleşmesi

Radyo ışınlarını ilk defa James Cemlerk Maxwell ortaya atmış ve 1888 yılında bir alıcı verici devresi yaparak, anten telleri üzerinden elektromanyetik dalgaların iletilmesini sağlamıştır. Daha sonra Heinrich Hertz deneysel olarak radyo ışınlarının varlığını kanıtlamıştır.

Telsiz haberleşmesi; elektromanyetik dalgalar yoluyla, resim, ses gibi verilerin bir yerden diğerine gönderilmesine denir. Telsiz haberleşme cihazlarını ve sistemlerini şu şekilde sınıflandırabiliriz:

Telsiz kullanım alanlarına göre; kara, hava, deniz olarak, kullanım şekillerine göre; el, araç, sabit telsiz cihazları, çalışma frekanslarına göre; HF, VHF, UHF olarak üçe ayrılır.

Kara, hava ve deniz telsiz cihazları kendi özel frekans bantlarında birbirleriyle ve ilgili birimleriyle görüşürler.

2.1.6.1. Telsiz Haberleşmesine Giriş

Telsiz haberleşmesi, sabit ve hareketli birimlerin birbirleriyle ve ana birim ile haberleşmesinde ciddi bir öneme sahiptir. Normal hayat koşullarında telefon, faks, internet gibi çeşitli araçlarla haberleşme sağlanmaktadır. Fakat savaş, terör saldırısı ve doğal afetler gibi olağanüstü koşullar oluşması durumunda kablolu haberleşme sistemleri arızalanmakta veya tamamen devre dışı kalmaktadır. Bu koşullarda telsiz haberleşmesi en iyi seçenek olmaktadır.

Bu kapsamda bütün illerde telsizle haberleşme sistemi yerleştirilerek 112 Hızır Acil ile İl Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezi, Kriz Merkezi, Jandarma Asayiş, Emniyet Müdürlüğünün Asayiş kısmı, İtfaiye, Şehir içi ve Şehirlerarası Bölge Trafik

Müdürlükleri ve İl Jandarma Komutanlığının haber merkezleri arasında telefona ihtiyaç duymadan koordinasyon kurulmuş ve yardımlaşma sağlanmıştır.

Bir arama ve kurtarma çalışması sırasında arazide çalışan bir ekibin merkezle irtibat kurup operasyonun gidişatı, izlenecek yolda yapılacak değişiklikler, kazazedenin durumu ve bulunduğu yer ile ilgili bilgi aktarımında kullanılacak en önemli araç telsizdir.

2.1.6.1.1. Organizasyon

Haberleşme altyapısının belirlenmesi sırasında belirli bir organizasyon ve sistematığın olması oldukça önemlidir. Ayrıca örgütlenmenin teşkilat yapısıyla uyumlu bir haberleşme altyapısı oluşturulmalıdır. Aksi halde karışıklık ve kargaşa oluşması kaçınılmazdır. Telsiz ile haberleşme altyapısı oluşturulurken telsiz çağrı işareti veya çağrı kodu sistematığı oluşturulur. Çağrı işareti, bir kişinin kimliği gibi işlev görür. Telsiz haberleşmesi yapacak kişinin, yalnız kendisinin kullanabileceği ve her çağrı sırasında kullanması zorunlu olan bir işarettir. Her kişiye veya birime yalnız kendisinin kullanacağı bir çağrı işareti verilir. Birden fazla çağrı işareti kullanılamaz.

Rakamlardan oluşan bir kodlama yerine, kolay, net anlaşılır ve kullanıcının görevini kısaca tanımlayacak ifadelerin seçilmesi uygulamada oldukça önemlidir. Ankara İtfaiye Teşkilatı için örnek verecek olursak; ilin ana komuta merkezi "İtfaiye Komuta", sabit birimler buldukları "ilçe adı merkez" (örneğin Keçiören Merkez), araçlar ise araç türüne göre (örneğin Keçiören 34 = Su tankı) çağrı kodları alırlar.

2.1.6.1.2. Haberleşme Düzeni

Tüm birimlerin ve/veya telsiz operatörlerinin katılımından ve operatörlerin sıralı anonsundan oluşan telsiz haberleşme ağına çevrim denir. Olağan dışı durumlarda birbirleri ile olan iletişimi sağlamaları koşuluyla alt çevrimler oluşturulabilir. Her

çevrimin bir lideri vardır. Çevrim lideri, örgütlenmenin en üst seviyesindeki idari kişi adına hareket ettiğinden çevrim liderinin talimatlarına bütün birimlerin uyması gerekir.

Telsiz haberleşmesinde tüm birim ve operatörler, haberleşmeyle ilgili kurallara uymak zorundadır. Telsiz haberleşmesini araç trafiğine benzetirsek; trafik kurallarına uymayan araçlar trafik düzenini bozacakları gibi aynı zamanda kazalara da yol açabilirler. Aynı şekilde haberleşme kurallarına uymayan istasyonlar da kendi mesajlarını gönderemeyecekleri gibi başkalarının haberleşmesine de engel olacaklardır. Bu kuralları şu şekilde sıralayabiliriz:

- Her birim ve operatör telsiz kullanmasını bilmeli ve ortaya çıkabilecek sorunlara müdahale edebilmelidir. Telsiz kullanımını iyi bilmek telsiz haberleşme yükünü azaltacağı gibi gereksiz işlemleri de ortadan kaldıracaktır.
- Haberleşmede kargaşa yaşanmaması için her birim ve operatör çevrim liderinin talimatlarına uymalıdır. Örneğin, çevrim lideri “istasyonlar dinlemede kalın” şeklinde bir anons yaptığında, merkezin öncelik verdiği istasyon konuşmalı diğerleri dinlemede kalmalıdır.
- Yoğun durumlarda haberleşme önceliğinin belirlenmesi ve haberleşme sırasının buna göre düzenlenmesi gerekir. Verilecek mesajlarda “ivedi” olanlar birinci, “öncelikli” olanlar ikinci, “rutin” olanlar üçüncü ve “idari” içerikli olanlar dördüncü sırada iletilmelidir. Örneğin, hasta bilgisi almaya çalışan ambulans protokol bilgisi alan başka bir noktaya göre önceliklidir.

2.1.6.1.3. Cihaz Koruma Yükümlülüğü

Telsiz cihazları pahalı cihazlar olduklarından dolayı oluşacak arızalara, çalınma ve kaybolma olaylarına karşı dikkatli olunması gerekir. Telsiz cihazlarının korunması kişiye veya örgütlenmeye mali yönden sorumluluklar yüklediği gibi bundan daha önemlisi 2813 sayılı Telsiz kanununun yüklediği sorumluluklar vardır. Telsiz kanununa göre, kaybedilmeleri durumunda önemli yaptırımlar söz konusu olabilmektedir. Kurumlarda zimmet karşılığında verilmekte ve onun dışında cihazlar

kilit altında tutulmaktadır. Telsiz zimmeti bulunanların cihazları dikkatli kullanmaları ve korumaları kanuni bir yükümlülüktür. Örneğin; kapalı durumda iken suya düşürülen bir el telsizi hiçbir şekilde çalıştırılmamalı, aküsü çıkartılıp bir yetkili servise gösterilmelidir.

2.1.6.1.4. Frekansların Mantığı ve Farkları

Telsiz frekansları iki farklı çalışma prensibine dayanır. Bu prensipleri şu şekilde açıklayabiliriz:

- İki telsiz doğrudan aynı frekans üzerinden görüşüyorsa buna simpleks (yakın kanal görüşme) denir. Simpleks görüşmede cihazların menzili önem taşır. Menzil bulunulan konumla doğru orantılı olarak değişir ve ufuk mesafesi ile sınırlıdır. Bu durumda yüksek yerler ve açık alanlar daha iyi menzil mesafesine sahiptir. Telsizler en uzak, araç telsizleri orta ve el telsizleri en kısa menzile sahip cihazlardır.
- İkinci çeşit telsiz haberleşmesi ise röle denilen aktarma istasyonları aracılığıyla yapılır. Röle istasyonları yüksek tepelere yerleştirildiğinden dolayı el telsizleri ile daha uzun mesafede görüşme yapabilmek mümkündür.

2.1.6.1.5. Prensip Açısından

Röle istasyonu, belirli bir frekanstan gelen sinyali alarak daha güçlü olarak başka bir frekanstan yayınlar.

Büyük şehirlerde aynı kanalda çalışan en fazla 8 tane röle “link” ler aracılığıyla birbirleriyle haberleşebilmektedir. Geniş alan röle adı verilen bu uygulama ile ölü noktalar minimum düzeye indirilmektedir. Yoğun haberleşme trafiği olması durumunda, röle üzerindeki istasyon sayısı fazla olduğu için direkt haberleşmede kullanılmamalıdır. Doğrudan haberleşme için simpleks frekanslar kullanılmalıdır.

Örneğin hastayı hastane binasına sokan ambulans personelinin ambulans şoförü ile haberleşmesi sırasında yakın kanal görüşmesi tercih edilmelidir. Yakın kanal görüşmeleri bittikten sonra cihazın röle kanalına alınması merkezden gelen çağrılarının alınmasını sağlar.

Her kuruluşa kendi görev alanını ilgilendiren, özel ve başkası tarafından kullanılmayan frekans yani kanal tahsis edilir. Örneğin; Kırıkkale 112 acil ile Konya 112 acilin frekansları farklıdır. Böylece birbirlerinin frekanslarını dinlememiş olurlar.

2.1.6.1.6. Frekans Cinsi Açısından

Telsiz haberleşmesinde kullanılan frekans bantları şu şeklide sıralanabilir:

- HF (High Frequency yani Yüksek Frekans): Uzun mesafe görüşmelerde kullanılır.
- VHF (Very High Frequency yani Çok Yüksek Frekans): Orta ve kısa mesafe haberleşmede kullanılır.
- UHF (Ultra High Frequency yani Aşırı Yüksek Frekans): Tesir mesafesi daha kısadır. Ancak bina vb. engellerin bulunduğu yerlerde daha etkili bir haberleşme sağlar.

2.1.6.1.7. Frekans Aralığı Açısından

Frekansların kullanım amaçları, uluslararası anlaşmalarla ve her ülkenin kendi kanunlarıyla belirlemiş olduğu kuruluş (Türkiye'de Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu) tarafından belirlenir. Frekans aralıkları üç grupta sınıflandırılabilir:

- Profesyonel frekanslar: Askeri haberleşmeler ile deniz ve hava haberleşmelerinde kullanılır.

- Amatör frekanslar: Özel bir sınava girip amatör telsizcilik belgesi alınarak bu frekanslar kullanılabilir.
- Kamu/Özel Sektör tahsisli frekanslar: Sadece tahsis edilen yerin elemanları kullanabilir.

2.1.6.1.8. Cihazların Kullanımı

- Telsiz haberleşmesi yapan kişi kullandığı cihazı iyi tanımalı ve teknik özelliklerini bilmelidir.
- Cihazın hiçbir aksamı zorlanarak takılıp çıkarılmamalıdır.
- Telsiz cihazlarının sıvılarla temasından kaçınılmalıdır.
- Cihazlar, kir ve tozdan uzak tutulmalıdır.
- Cihazlar darbelerden korunmalıdır.
- Telsizler antensiz kullanılmamalıdır ve antenden tutarak taşınmamalıdır.

2.1.6.1.9. Ses Ayarı

Cihazların üzerinde sesi ayarlamak için “volume” yazan bir açma kapama düğmesi bulunur. Bu düğme açma-kapama yeriyle aynı olabilir. Cihazın sesi duyulabilecek minimum seviyede olmalıdır.

2.1.6.1.10. Frekans Ayarı

Profesyonel cihazlarda frekanslar önceden programlanmış olduğu için istenilen frekansı seçmek için üzerinde "kanal", "channel" ya da "ch" yazan tuşlar kullanılır. Çevirmeli düğme yani "yukarı/aşağı ok işaretli düğme" veya cihazlarda içinde kırmızı kare olan "basma tipi" düğme kullanılarak kanal değiştirilebilir. Üzerinde rakam yazılı olan tuşlara basılarak da kanal seçilebilir.

2.1.6.1.11. Güç Ayarı

Telsiz cihazlarında bir güç ayar düğmesi bulunur. Telsiz haberleşmesinde gereksiz yere yüksek güç ("High") kullanılması diğer cihazlar üzerinde enterferans (bozuk sinyal) oluşturacağından ve bataryayı çabuk bitireceğinden mümkün olan en düşük güçle ("Low" konumu) çıkış yapılmalıdır.

2.1.6.1.12. Mandal

Telsiz haberleşmesi sırasında operatörler sırayla konuşabilir. Bir taraf konuşurken diğeri dinleme konumunda kalmalıdır. Mesaj gönderileceği zaman mandal basılı tutularak konuşulur ve dinleme konumuna geçildiğinde mandal bırakılır. Mandalın üzerinde Press to Talk (PTT) yani Bas-Konuş yazar.

Konuşmaya başlamadan önce mandala basılı tutularak üç saniye süreyle beklenmelidir. Otomatik kimlik tanıtımı ilk sözlerinizi bastıracağından konuşmanın ilk kelimeleri karşı tarafa iletilmeyecek ve karışıklık yaşanacaktır.

Yayın süresi sınırlama seçeneği bulunan telsizlerde, cihaz bir dakikadan fazla konuşmaya müsaade etmez ve konuşmayı kesmeden önce sesli uyarı verir.

Röle üzerinden haberleşme sağlamak için rölenin açık olup olmadığı kontrol edilerek mandala bir süre basılır ve çekilir. Eğer "bip", "pıh" türünde ses çıkıyorsa haberleşme sağlanabilir.

2.1.6.1.13. Işıklı ve Sesli Göstergeler

Birçok telsizin üzerinde biri kırmızı diğeri sarı veya yeşil olmak üzere ışıklı göstergeler vardır. Kırmızı olan göstergenin ışığı yanıyorsa operatörün kendisinin o anda mesaj gönderiyor olduğunu gösterir yani mandal basılı durumdadır, ama sarı veya yeşil

gösterge yanıyor, karşı operatörün mesaj gönderdiği ve dinleme konumunda kalınması gerektiği anlaşılır. Bazı cihazlar otomatik olarak kanal meşgul uyarısı vererek, cihazın mesaj göndermesine engel olur.

Sarı veya yeşil ışık yandığı halde hiç ses gelmiyorsa ilk olarak ses ayarı kontrol edilmeli, sonra antenle ilgili bir sorun olup olmadığına bakılmalı, son olarak da susturma seçeneğinin aktif olup olmadığına bakılır. Hiçbir şekilde sonuç alınamıyorsa ton susturma seçeneği (squelch) kontrol edilir. Açık durumda ise Monitör/Reset tuşuna bir kez basılarak kapatılır.

El telsizlerinde en sık rastlanan uyarı "batarya zayıf" şeklindedir. Hem cihazların sağ üst köşesinde uyarı sembolü görünür hem de cihaz sesli uyarı verir. Cihaz şarj cihazına takılarak bu sorun çözülür.

Dinleme ve/veya gönderme anında cihaz sürekli sesli uyarı veriyor veya karşı taraftan hiçbir ses duyulmuyorsa cihaz yetkili servise götürülmelidir. El telsizi ve üzerindeki elemanlar **Şekil 2.2.**'de gösterilmiştir.

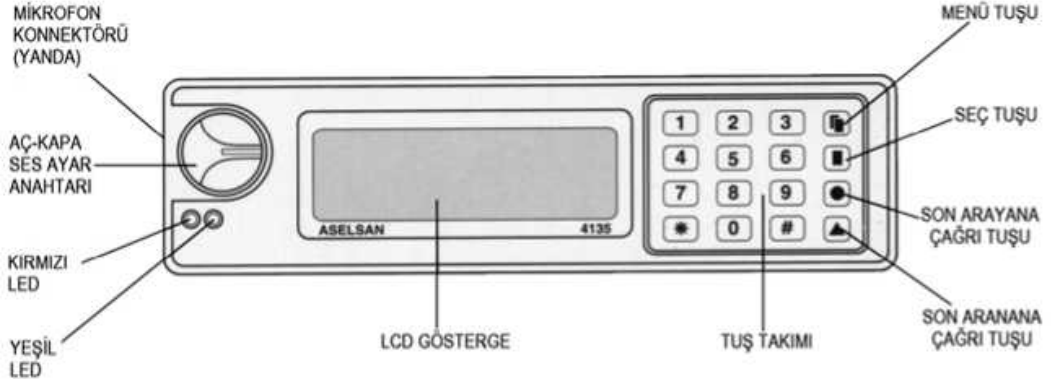


Şekil 2.2. El Telsizi

2.1.6.1.14. Susturma (Squelch) Ayarı

Telsiz cihazlarında susturma (squelch) düğmesinin ayarı yükseltince cihaz hassasiyeti azalır yani duyması zayıflar, ayar düşürülünce de cihaz hassasiyeti artırılır yani duyması güçlenir.

Sabit telsiz örneği ve üzerindeki elemanlar Şekil 2.3.'te gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Sabit Telsiz

2.1.6.1.15. Mikrofon ve Kulaklık

Operatörler tarafından, cihazlar üzerinde işlevsel olarak ya da batarya ömrünü etkilemesinden dolayı harici mikrofon ve kulaklık kullanılabilir.

Cihaz mikrofonunun dahili veya harici olması durumunda konuşma mesafesi ağızdan 5-10 santim uzakta olmalıdır. Bu şekilde mikrofon, sesi daha verimli bir şekilde alacaktır. Mikrofonu çok yakın veya bağırarak konuşmak karşı operatöre mesajın bozuk bir şekilde gitmesine neden olacak ve mesaj anlaşılır olmayacaktır.

Çok rüzgârlı ortamlarda el telsiziyle haberleşme yapmak isteyen bir kişi rüzgarı önüne alarak karşı istasyona rüzgar sesinin gitmesini önleyecektir. Böylece konuşma anlaşılır hale gelecektir.

2.1.6.1.16. Batarya veya Akü

Genel olarak tam dolu şarjı olan bir cihazla 1 ile 1,5 saat haberleşme mümkün olmasına rağmen birçok bataryanın şarjı 12-16 saat sürmektedir. Operatöre ve operatörün cihazı kullanım şekline bağlı olarak batarya verimi artmaktadır.

Telsizler sadece açık durumdayken minimum düzeyde enerji tüketirken, belli bir frekansta konuşulmaya başlandığında bunun 6 katı, gönderme yapıldığında ise bunun 50 katı şarj tüketir. Batarya ömrünü uzatmak için yapılması gerekenler şöyle sıralanabilir:

- Cihazın ses ayarı kişinin duyabildiği minimum düzeyde tutulmalıdır.
- Cihazın gönderme güç ayarı mümkün olduğunca yükseltilmemelidir. Yüksek güç ayarı bataryanın daha çabuk bitmesine sebep olur. Bunun yerine yüksek bir yere çıkarak haberleşmeye devam etmek daha rahat bir iletişim sağlar.
- Cihazı ve bataryasını soğuktan korumak gerekir. Örneğin, telsizi giysinin altında tutarak harici mikrofon aracılığıyla iletişim kurmak iyi bir yoldur.
- Gereklili olmayan konuşmalardan kaçınılmalıdır. Bu durum hem kişinin kendi bataryasının hem de karşı tarafın bataryasının azalmasına neden olur.
- Ortamda sinyalin çok düşük olduğu veya bataryanın bitme durumunda olduğu anlarda “mandallama yapmak” yani mandala basıp bırakmak haberleşmenin başka bir yoludur. Mandallama yapıldığında ortaya çıkan sinyal ("pıh" sesi) karşı operatöre iletilir. Örneğin bir telsiz haberleşmesi esnasında, bir tarafın "Bataryanız mı bitti?" şeklinde sorduğu soruya öbür taraf evet anlamında bir kez mandallayarak veya hayır anlamında iki kez mandallayarak cevap verebilir.
- El cihazlarında batarya şarj edildikten sonra veya cihazın üzerindeki yeşil ışık yandıktan sonra cihazın şarj aleti çıkarılmalı ve cihaz “batarya bitti” uyarısı vermeden önce şarj cihazına bağlanmamalıdır.

Afet ve acil durum haberleşmesinde ekipten birinin bataryası bitmişse ve başka şekilde diğerleriyle iletişim kuramıyorsa o kişinin en yakın ekibe ulaşması veya ana kampa dönmesi gerekir. Uzun sürecek arazi operasyonlarında operatörlerin yanına yedek batarya istemesi gerekir.

Bataryası tam boşalmadan şarj edilen cihazlarda "hafıza oluşumu" veya "bellek etkisi" adı verilen bir olay gerçekleşir. Bellek etkisi gösteren aküler, şarj edilmeye başladıkları noktayı “sıfır noktası” kabul eder ve böylece başlangıçta 24 saat pil ömrü olan aküler

çok daha kısa süre gitmeye başlar. En sonunda da akü kullanılamaz hale gelir. El telsizlerinde iki tür akü bulunur:

- NiCd tipi aküler: Bellek etkisi belirgin şekilde görülür.
- NiMH tipi aküler: Bellek etkisi belirgin şekilde görülmemekle beraber mevcuttur.
- Li-Ion tipi aküler: Bellek etkisi görülmez. Ara şarj yapılabilir.

Ambalajından çıkmış ve hiç şarj edilmemiş bir akü şarj cihazına takıldıktan sonra yeşil ışık yanar yanmaz şarjdan çekilmemelidir. Cihaz bir seferliğine mahsus tüm kapasitesini kullanabilmek için 15 saat şarjda bırakılmalıdır.

Araçlar uzun süre park halinde bırakıldığında veya görev bitimi sonrasında araç telsizleri kapatılmalıdır. Böylece, cihazlar açık iken araçtan akım çeker ve aracın aküsünün bitmesine neden olur.

2.1.6.1.17. Anten

Anten, telsizin en önemli parçalarından biridir. Operatörün kullandığı frekansa göre antenler farklılık gösterir. Bir cihaza anten takmadan çalıştırmak veya uygun olmayan bir antenin takılması cihazı yakabilir. Bir telsiz cihazını anteninden tutarak kaldırmaya çalışmak bağlantının hasar görmesine ya da kopmasına neden olabilir.

Herhangi bir görev için merkezden ya da ana-kamptan ayrılmadan önce haberleşmenin düzgün bir şekilde yürütülebilmesi için cihazların genel kontrolleri yapılmalı ve anten bağlantıları kontrol edilmelidir. Araç telsizleri büküldüğünde veya kırıldığında telsiz teknisyenine baktırılmalıdır.

Arazi çalışmaları esnasında röle üzerinden haberleşme yapılamayacağı yani yakın kanal haberleşmesi sağlanacağından yukarıdaki kontrollerin yapılması büyük önem taşımaktadır.

2.1.6.1.18. Ton Kavramı

Telsiz frekansları Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK) tarafından belirlenir. Bir kuruma ait telsiz cihazları (arıza veya uygun standartlarda üretilmeme) sebeplerinden dolayı bulunduğu frekansın dışındaki frekansları duyabilir veya o frekansta yapılan görüşmeyi bozabilir. Buna frekansın sarkması yani “enterferans” denir. Enterferansları önlemek için ton gönderme denilen bir sistemden yararlanır. Bu sistemde gönderme yapan cihaz insan kulağının duymadığı seviyede bir sinyal gönderir ve karşı taraftaki cihaz sinyali aldığı anda sistemi çalıştırır. Sinyali almazsa frekanstaki diğer sinyalleri duymazdan gelir ve haberleşme düzgün bir şekilde devam eder. Ton gönderme sistemi aynı kurumun farklı birimlerinde de kullanılır. Örneğin, 112 acil için ülkemiz genelinde BTK’ nın tahsis ettiği 5 ayrı frekans olduğundan, farklı yerleşimdeki birimlere farklı tonlar atanarak bu sorun çözülmüştür.

Profesyonel telsiz cihazlarında ton atama işlemleri haberleşme birimi veya yetkili teknik servis tarafından yapılmalıdır.

2.1.6.1.19. Continuous Tone Coded Squelch System (CTCSS)

Sürekli Tonla Kodlanmış Susturma Sistemi (CTCSS), ton sistemine benzer bir mantıkla çalışır. Bu sistem karşıdaki operatörün cihazına insan kulağının duymayacağı seviyede bir sefer için değil, sürekli olarak ton gönderir. Ton gönderen operatörün cihazı da aynı tonu ve frekansı kullanacak şekilde programlanmışsa iki operatör yalnız birbirlerini duyar ve enterferans oluşumu önlenmiş olur.

CTCSS sistemi, maliyetinin düşük olması ve ehliyet ile ruhsat gerektirmediği için sivil toplum örgütleri ile PMR telsiz veya özel tahsisleri yapılmış frekansları kullanan bazı özel güvenlik şirketleri tarafından tercih edilir.

CTCSS’ in profesyonel sistemlerde kullanılmamasının iki sebebi vardır:

- Bu sistem simpleks (yakın kanal) görüşmeleri için tasarlanmıştır. Röle üzerinden yapılan görüşmelerde bu sistemin kullanılması durumunda röleyi sadece bir cihaz kullanabilir. Aynı frekanstaki diğer cihazlar haberleşme sinyallerini duyamazlar. Böyle bir durumda susturma özelliği devre dışı kaldığında kanaldaki bütün sinyaller hışırtıyla beraber duyulur.
- PMR telsizlerin yayın menzili kısa ve batarya ömrü düşüktür.

2.1.6.1.20. Konum Seçme

Telsiz haberleşmesi radyo dalgaları ile sağlanır. Bu dalgalar atmosfer tabakaları ile eğilebildiği ve katı yüzeylerden yansıyabildiği için görüşme yapılabilecek en iyi yer engellerin olmadığı yüksek mevkiilerdir. Operatör çukur bir yerde veya arada tepe vb. yükseltiler varsa haberleşme yapılamayabilir.

Operatör bulunduğu yerde haberleşme sağlayamıyorsa yüksek bir yere çıkmalı ya da yer değiştirmelidir. Cihazın gücünü artırmak, kişinin duyulabilirliğini artırır ancak karşıdan gelen sinyalin gücünü etkilemez.

Radyo veya televizyon verici istasyonları, yüksek gerilim hatlarının yakını ve metal yapıların kafes şeklinde olanlarının (alüminyum veya metal kaplamalı AVM'ler) içindeyken sağlıklı haberleşme yapmak mümkün olmaz.

İnsan vücudu radyo dalgalarına karşı perdeleme etkisi oluşturduğundan, el telsizlerini göğüs hizasında taşımak karşı taraftan gelen sesin daha iyi anlaşılmasına sebep olacaktır. Telsizin sesi fazla açılmadığından dolayı da batarya ömrü uzayacaktır. Radyo frekans dalgaları insan sağlığına zarar verebileceğinden baş kısmından olabildiğince uzak tutulmalıdır.

Araç telsizlerinde de diğer telsizler için söylenenler geçerlidir. Araçlar haberleşmenin en iyi sağlandığı yerde konumlandırılmalıdır.

2.1.6.2. Telsiz Haberleşmesi

Bu bölümde telsiz haberleşmesinin hangi şartlarda ve nasıl yapılması gerektiği üzerinde durulmuştur.

2.1.6.2.1. Çağrı Şekli

Telsizle gönderme yapılırken önce iki kere karşı istasyonun çağrı işareti sonra kendi istasyonunuzun çağrı işareti söylenir. Karşı istasyon da aynı yöntemi kullanır. Örneğin; "TA2OC TA2OC TA2IDE" şeklindeki bir çağrıya "TA2IDE TA2OC TA2OC" veya "TA2IDE TA2IDE, dinliyorum" şeklinde cevap verilir.

Ambulans veya itfaiye gibi profesyonel kuruluşlarda önce kendi çağrı işaretiniz sonra karşı tarafın işareti kullanılır. Örneğin "Keçiören 32 Keçiören 32 Sağlık Merkez". Burada çağrı yapan "Keçiören 32", çağrılan ise "Sağlık Merkez" dir. Mesaj iletildikten sonra, mesajın bittiğini gösteren "tamam" ifadesi kullanılır. Haberleşme bitince, göndermenin sonunda "bitti" denilir.

2.1.6.2.2. Mesaj İçeriği

Gönderilecek mesaj açık, kısa ve öz olmalıdır. Karşı operatör mesajın tekrar edilmesini istemediği sürece tekrardan ve kişisel yorumlardan kaçınılmalıdır.

Haberleşme sırasında acil bir olay meydana geldiğinde kişinin sakinliğini koruyarak gerekli bilgileri karşı tarafa iletmesi çok önemlidir. Bu durum mesajın hızlıca iletilmesini sağlayarak zaman kaybını önler.

Gereksiz tekrarların yapıldığı verimsiz bir haberleşmede bataryanın şarjı çabuk biteceğinden bu durum telsizin kullanılamamasına neden olacaktır.

Görev esnasında merkez birimden bir çağrı alındığında, konuşmaya başlamadan önce ilk olarak bulunulan konumun açık ve net bir şekilde belirtilmesi gerekir. Örneğin; “Keçiören 32 Çevre yolu gişelerde dinlemede” gibi. Merkez operatörü çağırdığı zaman, operatörün yakınında kağıt kalem bulundurarak verilen adresi veya diğer bilgileri yazması verimsiz haberleşmeyi önleyecektir.

Mesajı alan tarafın mesajı net ve anlaşılır şekilde aldığını “alındı, tamam”, “anlaşıldı, tamam” gibi ifadelerle belirtmesi gerekir. Çünkü belirtilmemesi yanlış anlaşılmalara sebebiyet vereceği gibi bir afet anında zaman ve can kaybını artırır.

2.1.6.2.3. Başkalarının Dinleme İhtimali

Bir telsiz cihazıyla aynı frekansta görüşme yapan herkes birbirini duyabilir. Bu nedenle siyasi, ticari konuların ve kişilerin özel meselelerinin görüşülmesi, nezaket ve ahlak kuralları dışında ifadeler kullanılması doğru değildir. Disiplin suçudur.

2.1.6.2.4. Mandal Boşluğu

Görev esnasında yapılan telsiz haberleşmesinde, operasyon ile doğrudan ilişkili olmayan konularda kullanılmamalıdır. Adres tarifi vb. uzun sürecek konuşmalar için haberleşme birimi veya acil durum yöneticisi tarafından verilen başka bir frekans kullanılmalıdır.

Operasyonla ilgili yapılması zorunlu olan konuşmalarda mandal boşluğu bırakılmamalıdır. Mandal boşluğu; uzun konuşmalarda mandalı birkaç saniye süreyle basılı tutmamaktır. Bu uygulama acil durum mesajı iletmek isteyen kişiler için frekansta boşluk oluşturur. Böylece acil durum mesajı iletecek kişi “emergency, break” veya “acil durum” ifadelerini kullanarak izin istenir. Frekansta sessizlik oluşturulmalıdır. Daha sonra kişi kimliğini belirterek mesajını iletir.

2.1.6.2.5. Kodlama Tablosu

Telsiz haberleşmesinde kişi adlarının veya adreslerin iletilmesinde bazı kelimelerin harf harf kodlanması gerekebilir. Bunun için uluslararası kullanılan fonetik alfabe kullanılır. Fonetik alfabenin ezbere bilinmesi telsiz haberleşmesi yapan kişi için büyük bir rahatlıktır. Bu alfabeyi kullanamayanlar için Türkiye'deki il adlarının baş harfleri ile kodlama yapılması yaygındır.

2.1.6.3. Afet ve Acil Durum Haberleşmesi

Bu bölümde afet ve acil durumlarda yapılacak haberleşme ile ilgili bazı temel kavramlar açıklanmış ve yapılması gerekenler belirtilmiştir.

2.1.6.3.1. Frekans Yönetimi

Sağlıklı bir haberleşmenin yürütülebilmesi için tüm operatörlerin merkez birimin emir ve talimatlarına uyması zorunludur.

2.1.6.3.2. Frekansa "Sadakat"

Telsiz operatörleri, gelen mesajları alabilmek için cihazlarını sürekli açık tutmalıdır. Herhangi bir sebeple cihazın sesini kısmak veya cihazı kapatmak vb. operatörün gelen çağrılarını ve mesajlarını düzgün olarak almasını engelleyeceğinden bu durum diğer ekiplerin zaman kaybetmesine ve hayati tehlike geçirmesine sebep olabilir.

Bazen operatörler haberleşme birimi veya acil durum yöneticisi tarafından belirlenen frekansın dışında başka frekanslarda dolaşabilirler. Böyle bir durumda kendilerine yapılan çağrılarını duyamadıkları ve cevap veremedikleri için karşı tarafta bir kaza ile

karşılaştıkları çağrışımını uyandırabilirler. Bu da diğer ekiplerin onları aramalarına ve zaman kaybına yol açar.

Operatörün kendisine bildirilen frekansa sadık kalması çok önemlidir. Frekanstan zorunlu bir nedenden dolayı ayrılması gerekirse, bunu merkez birime bildirmeli ve aynı şekilde o frekansa geri döndüğünü de haber vermelidir.

2.1.6.3.3. Anlaşılır Olmak

Telsiz haberleşmesinde özellikle de afet ve acil durum haberleşmesinde parazit oluşması ihtimali yüksek olduğundan mesajı tane tane ve düzgün ifadeler kullanarak iletmek oldukça önemlidir. Yavaş ve anlaşılır konuşmak mesajın karşı tarafa düzgün iletilmesini sağlar ve mesajı not almayı kolaylaştırır. Mesajın net anlaşılmamasını ciddi sonuçları olabilir.

Amatör telsiz haberleşmesinde sık kullanılan Q kodları, özel jargon veya şifreli ifadelerden görevli operatörler özellikle kaçınmalıdır. Amatör telsizcilikte şifre kullanımı yasaktır. Ancak kurumsal kullanıcılar için istisnaları vardır.

2.1.6.3.4. Doğru ve Eksiksiz Bilgi

Telsiz haberleşmesinde 5N+1K (ne, nerede, ne zaman, nasıl, ne kadar, kim) kuralının eksiksiz uygulanması önemlidir. Özellikle vatandaş tarafından gelen bir ihbarla göreve giden ekibin yaşadığı sorunlardan bir tanesi; panik halinde olan vatandaşın olay mahallini eksik veya yanlış belirtmesinden kaynaklı olay yerine geç gidilmesidir.

Daha da önemlisi olay yerine olabildiğince hızlı bir şekilde ulaşması gereken ambulans, itfaiye vb. araçların da kaza yapma riski bulunduğundan haberleşme için standart bir yol tarif yöntemi belirlenmesinin önemi büyüktür. Trafik Denetleme Şube Müdürlüğü'nün İstanbul'da yol tarifi için uyguladığı yöntemde, İstanbul içinde gidiş

yönü Edirne ise gidilen yön kuzey, gidiş yönü İzmit ise gidilen yön güney olmaktadır. İkinci yol tarif yöntemi, Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından otoyol köprüleri üzerinde bulunan numaralarla oluşturulmuştur. Diğer kurumların da buna benzer yöntemler kullanması haberleşmeyi kolaylaştıracaktır.

Bir afet veya acil durum süresince ve daha sonrasında telsiz haberleşme kurallarına uyulmaması nedeniyle frekanslarda pek çok asılsız bilgi aktarılmaktadır. Kaynaklarına resmen doğrulanmayan bilgiler afet ve acil durum halinde sınırların gereksiz yere gerilmesine neden olur. Asılsız iddia ortaya atmak suçtur.

2.1.6.3.5. Mesaj Aktarma

Operatör başkasının mesajını iletmek durumunda kaldığında, mesajı olduğu gibi üzerinde ekleme veya eksiltme yapmadan, abartılı ifadeler kullanmadan iletmelidir. Mesajların eksiksiz ve düzgün iletilmesi hayati önem taşır. Operatörün görevi mesajı yorumlamak, içeriğini oluşturmak veya hakkında karar vermek değil olduğu gibi aktarmaktır.

2.1.6.3.6. Resmi Mesajlar

Resmi içerikli mesaj ve duyurular doğrulatıldıktan sonra 5N+1K kuralına uygun bir şekilde yazılı olarak kayda geçirilmelidir.

2.1.6.3.7. Şifreli Haberleşme

Afet ve acil durum haberleşmesi yapıldığı esnada bazı yetkisiz kişiler (basın) dinleme yapabilmektedir. Bu durumda haberleşme birimi yetkililerinin bilgisi dâhilinde şifreli haberleşme yapılabilir. Örneğin, meydana gelen bir kaza olayında ölü veya yaralı olması durumunda olayın basına yansımalarını önlemek için bu yola başvurulabilir.

2.1.6.3.8. Kulaklık Kullanımı

Telsiz cihazının ses seviyesi kişinin kendi duyacağı seviyede olmalıdır. Örneğin bir kampta aynı frekansı kullanan birkaç cihazın ses seviyesi acil durum yöneticisinin dikkatini dağıtabilir.

Görevde iken sesi yüksek olan cihazdan iletilen operasyon ayrıntılarını, basın mensupları veya kazaya uğramış kişilerin yakınları duyabilir ve bu durum heyecana sebep olabilir. Gerekli bilgi gerekli yerlere acil durum yöneticisi tarafından verilmelidir. Bu nedenlerden dolayı telsiz operatörünün dinleme yaparken kulaklık kullanması iyi bir çözümdür.

2.1.6.3.9. Sıkça Rastlanan Sorunlar ve Çözüm Yolları

Düzgün ve verimli bir haberleşme sağlamak için şu şartların sağlanmış olması gerekir:

- Bulunulan mevkiinin haberleşme için uygun olup olmadığına bakılmalı gerekirse yer değiştirilmelidir.
- Merkezden veya ana kamptan ayrılmadan önce cihazın çalışıp çalışmadığı ve bağlantıları kontrol edilmelidir.
- Cihazın ses seviyesi istenilen şekilde ayarlanmış olmalıdır.
- Cihazın bataryasının dolu olduğundan emin olunmalıdır.
- Cihazın istenilen kanal ya da frekansta çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir. Röle frekansı ile yakın kanal frekansı aynı olduğunda, merkez birimin haberleşmesi duyuluyorsa aynı frekanstaki başka ve yanlış bir kanalda bulunulduğu düşünülebilir. Böyle bir durumda röle kanalına dönülmelidir. Aynı şekilde arazide görevli ekipler yakın kanal görüşmesi yapmak istedikleri halde cihaz röle kanalına ayarlı bulunabilir.
- Arazide çalışan ekipler, ufuk mesafesi ile sınırlı olarak görüşülen yakın kanal haberleşmesi yapabileceğinden ana kampla olan iletişimin devam etmesi için

ana kampın menzil mesafesinde kalıp kalmadığını kontrol etmelidir. Çünkü arazide menzil mesafesi 1-2 kilometreye kadar iner.

- Çağrı yapılan istasyon ya da röle uzak mesafede bulunuyorsa haberleşme güçlüğü yaşanabilir. Böyle bir durumda cihazın gücü artırılabilir.
- Ekipler bir görev esnasında anons veya siren mikrofonu ile telsiz mikrofonunu karıştırabilmektedir. Doğru mikrofonun kullanıldığından emin olunmalıdır.
- Merkezdeki/ana kamptaki istasyonun gelen mesajlara cevap verebilecek durumda olması gerekir.
- Araçlarda bulunan telsiz mikrofonu konuşma bitiminde askısına asılmalı veya uygun bir yere konulmalıdır. Aksi durumda mikrofon bir yere temas ederek sinyal yollayabilir ve haberleşmenin aksamasına neden olabilir.
- Herhangi bir problem olmadığı halde belirlenen frekansta gönderme yapamayan operatör başka frekansları deneyebilir.

2.1.6.3.10. HF (Kısa Dalga) Haberleşmesi

HF (Kısa Dalga) haberleşmesi, modülasyon tekniği, dalganın seyahat yolu ve kullanılan antenler bakımından diğer bantlardan ayrılır.

2.1.6.3.11. FM ve SSB Modülasyon

Bantlarda kullanılan modülasyon teknikleri ikiye ayrılmaktadır:

FM Modülasyon Tekniği: VHF veya UHF bantlarında yapılan görüşmeler FM modülasyon tekniği ile yapılır. Günlük hayatta kullanılan ve oldukça rahat duyulan bir ses sinyali üretir. FM ses sinyalleri uzun mesafeye ulaştırmak için çok güçlü vericilere ihtiyaç duyar.

SSB Modülasyon Tekniği: HF bantlarında yapılan görüşmeler SSB modülasyon tekniği ile yapılır. Oldukça hışırtılı ve bazen cazırtılı bir ses sinyali üretirler. SSB ses sinyalleri ise FM'e göre daha az enerji ve daha küçük bant aralıklarına ihtiyaç duyarlar.

2.1.6.3.12. Yer ve Gök Dalgaları

VHF ve UHF bantlarında ses dalgaları etraflarında bulunan katı cisimlere çarpar ve havaya çıkan dalgalar ise iyonosfer tabakasını geçip uzaya çıkar. Yüksek bir yerde bile görüşme mesafesi 300 kilometreyi geçmez. HF bandında ise ses dalgaları iyonosfer tabakasından yansiyarak dünyaya geri döner ve Dünya'ya çarpan sinyal uzaya geri döner. Bu nedenle görüşme mesafesi birkaç bin kilometreye varır.

Yer dalgasının ulaştığı mesafe ile gök dalgasının atmosferden yansdıktan sonra ulaştığı nokta arasında kalan bölge ölüdür. Bu bölgelerle görüşme yapabilmek için gök dalgasının yansıma açısı değiştirilir. Gök dalgaları iyonosfer tabakasının farklı katmanlarından farklı yansır. Bu katmanlardan biri HF sinyallerini emdiği gibi, başka bir katman orta mesafeli haberleşme için kullanılır ve gece vakti ise tüm katmalar tek katman gibi davranarak uzun mesafelerle görüşme sağlanır.

2.1.6.3.13. Antenler

Telsiz antenlerinin uzunlukları kullanılan frekanstaki dalga boyu ile doğru orantılı olarak değişir. Anten ile dalga boyu arasında 1/4 (çeyrek dalga) veya 5/8 şeklinde oran bulunmaktadır. VHF (2m) ve UHF (70 cm) bandındaki dalga boyları HF bandına göre oldukça kısa olduğundan kullanılan antenler de kısadır. HF bandında yaygın olarak kullanılan 1.8 Mhz (160 m), 3.5 MHz (80 m), 7 Mhz (40 m), 14 MHz (20 m), 28 MHz (10 m) gibi frekanslardaki dalga boyları uzun olduğundan kullanılan antenler de uzundur. Bu uzunluktaki antenler dikey kurulamazlar. Bu nedenle yatay veya açılı olarak kurulurlar. Böyle antenlerde sinyaller belli yönlere dağılırlar. Bunlara yönlü

anten denir. Frekansa uygun olan antenin seçimi, antenin yönü ve açısı bu konuda uzman olanlar tarafından belirlenmelidir.

2.1.6.3.14. Haberleşme Birimi

Kurumların haberleşme biriminde amatör telsiz frekanslarını ve HF bandını kullanabilecek kişi ve ekipman bulunmalıdır.

Cihaz isteminde bulunulacağı ve aküler şarj edileceği zaman ile cihaz kaybedildiğinde hemen kurumun haberleşme birimine bildirilmelidir. Telsizle ilgili teknik bir sorun oluştuğunda ilgili teknik bölüme başvurulmalı, yetkisiz kişilere cihaz teslim edilmemelidir.

2.1.6.3.15. Afet ve Acil Durum Haberleşmesinde Telsiz ve Radyo Amatörlerinin Yeri

Haberleşme alanına ilgi duyan telsiz ve radyo amatörleri genellikle elektronik meraklılarından oluşur. SSB haberleşme, GPRS gibi teknikler ve birçok anten tasarımı bu insanlara aittir. Dünya üzerinde pek çok devlet radyo amatörlerini destekleyerek teknoloji geliştirmelerine imken sağlamaktadır. Ayrıca amatörlerin kendilerine ait haberleşme uyduları vardır. (Örneğin OSCAR)

Türkiye’de telsiz ve radyo amatörleri 1991 Körfez Savaşından 1999 Marmara depremine dek pek çok afet ve acil durumda kendi cihazları ile sistemler kurarak, hiçbir maddi çıkar gözetmeyerek devletin resmi haberleşmesine katkıda bulunmuşlardır. Bu nedenle Telsiz ve Radyo Amatörleri Cemiyetine (TRAC) kamu yararına çalışır dernek statüsü verilmiştir.

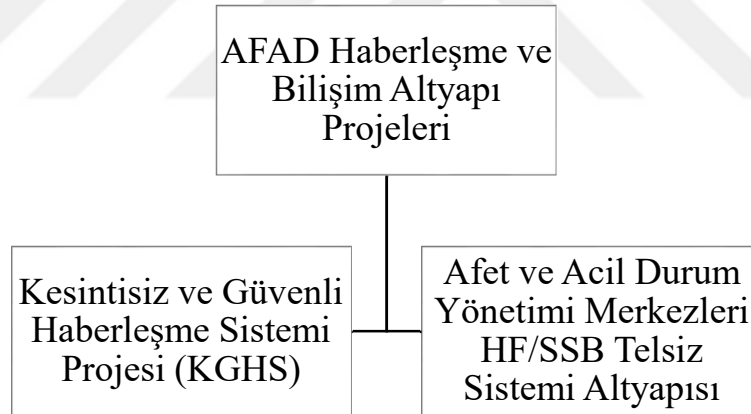
Ülkemizde radyo amatörlüğü 1983 yılında yasal zemine oturtulmuştur. Ancak oluşturulan bu yasal birtakım yasaklamalar 2813 sayılı Telsiz Kanunu’nun 12.maddesi

ve Telekomünikasyon Kurumu tarafından 2004 yılında yenilenen amatör telsizcilik yönetmeliği ile kaldırılmıştır.

Her yıl Mayıs ve Kasım aylarında Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü (KEGM) tarafından yapılan sınavlarda başarılı olarak "Amatör Telsizcilik Belgesi" alan herkes amatör telsizci ünvanı alır.

2.1.6.4. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Bünyesindeki Haberleşme ile İlgili Projeler

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından haberleşme sistemi kurulumu kapsamında “Kesintisiz ve Güvenli Haberleşme Sistemi (KGHS) ile HF/SSB Telsiz Sistemi Altyapısı” projeleri yürütülmektedir. AFAD başkanlığı tarafından yürütülen haberleşme ile ilgili projeler **Şekil 2.4.**'te gösterilmiştir.

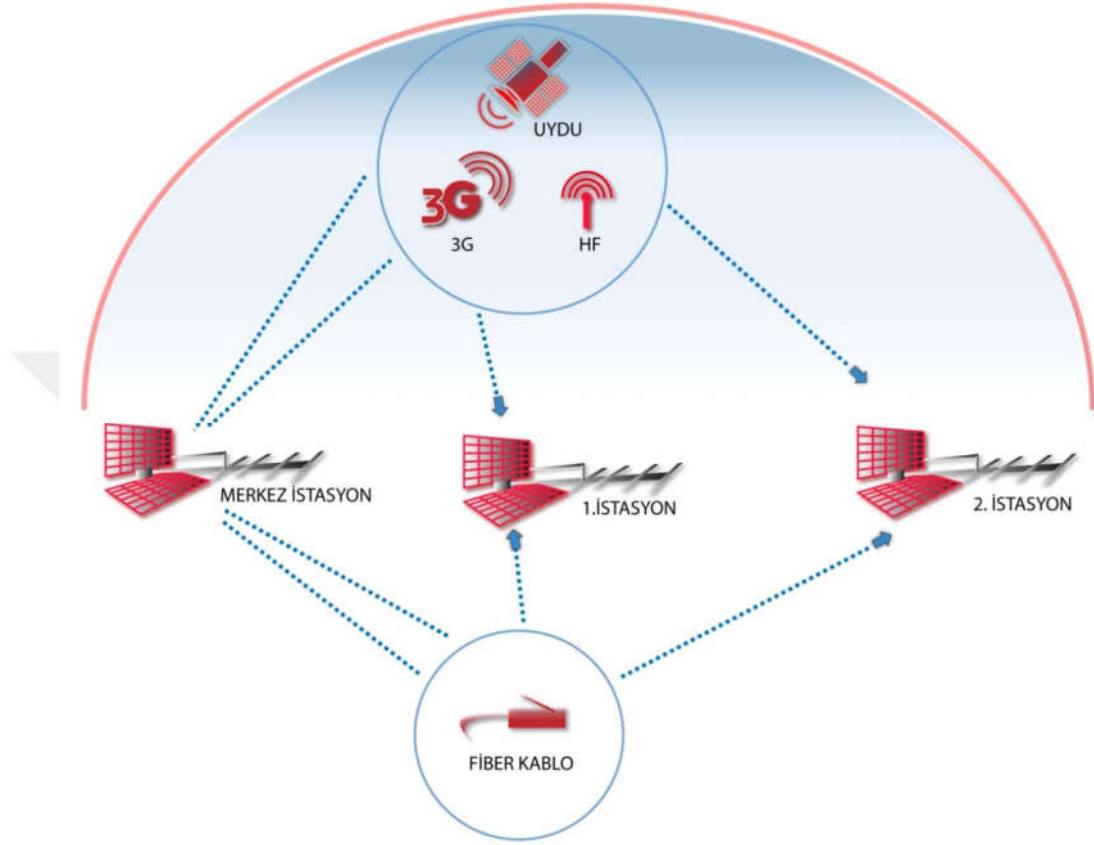


Şekil 2.4. Haberleşme Projeleri

2.1.6.4.1. Kesintisiz ve Güvenli Haberleşme Sistemi Projesi (KGHS)

Afet ve acil durumlarda meydana gelen hasarlar, kullanım yoğunluğu vb. sebeplerden dolayı haberleşme ya kesintiye uğramakta ya da yapılamamaktadır. Böyle bir durum öncesinde gerekli tedbirlerin alınması ve sonrasında acil müdahalenin yapılarak

sağlıklı bir koordinasyon oluşturulması için AFAD Başkanlığı tarafında bazı projeler yürütülmektedir. Bunlardan bir tanesi Kesintisiz ve Güvenli Haberleşme Sistemi (KGHS) Projesidir. KGHS projesindeki veri aktarımı Şekil 2.5.'te gösterilmiştir.



Şekil 2.5. KGHS Projesi Veri Aktarımı

Bu Projede 'afet ve acil durumlar' ile 'savaş ve seferberlik' halinde;

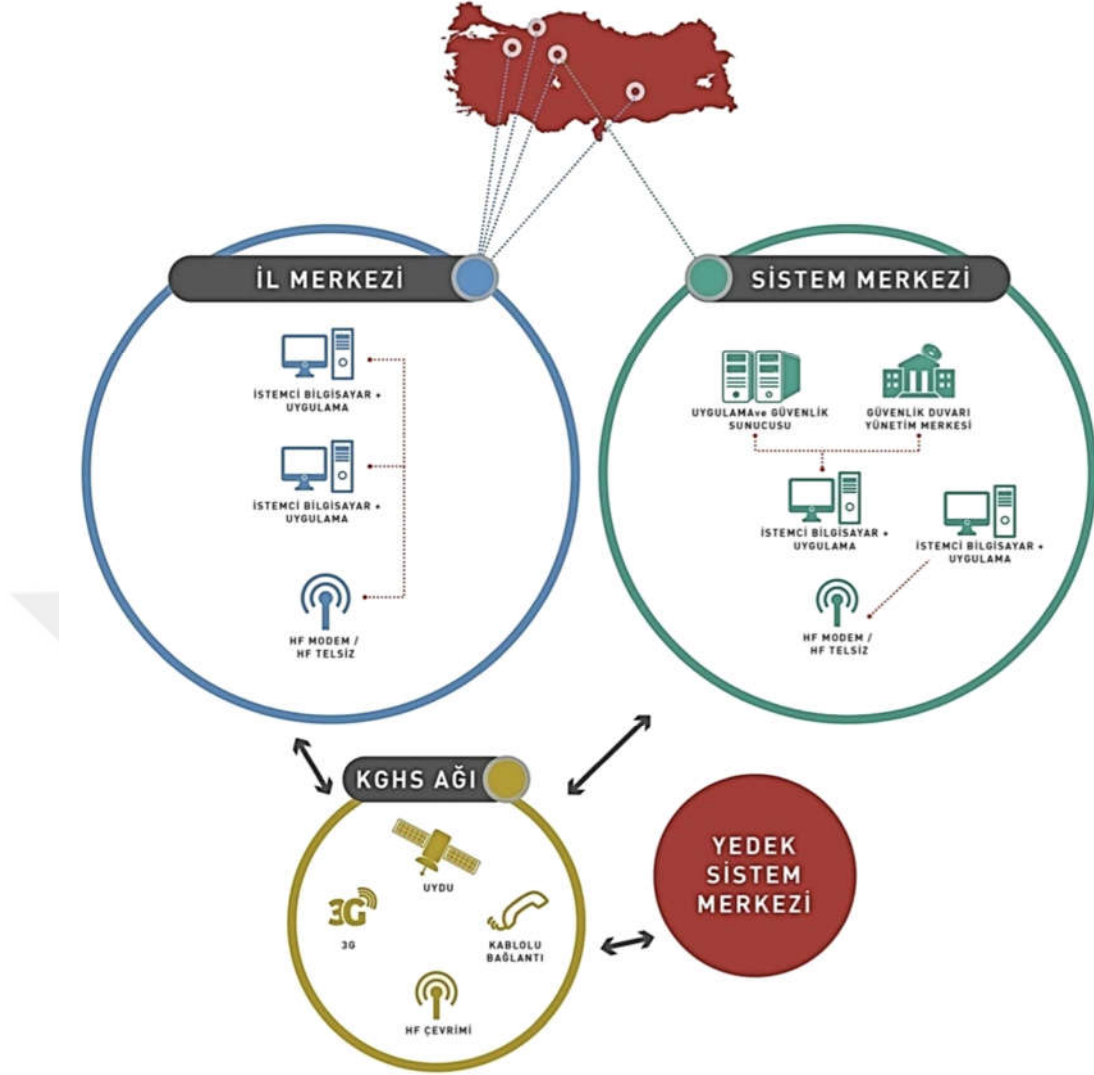
1. Klasik haberleşme sistemlerinin kesintiye uğraması halinde, kamu kurumları arasında sürdürülebilir iletişimin sağlanması,
2. Afet ve acil durumlarda kesintisiz bilgi alışverişinin sağlanması,
3. Haber alma ve gönderme, ikaz ve alarm, erken uyarı vb. sistemlerin entegrasyonunun sağlanması,
4. Afet ve acil durumlarda kurum ve kuruluşların birbirleri ile koordineli çalışmasını sağlamak,

5. Afet ve acil durum haberleri ile düşman saldırısı, radyoaktif serpinti ve kimyasal gaz saldırısı, meteorolojik afetler, toprak kayması, baraj taşkınları ve orman yangınları gibi tehlike haberlerinin halka zamanında duyurulması,
6. Hızlı, kesintisiz ve güvenli haberleşmeyi sağlayarak; afet ve acil durum öncesi, sonrası ve özellikle afet ve acil durum sırasında afet ve acil durumun sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi amaçlanmıştır.

Bu projeye göre ülke genelinde 150 uç birim;

1. Fiber optik
2. GSM
3. Uydu
4. HF

haberleşme yöntemleri ile otomatik anahtarlama olarak bağlanacak ve bu şekilde güvenli, kesintisiz bir haberleşme sağlanabilecektir. KGHS ağ yapısı **Şekil 2.6.**'da gösterilmiştir.

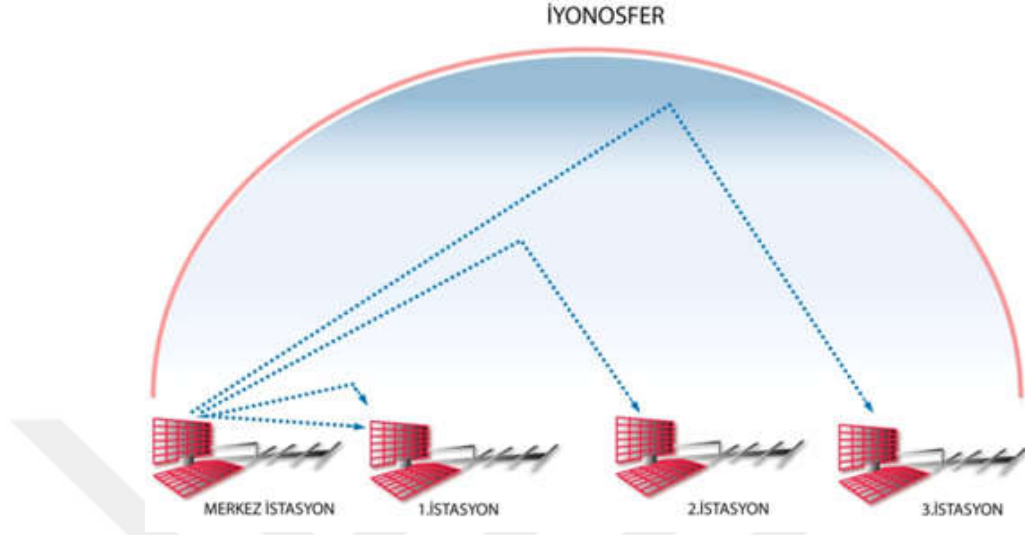


Şekil 2.6. KGHS Ağ Yapısı

2.1.6.4.2. Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezleri Haberleşme Kapsamında HF/SSB Telsiz Sistemi Altyapısı

HF bandında yapılan haberleşme iyonosfer tabakasından yansıyan ses dalgalarının kullanılması, röle ve başka bileşenlere gerek duymadan uzak mesafelerle görüşme yapılabilmesi ve işletme maliyeti düşük olması nedeniyle afet ve acil durumda kullanılacak en güzel yöntemlerinden birisidir. Bu nedenle AFAD ülke genelini

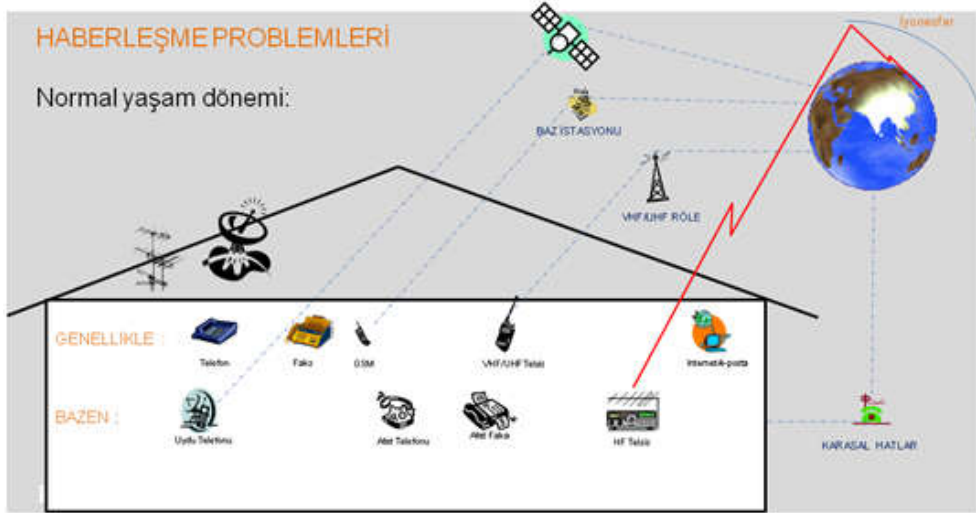
HF/SSB telsiz sistemleri ile donatmak için bir proje yönetmektedir. HF haberleşmesi Şekil 2.7.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.7. HF Haberleşmesi

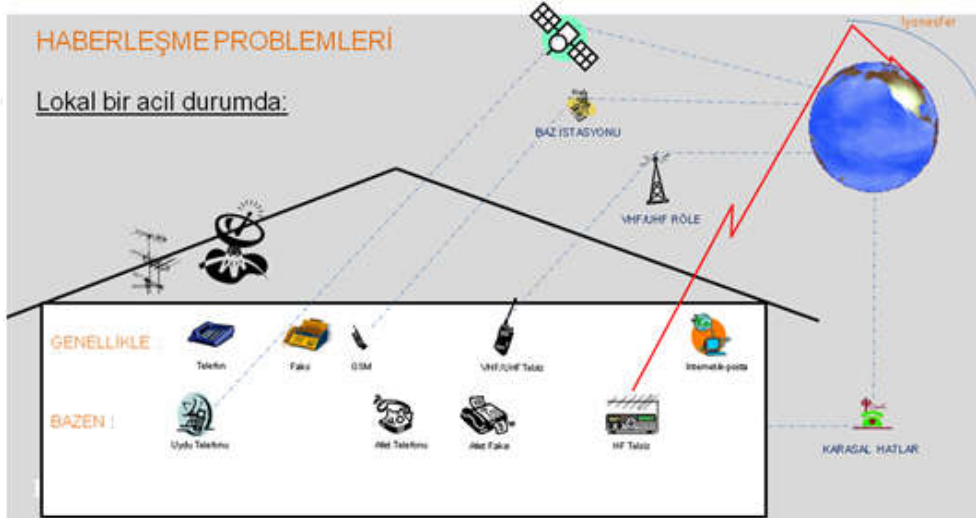
2.1.6.4.3. Afet ve Acil Durum Halinde Yaşanabilecek Haberleşme Senaryoları

Normal bir yaşam dönemindeki haberleşme yapısı Şekil 2.8.'de gösterilmiştir.



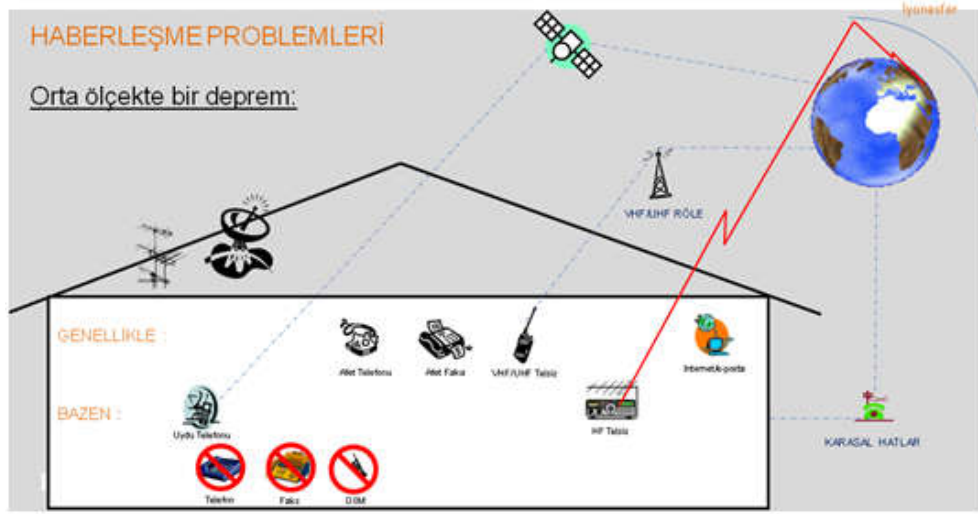
Şekil 2.8. Normal Yaşam Dönemi

Lokal bir acil durum anındaki haberleşme yapısı **Şekil 2.9.**'da gösterilmiştir.



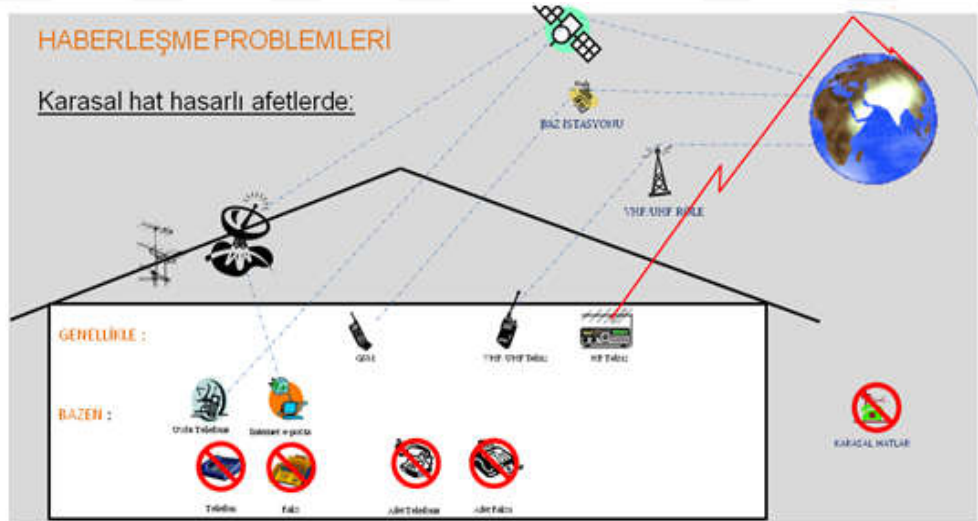
Şekil 2.9. Lokal Bir Acil Durum

Orta ölçekte bir deprem anındaki haberleşme yapısı Şekil 2.10.'da gösterilmiştir.



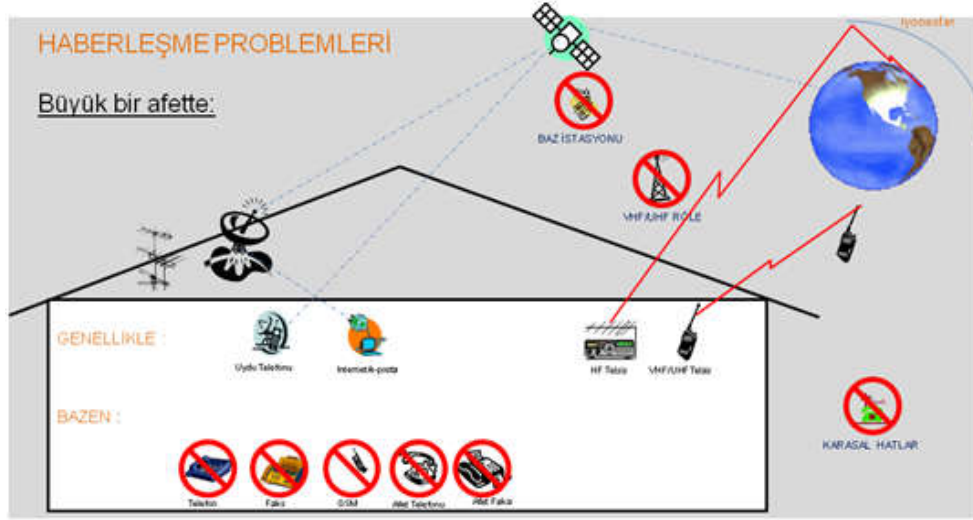
Şekil 2.10. Orta Ölçekte Bir Deprem

Karasal hatların hasarlı olması durumundaki haberleşme yapısı Şekil 2.11.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.11. Karasal Hat Hasarlı Afetlerde

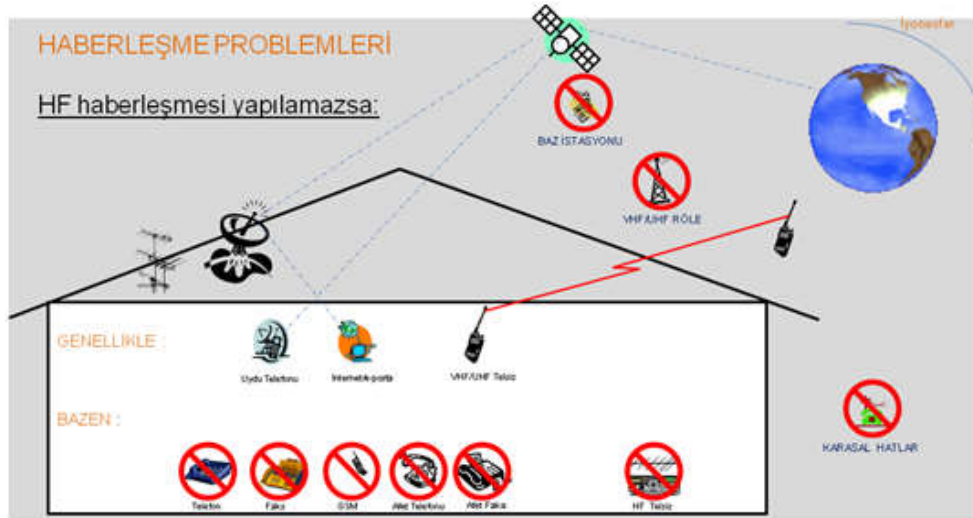
Büyük bir afet olması durumundaki haberleşme yapısı Şekil 2.12.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.12. Büyük Bir Afet Anında

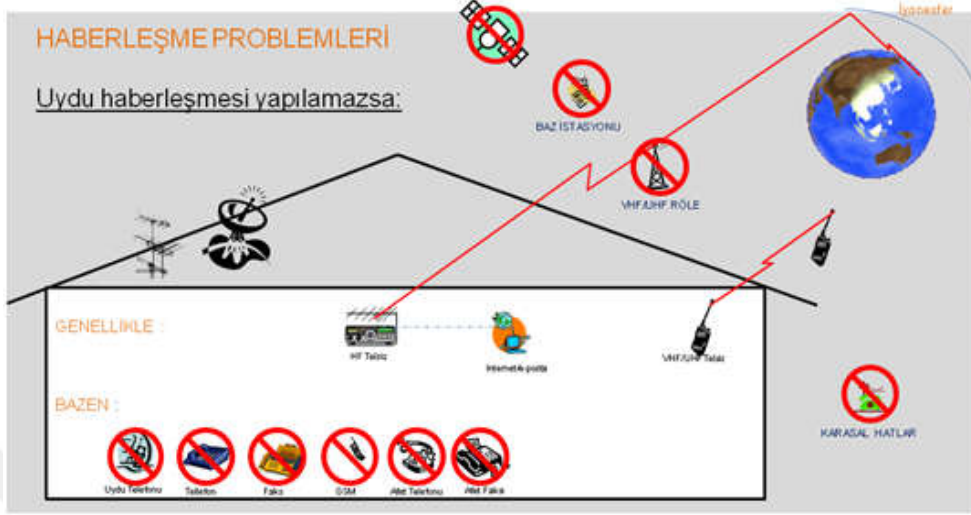
HF haberleşmesi yapılamaması durumundaki haberleşme yapısı

Şekil 2.13.'te gösterilmiştir.



Şekil 2.13. HF Haberleşmesi Yapılamadığı Durumda

Uydu haberleşmesi yapılamaması durumundaki haberleşme yapısı Şekil 2.14.'te gösterilmiştir.



Şekil 2.14. Uydu Haberleşmesi Yapılamadığı Durumda

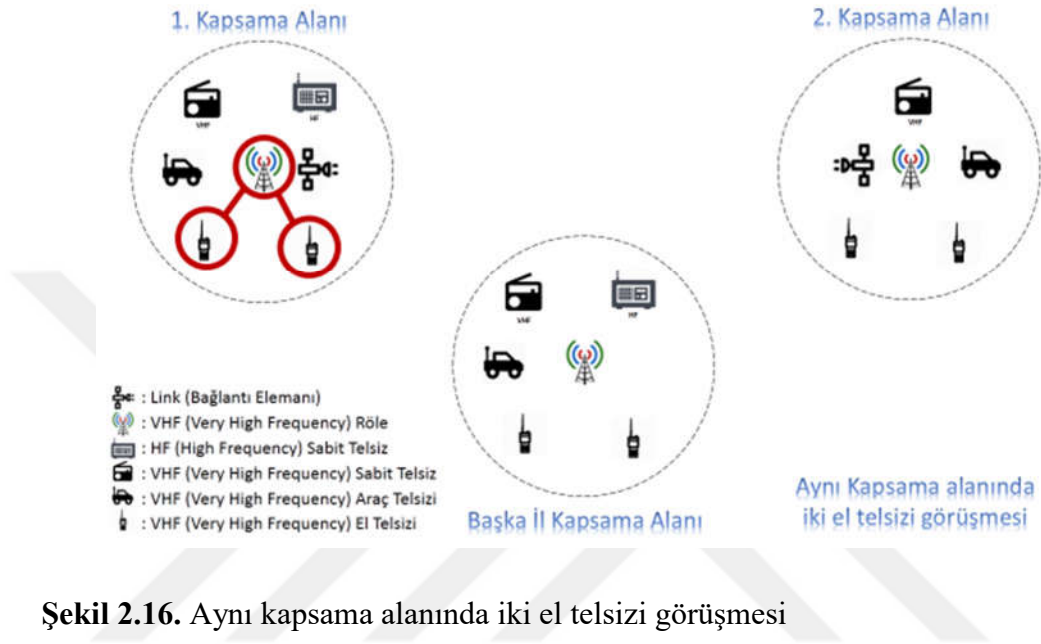
Modern haberleşmenin yapılamaması durumundaki haberleşme yapısı Şekil 2.15.'te gösterilmiştir.



Şekil 2.15. Modern Haberleşmenin Yapılamadığı Durum

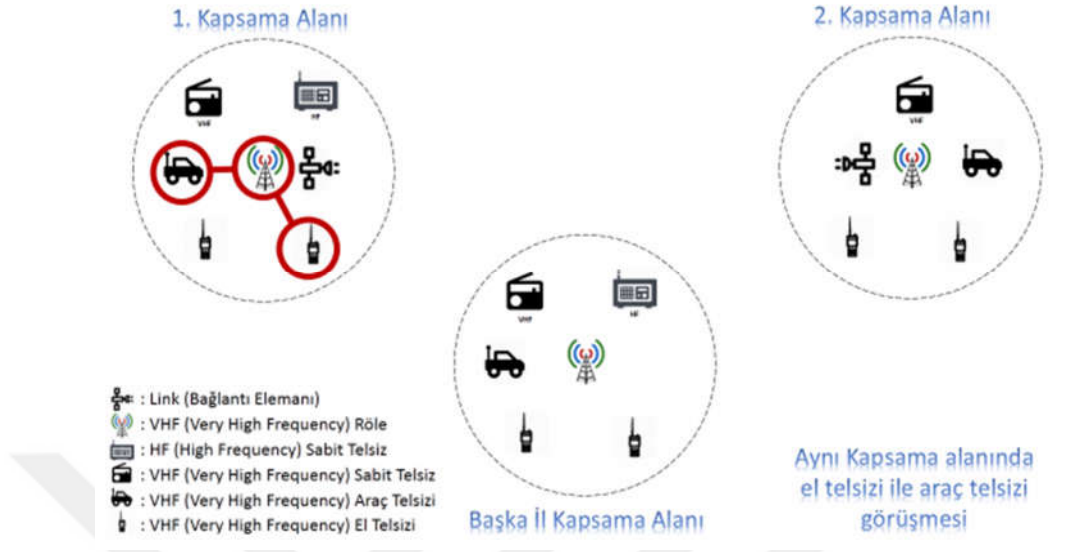
2.1.6.4.4. Afet ve Acil Durum Halinde El Telsizi Kullanımının Haberleşmedeki Önemi

Aynı kapsama alanındaki iki el telsizinin görüşmesi Şekil 2.16.'da gösterilmiştir.



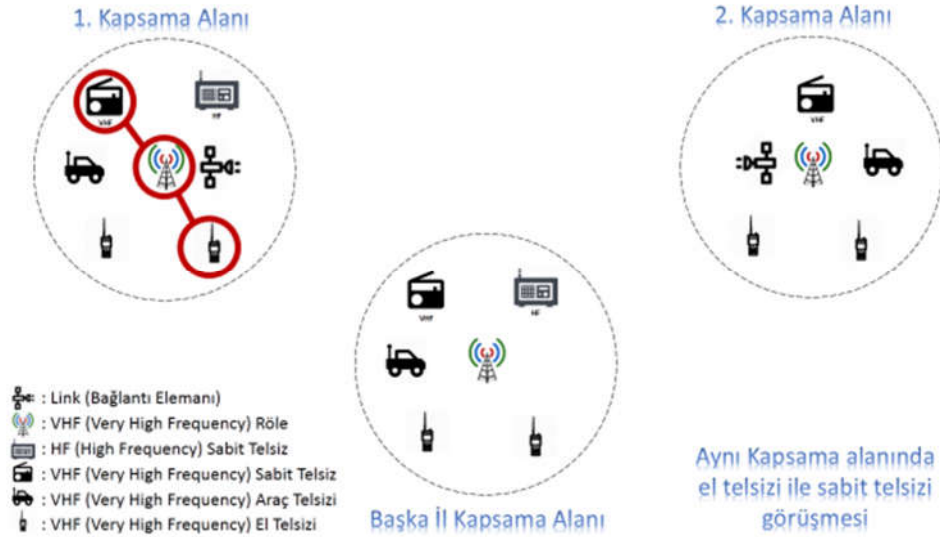
Şekil 2.16. Aynı kapsama alanında iki el telsizi görüşmesi

Aynı kapsama alanındaki el telsizi ile araç telsizi görüşmesi Şekil 2.17.'de gösterilmiştir.



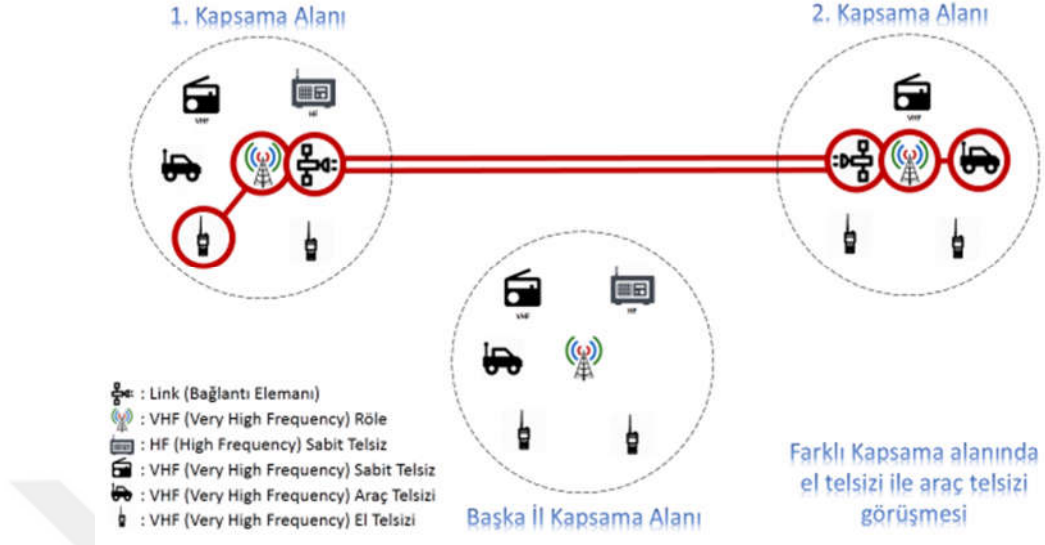
Şekil 2.17. Aynı kapsama alanındaki el telsizi ile araç telsizi görüşmesi

Aynı kapsama alanındaki el telsizi ile sabit telsizin görüşmesi Şekil 2.18.'de gösterilmiştir.



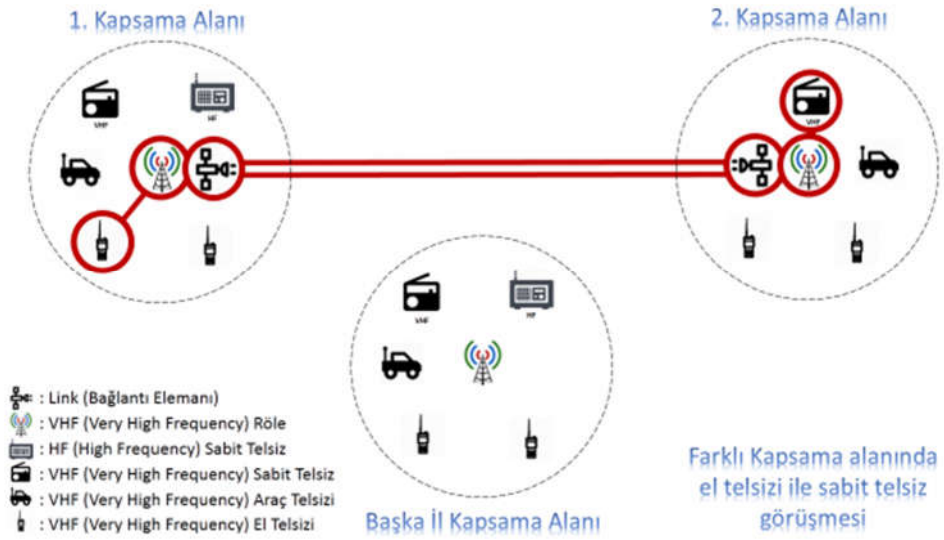
Şekil 2.18. Aynı kapsama alanındaki el telsizi ile sabit telsizin görüşmesi

Farklı kapsama alanındaki el telsizi ile araç telsizinin görüşmesi Şekil 2.21.'de gösterilmiştir.



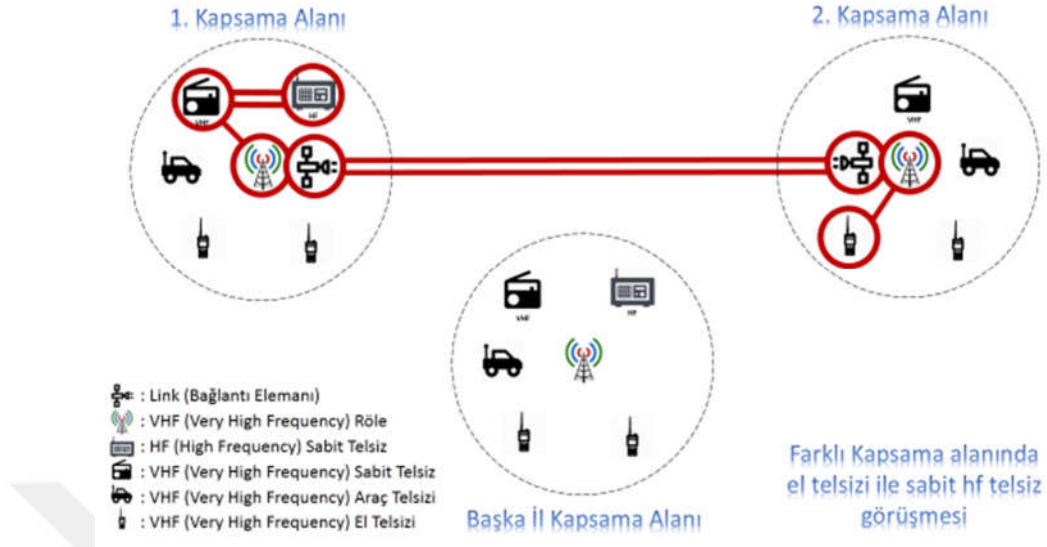
Şekil 2.21. Farklı kapsama alanındaki el telsizi ile araç telsizinin görüşmesi

Farklı kapsama alanındaki el telsizi ile sabit telsiz görüşmesi Şekil 2.22.'de gösterilmiştir.



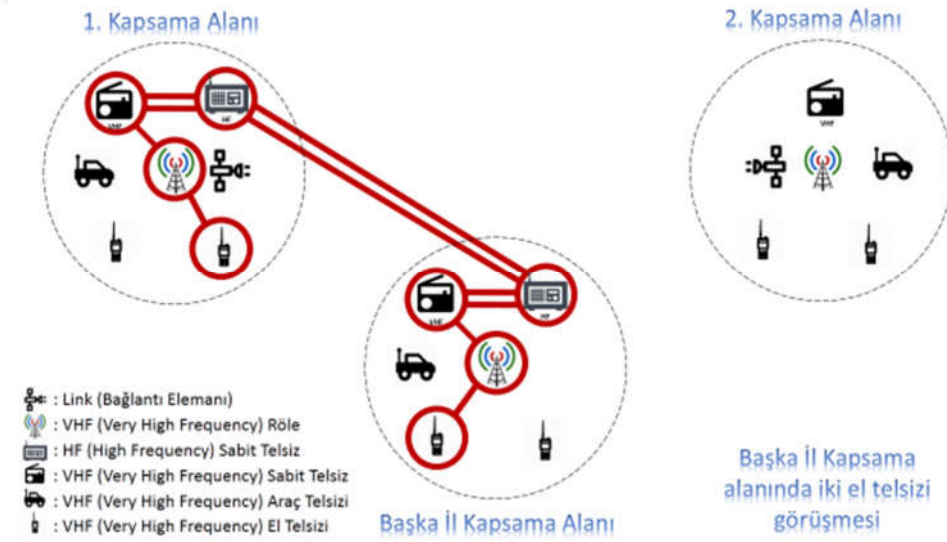
Şekil 2.22. Farklı kapsama alanındaki el telsizi ile sabit telsiz görüşmesi

Farklı kapsama alanındaki el telsizi ile sabit HF telsiz görüşmesi Şekil 2.23.'te gösterilmiştir.



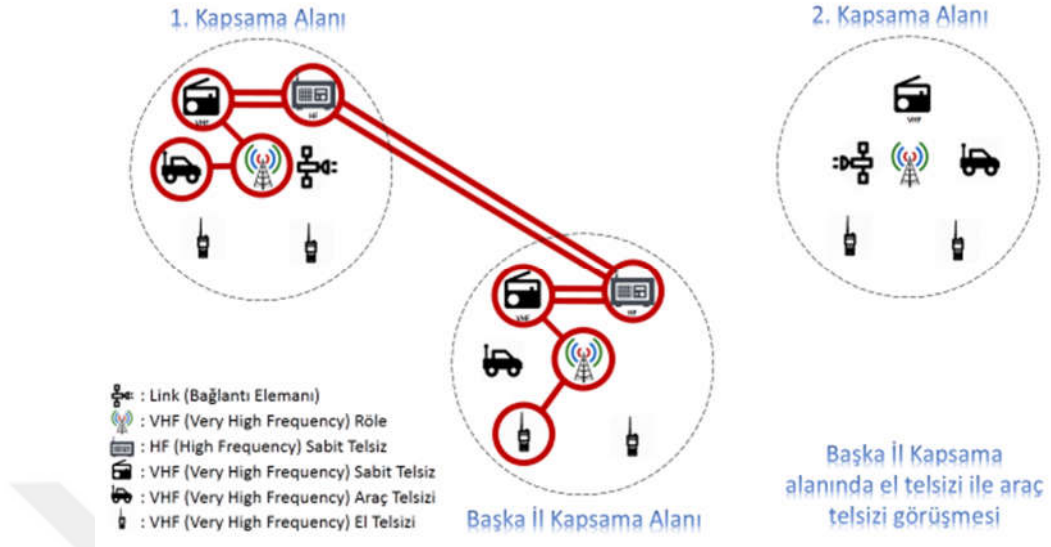
Şekil 2.23. Farklı kapsama alanındaki el telsizi ile sabit HF telsiz görüşmesi

Farklı iki il kapsama alanındaki iki el telsizi görüşmesi Şekil 2.24.'te gösterilmiştir.



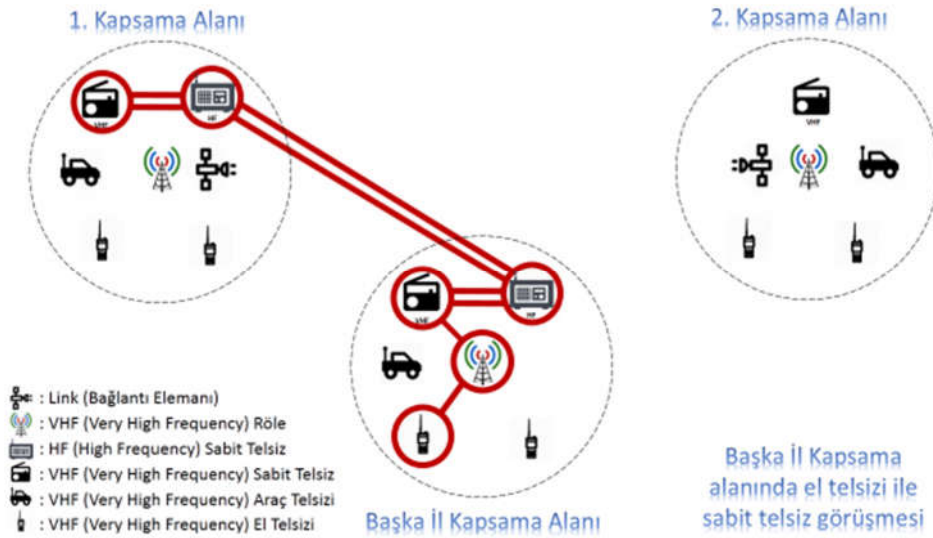
Şekil 2.24. Farklı iki il kapsama alanındaki iki el telsizi görüşmesi

Farklı iki il kapsama alanındaki el telsizi ile araç telsizi görüşmesi Şekil 2.25.'te gösterilmiştir.



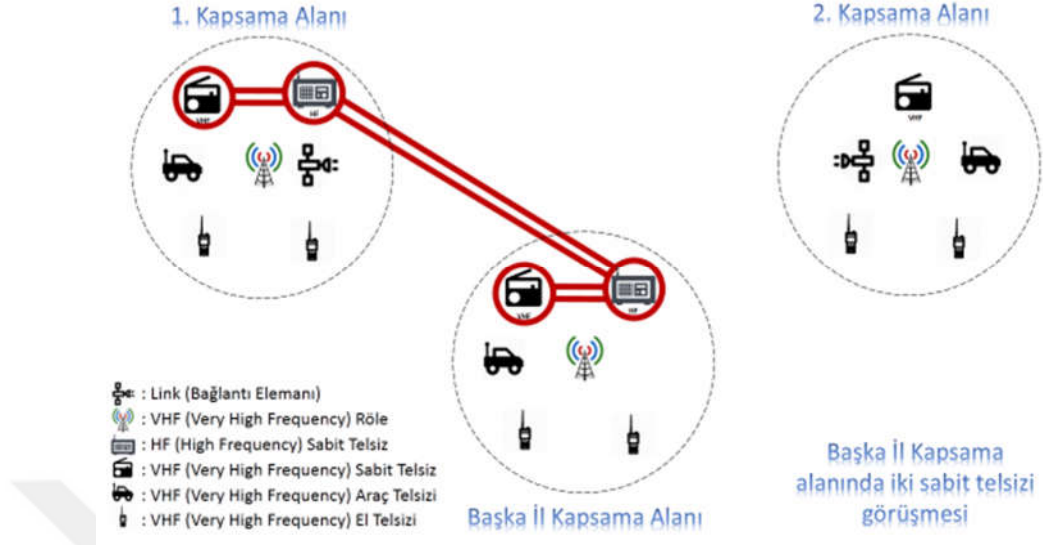
Şekil 2.25. Farklı iki il kapsama alanındaki el telsizi ile araç telsizi görüşmesi

Farklı iki il kapsama alanındaki el telsizi ile sabit telsiz görüşmesi Şekil 2.26.'da gösterilmiştir.



Şekil 2.26. Farklı iki il kapsama alanındaki el telsizi ile sabit telsiz görüşmesi

Farklı iki il kapsama alanındaki iki sabit telsizin görüşmesi Şekil 2.27.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.27. Farklı iki il kapsama alanındaki iki sabit telsiz görüşmesi

3. ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME (ÇÖKV) YÖNTEMLERİ

Çok ölçütlü karar verme; sonlu sayıda seçeneğin seçilme, sıralanma, sınıflandırma, önceliklendirme veya elenme amacıyla genellikle ağırlıklandırılmış, birbirleri ile çelişen ve aynı ölçü birimini kullanmayan hatta bazıları nitel değerler alan çok sayıda ölçüt kullanılarak değerlendirilmesi işlemidir (Hwang ve Yoon, 1981).

Örneğin; altı tane araba modelinden birinin seçilmesi, laptop seçimi yapılması, kurulacak bir eczane için yer seçimi çok ölçütlü karar verme problemidir. Çünkü sınırlı sayıda alternatif vardır bunun yanında alternatiflerin değerlendirilmesi için bir çok kriterin ele alınması gerekir. Burada ÇÖKV yöntemlerinden 4 tanesi açıklanmıştır.

3.1. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Yöntemi

AHS Yaklaşımı, 1970'li yılların başlarında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen belirli hiyerarşiye göre düzenlenen kriterleri içeren, bu kriterlerin ağırlıklarını değerlendiren, kriterlere göre seçenekleri karşılaştıran ve sıralama yapılmasını sağlayan bir yaklaşımdır (Hu ve Peng, 2008). AHS yöntemi 4 adımdan oluşmaktadır:

Adım 1: Modelin Kurulması ve Problemin Formüle Edilmesi

AHS yaklaşımında karar sürecini etkileyen tüm nicel ve nitel faktörler bu konuda uzman kişilerin görüşleri değerlendirilerek oluşturulmaktadır. Elde edilen bilgiler sonucunda amaç, kriterler, alt kriterler ve alternatifler belirlenir.

Adım 2: İkili Karşılaştırmalar Matrisinin Oluşturulması

Hiyerarşik yapı oluşturulduktan sonra **Çizelge 3.1.**'deki ikili karşılaştırmalar ölçeği kullanılarak veriler toplanır ve ikili karşılaştırmalar matrisi elde edilir.

Çizelge 3.1. İkili Karşılaştırmalar Ölçeği

Önem Derecesi	Değer Tanımları	Açıklaması
1	Eşit Önemli	Her iki faaliyet amaca eşit katkıda bulunur.
3	Orta Önemli (Az Üstünlük)	Tecrübe ve değerlendirmeler sonucunda bir faaliyet diğerine göre biraz daha tercih edilir.
5	Güçlü Önemde (Fazla Üstünlük)	Tecrübe ve değerlendirmeler sonucunda bir faaliyet diğerine göre çok daha tercih edilir.
7	Çok Güçlü Önemde (Çok Üstünlük)	Bir faaliyet diğerine göre çok güçlü şekilde tercih edilir.
9	Son Derece Önemli (Kesin üstünlük)	Bir faaliyet diğerine göre mümkün olan en yüksek derecede tercih edilir.
2, 4, 6, 8	Çok Güçlü Önemde (Çok Üstünlük)	Bir değerlendirmeyi yapmakta sözler yetersiz kalıyorsa, sayısal değerlerin ortasındaki bir değer verilir

Adım 3: Kriter Ağırlıklarının ve Alternatiflerin Skorlarının Belirlenmesi

İkili karşılaştırma matrisleri yardımıyla her alternatifin ağırlığı hesaplanmaktadır. İkili karşılaştırma matrisindeki her bir sütun değeri, bulunduğu sütun toplamına bölünerek matris normleştirilmektedir. Normleştirilmiş matristeki her sütunun toplam değeri 1 olmaktadır. Son olarak satırda yer alan değerlerin ortalamaları bulunarak öz vektörler elde edilmektedir.

Adım 4: Tutarlılık Oranının Hesaplanması ve Sonuç Değerlendirme

Tutarlılık indeksini (CI) hesaplamak için (3.1) numaralı formül kullanılmaktadır.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \quad (3.1)$$

Formülde CI tutarlılık indeksini, λ_{\max} matristeki en büyük öz değeri, n ise her bir matrisin eleman sayısını göstermektedir.

Tutarlılık oranını (CR) hesaplamak için (3.2) numaralı formül kullanılmaktadır.

$$CR = CI/RI \quad (3.2)$$

Formülde RI, rassal indeks oranlarını göstermektedir. **Çizelge 3.2.**'de farklı büyüklükteki matrisler için oluşturulan rassal indeks çizelgesi verilmiştir.

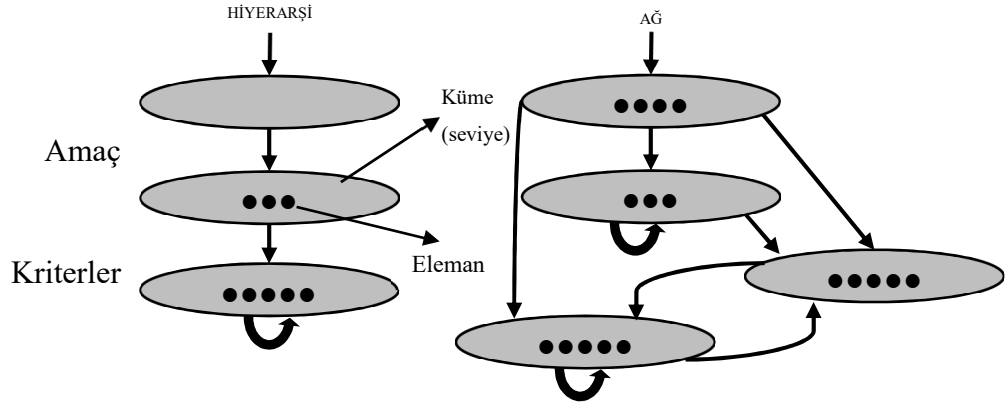
Çizelge 3.2. Rassal İndeks Serisi

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

İkili karşılaştırmaların tutarlı olması için tutarlılık oranınının 0,10'un altında olması istenmektedir.

3.2. Analitik Ağ Süreci (ANP) Yöntemi

Problemler her zaman hiyerarşik bir yapıyla ifade edilemeyebilirler. Böyle problemlerde yer alan kriterler ve alternatifler birbirleriyle karşılıklı etkileşim halinde olabilirler. Bu durumda, bileşenlerin ağırlıklarını (görelî önem vektörlerini) bulabilmek için daha karmaşık bir sürecin analizi gerekmektedir. Analitik Ağ Süreci bu tür problemlerde kullanılabilen bir tekniktir (Üstün, Özdemir ve Demirtaş, 2005). Analitik Ağ Süreci hiyerarşisi ve ağ yapısı **Şekil 3.1.**'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Analitik Ağ Süreci Hiyerarşisi ve Ağ Yapısı

ANP yöntemi 6 adımda uygulanmaktadır:

Adım 1: Problemin Tanımlanması ve Modelin Kurulması

İlk aşamada karar problemi tanımlanmaktadır. Amaç, ana kriterler, alt kriterler ve alternatifler net biçimde ifade edilmektedir (Ersöz, Kabak ve Yılmaz, 2011).

Adım 2: Kriterler arası Etkileşimlerin Belirlenmesi

İç ve dış bağımlılıklar ve varsa kriterler arası geri bildirimler ilişkilendirilmektedir.

Adım 3: Temel Karar Vericiler Arası İkili Karşılaştırma

Bu aşamada, temel karar vericiler altında her bir boyut içinde ana kriterlerin ve alt kriterlerin ikili karşılaştırmaları yapılarak birbirlerine göre önem dereceleri hesaplanmaktadır (Bingöl, 2006).

İkili karşılaştırmalar yapılırken kullanılacak önem skalası **Çizelge 3.3.** 'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. İkili Karşılaştırmalarda Kullanılan Önem Skalası

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Önemde	İki kriterde eşit derecede önem sahiptir.
3	Biraz Önemli	Bir kriteri diğerine karşı biraz önemli kılar.
5	Fazla Önemde	Bir kriter diğerine karşı güçlü şekilde üstündür.
7	Çok Fazla Önemli	Bir kriter diğerine göre çok güçlü şekilde üstündür.
9	Son Derece Önemli	Bir kriter diğerine göre çok büyük oranda üstündür.
2,4,6,8	Ara Önem Dereceleri	Ara rakamlar gerektiğinde kullanılabilir.

Adım 4: Elde Edilen Karşılaştırma Matrislerinin Tutarlılık Kontrolü

Uzmanlardan elde edilen puanlar bir karşılaştırma matrisi oluşturmak için entegre edilirler. Bu matrisin sütunları normalize edildikten sonra elde edilen satır ortalama değerleri her bir bileşenin ağırlığını göstermektedir. Ancak bu değerlerin kabul edilebilmesi için karşılaştırma matrisinin tutarlı olması gerekmektedir (Bulut ve Soylu, 2009).

İkili karşılaştırmalar bir matris şeklinde yapılır ve böylece kriterlerin öncelik değerleri elde edilmiş olur. Uzman desteği ile yapılan ikili karşılaştırmaların tutarlı olup olmadığı her bir matris için tutarlılık oranının CR (Consistency Rate) hesaplanması ile bulunmaktadır. Yapılan ikili karşılaştırmaların tutarlı olması için tutarlılık oranının 0.10'a eşit veya küçük olması gerekmektedir. Aksi takdirde karşılaştırmalar gözden geçirilmelidir (Ecer, Açıkgozoğlu ve Yaman, 2009).

Adım 5: Süper Matrisin Oluşturulması ve Analizi

Süper matris, parçalı bir matris olup, her matris bölümü bir sistem içindeki iki kriter arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Kriterlerin birbirleri üzerindeki uzun dönemli nispi etkisini belirleyebilmek için süper matrisin kuvveti alınmaktadır. Önem ağırlıklarının bir noktada eşitlenmesini sağlamak için süper matrisin $(2n+1)$. kuvveti alınır, buradan

Karar matrisinde, satırlarda karar vermede kullanılacak alternatifler (m), sütunlarda ise karşılaştırma için kullanılacak kriterler (n) yer alır. (3.4) numaralı şekilde gösterilen A matrisi, karar verici tarafından oluşturulan başlangıç karar matrisidir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \ddots & \cdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.4)$$

Adım 2: Standart Karar Matrisinin (R) Oluşturulması

Başlangıç karar matrisindeki (A) değerlerin aşağıda gösterilen normalize etme formülü ile hesaplanmasıyla standart karar matrisi elde edilir. Standart karar matrisi (R) (3.5) numaralı şekilde göstermiştir.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m (a_{kj})^2}} \quad R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.5)$$

Adım 3: Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin (V) Oluşturulması

Değerlendirme kriterleri için belirlenen ağırlık değerleri (w_i) ile standart karar matrisi çarpılarak bulunan matris ağırlıklı standart karar (V) matrisidir. Bulunan ağırlıklı standart karar matrisi (V), (3.6) numaralı formülde gösterilmiştir.

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \cdots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \cdots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \cdots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

Adım 4: Pozitif İdeal (A^*) ve Negatif İdeal (A^-) Çözüm Kümelerinin Oluşturulması

Pozitif ideal çözüm setinin oluşturulabilmesi için V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en büyükleri (ilgili değerlendirme

faktörü minimizasyon yönlü ise en küçüğü) seçilir. Pozitif ideal çözüm setinin bulunması (3.7) numaralı formülde gösterilmiştir (Yaralıoğlu, 2010).

$$A^* = \left\{ \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \right\} \quad A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*\} \quad (3.7)$$

Negatif ideal çözüm seti ise, V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en küçükleri (ilgili değerlendirme faktörü maksimizasyon yönlü ise en büyüğü) seçilerek oluşturulur. Negatif ideal çözüm setinin bulunması (3.8) numaralı formülde gösterilmiştir (Yaralıoğlu, 2010).

$$A^- = \left\{ \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J' \right), \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J \right) \right\} \quad A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\} \quad (3.8)$$

Yukarıda gösterilen formüllerde; kriterler fayda yönlü ise pozitif ideal çözüm kümesinde J maksimizasyonu ve negatif ideal çözüm kümesinde J' minimizasyonu göstermektedir. Aynı şekilde kriter maliyet yönlü ise pozitif ideal çözüm kümesinde J minimizasyonu ve negatif ideal çözüm kümesinde J' maksimizasyonu göstermektedir. Her iki çözüm kümesi de seçenek sayısı veya değerlendirme faktörü sayısı kadar yani m elemandan oluşur.

Adım 5: Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması

Her bir alternatife ilişkin karşılaştırma kriteri değerleri bulunurken pozitif ve negatif ideal çözüm kümesinden uzaklıklar Öklid uzaklık yaklaşımı ile hesaplanır. Elde edilen alternatiflerin kriterlere ilişkin sapma değerleri Pozitif İdeal Ayırım (S_i^*) ve Negatif İdeal Ayırım (S_i^-) ölçüsü olarak adlandırılır. Pozitif ideal çözüm kümesinden sapma değerleri hesaplanırken (3.9a) numaralı formül, negatif ideal çözüm kümesinden sapma değerleri hesaplanırken (3.9b) numaralı formül kullanılır. Hesaplanan S_i^* ve S_i^- değerleri sayısı, alternatif sayısı kadar olacaktır.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (a) \quad S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (b) \quad (3.9)$$

Adım 6: İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması

Her bir alternatif sayısının ideal çözüme görelî yakınlığı (C_i^*) hesaplanırken pozitif ve negatif ideal ayırım ölçülerinden yararlanılır. Negatif ideal ayırım ölçüsünün, toplam ayırım ölçüsü içindeki payı yakınlık katsayısı değerini verir. Yakınlık katsayısı değerinin nasıl hesaplanacağı (3.10) numaralı formülde gösterilmiştir.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad (3.10)$$

Formülde gösterilen C_i^* değeri $0 \leq C_i^* \leq 1$ aralığında yer alır ve C_i^* değerinin 1'e yakın olması ideal çözüme olan yakınlığını ve 0'a yakın olması ideal çözüme olan uzaklığını gösterir.

3.4. ELECTRE Yöntemi

ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality) yöntemi ilk kez 1966 yılında Roy, Beneyoun ve arkadaşları tarafından ortaya atılmış çok kriterli karar verme yöntemidir. Yöntem, her bir değerlendirme faktörü için alternatifler arasındaki ikili üstünlük kıyaslamalarına dayanmaktadır. ELECTRE yönteminin birden çok versiyonu (I, II, III, IV, V, IS, A) mevcuttur (Huang ve Chen, 2005). ELECTRE yöntemi 8 adımda uygulanmaktadır:

Adım 1: Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar verici tarafından başlangıç matrisi olarak oluşturulan A matrisinin satırlarında üstünlükleri sıralanmak istenen alternatifler (m), sütunlarında ise karar vermede kullanılacak değerlendirme kriterleri (n) yer almaktadır. Karar matrisi (3.11) numaralı matristeki gibi oluşturulmuştur.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.11)$$

Adım 2: Karar Matrisinin Normalizasyonu

Normalizasyonda maliyet kriterleri için (3.12) numaralı formül kullanılmaktadır.

$$x_{ij} = \frac{\frac{1}{a_{ij}}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{1}{a_{ij}}\right)^2}} \quad i = 1,2, \dots, m \quad j = 1,2, \dots, n \quad (3.12)$$

Normalizasyonda fayda kriterleri için (3.13) numaralı formül kullanılmaktadır.

$$x_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (a_{ij})^2}} \quad i = 1,2, \dots, m \quad j = 1,2, \dots, n \quad (3.13)$$

Hesaplamalar sonucunda normalize X_{ij} matrisi (3.14) numaralı matristeki gibi oluşturulur.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.14)$$

Adım 3: Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar vericiler değerlendirme kriterlerine farklı ağırlıklar atadıklarında ağırlıklı standart karar matrisi oluşturulur. Karar vericiler tarafından ilk olarak değerlendirme faktörlerinin ağırlıkları (w_i) belirlenmelidir. Daha sonra (3.15) numaralı formülle X matrisindeki elemanlar ilgili w_i değeri ile çarpılarak Y matrisi oluşturulmaktadır.

$$Y_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 x_{11} & w_2 x_{12} & \cdots & w_n x_{1n} \\ w_1 x_{21} & w_2 x_{22} & \cdots & w_n x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 x_{m1} & w_2 x_{m2} & \cdots & w_m x_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.15)$$

Adım 4: Uyum (C_{kl}) ve Uyumsuzluk (D_{kl}) Setlerinin Belirlenmesi

Uyum setlerinin belirlenmesi için Y matrisinden yararlanılır. Alternatifler değerlendirme faktörleri açısından kıyaslanır ve uyum/uyumsuzluk setleri oluşturulur. (3.16) numaralı formülüne göre C_{kl} satır elemanları birbirleriyle büyüklük açısından karşılaştırılmaktadır. Uyum setleri oluşturulurken $k \neq l$ olmalıdır. Bir uyum setindeki eleman sayısı en fazla değerlendirme faktörü sayısı (n) kadar olabilir.

$$C_{kl} = \{j, y_{kj} \geq y_{lj}\} \quad (3.16)$$

Yöntemde her uyum setine (C_{kl}) karşılık bir uyumsuzluk seti (D_{kl}) bulunmaktadır. Uyumsuzluk seti elemanları, ilgili uyum setine ait olmayan j değerlerinden oluşmaktadır. D matrisinin elemanları (D_{kl}), (3.17) numaralı formül ile hesaplanmaktadır.

$$D_{kl} = \{j, y_{kj} < y_{lj}\} \quad (3.17)$$

Uyum ve uyumsuzluk setlerinde maliyet ve fayda kriterleri bulunmaktadır. Maliyet kriteri olması durumunda uyum seti formülünün tersi alınmalıdır.

Adım 5: Uyum (C) ve Uyumsuzluk (D) Matrislerinin Oluşturulması

Uyum matrisinin oluşturulması için uyum setlerinden yararlanılır. C matrisinin elemanları (3.18) numaralı formül ile hesaplanmakta ve (3.19) numaralı matris gibi gösterilmektedir.

$$c_{kl} = \sum_{j \in C_{kl}} w_j \quad j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3.18)$$

$$C = \begin{bmatrix} - & c_{12} & c_{13} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & - & c_{23} & \dots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \dots \\ c_{m1} & c_{m2} & c_{m3} & \dots & - \end{bmatrix} \quad (3.19)$$

(D) Uyumsuzluk matrisinin elemanları (3.20) numaralı formül ile hesaplanmakta ve (3.21) numaralı matris gibi gösterilmektedir.

$$d_{kl} = \frac{\max_{j \in D_{kl}} |y_{kj} - y_{lj}|}{\max_j |y_{kj} - y_{lj}|} \quad (3.20)$$

$$D = \begin{bmatrix} - & d_{12} & d_{13} & \cdots & d_{1n} \\ d_{21} & - & d_{23} & \cdots & d_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{m1} & d_{m2} & d_{m3} & \cdots & - \end{bmatrix} \quad (3.21)$$

Adım 6: Uyum Üstünlük (F) ve Uyumsuzluk Üstünlük (G) Matrislerinin Oluşturulması

Uyum üstünlük matrisinin elemanları uyum eşik değerinin (\underline{c}) uyum matrisinin elemanlarıyla (c_{kl}) karşılaştırılmasıyla elde edilmektedir. Uyum eşik değeri (\underline{c}), (3.22) numaralı formülle hesaplanmaktadır. m karar noktası sayısını göstermektedir.

$$\underline{c} = \frac{1}{m(m-1)} \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m c_{kl} \quad (3.22)$$

Uyum üstünlük matrisinin (F) elemanları (f_{kl}) (3.23 ve 3.24) numaralı formüllerle belirlenmektedir.

$$c_{kl} \geq \underline{c} \rightarrow f_{kl} = 1 \quad (3.23)$$

$$c_{kl} < \underline{c} \rightarrow f_{kl} = 0 \quad (3.24)$$

Uyumsuzluk üstünlük matrisinin (G) elemanlarını oluşturmak için öncelikle uyumsuzluk eşik değeri (\underline{d}), (3.25) numaralı formülle hesaplanmaktadır.

$$\underline{d} = \frac{1}{m(m-1)} \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m d_{kl} \quad (3.25)$$

G matrisinin elemanları (g_{kl}), da F matrisine benzer şekilde sadece “1” ve “0” değerlerini alırken, matrisin köşegeni üzerinde aynı karar noktaları gösterildiğinden

değer yoktur. G matrisinin elemanları (g_{kl}), (3.26 ve 3.27) numaralı formüllerde gösterildiği gibi değerlendirilmiştir.

$$d_{kl} \geq \underline{d} \rightarrow g_{kl} = 1 \quad (3.26)$$

$$d_{kl} < \underline{d} \rightarrow g_{kl} = 0 \quad (3.27)$$

Adım 7: Toplam Üstünlük Matrisinin (E) Oluşturulması

Toplam üstünlük matrisinin elemanları e_{kl} , f_{kl} ve g_{kl} elemanlarının karşılıklı çarpımına eşittir. E matrisi $m \times m$ boyutlu ve “1” ve “0” değerlerinden oluşmaktadır. Matriste “1” değerini alan alternatif diğer alternatife göre daha üstün kabul edilmektedir.

Adım 8: Karar Noktalarının Önem Sırasının Belirlenmesi

E matrisinin satır ve sütunları alternatifleri göstermektedir. Matrisin değerlerine göre sıralama yapılmalıdır.

4. LİTERATÜR TARAMASI

Bir ilin İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü bünyesine alınması planlanan el telsizi seçim problemi için ÇÖKV yöntemlerinden olan AHS, ANP, TOPSIS ve ELECTRE yöntemleri kullanılmıştır. İlk etapta radyo/telsiz haberleşmesi ile ilgili daha sonra da kullanılan ÇÖKV yöntemleri ile ilgili yapılmış çalışmalar gösterilmiştir.

Koçkan (2008), taşıtlar arası haberleşme konulu tez çalışmasında öncelikle kablosuz ağ teknolojilerini araştırmış, araştırma sonucunda belirlenen uygun ağ teknolojisiyle, araçtan araca bir ağ kurulum uygulaması gerçekleştirmiş, trafik bilgisinin araçlar arasında güvenli bir şekilde dolaşabilmesi için uygun çözümler araştırmıştır. Uygulama çerçevesinde kablosuz zigbee geliştirme boardları ve GPS cihazıyla kurulan bir platformda, konum bilgisi bir düğüm tarafından elde edilerek kablosuz ağda broadcast ve ad hoc on demand distance vector yönlendirme metodları kullanılarak dolaştırılmıştır. Sonuç olarak düşük hızlarda kablosuz olarak kurulabilen bir ağ çalışması yapılmış ve çalışan bir sistem oluşturulmuştur.

Aytaç Özmen ve Birgün (2011), çalışmalarında Hava Kuvvetleri Komutanlığı (HvKK) ikmal sisteminin mevcut durumunu göz önünde bulundurarak, olası bir Radyo Frekansı ile Tanımlama (RFID) sistemi seçimi esnasında, en uygun RFID sistemini seçmek amacıyla önemli olan kriterleri belirleyerek hiyerarşik bir model oluşturmuş ve bu model üzerinde Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemini kullanarak bir uygulama gerçekleştirmiştir.

Metlev (2012), Bu makalede aralıklı antenlerden sinyallerin oluşumu için, sinyal işleme algoritmaları ve aygıtlarının testinde benzetim kullanılarak iyonosfer kaynaklı yüksek frekanslı radyo kanalı olarak kullanılmak üzere bir model önerilmektedir. Önerilen modelin yeterliliği deneysel sonuçların karşılaştırılması ile gösterilmiştir. Saçma yoluyla bir kanaldaki parazit mekansal kompensatörlerin potansiyel yeteneklerini belirlemek için kullanılmıştır.

Auton vd. (2013), readback/hearback protokolü ile teknik sektörlerde iletişim hatalarını azaltmak amacıyla kullanılan bir radyo işlem önermişlerdir.

Min vd. (2013), Canlı, serbest davranan hayvanlardan nöronal aktivite verisi toplamak için, minyatür telemetri kayıt sistemi geliştirmişlerdir.

Prunckun (2014), Bu makale uluslararası teröristler tarafından kablosuz yayınların muhtemel kullanımı sırasında güvenli bir iletişim ortamı sağlamayı tartışmaktadır. Bu önermeyi görüşmek üzere, bir güç alanı analizi telsizin uygun bir seçenek olduğu teorisini değerlendirmek için kullanılmıştır. Bu çalışmanın bulguları ülkelerin savunma ve güvenlik politikası üzerindeki etkilerini değerlendirmek için kullanılabilir.

Kuo ve Fitch (2014), İletişim bağlantıları modül dengesizliğini tolere etmeli ve komşudan komşuya iletişim modelini uygulamalıdır. Bu makalede, bu zorlukları ele alan modül başına çoklu wireless'e dayalı bir kablosuz sistem önerilmektedir. Yapay veri ve bir kıyaslama dağıtılmış algoritma kullanılarak 15 boştaki modülleri ile test yeri, böyle bir sistemin performansını doğrulamaktadır. Aynı zamanda otomatik komşu algılamayı göstermektedir. Yazarlar sonuç olarak, modüler robotlarda modül arası iletişiminin temel aracı olarak radyo fizibilitesini kurmayı hedeflemektedir.

Grancharova vd. (2015), Bu makalede döner kanatlı İHA' larının yörünge planlama problemlerini çözmek için dağıtılmış bir doğrusal MPC yaklaşımı önerilmiştir. İHA sisteminin amacı verilen radyo iletişim kapasitesine sahip çoklu hedeflere bir iletişim ağı oluşturmaktır.

Pandit ve Singh (2015), Bilişsel radyo iletişim sistemleri spektrum paylaşımı için iki farklı uyarılma politikası ile ortalama parazit gücü kısıtı altında çevre kayıplarıyla kanal kapasitesi sayısal olarak hesaplanmıştır. Örneğin düzeyli çeyrek genlik modülasyonu biçimi için güç adaptasyonu, hızı ve güç adaptasyonu gibi.

Cano ve Allen (2015), Bu makalede yörüngesel açısal momentum (OAM) haberleşme sistemleri için iki yeni çoklu-anten faz-gradyan saptama şemaları sunulmaktadır. Bunların bit hata oranı performansları Monte Carlo simülasyonları ile elde edilmektedir. Sonuç olarak performans alıcı antenleri arasındaki dairesel ayrışmalar yüksek oranda bağımlılık olduğunu göstermektedir.

Sayyed vd. (2015), Bu çalışmada Çift-Küme Tek Telsiz Haberleşme Mimarisi (DSSRC) bir İHA'na bir WSN ve çukur düğümüyle iki yönlü bir şekilde iletişim kurmaya izin vermektedir. Önerilen mimari böyle İHA'dan WSN'e devam eden en iyi ve en güvenilir haberleşme gibi özellikle farklı ağ QoS gereksinimlerini desteklemek üzere tasarlanmıştır. Bunun İHA'na ve çukur iletişime ihtiyacı vardır. Bu yazıda ayrıntılı olarak DSSRC, uygulanan gerçek bir İHA ile test edilmiştir.

AHS yöntemi kullanılarak son beş yıl içerisinde yapılmış çalışmalar şu şekilde sıralanabilir: Peng vd. (2011) Yazılım hatalarını öngören algoritmaların değerlendirilmesi, Vidal vd. (2011) Proje karmaşıklığı değerlendirmesi, Zoran vd. (2011) Transfer sistemi seçimi, Yurdakul vd. (2012) Mekanik işleme merkezi seçimi, Ömürbek ve Şimşek (2012) üniversite öğrencilerinin cep telefonu satın alırken marka tercihinde etkili olan özelliklerin belirlenmesi, Alp ve Gündoğdu (2012) tekstil sektöründe kuruluş yeri seçimi, Lee vd. (2012) Teknoloji transferinde öncelik faktörlerinin belirlenmesi, Eren vd. (2012) seçmeli ders seçimi, Ariff vd. (2012) En iyi dizayn konseptinin seçimi, Garg vd. (2012) Bankalarda kritik başarı faktörlerinin belirlenmesi ve sıralanması, Eren vd. (2012) bursiyer seçimi, Wu vd. (2012) Yatırım stratejisi seçimi, Doğan ve Gencan (2013) Kapadokya bölgesinde seyahat acentası için otel seçimi, Soba ve Bildik (2013) Türkiye fakülte kurulacak ilçelerin seçimi, Ahmadabadi vd. (2013) Teknoloji bazlı stratejilerin değerlendirilmesi, Hassan vd. (2013) Mobil ağ operatörü seçimi, Nikou ve Mezei (2013) Mobil servislerin ve bu servislere yönelimi etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi, Ömürbek vd. (2013) Isparta ilinde hayvancılık yapılabilecek alanların belirlenmesi, Caputo vd. (2013) Endüstriyel düzeneklerde güvenlik araçları seçimi, Deng vd. (2014) Tedarikçi seçimi, E. Önder vd. (2014) Hemşirelik kariyerine yönelime neden olan faktörlerin değerlendirilmesi, Badea vd. (2014) İşbirlikçi tedarik zinciri risk faktörleri değerlendirilmesi, Eren vd. (2015) Spor Toto Süper Lig'de gol krallığında ilk altı sırada bulunan futbolcuların performanslarının AHP ve VIKOR yöntemleri ile değerlendirilmesi, Fenta vd.(2015) Kuzey Etiyopya Raya Vadisi uzaktan algılama ve CBS tabanlı çok kriterli değerlendirme kullanılarak yeraltı suyu potansiyelinin mekansal analizi, Eren vd. (2015) AHP-PROMETHEE yöntemleri entegrasyonu ile perakende sektöründe personel seçimi, Asuquo vd. (2015) QOS Mobil veri ağlarının değerlendirilmesi, Wang (2015) Köprü güvenliğinin kapsamlı değerlendirilmesi,

Rahmati vd. (2015) Analitik hiyerarşi süreci ve CBS kullanılarak İran'ın Kürdistan bölgesinde yeraltı suyu potansiyeli haritalama üzerine çalışmışlardır.

ANP yöntemi kullanılarak son beş yıl içerisinde yapılmış çalışmalar şu şekilde sıralanabilir: Yazgan (2011) Esnek üretim sistemlerinin verimliliğini etkileyen sevkiyat kurallarına bağlı çizelgeleme politikası, Tajadod vd. (2011) Bir imalat işletmesinde bakım stratejisi seçimi, Monavvarian vd. (2011) Bilgi yönetimi stratejisi seçimi, Görener (2011) ANP yöntemini VIKOR yöntemi ile entegre bir şekilde ERP yazılım seçim problemi, Chen ve Wu (2011) Lojistik servis sağlayıcısı seçimi, Wieszata vd. (2011) ERP yazılım seçimi, Palanisamy vd. (2011) Tedarikçi seçimi, Jajimoggala vd. (2011) Tedarikçi değerlendirme, Thangamani (2012) ANP yöntemini teknoloji seçimi, Bastı ve Boyar (2012) Muhasebe Paket Programı Seçimi, Kang vd. (2012) Yeni ürün hattı geliştirmede teknoloji değerlendirme süreci, Mohaghar vd. (2012) Ar-Ge projelerinin seçimi, Sadeghi vd. (2012), Tedarikçi seçiminde, Eren vd. (2013) ANP ve TOPSIS yöntemleri ile yatırım stratejisi seçimi, Milani vd. (2013) Malzeme seçimi üzerine çalışmışlardır.

TOPSIS yöntemi kullanılarak son beş yıl içerisinde yapılmış çalışmalar şu şekilde sıralanabilir: Khanna vd. (2011) Kritik başarı faktörlerinin derecelendirilmesi, Yang vd. (2011) Taşımada kullanılacak deniz aracı seçimi, Horng vd.(2011) Finansal kriz sırasında yatırım stratejileri değerlendirmesi, Fengru ve ZHANG (2011) Personel seçimi, Eshlaghy ve Kalantary (2011) Tedarikçi seçimi, İç (2012), Üretim teknolojileri seçimi, Bulgurcu (2012) Teknoloji firmalarının finansal performans değerlendirmesi, Rostampour (2012) Web sayfalarının değerlendirilmesi, Liu vd. (2013) Enerji tasarruflu pencere malzemesi seçimi, Wachowicz ve Błaszczuk (2013) Pazarlık tekliflerinin değerlendirilmesi, Eren vd. (2013), AHS ve TOPSIS yöntemi birlikte uygulanarak üçüncü parti lojistik (3PL) firma seçimi için model geliştirme, Yılmaz ve Konyar (2013) Finansal performans değerlendirme, Danaei ve Haghighi (2013) Stok market performans değerlendirmesi İç (2014) Finansal göstergelere göre firma seçimi, Eren vd. (2014), Bakım planlamasında, Bilbao-Terol vd. (2014) Devlet tahvilleri yatırımlarının sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesi, Chen vd. (2015) Geliştirilmiş entropi TOPSIS-RSR vasıtasıyla yol güvenliği risk değerlendirmesi, Lakshmi vd. (2015) TOPSIS'te çelişkili kriterlerin kullanılması ile daha iyi bir laptop tanımlanması,

Nie vd. (2015) Entropi-TOPSIS'e dayanarak dergi değerlendirmesi ve uygulaması üzerine çalışmışlardır.

ELECTRE yöntemi kullanılarak son beş yıl içerisinde yapılmış çalışmalar şu şekilde sıralanabilir: Bülbül ve Köse (2011) Gıda işletmelerinin performans değerlendirmesi, Marzouk (2011) ELECTRE III modelini değer mühendisliği bağlamında performansın değerlendirilmesi ve ürün maliyetinin iyileştirilmesi, Gündoğdu (2011) lkemizin sanayi tesislerinin konumlandırılacağı coğrafi bölgeleri belirlemek, Kaya ve Kahraman (2011) İnternet bankacılığında web sitesinin kalite değerlendirmesi, Azadnia vd. (2011) Otomotiv sektöründe tedarikçi seçimi, Pang vd. (2011) CNC makinesi için güvenilir tasarım programı belirlenmesi, ağıl (2011) bankacılık sektöründe bankaların finansal performanslarının değerlendirilmesi, Ka (2011) in'de liman için kuruluş yeri seçimi, Vinodh ve Girubha (2012) Sürdürülebilir retimde malzeme, ürün ve süreç olmak üzere üç alternatifin değerlendirilmesi, Rouyendegh ve Erol (2012), En iyi proje seçiminde, akın ve zdemir (2013) İzmirden makine sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için sa malzeme seçimi, Yavuz (2013), Perakende sektörü için tedarikçi seçimi, Orçanlı ve zdemir (2013) Tüketicilerin kredi kartı seçimleri, Akyüz ve Soba (2013) Uşak'ta tekstil fabrikası kuruluş yeri seçimi, şişman ve Eleren (2013) Otomobil satın alma kararı, elik ve Ustasüleyman (2014) Türkiye'deki üç GSM operatörünün hizmet kalitesinin, performansının değerlendirmesi, Soba (2014) Uşak'ın beş ilçesi için banka şubesi açılma kararı, üzerine çalışmışlardır.

5. ÖRNEK UYGULAMA

Örnek uygulama olarak, afet ve acil durum haberleşmesinde büyük öneme sahip olan el telsizi seçim problemi ele alınmıştır.

5.1. Problemin Tanımı

Türkiye jeolojik yapısı, topografik konumu ve iklim özellikleri bakımından doğal afetlerin, jeolojik konumu ve eğitimsizlik, bilgisizlik, dikkatsizlikle beraber insanların doğayla etkileşimleri sonucunda oluşan insan kaynaklı afetlerin sıklıkla yaşandığı bir ülkedir. Doğal afetler insan kontrolü dışında gerçekleşir, büyük can ve mal kayıplarına neden olabilir. Ancak insan kaynaklı afetler kaza niteliği taşırlar. Olası bir afet öncesinde gereken önlemlerin alınması ve afet sonrası yardım faaliyetlerinin kesintisiz yürütülebilmesi için haberleşme sistemlerinin önemi büyüktür. Bu nedenle ilgili birimler arasında kurulacak iletişimin sağlanması için modern bir haberleşme sistemi altyapısı oluşturmanın gerekliliği açıktır. Bir afet olması durumunda mevcut bulunan telefon şebekeleri ve bunlara bağlı sistemler ile haberleşme, aşırı yüklenme vb. sebeplerle sağlanamamaktadır. Birçok sistem devre dışı kalmakta ve haberleşmenin devam etmesi için kullanılacak en ideal çözümlerden biri “Telsiz Haberleşmesi” olmaktadır. Bu nedenle telsiz haberleşmesinin ana bileşeni olan telsizin seçimi ve acil durum haberleşmesinde verimli olarak kullanımı önem kazanmaktadır. Bu çalışmada bir ilin İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü bünyesinde oluşturulan haberleşme altyapısı kapsamında alınması planlanan el telsizi seçim problemi ele alınmıştır.

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından Haberleşme ve Bilişim Altyapı Projeleri kapsamında Kesintisiz ve Güvenli Haberleşme Sistemi Projesi (KGHS) yürütülmektedir. Proje kapsamında Başkanlık tarafından taşra teşkilatı olan İl Afet ve Acil Durum Müdürlüklerine, illerin nüfusuna ve Büyükşehir Belediyesi olup olmadığına göre farklı bütçelerde ve adetlerde el telsizi alımı yapılacaktır.

Bir ilin İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğüne 26'sı arama ve kurtarma teknisyeni, 1'i sağlık memuru, 1'i şube şefi 1'i şube müdürü, 1'i il müdürü olmak üzere toplamda 30 adet el telsizi alınacaktır. Bu iş için 80.000 Türk Lirası bütçe ayrılmıştır.

5.1.1. Problem Çözümünde Kullanılacak Yöntem

Acil durum haberleşmesinde kullanılacak el telsizi seçim problemi çok ölçütlü karar verme tekniklerinden AHS, ANP, TOPSIS ve ELECTRE kullanılarak çözülecektir. Ayrıca AHS ve ANP yöntemlerinden elde edilen kriter ağırlıkları TOPSIS ve ELECTRE yöntemlerine entegre edilmiştir. Daha sonra elde edilen bütün sonuçlar değerlendirilmiş ve birbirleriyle kıyaslanmıştır.

Problemin çözümünde kullanılacak karar matrisleri ve kriter ağırlıkları kurumun haberleşme biriminde görevli mühendis ve teknisyenlerin uzman görüşü ile belirlenmiştir.

5.1.2. Kriterler

Problemin çözümü için 5 adet kriter belirlenmiştir. Bunlar duyum hassasiyeti, pil ömrü, işlevsellik, fiziksel korunum, maliyet ve satış sonrası hizmet olarak sıralanabilir. Kriterler aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

5.1.2.1. Duyum Hassasiyeti

Günümüz şartlarında çeşitli bantlarda kullanılan cihazlardan kaynaklı havada frekans kirliliği oluşmaktadır. Bununla beraber kullanılan frekansta aynı kullanım hakkına sahip diğer kullanıcılardan kaynaklanan yoğun kirli bölgeler oluşur.

Duyum Hassasiyeti cihazın havada dinlediği frekanstaki kaliteli veriyi alabildiği, en düşük μV veya dBm değeridir. Bu değer ne kadar düşük ile cihazın o kadar iyi olduğunu gösterir.

Duyum Hassasiyeti kriterine ait veriler **Çizelge 5.1.** 'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. Duyum Hassasiyeti Kriterine Ait Veriler

Alternatifler	Duyum Hassasiyeti	
	dBm değeri	μV değeri
Motorola DP-4801	-119.0	0.250
HyTera X1p	-117.5	0.300
Aselsan 4900	-116.0	0.355
Aselsan 4700	-116.0	0.355

5.1.2.2. Pil Ömrü

Kullanım süresinin yüzde 5'nin konuşma, yüzde 5'nin dinleme, geri kalanının da bekleme halinde bulunabildiği maksimum süreye pil ömrü denir.

Pil ömrü kriterine ait veriler **Çizelge 5.2.** 'de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Pil Ömrü Kriterine Ait Veriler

Alternatifler	Pil modeli	Pil ömrü(sayısal) saat
Motorola DP-4801	2800 mAh Li-ion	23.5
HyTera X1p	1800 mAh Li-ion	15
Aselsan 4900	2600 mAh Li-ion	21
Aselsan 4700	2300 mAh Li-ion	17

5.1.2.3. İşlevsellik

Cihazın kullanıcı tarafından rahatlıkla kullanılmasına denir. El telsizi seçiminde işlevsellik kriteri ekran görüntüsü ve yalın tuş kontrolü olmak üzere iki ana bileşenden oluşur.

Ekran görüntüsü: Kanal ismi, güç seviyesi durumu, kanal özelliği, GPS durumu, okunmamış ileti simgesi.

Yalın tuş kontrolü: Her tuşun kısa ve uzun süreli basılma durumundaki işlevidir.

5.1.2.4. Fiziksel Korunum

Cihazın yağmur, su, toz, yüksekten düşme, güneş radyasyonu, vibrasyon vb. dış etkenlere karşı korunumunu içerir. MIL-STD 810 vb. standardına göre belirlenir.

5.1.2.5. Maliyet ve Satış Sonrası Hizmet

Cihazda istenen özelliklerin yanı sıra minimum maliyetli olması ve satış sonrası servis işlemlerinin zamanında yapılmasıdır.

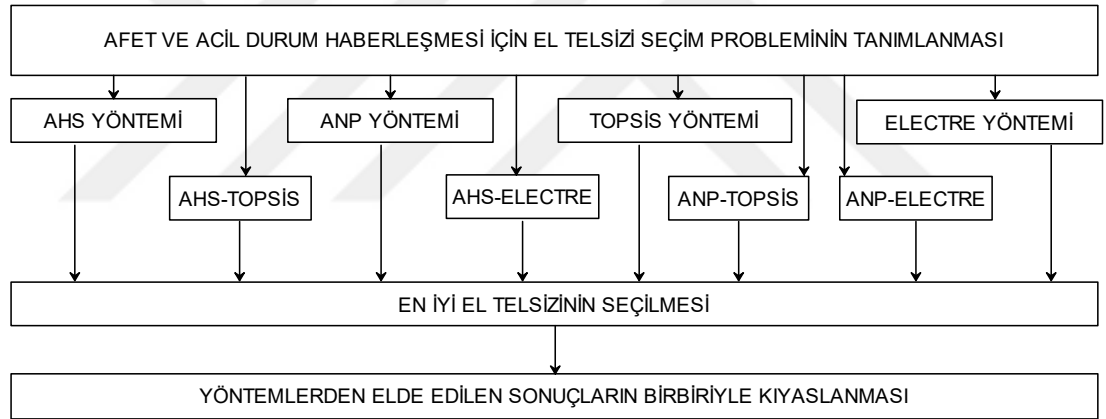
5.1.3. Alternatifler

Afet ve acil durum haberleşmesi için kullanılacak el cihazlarında bulunması gereken en düşük şartlar aşağıdaki gibidir:

- 140-170 Mhz arasındaki frekanslarda kullanılabilmelidir.
- Sayısal özellikte olmalıdır.

- En az 4 watt çıkış gücü
- En çok 0.40 μ V veya -115 dBm dinleme hassasiyeti olmalıdır.
- 12,5 / 20 /25 kHz kanal genişliğinde olmalıdır.
- Frekans kararlılığı sayısal için en fazla ± 3.5 ppm olmalıdır.
- Intermodülasyon değeri en az 60 dB olmalıdır.
- Su geçirmezliği en az cihazın gövdesine herhangi bir yönden gelen su sıçramaları cihaza zarar vermez olmalıdır.
- Toza Dayanıklı en az toz zerreleri, cihazın normal işleyişini engelleyecek, güvenliğini bozacak şekilde cihazın içine giremez olmalıdır.

El telsizi seçim probleminde çözüm sırasında izlenecek yol **Şekil 5.1.**'de gösterilmiştir.



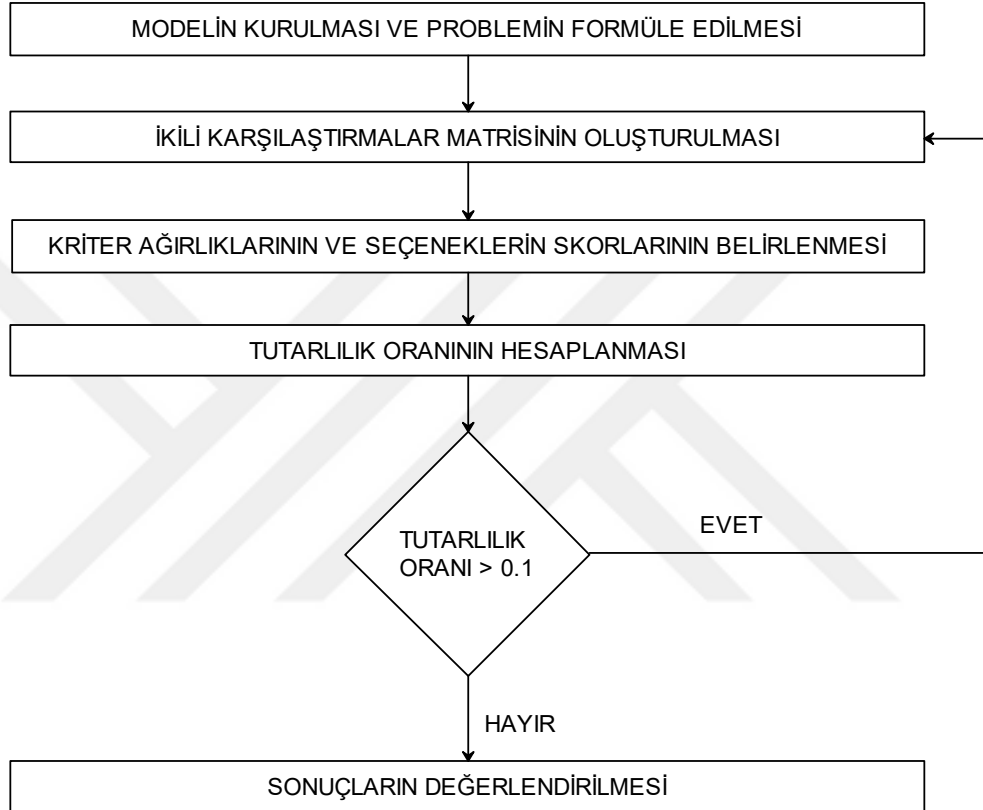
Şekil 5.1. El Telsizi Seçim Probleminin Algoritması

5.2. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Yöntemi

Bir ilin İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğüne haberleşme sisteminin kurulması kapsamında alınması planlanan el telsizi seçim problemi Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemi ile çözülecektir. Değerlerin ve ağırlıkların belirlenmesinde bu alanda uzman kişilerin görüşlerinden faydalanılmıştır. AHS yöntemi ile problem çözümü 4 adımdan oluşmaktadır:

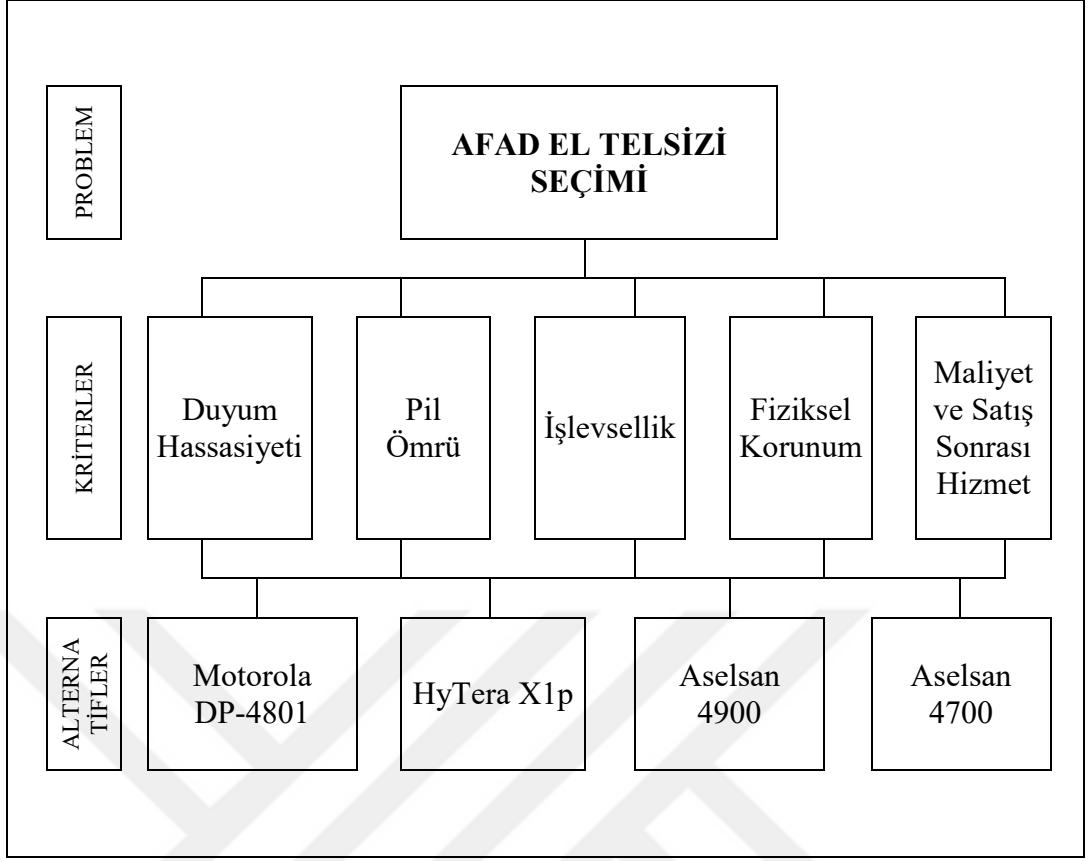
Adım 1: Modelin Kurulması ve Problemin Formüle Edilmesi

Problem tanımlanırken alternatifler ve kriterler belirlenir ve ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulurken uzman görüşünden yararlanılmıştır. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemi algoritması **Şekil 5.2.**'de gösterilmiştir.



Şekil 5.2. AHS Yöntemi Algoritması

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yönteminde kullanılan alternatif ve kriterler **Şekil 5.3.**'te gösterilmiştir.



Şekil 5.3. Alternatif ve Kriterler

Adım 2: İkili Karşılaştırmalar Matrisinin Oluşturulması

İkili karşılaştırma matrisine ait veriler bu alanda uzman kişilerin görüşlerinden faydalanılarak oluşturulmuştur. Duyum hassasiyeti kriterine ait ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 5.3.'te gösterilmiştir.

Çizelge 5.3. Duyum Hassasiyeti kriterine ait ikili karşılaştırma matrisi

İkili Karşılaştırma Matrisi (A_{ij})				
	M-4800	HyTera X1p	A-4900	A-4700
M-4800	1.00	1.28	1.49	1.49
HyTera X1p	0.78	1.00	1.49	1.49
A-4900	0.67	0.67	1.00	1.00
A-4700	0.67	0.67	1.00	1.00

Normalleştirilmiş matris üzerindeki her bir değer, ikili karşılaştırma matrisinde o hücrede yer alan değerın sütun toplamına bölünmesiyle elde edilir. Duyum hassasiyeti kriterine ait normalleştirilmiş matris **Çizelge 5.4.**'te gösterilmiştir.

Çizelge 5.4. Duyum Hassasiyeti kriterine ait normalleştirilmiş matris

Normalleştirilmiş Matris				
	M-4800	HyTera X1p	A-4900	A-4700
M-4800	0.321	0.354	0.299	0.299
HyTera X1p	0.250	0.276	0.299	0.299
A-4900	0.215	0.185	0.201	0.201
A-4700	0.215	0.185	0.201	0.201

Göreceli öncelikler matrisindeki her bir satır değeri, normalleştirilmiş matrisin her satırındaki değerlerin toplamının değer sayısına bölünmesiyle elde edilir. Duyum hassasiyeti kriterine ait göreceli öncelikler **Çizelge 5.5.**'te gösterilmiştir.

Çizelge 5.5. Duyum Hassasiyeti kriterine ait göreceli öncelikler

Göreceli Öncelikler (W_{ij})	
M-4800	0.318
HyTera X1p	0.281
A-4900	0.150
A-4700	0.201

Tutarlılık Testi:

İkili karşılaştırma matrisi için tutarlılık testi yapılır ve matris tutarlı ise diğer adımlara geçilir, ancak tutarlı değilse ikili karşılaştırma matrisi yeniden oluşturulur. Tutarlılık testini yapabilmek için (5.1) numaralı Ağırlıklı toplam vektörü formülde gösterildiği gibi ağırlıklı toplam vektörü oluşturulur.

$$w_{11} \cdot \begin{bmatrix} A_{11} \\ A_{21} \\ A_{31} \\ A_{41} \end{bmatrix} + w_{21} \cdot \begin{bmatrix} A_{12} \\ A_{22} \\ A_{32} \\ A_{42} \end{bmatrix} + w_{31} \cdot \begin{bmatrix} A_{13} \\ A_{23} \\ A_{33} \\ A_{43} \end{bmatrix} + w_{41} \cdot \begin{bmatrix} A_{14} \\ A_{24} \\ A_{34} \\ A_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} WS_{11} \\ WS_{21} \\ WS_{31} \\ WS_{41} \end{bmatrix} \quad (5.1)$$

Daha sonra (5.2) numaralı formül yardımıyla λ_{max} değeri hesaplanır.

$$\lambda_{max} = \frac{\left(\frac{WS_{11}}{W_{11}} + \frac{WS_{21}}{W_{21}} + \frac{WS_{31}}{W_{31}} + \frac{WS_{41}}{W_{41}} \right)}{n} \quad (5.2)$$

λ_{max} değeri (3.1) numaralı formül kullanılarak tutarlılık indeksi hesaplanır.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} = \frac{4.0016-4}{4-1} = 0.0232$$

Saaty'in rassal indeks tablosuna göre $n=4$ için $RI=0.90$ verisine göre tutarlılık testi yapılır.

$$CR=CI/RI \Rightarrow CR=0.0232/0.90= 0.0258 \leq 0.10 \text{ olduğundan matris tutarlıdır.}$$

İkili karşılaştırma matrisine ait veriler bu alanda uzman kişilerin görüşlerinden faydalanılarak oluşturulmuştur. Pil Ömrü kriterine ait ikili karşılaştırma matrisi **Çizelge 5.6.**'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.6. Pil Ömrü kriterine ait ikili karşılaştırma matrisi

İkili Karşılaştırma Matrisi (A_{ij})				
	M-4800	HyTera X1p	A-4900	A-4700
M-4800	1	1 4/5	1 2/7	1 2/7
HyTera X1p	5/9	1	8/9	8/9
A-4900	7/9	1 1/9	1	1
A-4700	7/9	1 1/9	1	1

Normalleştirilmiş matris üzerindeki her bir değer, ikili karşılaştırma matrisinde o hücrede yer alan değer in sütun toplamına bölünmesiyle elde edilir. Pil Ömrü kriterine ait normalleştirilmiş matris **Çizelge 5.7.**'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.7. Pil Ömrü kriterine ait normalleştirilmiş matris

Normalleştirilmiş Matris				
	M-4800	HyTera X1p	A-4900	A-4700
M-4800	0.321	0.358	0.307	0.307
HyTera X1p	0.179	0.199	0.215	0.215
A-4900	0.250	0.221	0.239	0.239
A-4700	0.250	0.221	0.239	0.239

Göreceli öncelikler matrisindeki her bir satır değeri, normalleştirilmiş matrisin her satırındaki değerlerin toplamının değer sayısına bölünmesiyle elde edilir. Pil Ömrü kriterine ait göreceli öncelikler **Çizelge 5.8.**'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.8. Pil Ömrü kriterine ait göreceli öncelikler

Göreceli Öncelikler (W_{ij})	
M-4800	0.324
HyTera X1p	0.202
A-4900	0.237
A-4700	0.237

$$CI=0.0022$$

Saaty'nin rassal indeks tablosuna göre $n=4$ için $RI=0.90$ verisine göre tutarlılık testi yapılır.

$$CR=CI/RI \Rightarrow CR=0.0022/0.90= 0.0025 \leq 0.10 \text{ olduğundan matris tutarlıdır.}$$

İkili karşılaştırma matrisine ait veriler bu alanda uzman kişilerin görüşlerinden faydalanılarak oluşturulmuştur. İşlevsellik kriterine ait ikili karşılaştırma matrisi **Çizelge 5.9.**'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.9. İşlevsellik kriterine ait ikili karşılaştırma matrisi

İkili Karşılaştırma Matrisi (A_{ij})				
	M-4800	HyTera X1p	A-4900	A-4700
M-4800	1.00	0.67	1.14	1.14
HyTera X1p	1.50	1.00	0.90	0.90
A-4900	0.88	1.11	1.00	1.00
A-4700	0.88	1.11	1.00	1.00

Normalleştirilmiş matris üzerindeki her bir değer, ikili karşılaştırma matrisinde o hücrede yer alan değerın sütun toplamına bölünmesiyle elde edilir. İşlevsellik kriterine ait normalleştirilmiş matris **Çizelge 5.10.**'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.10. İşlevsellik kriterine ait normalleştirilmiş matris

Normalleştirilmiş Matris				
	M-4800	HyTera X1p	A-4900	A-4700
M-4800	0.235	0.171	0.283	0.283
HyTera X1p	0.353	0.257	0.223	0.223
A-4900	0.206	0.286	0.247	0.247
A-4700	0.206	0.286	0.247	0.247

Göreceli öncelikler matrisindeki her bir satır değeri, normalleştirilmiş matrisin her satırındaki değerlerin toplamının değer sayısına bölünmesiyle elde edilir. İşlevsellik kriterine ait göreceli öncelikler **Çizelge 5.11.**'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.11. İşlevsellik kriterine ait göreceli öncelikler

Göreceli Öncelikler (W_{ij})	
M-4800	0.243
HyTera X1p	0.264
A-4900	0.247
A-4700	0.247

$$CI=0.0174$$

Saaty'nin rassal indeks tablosuna göre n=4 için RI=0.90 verisine göre tutarlılık testi yapılır.

$$CR=CI/RI \Rightarrow CR=0.0174/0.90= 0.0193 \leq 0.10 \text{ olduğundan matris tutarlıdır.}$$

İkili karşılaştırma matrisine ait veriler bu alanda uzman kişilerin görüşlerinden faydalanılarak oluşturulmuştur. Fiziksel etkilere karşı korunum kriterine ait ikili karşılaştırma matrisi **Çizelge 5.12.**'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.12. Fiziksel Etkilere Karşı Korunum kriterine ait ikili karşılaştırma matrisi

İkili Karşılaştırma Matrisi (A_{ij})				
	M-4800	HyTera X1p	A-4900	A-4700
M-4800	1	1	1 1/8	1 1/2
HyTera X1p	1	1	1 2/9	1 2/7
A-4900	8/9	5/6	1	1 1/6
A-4700	2/3	7/9	6/7	1

Normalleştirilmiş matris üzerindeki her bir değer, ikili karşılaştırma matrisinde o hücrede yer alan değerın sütun toplamına bölünmesiyle elde edilir. Fiziksel etkilere karşı korunum kriterine ait normalleştirilmiş matris **Çizelge 5.13.**'te gösterilmiştir.

Çizelge 5.13. Fiziksel Etkilere Karşı Korunum kriterine ait normalleştirilmiş matris

Normalleştirilmiş Matris				
	M-4800	HyTera X1p	A-4900	A-4700
M-4800	0.281	0.278	0.268	0.303
HyTera X1p	0.281	0.278	0.291	0.260
A-4900	0.250	0.228	0.238	0.236
A-4700	0.188	0.216	0.204	0.202

Göreceli öncelikler matrisindeki her bir satır değeri, normalleştirilmiş matrisin her satırındaki değerlerin toplamının değer sayısına bölünmesiyle elde edilir. Fiziksel etkilere karşı korunum kriterine ait göreceli öncelikler **Çizelge 5.14.**'te gösterilmiştir.

Çizelge 5.14. Fiziksel Etkilere Karşı Korunum kriterine ait göreceli öncelikler

Göreceli Öncelikler (W_{ij})	
M-4800	0.282
HyTera X1p	0.277
A-4900	0.238
A-4700	0.202

$$CI=0.0012$$

Saaty'nin rassal indeks tablosuna göre $n=4$ için $RI=0.90$ verisine göre tutarlılık testi yapılır.

$$CR=CI/RI \Rightarrow CR=0.0012/0.90= 0.0013 \leq 0.10 \text{ olduğundan matris tutarlıdır.}$$

İkili karşılaştırma matrisine ait veriler bu alanda uzman kişilerin görüşlerinden faydalanılarak oluşturulmuştur. Maliyet ve satış sonrası hizmet kriterine ait ikili karşılaştırma matrisi **Çizelge 5.15.**'te gösterilmiştir.

Çizelge 5.15. Maliyet ve Satış Sonrası Hizmet kriterine ait ikili karşılaştırma matrisi

İkili Karşılaştırma Matrisi (A_{ij})				
	M-4800	HyTera X1p	A-4900	A-4700
M-4800	1	7/8	1 1/4	1 1/5
HyTera X1p	1 1/7	1	1 4/9	1 1/3
A-4900	4/5	2/3	1	1
A-4700	5/6	3/4	1	1

Normalleştirilmiş matris üzerindeki her bir değer, ikili karşılaştırma matrisinde o hücrede yer alan değerın sütun toplamına bölünmesiyle elde edilir. Maliyet ve satış sonrası hizmet kriterine ait normalleştirilmiş matris **Çizelge 5.16.**'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.16. Maliyet ve Satış Sonrası Hizmet kriterine ait normalleştirilmiş matris

Normalleştirilmiş Matris				
	M-4800	HyTera X1p	A-4900	A-4700
M-4800	0.265	0.265	0.265	0.265
HyTera X1p	0.302	0.302	0.302	0.302
A-4900	0.208	0.208	0.208	0.208
A-4700	0.224	0.224	0.224	0.224

Göreceli öncelikler matrisindeki her bir satır değeri, normalleştirilmiş matrisin her satırındaki değerlerin toplamının değer sayısına bölünmesiyle elde edilir. Maliyet ve satış sonrası hizmet kriterine ait göreceli öncelikler **Çizelge 5.17.**'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.17. Maliyet ve Satış Sonrası Hizmet kriterine ait göreceli öncelikler

Göreceli Öncelikler (W_{ij})	
M-4800	0.265
HyTera X1p	0.302
A-4900	0.208
A-4700	0.224

$$CI=0.0001$$

Saaty'nin rassal indeks tablosuna göre $n=4$ için $RI=0.90$ verisine göre tutarlılık testi yapılır.

$$CR=CI/RI \Rightarrow CR=0.0011/0.90= 0.0001 \leq 0.10 \text{ olduğundan matris tutarlıdır.}$$

Adım 3: Kriter Ağırlıklarının ve Alternatiflerin Skorlarının Belirlenmesi

Kriter ağırlıklarının ve ağırlıkların skorlarının belirlenmesine yarayacak kriter matrisi verileri **Çizelge 5.18.**'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.18. Kriter Matrisi

	Duyum Hassasiyeti	Pil Ömrü	İşlevsellik	Fiziksel Korunum	Maliyet ve Satış Sonrası Hizmet
M-4800	0.318	0.324	0.243	0.282	0.265
HyTera X1p	0.281	0.202	0.264	0.277	0.302
A-4900	0.150	0.237	0.247	0.238	0.208
A-4700	0.201	0.237	0.247	0.202	0.224

İkili karşılaştırma matrisine ait veriler bu alanda uzman kişilerin görüşlerinden faydalanılarak oluşturulmuştur. Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi **Çizelge 5.19.** 'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.19. Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi

İkili Karşılaştırma Matrisi (A_{ij})					
	Duyum Hassasiyeti	Pil Ömrü	İşlevsellik	Fiziksel Korunum	Maliyet ve Satış Sonrası Hizmet
Duyum Hassasiyeti	1.00	1.29	1.00	1.80	1.00
Pil Ömrü	0.78	1.00	0.71	1.40	0.78
İşlevsellik	1.00	1.40	1.00	0.80	1.00
Fiziksel Korunum	0.56	0.71	1.25	1.00	0.56
Maliyet ve Satış Sonrası Hizmet	1.00	1.29	1.00	1.80	1.00

Normalleştirilmiş matris üzerindeki her bir değer, ikili karşılaştırma matrisinde o hücrede yer alan değerin sütun toplamına bölünmesiyle elde edilir. Kriterlerin normalleştirilmiş matris **Çizelge 5.20.**'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.20. Kriterlerin normalleştirilmiş matris

Normalleştirilmiş Matris					
	Duyum Hassasiyeti	Pil Ömrü	İşlevsellik	Fiziksel Korunum	Maliyet ve Satış Sonrası Hizmet
Duyum Hassasiyeti	0.231	0.226	0.201	0.265	0.231
Pil Ömrü	0.179	0.176	0.144	0.206	0.179
İşlevsellik	0.231	0.246	0.201	0.118	0.231
Fiziksel Korunum	0.128	0.126	0.252	0.147	0.128
Maliyet ve Satış Sonrası Hizmet	0.231	0.226	0.201	0.265	0.231

Göreceli öncelikler matrisindeki her bir satır değeri, normalleştirilmiş matrisin her satırındaki değerlerin toplamının değer sayısına bölünmesiyle elde edilir. Kriterlerin göreceli öncelikler **Çizelge 5.21.**'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.21. Kriterlerin göreceli öncelikler

Göreceli Öncelikler (W_{ij})	
Duyum Hassasiyeti	0.231
Pil Ömrü	0.177
İşlevsellik	0.205
Fiziksel Korunum	0.156
Maliyet ve Satış Sonrası Hizmet	0.231

$$CI=0.0219$$

Saaty'nin rassal indeks tablosuna göre n=5 için RI=1.12 verisine göre tutarlılık testi yapılır.

$$CR=CI/RI \Rightarrow CR=0.0219/1.12= 0.0243 \leq 0.10 \text{ olduğundan matris tutarlıdır.}$$

Adım 4: Tutarlılık Oranının Hesaplanması ve Sonuç Değerlendirme

Alternatiflere göre göreceli öncelikler **Çizelge 5.22.**'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.22. Alternatiflere Göre Göreceli Öncelikler

Alternatiflere Göre Göreceli Öncelikler (w_{ij})					
	Duyum Hassasiyeti	Pil Ömrü	İşlevsellik	Fiziksel Korunum	Maliyet ve Satış Sonrası Hizmet
M-4800	0.318	0.324	0.243	0.282	0.265
HyTera X1p	0.281	0.202	0.264	0.277	0.302
A-4900	0.150	0.237	0.247	0.238	0.208
A-4700	0.201	0.237	0.247	0.202	0.224

Kriterlere göre göreceli öncelikler **Çizelge 5.23.**'te gösterilmiştir.

Çizelge 5.23. Kriterlere Göre Göreceli Öncelikler

Kriterlere Göre Göreceli Öncelikler (W_{ij})	
Duyum Hassasiyeti	0.231
Pil Ömrü	0.177
İşlevsellik	0.205
Fiziksel Korunum	0.156
Maliyet ve Satış Sonrası Hizmet	0.231

Ürünlerin analitik hiyerarşi süreci yöntemi ile değerlendirileceği sonuç skorları Çizelge 5.24.'te verilmiştir.

Çizelge 5.24. Ürünlere göre sonuç skorları

Skorlar	
M-4800	0.286
HyTera X1p	0.268
A-4900	0.212
A-4700	0.222

$WS_{11} = 0.286$ (Motorola DP-4801 El cihazı skoru)

$WS_{21} = 0.268$ (HyTera X1p El cihazı skoru)

$WS_{31} = 0.212$ (Aselsan 4900 El cihazı skoru)

$WS_{41} = 0.222$ (Aselsan 4700 El cihazı skoru)

Değerlendirme:

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yönteminin probleme uygulanmasıyla elde edilen sonuçlar değerlendirilirse en yüksek skora sahip Motorola DP-4800 model el telsizi ilk sırada, daha sonra HyTera X1p ikinci sırada, Aselsan 4700 üçüncü sırada ve Aselsan 4900 model el telsizi dördüncü sırada seçilmiştir.

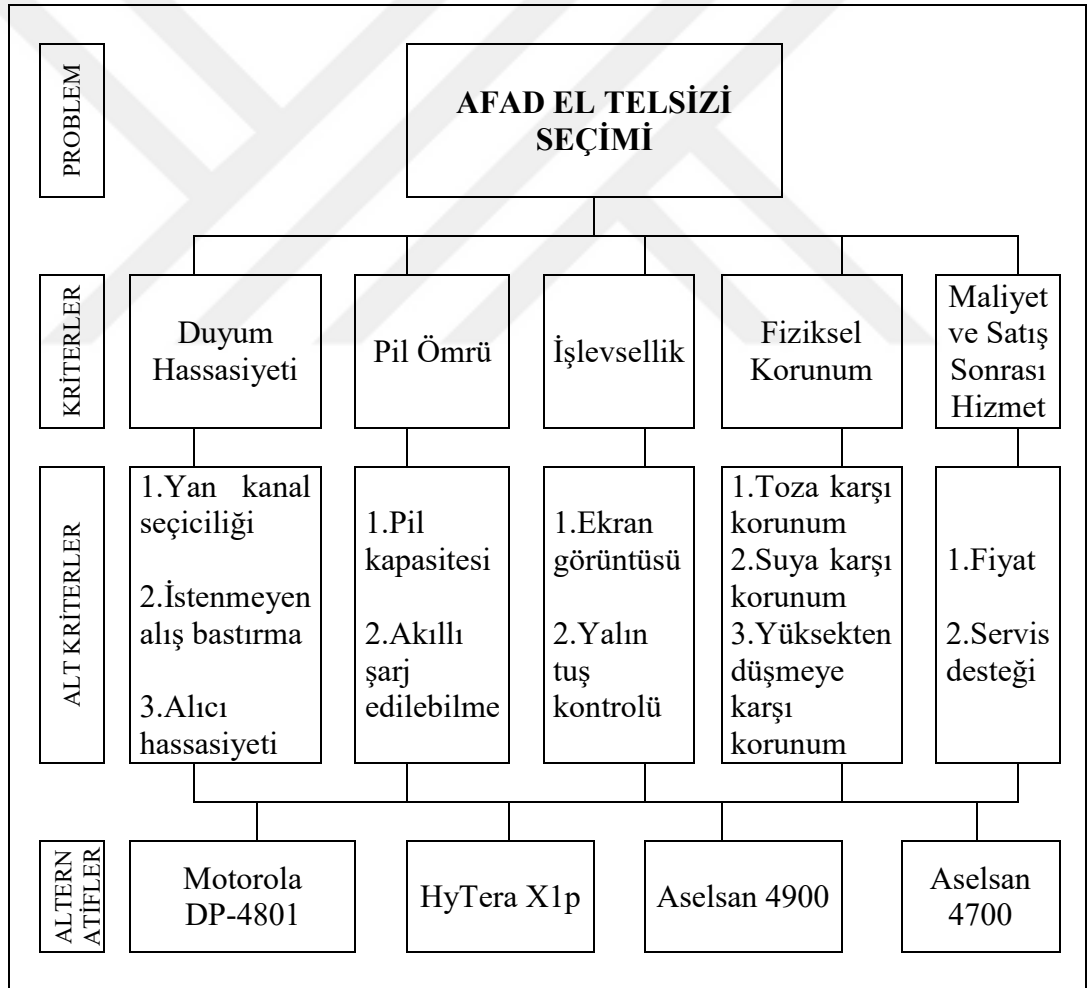
5.3. Analitik Ağ Süreci (ANP) Yöntemi

Bir ilin İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğüne haberleşme sisteminin kurulması kapsamında alınması planlanan el telsizi seçim problemi Analitik Ağ Süreci (ANP) yöntemi ile çözülecektir. Problemin çözümünde Super Decisions programından

yararlanılmıştır. Değerlerin ve ağırlıkların belirlenmesinde bu alanda uzman kişilerin görüşlerinden faydalanılmıştır. ANP yöntemi ile problem çözümü 6 adımdan oluşmaktadır:

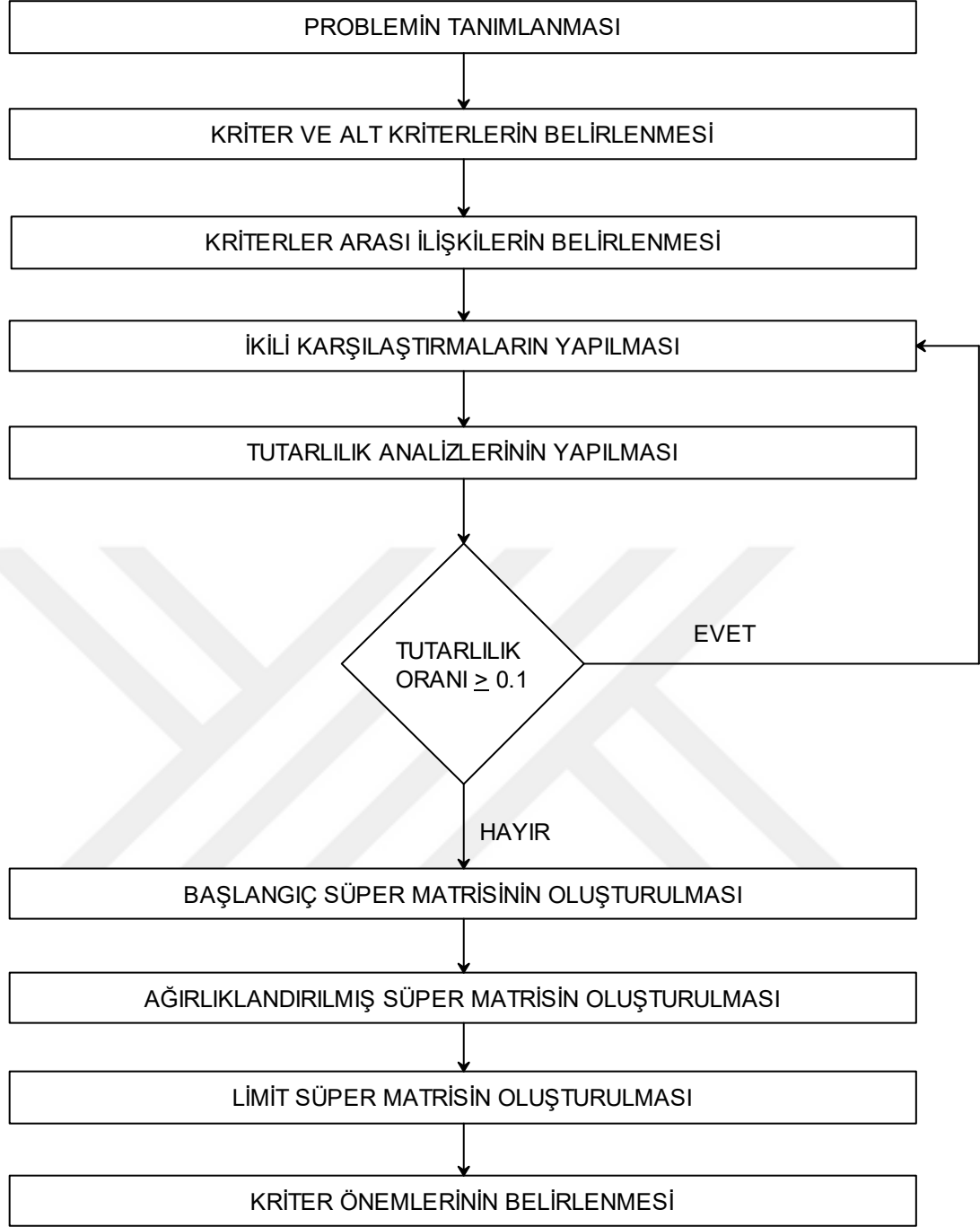
Adım 1: Problemin Tanımlanması ve Modelin Kurulması

Problem tanımlanırken alternatif, kriter ve alt kriterler belirlenir ve ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulurken uzman görüşünden yararlanılmıştır. El telsizi seçim probleminde ANP yöntemine ait kriter, alt kriter ve alternatifler **Şekil 5.4.**'te gösterilmiştir.



Şekil 5.4. Alternatif, Kriter ve Alt Kriterler

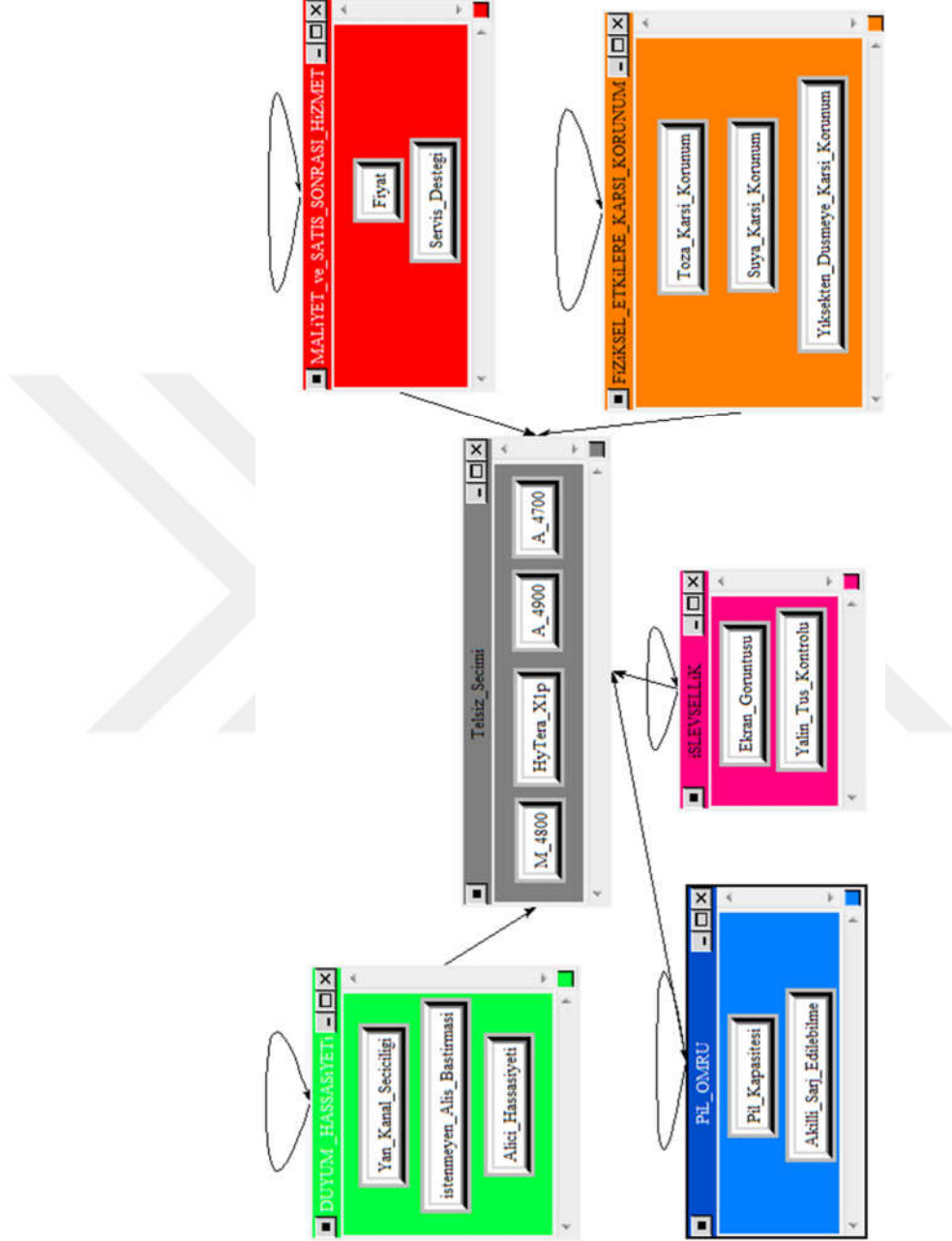
Analitik Ağ Süreci yöntemine ait algoritma yapısı **Şekil 5.5.**'te gösterilmiştir.



Şekil 5.5. ANP Yöntemi Algoritması

Adım 2: Kriterler Arası Etkileşimlerin Belirlenmesi

Alternatif, kriter ve alt kriterlerin kendi aralarında bulunan ilişkileri tanımlanır. Uygulama kapsamında el telsizi seçimi için oluşturulan ağ yapısı Şekil 5.6.'da gösterilmiştir.



Şekil 5.6. Problemin Ağ Yapısı

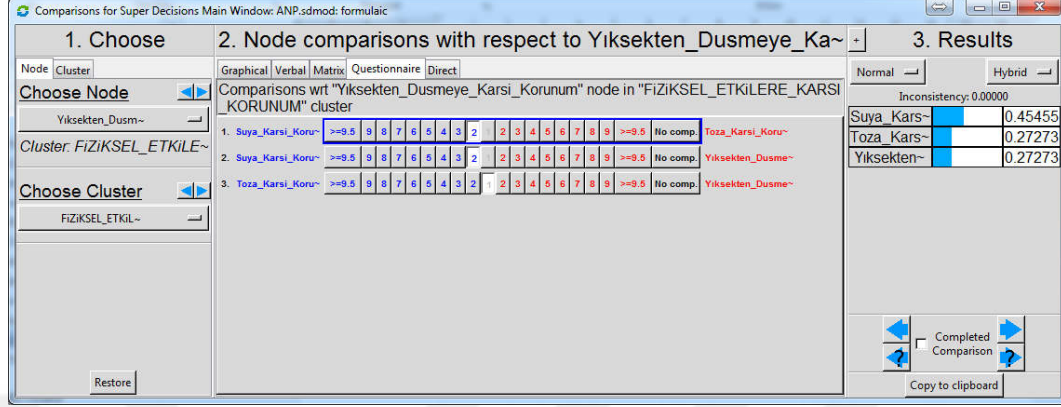
Adım 3: Temel Karar Vericiler Arası İkili Karşılaştırma

ANP yöntemine göre ağırlıklandırma yapılacak kriterler'de "x", yapılmayacaklar ise "0" ile Şekil 5.7.'de gösterilmiştir.

	Duyum Hassasiyeti			Fiziksel Korunum			İşlevsellik		Maliyet ve Satış Sonrası Hizmet		Pil Ömrü				Alternatifler		
	1.A.H.	2.I.A.B.	3.Y.K.S	1.S.K.K.	2.T.K.K.	3.Y.D.K.K.	1.E.G.	2.Y.T.K.	1.F.	2.S.D.	1.A.Ş.E.	2.P.K.	Aselcan 4700	Aselcan 4900	HyTera X1P	Motorola 4800	
Duyum Hassasiyeti	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fiziksel Korunum	2.I.A.B.	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	3.Y.K.S	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1.S.K.K.	0	0	0	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
İşlevsellik	2.T.K.K.	0	0	0	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	3.Y.D.K.K.	0	0	0	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1.E.G.	0	0	0	0	0	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	
Maliyet ve Satış Sonrası Hizmet	2.Y.T.K.	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1.F.	0	0	0	0	0	0	0	X	X	0	0	0	0	0	0	
Pil Ömrü	2.S.D.	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	
	1.A.Ş.E.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X	0	0	0	0	
Alternatifler	2.P.K.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	
	Aselcan 4700	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	X	0	0	0	0	
	Aselcan 4900	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	0	
	HyTera X1P	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	0	
Motorola 4800	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	0	0	

Şekil 5.7. ANP Yöntemine Göre Ağırlıklandırmalar

İkili karşılaştırma değerleri programa girilir. Yapılan ağırlıklandırmaların Super Decisions programındaki görüntüsü **Şekil 5.8.**'de gösterilmiştir.



Şekil 5.8. Super Decisions Ağırlıklandırma Ekran Görüntüsü

Adım 4: Elde Edilen Karşılaştırma Matrislerinin Tutarlılık Kontrolü

Karşılaştırma matrislerinin tutarlılık hesaplamaları Super Decisions programında hesaplanmıştır.

Adım 5: Süper Matrisin Oluşturulması ve Analizi

Super Decisions programında elde edilen süper matrisin ekran görüntüsü **Şekil 5.9.**'da gösterilmiştir.

	Duyum Hassasiyeti			Fiziksel Korunum			İşlevsellik		Maliyet ve Satış Sonrası Hizmet		Pili Ömrü		Alternatifler			
	1.A.H.	2.İ.A.B.	3.Y.K.S	1.S.K.K.	2.T.K.K.	3.Y.D.K.K.	1.E.G.	2.Y.T.K.	1.F.	2.S.D.	1.A.Ş.E.	2.P.K.	Aselsan 4700	Aselsan 4900	HyTera X1P	Motorola 4800
Duyum Hassasiyeti	0,208	0,208	0,208	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	0,125	0,125	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	0,167	0,167	0,167	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fiziksel Korunum	0,000	0,000	0,000	0,227	0,227	0,227	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	0,000	0,000	0,000	0,136	0,136	0,136	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	0,000	0,000	0,000	0,136	0,136	0,136	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
İşlevsellik	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,294	0,294	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,206	0,206	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Maliyet ve Satış Sonrası Hizmet	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,400	0,400	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pili Ömrü	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,286	0,286	0,286	0,000	0,000	0,000	0,000
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,214	0,214	0,214	0,000	0,000	0,000	0,000
Alternatifler	0,066	0,135	0,119	0,074	0,119	0,129	0,060	0,107	0,111	0,156	0,026	0,118	0,000	0,000	0,000	0,000
	0,066	0,135	0,119	0,074	0,119	0,145	0,160	0,143	0,105	0,156	0,158	0,118	0,000	0,000	0,000	0,000
	0,147	0,095	0,131	0,176	0,143	0,065	0,160	0,107	0,151	0,063	0,158	0,104	0,000	0,000	0,000	0,000
	0,221	0,135	0,131	0,176	0,119	0,161	0,120	0,143	0,133	0,125	0,158	0,160	0,000	0,000	0,000	0,000

Şekil 5.9. Süper Matris

Adım 6: En İyi Seçeneğin Seçimi

Genel bir değerlendirme yapılacak olursa beş ana kriter içerisinde duyum hassasiyeti ve fiziksel korunum 0.125 genel ağırlığa sahip olmasından dolayı en önemli kriterler olmaktadır. Alternatifler arasında 0.151 ağırlığına sahip olan Motorola 4800 model el telsizi öncelikli tercih olarak ortaya konulmuştur. Sonuç değerlendirme ekran görüntüsü **Şekil 5.10.**'da gösterilmiştir.

		Normalized By Cluster	Limiting
Duyum Hassasiyeti	1.A.H.	0,417	0,052
	2.İ.A.B.	0,250	0,031
	3.Y.K.S	0,333	0,042
Fiziksel Korunum	1.S.K.K.	0,455	0,057
	2.T.K.K.	0,273	0,034
	3.Y.D.K.K.	0,273	0,034
İşlevsellik	1.E.G.	0,588	0,049
	2.Y.T.K.	0,412	0,034

		Normalized By Cluster	Limiting
Maliyet ve Satış Sonrası Hizmet	1.F.	0,800	0,067
	2.S.D.	0,200	0,017
Pil Ömrü	1.A.Ş.E.	0,571	0,048
	2.P.K.	0,429	0,036
Alternatifler	Aselsan 4700	0,190	0,095
	Aselsan 4900	0,240	0,120
	HyTera X1P	0,268	0,134
	Motorola 4800	0,303	0,151

Şekil 5.10. Sonuç Değerlendirme

5.4. TOPSIS Yöntemi

İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğüne haberleşme sisteminin kurulması kapsamında alınması planlanan el telsizi seçim problemi TOPSIS yöntemi ile çözülecektir. Değerlerin ve ağırlıkların belirlenmesinde bu alanda uzman kişilerin görüşlerinden faydalanılmıştır. TOPSIS yönteminin algoritması **Şekil 5.11.**'de gösterilmiştir.



Şekil 5.11. TOPSIS Algoritması

TOPSIS yönteminin probleme uygulanması 6 adımdan oluşmaktadır. Kriter matrisi **Çizelge 5.25.**'te gösterilmiştir.

Çizelge 5.25. Kriter Matrisi

Kriterler					
	Duyum Hassasiyeti	Pil Ömrü	İşlevsellik	Fiziksel Korunum	Maliyet ve Satış Sonrası Hizmet
M-4800	45	27	60	48	44
HyTera X1p	50	17	82	50	50
A-4900	60	19	82	42	35
A-4700	60	18	55	42	37

Adım 1: Karar Matrisinin (A_{ij}) Oluşturulması

TOPSIS yöntemindeki karar verici matris (A_{ij}) kriterleri etkileyen değerler bu konuda uzman kişilerin görüşlerinden faydalanılarak oluşturulmuştur.

$$A_{ij} = \begin{pmatrix} 45 & 27 & 60 & 48 & 44 \\ 50 & 17 & 82 & 50 & 50 \\ 60 & 19 & 82 & 42 & 35 \\ 60 & 18 & 55 & 42 & 37 \end{pmatrix}$$

Adım 2: Standart Karar Matrisinin (R_{ij}) Oluşturulması

Standart karar matrisi (3.5) numaralı formül yardımıyla r_{ij} değerlerinin hesaplanmasıyla R_{ij} matrisi elde edilmiştir.

$$R_{ij} = \begin{pmatrix} 0.415581 & 0.654269 & 0.423492 & 0.525856 & 0.524777 \\ 0.461757 & 0.411947 & 0.578772 & 0.547766 & 0.596338 \\ 0.554109 & 0.460412 & 0.578772 & 0.460124 & 0.417436 \\ 0.554109 & 0.436179 & 0.388201 & 0.460124 & 0.44129 \end{pmatrix}$$

Ağırlıklar şu şekilde belirlenmiştir:

$$W_i = \{0.22 \quad 0.20 \quad 0.22 \quad 0.14 \quad 0.22\} \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Adım 3: Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin (V_{ij}) Oluşturulması

Ağırlıklı standart karar matrisi oluşturulurken her bir ağırlık değeri (w_i) ile R_{ij} matrisinin ilgili sütunundaki değerlerin çarpılmasıyla elde edilir.

$$V_{ij} = \begin{pmatrix} 0.091428 & 0.130854 & 0.093168 & 0.073620 & 0.115451 \\ 0.101587 & 0.082389 & 0.127330 & 0.076687 & 0.131194 \\ 0.121904 & 0.092082 & 0.127330 & 0.064417 & 0.091836 \\ 0.121904 & 0.087236 & 0.085404 & 0.064417 & 0.097084 \end{pmatrix}$$

Adım 4: Pozitif İdeal (A^*) ve Negatif İdeal (A^-) Çözüm Kümelerinin Oluşturulması

TOPSIS yönteminde belirtilen (3.7) numaralı formül ile A_{\max} değerleri hesaplanır.

$$A_{\max} = \{0.121904 \quad 0.130854 \quad 0.12733 \quad 0.076687 \quad 0.131194\}$$

TOPSIS yönteminde belirtilen (3.8) numaralı formül ile A_{\min} değerleri hesaplanır.

$$A_{\min} = \{0.091428 \quad 0.082389 \quad 0.085404 \quad 0.064417 \quad 0.091836\}$$

Adım 5: Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması

$$S_1^* = 0.048509$$

$$S_1^- = 0.055240$$

$$S_2^* = 0.052551$$

$$S_2^- = 0.059671$$

$$S_3^* = 0.056594$$

$$S_3^- = 0.052731$$

$$S_4^* = 0.070529$$

$$S_4^- = 0.031302$$

TOPSIS yönteminde belirtilen (3.9a) ve (3.9b) formülleri ile ayırım ölçüleri hesaplanır.

$$S_1^* = 0.048509$$

$$S_1^- = 0.055240$$

Adım 6: İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması

TOPSIS yönteminde belirtilen (3.10) formülü ile ideal çözüme göre yakınlıklar hesaplanır.

$$C_1^* = 0.532443$$

$$C_2^* = 0.531721$$

$$C_3^* = 0.482332$$

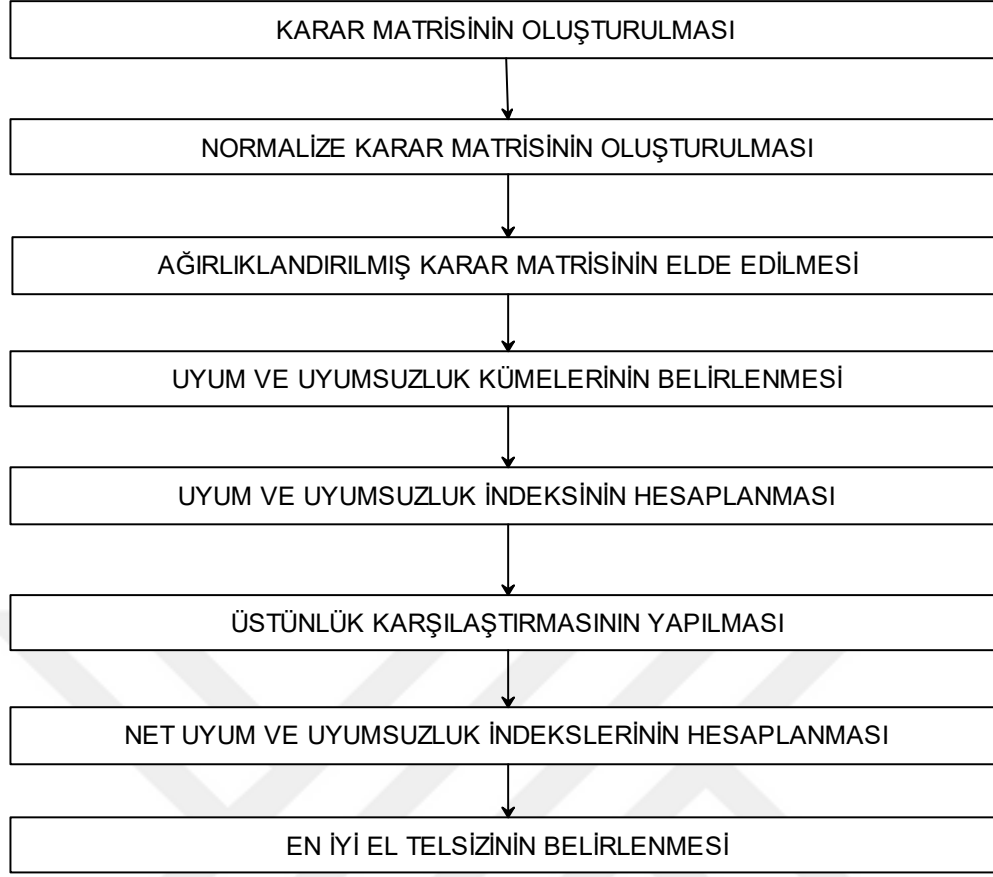
$$C_4^* = 0.307392$$

Değerlendirme:

TOPSIS yöntemine göre yapılan hesaplamaların sonucunda ideal çözüme yakınlık değeri $C_1^* = 0.532443$ en yüksek olan Motorola marka DP-4801 model ürün seçilmiştir.

5.5. ELECTRE Yöntemi

İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğüne haberleşme sisteminin kurulması kapsamında alınması planlanan el telsizi seçim problemi ELECTRE yöntemi ile çözülecektir. Değerlerin ve ağırlıkların belirlenmesinde bu alanda uzman kişilerin görüşlerinden faydalanılmıştır. ELECTRE yönteminin algoritması **Şekil 5.12.**'de gösterilmiştir.



Şekil 5.12. ELECTRE Algoritması

ELECTRE yönteminde kullanılacak olan kriter matrisi **Çizelge 5.26.**‘da verilmiştir.

Çizelge 5.26. Kriter Matrisi

Kriterler					
	Duyum Hassasiyeti	Pil Ömrü	İşlevsellik	Fiziksel Korunum	Maliyet ve Satış Sonrası Hizmet
M-4800	45	27	60	48	44
HyTera X1p	50	17	82	50	50
A-4900	60	19	82	42	35
A-4700	60	18	55	42	37

ELECTRE yönteminin probleme uygulanması 8 adımdan oluşmaktadır:

Adım 1: Karar Matrisinin (A_{ij}) Oluşturulması

ELECTRE yöntemindeki karar verici matris (A_{ij}) kriterleri etkileyen değerler uzman görüşlerinden yararlanılarak oluşturulmuştur.

$$A_{ij} = \begin{pmatrix} 45 & 27 & 60 & 48 & 44 \\ 50 & 17 & 82 & 50 & 50 \\ 60 & 19 & 82 & 42 & 35 \\ 60 & 18 & 55 & 42 & 37 \end{pmatrix}$$

Adım 2: Karar Matrisinin Normalizasyonu

Normalleştirilmiş matris üzerindeki her bir değer, ikili karşılaştırma matrisinde o hücrede yer alan değerın sütun toplamına bölünmesiyle elde edilir.

$$X_{ij} = \begin{pmatrix} 0.415581 & 0.654269 & 0.423492 & 0.525856 & 0.524777 \\ 0.461757 & 0.411947 & 0.578772 & 0.547766 & 0.596338 \\ 0.554109 & 0.460412 & 0.578772 & 0.460124 & 0.417436 \\ 0.554109 & 0.436179 & 0.388201 & 0.460124 & 0.44129 \end{pmatrix}$$

ELECTRE yönteminde belirtilen (3.12) numaralı formül yardımıyla x_{ij} değerleri hesaplanarak standart karar matrisi (X_{ij}) hesaplanır.

Ağırlıklar şu şekildedir:

$$w_i = \{0.22 \quad 0.20 \quad 0.22 \quad 0.14 \quad 0.22\} \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Adım 3: Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin (V_{ij}) Oluşturulması

Ağırlıklı standart karar matrisi oluşturulurken her bir ağırlık değeri (w_i) ile X_{ij} matrisinin ilgili sütunundaki değerlerin çarpılmasıyla elde edilir.

$$V_{ij} = \begin{pmatrix} 0.091428 & 0.130854 & 0.093168 & 0.073620 & 0.115451 \\ 0.101587 & 0.082389 & 0.127330 & 0.076687 & 0.131194 \\ 0.121904 & 0.092082 & 0.127330 & 0.064417 & 0.091836 \\ 0.121904 & 0.087236 & 0.085404 & 0.064417 & 0.097084 \end{pmatrix}$$

Adım 4: Uyum (C_{kl}) ve Uyumsuzluk (D_{kl}) Setlerinin Belirlenmesi

Uyum setlerinin belirlenmesi (C_{kl})

Ağırlıklı standart karar matrisinin sütun değerleri birbiriyle karşılaştırılarak uyum setleri belirlenir. İlk sütun değeri diğerinden küçük ise elemanı değil, eğer büyük ve eşit ise elemanıdır şeklinde değerlendirilir. Uyum setleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

$$\begin{array}{ll} C_{1,2} = \{ 2 \} & C_{3,1} = \{ 1, 3 \} \\ C_{1,3} = \{ 2, 4, 5 \} & C_{3,2} = \{ 1, 2, 3 \} \\ C_{1,4} = \{ 2, 3, 4, 5 \} & C_{3,4} = \{ 1, 2, 3, 4 \} \\ C_{2,1} = \{ 1, 3, 4, 5 \} & C_{4,1} = \{ 1 \} \\ C_{2,3} = \{ 3, 4, 5 \} & C_{4,2} = \{ 1, 2 \} \\ C_{2,4} = \{ 3, 4, 5 \} & C_{4,3} = \{ 1, 4, 5 \} \end{array}$$

Uyumsuzluk setlerinin belirlenmesi (D_{kl})

Ağırlıklı standart karar matrisinin sütun değerleri birbiriyle karşılaştırılarak uyumsuzluk setleri belirlenir. İlk sütun değeri diğerinden küçük ise elemanıdır, eğer büyük ve eşit ise elemanı değildir şeklinde değerlendirilir. Uyumsuzluk setleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

$$\begin{array}{ll} D_{1,2} = \{ 1, 3, 4, 5 \} & D_{3,1} = \{ 2, 4, 5 \} \\ D_{1,3} = \{ 1, 3 \} & D_{3,2} = \{ 4, 5 \} \\ D_{1,4} = \{ 1 \} & D_{3,4} = \{ 5 \} \\ D_{2,1} = \{ 2 \} & D_{4,1} = \{ 2, 3, 4, 5 \} \\ D_{2,3} = \{ 1, 2 \} & D_{4,2} = \{ 3, 4, 5 \} \\ D_{2,4} = \{ 1, 2 \} & D_{4,3} = \{ 2, 3 \} \end{array}$$

Adım 5: Uyum (C) ve Uyumsuzluk (D) Matrislerinin Oluşturulması

Uyum matrisi değerleri c_{kl} ELECTRE yönteminde belirtilen (3.18) numaralı formül yoluyla belirlenmiştir. (3.19) numaralı matriste (C) gösterildiği şekilde oluşturulmuştur.

$$C = \begin{bmatrix} - & 0.20 & 0.60 & 0.74 \\ 0.80 & - & 0.54 & 0.54 \\ 0.40 & 0.60 & - & 0.74 \\ 0.26 & 0.46 & 0.66 & - \end{bmatrix}$$

Uyumsuzluk matrisi değerleri d_{kl} ELECTRE yönteminde belirtilen (3.20) numaralı formül yoluyla belirlenmiştir. (3.21) numaralı matriste (D) gösterildiği şekilde oluşturulmuştur.

$$D = \begin{bmatrix} - & 0.708 & 0.872 & 0.682 \\ 1 & - & 0.513 & 0.476 \\ 1 & 1 & - & 0.119 \\ 1 & 1 & 1 & - \end{bmatrix}$$

Adım 6: Uyum Üstünlük (F) ve Uyumsuzluk Üstünlük (G) Matrislerinin Oluşturulması

C uyum matrisindeki bütün değerler oluşturulurken (3.22) numaralı formülde belirtildiği şekilde \underline{c} uyum indeksi hesaplanır.

$$\underline{c} = 0.545$$

Elde edilen uyum indeksi değeri (3.23) ve (3.24) numaralı formüllerde gösterildiği şekilde c_{kl} değerleri ile kıyaslanır Böylece e_{kl} değerleri oluşturulur.

Adım 7: Toplam Üstünlük Matrisinin (E) Oluşturulması

Belirlenen e_{kl} değerleri ile toplam üstünlük matrisi (E) oluşturulur.

$$E = \begin{bmatrix} - & 0 & 1 & 1 \\ 1 & - & 0 & 0 \\ 0 & 1 & - & 1 \\ 0 & 0 & 1 & - \end{bmatrix}$$

Uyumsuzluk İndeks Matrisinin Belirlenmesi

D uyumsuzluk matrisindeki bütün değerler oluşturulurken (3.25) numaralı formülde belirtildiği şekilde \underline{d} uyumsuzluk indeksi hesaplanır.

$$\underline{d} = 0.781$$

Elde edilen uyumsuzluk indeksi değeri (3.26) ve (3.27) numaralı formüllerde gösterildiği şekilde d_{kl} değerleri ile kıyaslanır Böylece f_{kl} değerleri oluşturulur.

Belirlenen f_{kl} değerleri ile F matrisi oluşturulur.

$$F = \begin{bmatrix} - & 0 & 1 & 0 \\ 1 & - & 0 & 0 \\ 1 & 1 & - & 0 \\ 1 & 1 & 1 & - \end{bmatrix}$$

Adım 8: Karar Noktalarının Önem Sırasının Belirlenmesi

Net Üst ve Alt Değerlerin Hesaplanması :

C uyum matrisindeki satır değerleri toplamından sütun değerleri toplamı çıkarılarak net en üst değerler ve D uyumsuzluk matrisindeki satır değerleri toplamından sütun değerleri toplamı çıkarılarak net en alt değerler oluşturulur.

$$C_1 = 0.08$$

$$d_1 = -0.738$$

$$C_2 = 0.62$$

$$d_2 = -0.719$$

$$C_3 = -0.06$$

$$d_3 = -0.266$$

$$C_4 = -0.64$$

$$d_4 = 1.723$$

Hesaplanan net üst ve net alt değerler **Çizelge 5.27.**'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.27. Net Üst ve Net Alt Değerler

	NET EN ÜST DEĞER	NET EN ALT DEĞER	NET EN ÜST DEĞER SIRALAMASI	NET EN ALT DEĞER SIRALAMASI
M-4800	0.08	-0.738	2	1
HyTera X1p	0.62	-0.719	1	2
A-4900	-0.06	-0.266	3	3
A-4700	-0.64	1.723	4	4

Değerlendirme:

ELECTRE yönteminin probleme uygulanmasıyla elde edilen sonuçlara göre; bir değerlendirme yapacak olursak net en üst değere göre HyTera X1p marka, Net en alt değer sıralamasında ise Motorola 4800 marka el telsizi öncelikli olarak tercih edilmiştir.

5.6. AHS – TOPSIS Entegrasyonu

Bir ilin İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğüne haberleşme sisteminin kurulması kapsamında alınması planlanan el telsizi seçim problemi Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıklarının TOPSIS yönteminde kullanılmasıyla çözülecektir. Değerlerin ve ağırlıkların belirlenmesinde bu alanda uzman kişilerin görüşlerinden faydalanılmıştır. Problemin bu yöntemle çözülmesi 4 adımdan oluşmaktadır:

Adım 1: Modelin Kurulması ve Problemin Formüle Edilmesi

Analitik hiyerarşi süreci yönteminden elde edilen kriter ağırlıkları alınarak TOPSIS yöntemine uygulanmıştır.

Adım 2: İkili Karşılaştırmalar Matrisinin Oluşturulması

	DUYUM	PİL	İŞLEVSEL	FİZİKSEL	MALİYET
M – 4800	45	27	60	48	44
HyTera X1p	50	17	82	50	50
A – 4900	60	19	82	42	35
A – 4700	60	18	55	42	37

Adım 3: Kriter Ağırlıklarının ve Alternatiflerin Skorlarının Belirlenmesi

$$\text{Ağırlıklar} = [0.231 \quad 0.177 \quad 0.205 \quad 0.156 \quad 0.231]$$

$$R_{ij} = \begin{pmatrix} 0.415581 & 0.654269 & 0.423492 & 0.525856 & 0.524777 \\ 0.461757 & 0.411947 & 0.578772 & 0.547766 & 0.596338 \\ 0.554109 & 0.460412 & 0.578772 & 0.460124 & 0.417436 \\ 0.554109 & 0.436179 & 0.388201 & 0.460124 & 0.44129 \end{pmatrix}$$

$$V_{ij} = \begin{pmatrix} 0.095999 & 0.115806 & 0.086816 & 0.082034 & 0.121223 \\ 0.106666 & 0.072915 & 0.118648 & 0.085451 & 0.137754 \\ 0.127999 & 0.081493 & 0.118648 & 0.071779 & 0.096428 \\ 0.127999 & 0.077204 & 0.079581 & 0.071779 & 0.101938 \end{pmatrix}$$

$$A_{max} = \{0.127999 \quad 0.115806 \quad 0.118648 \quad 0.085451 \quad 0.137754\}$$

$$A_{min} = \{0.095999 \quad 0.072915 \quad 0.079581 \quad 0.071779 \quad 0.096428\}$$

$$S_1^+ = 0.048189481 \quad S_1^- = 0.051107144$$

$$S_2^+ = 0.047903390 \quad S_2^- = 0.059453993$$

$$S_3^+ = 0.055426923 \quad S_3^- = 0.051223164$$

$$S_4^+ = 0.066978014 \quad S_4^- = 0.032752948$$

Adım 4: Tutarlılık Oranının Hesaplanması ve Sonuç Değerlendirme

$$C_1 \quad 0.514691652$$

$$C_2 \quad 0.553795102$$

$$C_3 \quad 0.480291817$$

$$C_4 \quad 0.328413038$$

Değerlendirme:

Problemin çözümünde AHS yönteminden alınan ağırlıkların TOPSIS yöntemine entegre edilmesiyle elde edilen sonuçlar değerlendirilirse ideal çözüme görece yakınlığın en fazla olduğu HyTera X1p model el telsizi tercih edilmektedir.

5.7. AHS – ELECTRE Entegrasyonu

Bir ilin İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğüne haberleşme sisteminin kurulması kapsamında alınması planlanan el telsizi seçim problemi Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıklarının ELECTRE yönteminde kullanılmasıyla çözülecektir. Değerlerin ve ağırlıkların belirlenmesinde bu alanda uzman kişilerin görüşlerinden faydalanılmıştır. Problemin bu yöntemle çözülmesi 7 adımdan oluşmaktadır:

Adım 1: Karar Matrisinin (A_{ij}) Oluşturulması

$$\text{Ağırlıklar} = [0.231 \quad 0.177 \quad 0.205 \quad 0.156 \quad 0.231]$$

	DUYUM	PİL	İŞLEVSEL	FİZİKSEL	MALİYET
M – 4800	45	27	60	48	44
HyTera X1p	50	17	82	50	50
A – 4900	60	19	82	42	35
A – 4700	60	18	55	42	37

$$A_{ij} = \begin{pmatrix} 45 & 27 & 60 & 48 & 44 \\ 50 & 17 & 82 & 50 & 50 \\ 60 & 19 & 82 & 42 & 35 \\ 60 & 18 & 55 & 42 & 37 \end{pmatrix}$$

Adım 2: Standart Karar Matrisinin (X_{ij}) Oluşturulması

$$X_{ij} = \begin{pmatrix} 0.415581 & 0.654269 & 0.423492 & 0.525856 & 0.524777 \\ 0.461757 & 0.411947 & 0.578772 & 0.547766 & 0.596338 \\ 0.554109 & 0.460412 & 0.578772 & 0.460124 & 0.417436 \\ 0.554109 & 0.436179 & 0.388201 & 0.460124 & 0.44129 \end{pmatrix}$$

Adım 3: Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin (V_{ij}) Oluşturulması

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} 0.095999 & 0.115806 & 0.086816 & 0.082034 & 0.121223 \\ 0.106666 & 0.072915 & 0.118648 & 0.085451 & 0.137754 \\ 0.127999 & 0.081493 & 0.118648 & 0.071779 & 0.096428 \\ 0.127999 & 0.077204 & 0.079581 & 0.071779 & 0.101938 \end{bmatrix}$$

Adım 4: Uyum (C_{kl}) ve Uyumsuzluk (D_{kl}) Setlerinin Belirlenmesi

Yöntemde gösterilen uyum setleri (3.16) numaralı formülle aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

$$\begin{array}{ll} C_{1,2} = \{ 2 \} & C_{3,1} = \{ 1, 3 \} \\ C_{1,3} = \{ 2, 4, 5 \} & C_{3,2} = \{ 1, 2, 3 \} \\ C_{1,4} = \{ 2, 3, 4, 5 \} & C_{3,4} = \{ 1, 2, 3, 4 \} \\ C_{2,1} = \{ 1, 3, 4, 5 \} & C_{4,1} = \{ 1 \} \\ C_{2,3} = \{ 3, 4, 5 \} & C_{4,2} = \{ 1, 2 \} \\ C_{2,4} = \{ 3, 4, 5 \} & C_{4,3} = \{ 1, 4, 5 \} \end{array}$$

Yöntemde gösterilen uyumsuzluk setleri (3.17) numaralı formülle aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

$$\begin{array}{ll} D_{1,2} = \{ 1, 3, 4, 5 \} & D_{2,3} = \{ 1, 2 \} \\ D_{1,3} = \{ 1, 3 \} & D_{2,4} = \{ 1, 2 \} \\ D_{1,4} = \{ 1 \} & D_{3,1} = \{ 2, 4, 5 \} \\ D_{2,1} = \{ 2 \} & D_{3,2} = \{ 4, 5 \} \\ D_{3,4} = \{ 5 \} & D_{4,2} = \{ 3, 4, 5 \} \\ D_{4,1} = \{ 2, 3, 4, 5 \} & D_{4,3} = \{ 2, 3 \} \end{array}$$

Adım 5: Uyum (C) ve Uyumsuzluk (D) Matrislerinin Oluşturulması

$$C = \begin{bmatrix} - & 0.177 & 0.564 & 0.769 \\ 0.823 & - & 0.592 & 0.592 \\ 0.436 & 0.613 & - & 0.769 \\ 0.231 & 0.408 & 0.618 & - \end{bmatrix}$$

$$D = \begin{bmatrix} - & 0.744 & 0.941 & 0.821 \\ 1 & - & 0.512 & 0.538 \\ 1 & 1 & - & 0.154 \\ 1 & 1 & 1 & - \end{bmatrix}$$

Adım 6: Uyum Üstünlük (E) ve Uyumsuzluk Üstünlük (F) Matrislerinin Oluşturulması

$$\underline{c} = 0,55$$

$$\underline{d} = 0.809$$

$$E = \begin{bmatrix} - & 0 & 1 & 1 \\ 1 & - & 1 & 1 \\ 1 & 1 & - & 1 \\ 0 & 0 & 1 & - \end{bmatrix}$$

Adım 7: Toplam Üstünlük Matrisinin (E) Oluşturulması

$$F = \begin{bmatrix} - & 0 & 1 & 1 \\ 1 & - & 0 & 0 \\ 1 & 1 & - & 0 \\ 1 & 1 & 1 & - \end{bmatrix}$$

Adım 8: Karar Noktalarının Önem Sırasının Belirlenmesi

$$C_1 = 0.02$$

$$d_1 = -0.494$$

$$C_2 = 0.809$$

$$d_2 = -0.694$$

$$C_3 = 0.044$$

$$d_3 = -0.299$$

$$C_4 = -0.873$$

$$d_4 = 1.487$$

Yöntemin sonucunda oluşan net en üst ve net en alt değerler **Çizelge 5.28.**'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.28. Net Üst ve Net Alt Değerler

	NET EN ÜST DEĞER	NET EN ALT DEĞER	NET EN ÜST DEĞER SIRALAMASI	NET EN ALT DEĞER SIRALAMASI
M-4800	0.02	-0.494	3	2
HyTera X1p	0.809	-0.694	1	1
A-4900	0.044	-0.299	2	3
A-4700	-0.873	1.487	4	4

Değerlendirme:

Problemin çözümünde AHS yönteminden alınan ağırlıkların ELECTRE yöntemine entegre edilmesiyle elde edilen sonuçlar değerlendirilirse net en üst değere göre HyTera X1p model, net en alt değere göre yine HyTera X1p model el telsizi diğerlerine göre öncelikli olarak tercih edilmektedir.

5.8. ANP – TOPSIS Entegrasyonu

Bir ilin İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğüne haberleşme sisteminin kurulması kapsamında alınması planlanan el telsizi seçim problemi ANP yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıklarının TOPSIS yönteminde kullanılmasıyla çözülecektir. Değerlerin ve ağırlıkların belirlenmesinde bu alanda uzman kişilerin görüşlerinden faydalanılmıştır. Problemin bu yöntemle çözülmesi 4 adımdan oluşmaktadır:

Adım 1: Modelin Kurulması ve Problemin Formüle Edilmesi

Analitik hiyerarşi süreci yönteminden elde edilen kriter ağırlıkları alınarak TOPSIS yöntemine uygulanmıştır.

Adım 2: İkili Karşılaştırmalar Matrisinin Oluşturulması

	DUYUM	PİL	İŞLEVSEL	FİZİKSEL	MALİYET
M – 4800	45	27	60	48	44
HyTera X1p	50	17	82	50	50
A – 4900	60	19	82	42	35
A – 4700	60	18	55	42	37

Adım 3: Kriter Ağırlıklarının ve Alternatiflerin Skorlarının Belirlenmesi

$$Ağırlıklar = [0.250 \quad 0.167 \quad 0.167 \quad 0.250 \quad 0.166]$$

$$X_{ij} = \begin{pmatrix} 0.415581 & 0.654269 & 0.423492 & 0.525856 & 0.524777 \\ 0.461757 & 0.411947 & 0.578772 & 0.547766 & 0.596338 \\ 0.554109 & 0.460412 & 0.578772 & 0.460124 & 0.417436 \\ 0.554109 & 0.436179 & 0.388201 & 0.460124 & 0.44129 \end{pmatrix}$$

$$V_{ij} = \begin{pmatrix} 0.103895 & 0.109263 & 0.070723 & 0.131464 & 0.087113 \\ 0.115439 & 0.068795 & 0.096655 & 0.136942 & 0.098992 \\ 0.138527 & 0.076889 & 0.096655 & 0.115031 & 0.069294 \\ 0.138527 & 0.072842 & 0.06483 & 0.115031 & 0.073254 \end{pmatrix}$$

$$A_{max} = [0.138527 \quad 0.109263 \quad 0.096655 \quad 0.136942 \quad 0.098992]$$

$$A_{min} = [0.103895 \quad 0.068795 \quad 0.064830 \quad 0.115031 \quad 0.069294]$$

$$S_1^+ = 0.045199150 \quad S_1^- = 0.047538897$$

$$S_2^+ = 0.046590930 \quad S_2^- = 0.050081510$$

$$S_3^+ = 0.049093167 \quad S_3^- = 0.047725453$$

$$S_4^+ = 0.059007257 \quad S_4^- = 0.035091811$$

Adım 4: Sonuç Değerlendirme

$$C_1 \quad 0.512614816$$

$$C_2 \quad 0.518053647$$

$$C_3 \quad 0.492936724$$

$$C_4 \quad 0.372924109$$

Problemin çözümünde ANP yönteminden alınan ağırlıkların TOPSIS yöntemine entegre edilmesiyle elde edilen sonuçlar değerlendirilirse ideal çözüme görece yakınlığın en fazla olduğu HyTera X1p model el telsizi diğerlerine göre öncelikli olarak tercih edilmektedir.

5.9. ANP – ELECTRE Entegrasyonu

Bir ilin İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğüne haberleşme sisteminin kurulması kapsamında alınması planlanan el telsizi seçim problemi Analitik Ağ Süreci (ANP) yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıklarının ELECTRE yönteminde kullanılmasıyla çözülecektir. Değerlerin ve ağırlıkların belirlenmesinde bu alanda uzman kişilerin görüşlerinden faydalanılmıştır. Problemin bu yöntemle çözülmesi 7 adımdan oluşmaktadır:

Adım 1: Karar Matrisinin (A_{ij}) Oluşturulması

$$\text{Ağırlıklar} = [0.250 \quad 0.167 \quad 0.167 \quad 0.250 \quad 0.166]$$

	DUYUM	PİL	İŞLEVSEL	FİZİKSEL	MALİYET
M – 4800	45	27	60	48	44
HyTera X1p	50	17	82	50	50
A – 4900	60	19	82	42	35
A – 4700	60	18	55	42	37

$$A_{ij} = \begin{pmatrix} 45 & 27 & 60 & 48 & 44 \\ 50 & 17 & 82 & 50 & 50 \\ 60 & 19 & 82 & 42 & 35 \\ 60 & 18 & 55 & 42 & 37 \end{pmatrix}$$

Adım 2: Standart Karar Matrisinin (X_{ij}) Oluşturulması

$$X_{ij} = \begin{pmatrix} 0.415581 & 0.654269 & 0.423492 & 0.525856 & 0.524777 \\ 0.461757 & 0.411947 & 0.578772 & 0.547766 & 0.596338 \\ 0.554109 & 0.460412 & 0.578772 & 0.460124 & 0.417436 \\ 0.554109 & 0.436179 & 0.388201 & 0.460124 & 0.44129 \end{pmatrix}$$

Adım 3: Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin (V_{ij}) Oluşturulması

$$V_{ij} = \begin{pmatrix} 0.103895 & 0.109263 & 0.070723 & 0.131464 & 0.087113 \\ 0.115439 & 0.068795 & 0.096655 & 0.136942 & 0.098992 \\ 0.138527 & 0.076889 & 0.096655 & 0.115031 & 0.069294 \\ 0.138527 & 0.072842 & 0.06483 & 0.115031 & 0.073254 \end{pmatrix}$$

Adım 4: Uyum (C_{kl}) ve Uyumsuzluk (D_{kl}) Setlerinin Belirlenmesi

Yöntemde gösterilen uyum setleri (3.16) numaralı formülle aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

Yöntemde gösterilen uyumsuzluk setleri (3.17) numaralı formülle aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

$$\begin{array}{ll}
 C_{1,2} = \{ 2 \} & C_{3,1} = \{ 1, 3 \} \\
 C_{1,3} = \{ 2, 4, 5 \} & C_{3,2} = \{ 1, 2, 3 \} \\
 C_{1,4} = \{ 2, 3, 4, 5 \} & C_{3,4} = \{ 1, 2, 3, 4 \} \\
 C_{2,1} = \{ 1, 3, 4, 5 \} & C_{4,1} = \{ 1 \} \\
 C_{2,3} = \{ 3, 4, 5 \} & C_{4,2} = \{ 1, 2 \} \\
 C_{2,4} = \{ 3, 4, 5 \} & C_{4,3} = \{ 1, 4, 5 \}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll}
 D_{1,2} = \{ 1, 3, 4, 5 \} & D_{3,1} = \{ 2, 4, 5 \} \\
 D_{1,3} = \{ 1, 3 \} & D_{3,2} = \{ 4, 5 \} \\
 D_{1,4} = \{ 1 \} & D_{3,4} = \{ 5 \} \\
 D_{2,1} = \{ 2 \} & D_{4,1} = \{ 2, 3, 4, 5 \} \\
 D_{2,3} = \{ 1, 2 \} & D_{4,2} = \{ 3, 4, 5 \} \\
 D_{2,4} = \{ 1, 2 \} & D_{4,3} = \{ 2, 3 \}
 \end{array}$$

Adım 5: Uyum (C) ve Uyumsuzluk (D) Matrislerinin Oluşturulması

$$C = \begin{bmatrix} - & 0.167 & 0.583 & 0.75 \\ 0.833 & - & 0.583 & 0.583 \\ 0.417 & 0.584 & - & 0.834 \\ 0.25 & 0.417 & 0.666 & - \end{bmatrix}$$

$$D = \begin{bmatrix} - & 0.65 & 1 & 0.972 \\ 1 & - & 0.767 & 0.719 \\ 0.914 & 1 & - & 0.125 \\ 1 & 1 & 1 & - \end{bmatrix}$$

Adım 6: Uyum Üstünlük (F) ve Uyumsuzluk Üstünlük (G) Matrislerinin Oluşturulması

$$\bar{c} = 0,556$$

$$E = \begin{bmatrix} - & 0 & 1 & 1 \\ 1 & - & 1 & 1 \\ 0 & 1 & - & 1 \\ 0 & 0 & 1 & - \end{bmatrix}$$

$$\bar{d} = 0.846$$

$$F = \begin{bmatrix} - & 0 & 1 & 1 \\ 1 & - & 0 & 0 \\ 1 & 1 & - & 0 \\ 1 & 1 & 1 & - \end{bmatrix}$$

Adım 7: Karar Noktalarının Önem Sırasının Belirlenmesi:

$$\begin{array}{ll} C_1 = 0 & d_1 = -0.292 \\ C_2 = 0.831 & d_2 = -0.164 \\ C_3 = 0.003 & d_3 = -0.728 \\ C_4 = -0.834 & d_4 = 1.184 \end{array}$$

Yöntemin sonucunda oluşan net en üst ve net en alt değerler **Çizelge 5.29.**'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.29. Net Üst ve Net Alt Değerler

	NET EN ÜST DEĞER	NET EN ALT DEĞER	NET EN ÜST DEĞER SIRALAMASI	NET EN ALT DEĞER SIRALAMASI
M-4800	0	-0.292	3	2
HyTera X1p	0.831	-0.164	1	3
A-4900	0.003	-0.728	2	1
A-4700	-0.834	1.184	4	4

Problemin çözümünde ANP yönteminden alınan ağırlıkların TOPSIS yöntemine entegre edilmesiyle elde edilen sonuçlar değerlendirilirse net en üst değere göre HyTera X1p model, net en alt değere göre ise Aselsan 4900 model el telsizi diğerlerine göre öncelikli olarak tercih edilmektedir.

5.10. Genel Değerlendirme

Probleminiz AHS, ANP, TOPSIS, ELECTRE AHS-TOPSIS, AHS-ELECTRE ANP-TOPSIS ve ANP-ELECTRE yöntemleri ile çözümünden elde edilen veriler doğrultusunda bir tablo elde edilmiştir. Bu sonuçlar **Çizelge 5.30.**'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.30. Yöntemlerin Genel Değerlendirmesi

	M-4800	HyTera X1p	A-4900	A-4700
AHS	1	2	4	3
ANP	1	2	3	4
TOPSIS	1	2	3	4
ELECTRE N.E.Ü.D.	2	1	3	4
ELECTRE N.E.A.D	1	2	3	4
AHS-TOPSIS	2	1	3	4
AHS-ELECTRE N.E.Ü.D	3	1	2	4
AHS-ELECTRE N.E.A.D	2	1	3	4
ANP-TOPSIS	2	1	3	4
ANP-ELECTRE N.E.Ü.D	3	1	2	4
ANP-ELECTRE N.E.A.D	2	3	1	4

N.E.Ü.D : NET EN ÜST DEĞER

N.E.A.D: NET EN ALT DEĞER

AHS, ANP, TOPSIS, ELECTRE N.E.A.D sonuçlarında Motorola marka DP-4801 model el telsizi, ELECTRE N.E.Ü.D., AHS-TOPSIS, AHS-ELECTRE N.E.Ü.D, AHS-ELECTRE N.E.A.D, ANP-TOPSIS, ANP-ELECTRE N.E.Ü.D, sonuçlarında HyTera marka X1p model el telsizi ve ANP-ELECTRE N.E.A.D sonucunda ise Aselsan marka 4900 model el telsizi öncelikli seçim olarak elde edilmiştir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ülkemizde özellikle son yıllarda yaşanan afetlerden sonra haberleşme sistemlerinin insan hayatındaki önemi daha iyi anlaşılmıştır. Bu tez çalışmasında özellikle olası bir afet anında sağlam bir haberleşme altyapısı olmasının ne kadar önemli olduğu üzerinde durulmuştur. Diğer iletişim sistemleri afet anında çeşitli sebeplerden dolayı kullanılamaz hale gelirken telsiz ile yapılan haberleşme sayesinde iletişim devam etmektedir. Bundan dolayı, bu çalışmada telsiz haberleşmesi ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Daha sonra AFAD ve haberleşme altyapısı kapsamında yürüttüğü projeler ele alınmış ve acil durum halinde yaşanabilecek haberleşme senaryoları gösterilmiştir. Burada haberleşme sistemlerinin çeşitli afet durumlarındaki davranışları ortaya konulmuştur.

Bu çalışmada uygulama yeri olarak telsiz haberleşmesini aktif olarak kullanan yerlerden birisi olan bir ilin İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü tercih edilmiştir. Haberleşme altyapısı oluşturulması kapsamında “el telsizi seçim problemi” ele alınmış ve problemin çözülmesi için AHS, ANP, TOPSIS, ELECTRE yöntemleri kullanılmıştır. Ayrıca daha iyi sonuç alınabilmesi için AHS ve ANP yöntemlerinin sonucunda ortaya çıkan kriter ağırlıkları kullanılarak bu yöntemlerin TOPSIS ve ELECTRE ile entegrasyonları yapılmıştır. Problemde kullanılan kriter ağırlıkları ve ikili karşılaştırma matrisleri kurumun haberleşme biriminde görevli mühendis ve teknisyenlerin uzman görüşü ile uygulama yapılan ilin deneyimli TRAC (Türkiye Radyo Amatörleri Cemiyeti) üyelerinin görüşleri dikkate alınarak oluşturulmuştur. Ortaya çıkan sonuçlar birbirleri ile kıyaslanmıştır.

Gelişmiş ülkelerde telsiz haberleşmesi sadece afet anında veya acil durumlarda, kurum ve kuruluşlar tarafından kullanılan bir sistem değildir; aynı zamanda günlük hayatın ayrılmaz bir parçasıdır. Yurtdışında radyo amatörlüğü bir hobi olmanın ötesinde birçok alanda kullanılmaktadır. Ticari kaygıları olmadığı gibi kurum ve kuruluşlarla da bilgi alış-verişinde bulunmaktadır. Bu tezin amacı, telsiz haberleşmesinin öneminin anlaşılmasına yardımcı olmak ve ülkemizde de günlük hayatta yaygınlaşmasını sağlamaktır.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde haberleşme sistemleri ile genellikle elektrik-elektronik mühendislerinin ilgilendiği ve daha çok bu konunun teknik kısmıyla ilgili çalışmaların yapıldığı görülmüştür. Ancak bu tezde farklı olarak telsiz haberleşmesi incelenmiş, bunun acil durum haberleşmesindeki önemi ortaya konulmuş ve problem ÇÖKV yöntemleri ile çözülmüştür.

Yapılacak diğer çalışmalar için verilecek öneriler şu şekildedir:

- Bu çalışmada kullanılmayan VIKOR, PROMETHEE vb. ÇÖKV yöntemleri ile veya bunların doğrusal programlama teknikleri ile bütünleşik çözümleri yapılabilir.
- Haberleşme sistemi altyapısını oluşturan daha birçok sistem ve bunları oluşturan elemanlar ile ilgili seçim problemleri ele alınabilir.
- Kurum ve kuruluşlarda acil durum haberleşmesi konusunda tasarım aşamasındaki projeler ele alınarak proje yönetimi konusunda çalışmalar yapılabilir.
- Radyo dalgaları ile depremin önceden tespit edilebilirliği üzerine ayrıntılı bir çalışma yapılabilir.

KAYNAKLAR

Abalı, Y.A., Kutlu B.S., Eren T., Çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile bursiyer seçimi, Atatürk Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi, 26 (3-4), 259-272, 2012.

Acun, O., Eren T., "Spor Toto Süper Ligi'nde Forvet Oyuncularının Performanslarının Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri İle Değerlendirilmesi" Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 5 (2), 13-29, 2015.

Afad, Haberleşme Sistemi, <https://www.afad.gov.tr/tr/3558/Kesintisiz-ve-Guvenli-Haberlesme-Sistemi-Projesi-KGHS> (Erişim Tarihi:21.03.2016)

Afad, Telsiz Sistemi, <https://www.afad.gov.tr/tr/3559/Afet-ve-Acil-Durum-Yonetim-Merkezleri-HF-SSB-Telsiz-Sistemi-Altyapisi> (Erişim Tarihi: 07.04.2016)

Ahmadabadi, M. N., Najafi, M., Gholami, P. ve Gholami, P., Using Analytic Hierarchy Process (AHP) to Select and Rank A Strategy Based Technology. International Journal of Computer Science and Business Informatics, 4, (1): 1-12, 2013.

Akgün, F., Mobil İletişim Teknolojilerinin Yapısı ve Bu Teknolojilerde Kullanılan Veri Şifreleme Algoritmalarının Güvenilirliklerinin Analizi. Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi, Edirne, 2014.

Akyüz, Y. ve Soba, M., ELECTRE Yöntemiyle Tekstil Sektöründe Optimal Kuruluş Yeri Seçimi: Uşak İli Örneği. Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 9, (19): 185-198, 2013.

Akyüz, Y., Bozdoğan, T. ve Hantekin, E., TOPSIS Yöntemiyle Finansal Performansın Değerlendirilmesi ve Bir Uygulama. Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Dergisi, 8, (1): 73-92, 2011.

Alağaç, H. M., Bedir, N., Mermi, Ö. S., Kızıldaş, Ş., Eren, T., Ana Haber Bültenlerinin AHP-TOPSIS İLE Değerlendirilmesi, 2. Uluslararası Medya Çalışmaları Kongresi, Türkiye, 2016.

Alp, S. ve Gündoğdu, C. E., Kuruluş Yeri Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Uygulaması. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 14, (1): 7-25, 2012.

Anojkumar, L., Ilangkumaran, M. ve Sasirekha, V., Comparative Analysis of MCDM Methods for Pipe Material Selection in Sugar Industry. Expert Systems with Applications, 41: 2964-2980, 2014.

Arıbaş, M., Akademik Araştırma Projelerinin AHS ve TOPSIS Yöntemleri Kullanılarak Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2015.

Ariff, H., Salit, M. S., Ismail, N. ve Nukman, Y., Use of Analytical Hierarchy Process (AHP) for Selecting The Best Design Concept. Jurnal Teknologi, 49, (A): 1-18, 2008.

Asuquo, E. D., Analytic Hierarchy Process for QOS Evaluation of Mobile Data Networks. International Journal of Computer Networks or Communications, 7, (6): 125-137, 2015.

Ataman, K., Kazancıoğlu, A., ve Erbaş, E., Telsiz Kullanımı El Kitabı. İstanbul, 2006.

Auton J. C., Wiggins M. W., Searle B. J., Loveday T. ve Rattanasone N. X., Prosodic Cues Used During Perceptions of Nonunderstandings in Radio Communication. Journal of Communication, 3, (63): 600-616, 2013.

Aydın, Ö., Uydu Haberleşme Sistemleri ve Savunmada Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, 2006.

Aytaç Özmen, G., ve Birgün, S., Radyo Frekansı ile Tanımlama Sistemi Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi Uygulaması. Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 1, (5): 81-88, 2011.

Azadnia, A.H., Ghadimi, P., Mat Saman, M.Z., Wong, K.Y. ve Sharif, S., *Supplier Selection: A Hybrid Approach Using ELECTRE and Fuzzy Clustering*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 663–676, 2011.

Bade, A., Prostean, G., Gilles Goncalves, G. ve Hamid Allaoui, H., *Assessing Risk Factors in Collaborative Supply Chain with the Analytic Hierarchy Process (AHP)*. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 124: 114–123, 2014.

Bao, Q., Ruan, D., Shen, Y., Hermans, E. ve Janssens D., *Improved Hierarchical Fuzzy TOPSIS for Road Safety Performance Evaluation*. *Knowledge-Based Systems*, 32: 84-90, 2012.

Bastı, M. ve Boyar, E., *Muhasebe Paket Programı Seçiminde Analitik Ağ Sürecinin Kullanımı*. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 34: 261-280, 2012.

Bedir, N. ve Eren, T., *AHP-PROMETHEE Yöntemleri Entegrasyonu ile Personel Seçim Problemi: Perakende Sektöründe Bir Uygulama*, *Social Sciences Research Journal*, 4 (4), 46-58, 2015.

Bibi, A., *Kablosuz Haberleşme Sistemlerinde Anten Tesislerinin Çevre Duyarlılığı Açısından İncelenmesi; Oluşturduğu Etkiler ve Alınabilecek Tedbirler, Dünya Uygulamaları ve Türkiye İçin Çözüm Önerileri*. *Teknik Uzmanlık Tezi, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, Ankara, 2015*.

Bilbao-Terol, A., Arenas-Parra, M., Cañal-Fernández, V. ve Antomil-Ibias, J., *Using TOPSIS for assessing the sustainability of government bond funds*. *Omega*, 49: 1–17, 2014.

Bingöl, L. ve Bayraktar, D., *Lojistik Yönetiminde Analitik Şebeke Yöntemi ve Bir Uygulama*. *Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2007*.

Budak, N., *PROMETHEE ve ANP Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri: Ankara Sağlık Bakanlığı Hastanelerinde Uygulama*. *Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2014*.

Bulgurcu, B., K., Application of TOPSIS Technique for Financial Performance Evaluation of Technology Firms in Istanbul Stock Exchange Market. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 62: 1033 – 1040, 2012.

Bulut, K. ve Soylu, B., Öğretim Üyelerinin İş Yükü Seviyelerinin Bir Analitik Ağ Modeli ile Değerlendirilmesi: Mühendislik Fakültesinde Bir Uygulama. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25, (2): 150-167, 2009.

Bülbül, S. ve Köse, A., Türk Gıda Şirketlerinin Finansal Performansının Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemleriyle Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10. Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı. 71-97, 2011.

Bülbül, S. ve Köse, A., Türk Gıda Şirketlerinin Finansal Performansının Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemleriyle Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 25: 1-23, 2011.

Cano, E., ve Allen, B., Multiple-Antenna Phase-Gradient Detection for OAM Radio Communications. *IET Journals and Magazines*, 9, (51): 724-725, 2015.

Caputo, A. C., Pelagagge, P.M. ve Salini, P., AHP-Based Methodology for Selecting Safety Devices of Industrial Machinery. *Safety Science*, 53: 202–218, 2013.

Chang, H. J., Chun-Ming Chien, C-M. ve Hsiao, C. Y., Equality Investment Strategy Evaluation During the Financial Crisis: Using TOPSIS Approach. *African Journal of Business Management*, 5, (28): 11539-11545, 2011.

Chen, K.Y., ve Wu, W.T., Applying Analytic Network Process in Logistics Service Provider Selection – A Case Study of The Industry Investing in Southeast Asia. *International Journal of Electronic Business Management*, 9, (1): 24-36, 2011.

Chen, F., Wang, J. ve Deng, Y., Road Safety Risk Evaluation by Means of Improved Entropy TOPSIS–RSR. *Safety Science* 79: 39–54, 2015.

Cherrared, M., Zekiouk, T. ve Chocat, B., Application De La Méthode AHP Pour L'évaluation De La Performance Des Systemes D'assainissement Urbains. Journal of Decision Systems, 20, (1): 103-127, 2011.

Cristóbal, J.R.S., Contractor Selection Using Multicriteria Decision-Making Methods. Journal of Construction Engineering and Management, 138, (6): 751-758, 2012.

Çağıl, G., 2008 Küresel Kriz Sürecinde Türk Bankacılık Sektörünün Finansal Performansının ELECTRE Yöntemi ile Analizi. Maliye Finans Yazıları, 25, (93): 59-86, 2011.

Çakın, E., Tedarikçi Seçim Kararında Analitik Ağ Süreci (ANP) ve ELECTRE Yöntemlerinin Kullanılması ve Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 2013.

Çakın, E. ve Özdemir, A., Tedarikçi Seçim Kararında Analitik Ağ Süreci (ANP) ve ELECTRE Yöntemlerinin Kullanılması ve Bir Uygulama. Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 15, (2): 339-364, 2013.

Çelik, N. ve Murat, G., Analitik Ağ Süreci Yöntemi ile Üniversite Dinamik Entegre Strateji Model Geliştirilmesi. Yönetim, 21, (67): 32-51, 2010.

Çelik, P., ve Ustasüleyman, T., ELECTRE I ve PROMETHEE Yöntemleri ile GSM Operatörlerinin Hizmet Kalitesinin Değerlendirilmesi. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi 6, (12): 137-160, 2014.

Çetin, B., Eren, T., "Türkiye Erkek Milli Basketbol Takımına Euro Basket 2015 İçin Oyun Kurucu Seçimi", Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 7 (13), 201-227, 2016.

Danaei, A. ve Haghghi, M. M., Measuring The Relative Performance of Stock Market Using TOPSIS. Management Science Letters. 3, (1): 91-96, 2013.

Denga, X., Hub, Y., Denga, Y. ve Mahadevanc, S., Supplier Selection Using AHP Methodology Extended by D Numbers. *Expert Systems with Applications*, 41, (1): 156–167, 2014.

Doğan, N. Ö. ve Gencan, S., Seyahat Acentesi Yöneticilerinin Bakış Açısıyla En Uygun Otel Seçimi: Bir Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Uygulaması. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 41: 69-88, 2013.

Duan, W-T., Zhang, Y-B. ve Nie, H., Journals Evaluation and The Application Based on Entropy-TOPSIS. *Engineering Management Research*, 4, (1): 30-37, 2015.

Ecer, F. Açıkgozoğlu, S. ve Yaman, F., Analitik Ağ Süreci (AAS) ve WEB Sitelerinden Yararlanarak Otel Seçimi. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27, (1): 187-207, 2009.

Erbaş, E., ve Ragno, L., Afetlerde Haberleşme. *Afet Kongresi, Bezmi Alem Üniversitesi*, 2014.

Ersöz, F., Kabak M. ve Yılmaz, Z., Lisansüstü Öğrenimde Ders Seçimine Yönelik Bir Model Önerisi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8, (2): 227-249, 2011.

Ersöz, F., ve Kabak, M., *Savunma Sanayi Uygulamalarında Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Literatür Araştırması*. 2010.

Ertuğrul, İ., ve Aytaç, E., Analitik Ağ Süreci Yöntemi ve Kombi Seçim Probleminde Uygulanabilirliği. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27, (2): 79-92, 2012.

Ertuğrul, İ., ve Özçil, A., Çok Kriterli Karar Vermede TOPSIS ve VIKOR Yöntemleriyle Klima Seçimi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 4, (1): 267-282, 2014.

Eshlaghy, A. T. ve Kalantary, M., Supplier Selection by NEO-TOPSIS. *Applied Mathematical Sciences*, 5, (17): 837 – 844, 2011.

Fenta, A. A., Kifle, A., Gebreyohannes, T. ve Hailu, G., Spatial Analysis Of Groundwater Potential Using Remote Sensing and GIS-Based Multi-Criteria Evaluation in Raya Valley, Northern Ethiopia. Affiliated with Institute of Geo-information and Earth Observation Sciences, 23, (1): 195-206, 2015.

Garg, R., Rahman, Z., Qureshi, M. N. ve Kumar, I., Identifying and Ranking Critical Success Factors of Customer Experience in Banks: An Analytic Hierarchy Process (AHP) Approach Journal of Modelling in Management, 7, (2): 201 – 220, 2012.

Göktolga, G., ve Gökçalp, B., İş Seçimini Etkileyen Kriterlerin ve Alternatiflerin AHS Metodu İle Belirlenmesi. Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 13, (2): 2012.

Görener, A., Bir İmalat İşletmesinde Bakım Stratejisinin Belirlenmesi. TMMOB MMO Mühendis ve Makine Dergisi, 53, (657): 51-62, 2012.

Görener, A., Bütünleşik ANP-VIKOR Yaklaşımı İle ERP Yazılımı Seçimi. Havacılık ve Uzay Teknolojiler Dergisi, 5, (1): 97-110, 2011.

Görener, A., Kesici Takım Tedarikçisi Seçiminde Analitik Ağ Sürecinin Kullanımı. Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 4, (1): 99-110, 2009.

Görgülü İ., Korkmaz M., Eren T., Analitik ağ prosesi ve TOPSIS yöntemleri ile optimal yatırım stratejisi seçimi, Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 31 (2), 203-213, 2013.

Grancharova, A., Grötli, E. I., Ho, D., Johansen, T. A., UAVs Trajectory Planning by Distributed MPC under Radio Communication Path Loss Constraints. Journal of Intelligent and Robotic Systems, 1, (79): 115-134, 2015.

Gündoğdu, C. E., Selection of Facility Location Under Environmental Damage Priority and Using ELECTRE Method Journal of Environmental Biology, 32: 221-226, 2011.

Hamurcu, M. ve Eren, T., A Multicriteria Decision-Making for Monorail Route Selection in Ankara, *International Journal of Industrial Electronics and Electrical Engineering*, 4 (5), 121-125, 2016.

Hamurcu, M. ve Eren, T., Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Raylı Sistem Projelerinin Sıralanması, 3rd International Symposium on Railway Systems Engineering (ISERSE'2016), Türkiye, 2016.

Hassan, N., Ahmad, N. ve Aminuddin, W. M. W., Selection of Mobile Network Operator Using Analytic Hierarchy Process (AHP). *Advances in Natural and Applied Sciences*, 7, (1): 1-5, 2013.

Hsu, P.F. and Kuo, M.H., Applying the ANP Model for Selecting the Optimal Full-Service Advertising Agency. *International Journal of Operations Research*, 8, (4): 48-58, 2011.

Huang, W. C., Wen, C., Chen. C. H., ve Chien, H., Using The ELECTRE II Method To Apply and Analyze The Differentiation Theory Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 5: 2237-2249, 2005.

HU, Jun ve PENG, Jian-liang, Application of Supplier Selection Based on the AHP Theory. *Knowledge Acquisition and Modeling Workshop (International Symposium)*, 1095-1097, 2008.

Hwang, C.L. ve Yoon, K. P., *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Springer-Verlag, 1981.

Ivanovic, I., Grujić, D., Macura, D., Jović, J. and Bojović, N., One Approach For Road Transport Project Selection. *Transport Policy*, 25, (1): 22-29, 2013.

Izadikhah, M., Group Decision Making Process for Supplier Selection with TOPSIS Method under Interval-Valued Intuitionistic Fuzzy Numbers. *Advances in Fuzzy Systems*, 2012: 1-14, 2012.

İç, Y. T., Tekin, M., Pamukoğlu, F. Z. ve Yıldırım, S. E., Kurumsal Firmalar İçin Bir Finansal Performans Karşılaştırma Modelinin Geliştirilmesi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 30, (1): 71-85, 2015.

İç, Y., Yurdakul, M. ve Erarslan, E., Development of A Component-Based Machining Centre Selection Model Using AHP. International Journal of Production Research, 50, (22): 6489–6498, 2012.

Ka, B., Application of Fuzzy AHP and ELECTRE to China Dry Port Location Selection. The Asian Journal of Shipping and Logistics, 27, (2): 331-354, 2011.

Kabak, M. ve Uyar, Ö.O., Lojistik Sektöründe Ağır Ticari Araç Seçimi Problemine Çok Ölçütlü Bir Yaklaşım. Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 28, (1): 115-125, 2013.

Kandemir, A., Yılmaz, A., Eren T., AHP Yöntemiyle Hastane Bilgi Sistemi Yazılımı Seçiminde Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi: Özel Bir Hastanede Uygulama, 9. Sağlık ve Hastane İdaresi Kongresi, İstanbul, 2015.

Kaya, T. ve Kahraman, C., A Fuzzy Approach to E-Banking Website Quality Assessment Based on an Integrated AHP-ELECTRE Method Technological and economic development of Economy, 17, (2): 313-334, 2011.

Kaya, T. ve Kahraman, C., Fuzzy Multiple Criteria Forestry Decision Making Based On An Integrated VIKOR and AHP Approach. Expert Systems with Applications, 38, (6): 7326–7333, 2011.

Keleş, K., İşletmelerin Teknokent Seçiminde Hiyerarşik ELECTRE Yönteminin Kullanımı ve Ankara Bölgesinde Bir Uygulama. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 2014.

Khanna, H. K., Sharma, D. D. ve Laroiya, S. C., Identifying and Ranking Critical Success Factors For Implementation of Total Quality Management in The Indian Manufacturing Industry Using TOPSIS. Asian Journal on Quality 12, (19): 124-138, 2011.

Koçkan, C., Taşıtlar Arası Haberleşme. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2008.

Kuo, V., ve Fitch, R., Scalable Multi-Radio Communication in Modular Robots. *Robotics and Autonomous Systems*, 7, (62): 1034-1046, 2014.

Kutlu B.S., Abalı, Y.A., Eren T., Çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile seçmeli ders seçimi, *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2 (2), 259-272, 2012.

Lakshmi, T. M., V Prasanna Venkatesan; Martin, A. Identification of a Better Laptop with Conflicting Criteria Using TOPSIS. *International Journal of Information Engineering and Electronic Business*, 7, (6): 28-36, 2015.

Lee, S., Kim, W., Kim, Y. M. ve Oh, K. J., Using AHP to Determine Intangible Priority Factors For Technology Transfer Adoption. *Expert Systems with Applications*, 39, (7): 6388–6395, 2012.

Li, Guijun , Song, Xinyi , Wang, Tao , Li ve Yulong., Optimal Resource Allocation For Anti-Terrorism İn Protecting Overpass Bridge Based on AHP Risk Assessment Model. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 20, (1): 309-322, 2015.

Maikaew, P. ve Yanpirat, P., Stochastic TOPSIS Employment in Stock Ranking for the Stock Exchange of Thailand. *The 2012 International Conference on Business and Management*, 57-72, 2012.

Marzouk, M., ELECTRE III Model for Value Engineering Applications Automation in Construction, 20: 596-600, 2011.

Matin, H.Z., Fathi, M.R., Zarchi, M.K. ve Azizollahi, S., The Application of Fuzzy TOPSIS Approach to Personnel Selection for Padir Company. *Journal of Management Research*, 3, (2): 1-13, 2011.

Metelev, S., Modification of the Watterson Model of The Ionospheric HF Radio Communication Channel for Adaptive Spaced Reception. *Radiophysics and Quantum Electronics*, 4, (55): 241-252, 2012.

Monavvarian, A., Fathi, M.R., Zarchi, M.K. ve Faghieh, A., Combining ANP with TOPSIS in Selecting Knowledge Management Strategies (Case Study: Pars Tire Company). International Conference on Advances in Electrical and Electronics Engineering, 4, (54): 538-546, 2011.

Nikou, S. ve Mezei, J., Evaluation of mobile Services and Substantial Adoption Factors with Analytic Hierarchy Process (AHP). Telecommunications Policy, 37, (10): 915-929, 2013.

Oliveira, S. R. M. ve Alves, J. L., Multi Model to Assess the Technology Transfer Process Performance in Highly Complex Spectrum Under Uncertainty and Unpredictability International Journal of Business and Social Science, 4, (16): 81-95, 2013.

Orçanlı, K. ve Özdemir, A., Kredi Kartı Seçimine Yönelik Bir Karar Modeli ve Uygulama: Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)- ELECTRE Yöntemi. Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 4, (1): 077-106, 2013.

Oruç, Ö., Telsiz İletişim Sistemleri İçin Bileşen Serpiştirmeli İşbirlikli Çeşitleme Teknikleri. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2009.

Ömürbek, N. ve Şimşek, A., Üniversite Öğrencilerinin Cep Telefonu Tercihlerinin Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Belirlenmesi. Niğde Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 5, (1): 116-132, 2012.

Ömürbek, N., Demirci, N., ve Akalin, P., Analitik Ağ Süreci ve TOPSIS Yöntemleri ile Bilim Dalı Seçimi. Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi 5, (12), 2013.

Ömürbek, N., Üstündağ, S. ve Helvacıoğlu, Ö. C., Kuruluş Yeri Seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Kullanımı: Isparta Bölgesinde Bir Uygulama. Yönetim Bilimleri Dergisi, 11, (21): 101-116, 2013.

Önder, E., Önder, G., Kuvat, Ö. ve Taş, N., Identifying the Importance Level of Factors Influencing the Selection of Nursing as a Career Choice Using AHP: Survey

to Compare the Precedence of Private Vocational High School Nursing Students and their Parents. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 122: 398–404, 2014.

Önder, G., Aybas, M. ve Önder, E., Hemşirelerin Stres Seviyesine Etki Eden Faktörlerin Öncelik Sırasının Çok Kriterli Karar Verme Tekniği İle Belirlenmesi. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 1, (1): 21-35, 2014.

Özbek A. ve Eren T., Analitik Ağ Süreci Yaklaşımıyla Üçüncü Parti Lojistik (3PL) Firma Seçimi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 27, (1): 95-113, 2013.

Özbek, A. ve Eren, T., Çok Ölçütlü Karar Verme Teknikleri İle Hizmet Sağlayıcı Seçimi, *Akademik Bakış Dergisi*, 36, 1-22, 2013.

Özcan, O., Musaoğlu, N., Şeker, D., Taşkın Alanlarının CBS ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi; Sakarya Havzası Örneği. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12., Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 1115*, 2009.

Özcan, E.C. ve Eren T., Bakım planlamasında TOPSIS yöntemi uygulaması: doğalgaz kombine çevrim santral örneği, *Kırıkkale Üniversitesi Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 6 (2), 2014.

Özder, E.H. ve Eren, T., Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemi Ve Hedef Programlama Teknikleri İle Tedarikçi Seçimi, *Selçuk Üniversitesi Mühendislik Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2016.

Özer, Y.E., Afetlerde İletişim, Userweb, [http://kisi.deu.edu.tr/yunusemre.ozet/AFETLERDE%20ILETISIM\(1\).ppt](http://kisi.deu.edu.tr/yunusemre.ozet/AFETLERDE%20ILETISIM(1).ppt) (Erişim tarihi:16.02.2015)

Özgüven, N., Kriz Döneminde Küresel Perakendeci Aktörlerin Performanslarının TOPSIS Yöntemiyle Çözümü. *25*, (2): 151-162, 2011.

Özkan, A., Banar, M., Acar, I. P. ve Sipahioğlu, A., Application of the ELECTRE III Method For a Solid Waste Management System. *Anadolu University Journal of Science and Technology*, 12, (1): 11-23, 2011.

Pandit, S., ve Singh, G., Channel Capacity in Fading Environment with CSI and Interference Power Constraints for Cognitive Radio Communication System. *Wireless Networks*, 4, (21): 1275-1288, 2015.

Pang, J., Zhang, G. ve Chen, G., ELECTRE I Decision Model of Reliability Design Scheme for Computer Numerical Control Machine. *Journal of Software*. 6, (5): 894-900, 2011.

Peng, Y., Gang, K., Wang, G., Wu, W., ve Shi, Y., Ensemble Of Software Defect Predictors: An AHP-Based Evaluation Method . *International Journal of Information Technology and Decision Making*, 10, (1): 187-206, 2011.

Prunckun, H., Covert Radio Communications: a Viable Tactic for International Terrorists? *Defense and Security Analysis*, 2, (30): 176-184, 2014.

Rahmati, O., Nazari, A., Mahdavi, M., Pourghasemi, H.R. ve Zeinivand, H., Groundwater Potential Mapping at Kurdistan Region of Iran Using Analytic Hierarchy Process and GIS. *Arabian Journal of Geosciences*, 8, (9): 7059-7071, 2015.

Rostampour, S., An application of TOPSIS for Ranking İnternet Web Browsers. *Decision Science Letters*, 1, (2): 53-58, 2012.

Rouyendegh, B.D. ve Erol, S., Selecting The Best Project Using The Fuzzy ELECTRE Method. *Hindawi Publishing Corporation Mathematical Problems in Engineering*. 1-12, 2012.

Saaty T.L. ve Vargas L.G., Decision Making with The Analytic Network Process Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Cost and Risks. *International Series in Operations Research and Management Science*. 2006.

Saaty, T. L., How to Make A Decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 48: 9-26, 1990.

Saaty, T.L., The Analytic Hierarchy Process, USA: Mcgraw-Hill International Book Company. 1980.

Sayyed, A., Araújo, G. M., Bodanese, J. P., Becker, L. B., Dual-Stack Single-Radio Communication Architecture for UAV Acting As a Mobile Node to Collect Data in WSNs. *Sensors*, 9, (15): 23376-23401, 2015.

Sepehr, A. ve Zucca, C., Ranking Desertification Indicators Using TOPSIS Algorithm. *Natural Hazards*, 62, (3): 1137–1153, 2012.

Shahroudi, K., Shafaei S. M. ve Tonekaboni, MSS., Application of TOPSIS Method to Supplier Selection in Iran Auto Supply Chain. *Journal of Global Strategic Management*, 12: 123-131, 2012.

Singh, K.N., Kushwaha, S. ve Hamid, F., Analytic Network Process – A Review of Application Areas. *IEEE International Conference on Logistics Operations Management*. 1-14, 2012.

Soba, M. ve Bildik, T., İlçelerde Fakülte Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci Metodu ile Belirlenmesi. *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4, (5): 51-63: 2013.

Soba, M. ve Eren, K., TOPSIS Yöntemini Kullanarak Finansal ve Finansal Olmayan Oranlara Göre Performans Değerlendirilmesi. *Selçuk Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 15, (21): 23-40, 2011.

Soba, M. ve Kemal, M., Banka Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci ve ELECTRE Metodu ile Belirlenmesi: Uşak İlçeleri Örneği. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 11, (25): 459-473, 2014.

Şişman, B., ve Eleren, A., En Uygun Otomobilin Gri İlişkisel Analiz ve ELECTRE Yöntemleri ile Seçimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18, (3): 411-429, 2013.

Tajadod, M., Ghasemi, E. ve Bazargan, H., A Combined Method Based on Fuzzy Analytical Network Process and Fuzzy Data Envelopment Analysis for Maintenance Strategy Selection. International Conference on Advances in Electrical and Electronics Engineering, 179-183, 2011.

Taşkın, A. ve Eren, T., UEFA Şampiyonlar Ligi'nde Forvet Oyuncularının Performanslarının Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri İle Değerlendirilmesi, CBÜ Sosyal Bilimler Dergisi, 14 (1), 79-105, 2016.

Teknik Dersler, İletişim Sistemleri, <http://teknikpcdersleri.blogcu.com/kuresel-mobil-iletisim-sistemleri-gsm/10672704> (Erişim Tarihi: 02.09.2015)

Tepe, K., Telsiz Haberleşmeli Anında Kurulabilen ve Sensör Ağları Çapraz-Yüzey Dizaynı. Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi 2, (28) : 66-73, 2010.

Thangamani, G., Technology Selection for Product Innovation Using Analytic Network Process (ANP) – A Case Study. International Journal of Innovation, Management and Technology, 3, (5): 560-565, 2012.

Tzeng, G.H. ve Huang, J.J., Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications. United States of America: CRC Press Taylor and Francis Group, 69-71, 2011.

Ustasüleyman T. ve Çelik P., GSM Operatörü Hizmet Kalitesinin TOPSIS Yöntemi ile Değerlendirilmesi. 12. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, 281-290, 2012.

Üstün Ö., Özdemir M.S. ve Demirtaş E.A., Kıbrıs Sorunu Çözüm Önerilerini Değerlendirmede Analitik Serim Süreci Yaklaşımı, Endüstri Mühendisliği Dergisi, 16, (4): 2-13, 2005.

Vidal, L-A., Marle, F. ve Bocquet, J-C., Using a Delphi Process and The Analytic Hierarchy Process (AHP) to Evaluate The Complexity of Projects. Expert Systems with Applications, 38, (5): 5388–5405, 2011.

Vinodh, S. ve Girubha, R.J., Sustainable Concept Selection Using ELECTRE. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 14: 651–656, 2012.

Wachowicz, T. ve Błaszczuk, P., TOPSIS Based Approach to Scoring Negotiating Offers in Negotiation Support Systems. *Group Decision and Negotiation*, 22, (6): 1021-1050, 2013.

Wang M., Yang M., Wang X., Guang K. ve Zhang X., A Radio Communication System for Neuronal Signals. *Chinese Journal of Population Resources and Environment*, 3, (10): 125-128, 2012.

Wei, J., TOPSIS Method for Multiple Attribute Decision Making with Incomplete Weight Information in Linguistic Setting. *Journal of Convergence Information Technology*, 5, (10): 181-187, 2010.

Wu, W., Kou, G., Peng, Y. ve Ergu, D., Improved AHP-Group Decision Making for Investment Strategy Selection. *Technological and Economic Development of Economy*, 18, (2): 299-316, 2012.

XI, F. ve Zhang, L., A Personel Selection Model Based on TOPSIS. *Canada Management Science and Engineering*, 5, (3): 107-110, 2011.

Hu, J. ve Peng, J., Application of Supplier Selection Based on The AHP Theory. *Knowledge Acquisition and Modeling Workshop (International Symposium)*, 1095-1097, 2008.

Yang, Z. L., Bonsall, S. ve Wang, J., Approximate TOPSIS for Vessel Selection Under Uncertain Environment. *Expert Systems with Applications*, 38, (12): 14523–14534, 2011.

Yaralıoğlu, K., *Karar Verme Yöntemleri*. Detay Yayıncılık, Ankara, 24-39, 2010.

Yavuz, O., ELECTRE I Karar Modeli ile Tedarikçi Seçim Süreci ve Perakende Sektöründe Bir Uygulama. *İşletme Araştırmaları Dergisi* 5, (4): 210-226, 2013.

Yayar, R. ve Baykara, H.V., TOPSIS Yöntemi ile Katılım Bankalarının Etkinliği ve Verimliliği Üzerine Bir Uygulama. *Business and Economics Research Journal*, 3, (4): 21-42, 2012.

Yazgan, E. ve Üstün A.K., Application of Analytic Network Process: Weighting of Selection Criteria for Civil Pilots *Journal of Aeronautics and Space Technologies*, 5, (2): 1-12, 2011.

Yazgan, H.R., Selection of Dispatching Rules with Fuzzy ANP Approach. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 5, (52) : 651-667 2011.

Yilmaz, B. B. ve Konyar, A. M., Financial Performance Evaluation of Publicly Held Lodging Companies Listed in Istanbul Stock Exchange with TOPSIS Method. *European Journal of Scientific Research*, 95: 143-151, 2013.

Zhao, G. ve Yang, S., IT Service Incident Management Model Decision Based on ELECTRE III. 6th International Conference on Information Management, 514-517, 2013.

Zhou, J., Zuo, Y., Wan, X., Long, G., Zhang, Q., Ni, W., Liu, Y., Li, Z., He, G., Li, C., Kan, B., Li, M. ve Chen, Y., Solution-Processed and High-Performance Organic Solar Cells Using Small Molecules with a Benzodithiophene Unit. *Journal of The American Chemical Society*, 135, (23): 8484–8487, 2013.

Zoran, D., Sasa, M. ve Dragi, P., Application of The AHP Method for Selection of A Transportation System in Mine Planning. *Underground Mining Engineering*, 19: 93-99, 2011.