

**EGE BÖLGESİNDE DENİZ KUVVETLERİ KOMUTANLIĞINA AİT
SAHİL GÖZETLEME RADARLARININ YENİDEN
YERLEŞTİRİLMESİ**

Serkan CARLIOĞLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Kasım 2005
ANKARA**

Serkan CARLIOĞLU tarafından hazırlanan EGE BÖLGESİNDE DENİZ KUVVETLERİ KOMUTANLIĞINA AİT SAHİL GÖZETLEME RADARLARININ YENİDEN YERLEŞTİRİLMESİ adlı bu tezin yüksek lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Cevriye GENCER
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Endüstri Mühendisliğı Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Hadi GÖKÇEN_____

Üye : Doç. Dr. Cevriye GENCER_____

Üye : Yrd. Doç. Dr. M. Ali AKCAYOL_____

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

**EGE BÖLGESİNDE
DENİZ KUVVETLERİ KOMUTANLIĞINA AİT SAHİL GÖZETLEME
RADARLARININ YENİDEN YERLEŞTİRİLMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Serkan CARLIOĞLU

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Kasım 2005**

ÖZET

Silahlı Kuvvetlerin en önemli görevi ülkenin güvenliğine yönelik mevcut ve gelecekteki tehdidi caydıracak ve gerektiğinde bertaraf edecek bir askeri gücü elde bulundurmaktır. Silahlı Kuvvetlerin önemli bir parçası olan Deniz Kuvvetlerimiz de bu amaç doğrultusunda kıyılarımızda ve uluslararası denizlerde bayrağımızı dalgalandırarak caydırıcı ve aktif bir rol oynamaktadır. Deniz Kuvvetlerinin birinci önceliği; Ege Denizi, Kıbrıs ve Türk-Yunan sorunudur. Ege Denizi ve adalarının hem siyasi hem de askeri açıdan kontrol altında bulundurulması gerekmektedir. Bu maksatla yer seçimi ile ilgili çalışmalar incelenmiş ve küme kaplama yöntemi kullanılarak Ege kıyılarına sahil gözetleme radarları yerleştirilmeye çalışılmıştır. Ege kıyılarına gözetleme radarlarının yerleştirilmesiyle ilgili 7 adet senaryo türetilmiş ve her senaryo LINGO 4.0 paket programı yardımıyla çözülmüştür. Elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

Bilim Kodu : 605.02.00

Anahtar Kelimeler : Yer Seçimi Problemleri, Küme Kaplama, Maksimum Kaplama Modelleri.

Sayfa Adedi : 97

Tez Yöneticisi : Doç.Dr.Cevriye GENCER

**RELOCATION OF THE TURKISH NAVAL FORCES SHORE
SURVEILLANCE RADARS IN AEGEAN SEA**

(M.Sc. Thesis)

Serkan CARLIOĞLU

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

November 2005

ABSTRACT

The most important role of the armed forces is to hold a military power which is capable of deter and when needed remove any threat against the country. Our Navy Force, the most important in the armed forces, plays a big role in national security in our coasts and in international waters. The Turkish Navy Force' s first priority; is the problem of the Aegean Sea, Cyprus and Turkish - Greek problems. The islands and waters of the Aegean Sea must be kept in control politically and military wise, because of this situation radars have been placed in the coasts of the Aegean Sea by the means of set covering. Seven different scenarios have been derived about the placement of observation radars at the Aegean Coasts, and each of them has been solved with using LINGO 4.0 software package. Furthermore the obtained results were concluded.

Science Code : 605.02.00

Key Words : Location problems, set covering, maximum covering models

Page Number: 97

Manager : Assoc. Prof. Dr. Cevriye GENCER

TEŞEKKÜR

Öğrenimim süresince ders içi ve ders dışı benim için harcamış oldukları süre ve çabalardan dolayı Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği' nin tüm değerli öğretim üyelerine, zaman mevhumu tanımaksızın bu tezin hazırlanmasında desteğini esirgemeyen ve yakından ilgilenen tezin yöneticisi ve Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği öğretim üyesi Doç. Dr. Cevriye GENCER ve Arş. Gör. Emel Kızılkaya AYDOĞAN' a, her türlü desteğini esirgemeyen Prof. Dr. Mustafa KURT' a, tezimin yazılı hale getirilmesi esnasında yardımlarından dolayı Ruhsar KAVASOĞLU ve Uğur İPEK' e, tez çalışmamı sürekli destekleyen ve yönlendiren, modellemede esas olan girdilerin temin edilmesi konusunda yardımlarını esirgemeyen başta Dz. Kd. Alb. Zafer KARAKUŞLUOĞLU olmak üzere tüm Kh.Des.Kt.K.lığı personeline, bütün hayatım boyunca desteklerini ve dualarını esirgemeyen tüm yakınlarıma ve yüksek lisans öğrenimim konusunda beni teşvik eden biricik eşim Ayşim sizlere çok teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	x
HARİTALARIN LİSTESİ.....	xi
KISALTMALAR	xii
1. GİRİŞ	1
2. TESİS YER SEÇİMİ MODELLERİ	4
2.1. Bir Örnek: Ambulans Yerleşimi	5
2.2. Temel Yer Seçimi Problemleri.....	6
2.2.1.Küme kaplama problemleri.....	9
2.2.2. Maksimum kaplama problemleri	10
2.2.3. P- Merkez problemleri	12
2.2.4. P-Medyan problemleri	16
2.2.5. P- Dağılım problemleri	19
3. TÜRK DENİZ KUVVETLERİ GÖREV VE SORUMLULUKLARI	21
3.1. Türk Deniz Kuvvetleri’ nin Tarihçesi	21
3.2. Türk Deniz Kuvvetleri’ nin Görevleri.....	24
3.3. Sahil Güvenlik Komutanlığı	24
3.4. Arama Kurtarma.....	26
3.4.1. TSK AK Teşkilatı sorumluluk sahası	27

3.4.2. TSK arama kurtarma teşkilat yapısı.....	27
3.5. Ege Denizi ve Ege Adalarının Coğrafi Konumu.....	27
3.6. Kıta Sahaneliği.....	28
3.7. Oniki Adalar Sorunu	31
3.8. Hava Sahası ve Fır Sorunu.....	32
3.9. Radarlar Hakkında Bilgi	33
3.9.1. Radarların tarihçesi	33
3.9.2. Genel anlamıyla radar	38
3.9.3. Radar blok diyagramı ve çalışması	40
3.9.4. Radar frekansları	42
3.9.5. Radarın uygulamaları	44
3.9.6. Askeri uygulamalarda kullanılan çeşitli radar tipleri	45
3.9.7. AN/SPS-55 su üstü ve seyir radarı.....	47
3.9.8. AN/SPS-67 su üstü arama radarı.....	48
3.9.9. HF radar sistemleri.....	49
4. PROBLEMİN TANIMI	52
4.1. Aday Noktaları	54
4.2. Talep Noktaları.....	57
4.3. Bölgesel Özellikler.....	57
4.4. Modelin Varsayımları	63
4.5. Modelin Matematiksel İfadesi.....	63
4.6. Çözüm Aşamaları.....	66
4.7. Senaryolar ve Çözümleri.....	68
4.7.1. Normal şartlar altında 50 deniz millik kaplama mesafesi	69

4.7.2 Olumsuz şartlar altında 70 deniz millik kaplama mesafesi.....	70
4.7.3. Normal şartlar altında 90 deniz millik kaplama mesafesi	71
4.7.4. Uzun menzilli kaplama alanına sahip HF radarı ile çözüm	72
4.7.5. Mevcut iki SGR radarının sabit olduğu durumda çözüm.....	73
5.SONUÇ VE ÖNERİLER	77
KAYNAKLAR	81
EKLER.....	84
EK-1 TÜRK ARAMA KURTARMA BÖLGESİ	85
EK-2 ADAY NOKTALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	86
EK-3 TALEP NOKTALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	87
EK-4 TÜRKİYE DEPREM BÖLGESİ HARİTASI.....	89
EK-5 2 VE 2 ŞİDDETİNDEN BÜYÜK OLAN DEPREMLER.....	90
EK-6 İLK DÖRT SENARYONUN KAPLADIĞI TALEP NOKTALARI	91
EK-7 ÖZEL DURUMLARDA KAPLANAN TALEP NOKTALARI	94
ÖZGEÇMİŞ	97

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Küme kaplama, maksimum kaplama ve p-merkez problemlerinin bir Karşılaştırılması	16
Çizelge 3.1. Radar frekans bantları	43
Çizelge 4.1.2004 yılında yakalanan mülteci raporu	53
Çizelge 4.2. Aday noktaların yükseklik kriterleri	59
Çizelge 4.3. İkmal noktasına yakınlık kriteri	62
Çizelge 4.4. 50 millik kaplama mesafesi ile çözüm sonuçları	69
Çizelge 4.5. 75 millik kaplama mesafesi ile çözüm sonuçları	70
Çizelge 4.6. 90 millik kaplama mesafesi ile çözüm sonuçları	71
Çizelge 4.7. 100 millik kaplama mesafesi ile çözüm sonuçları	72
Çizelge 4.8. 50 millik kaplama mesafesi ile çözüm sonuçları (özel durum 1)	74
Çizelge 4.9. 75 millik kaplama mesafesi ile çözüm sonuçları (özel durum 2)	75
Çizelge 4.10. 90 millik kaplama mesafesi ile çözüm sonuçları (özel durum 3)	76
Çizelge 5.1. Tüm durum ve senaryoların karşılaştırılması	78

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Noktasal yerleşimlerin alt optimalliğini gösteren örnek bir şebeke.....	13
Şekil 2.2. Mutlak merkez problemi çözümünün alt optimallığı	13
Şekil 3.1. Radarın ilke olarak çalışma şeması.....	38
Şekil 3.2. Darbeli radarın blok diyagramı	40
Şekil 3.3. A-Skop ve PPI	42
Şekil 3.4. Radar frekansları ve elektromanyetik spektrum	42
Şekil 4.1. İklim şartları değerlendirmesinin dağılımı.....	59
Şekil 4.2. Yükseklik şartları değerlendirilmesinin dağılımı	60
Şekil 4.3. Deprem tehdidi değerlendirmesinin dağılımı	60
Şekil 4.4. İkmal noktaları değerlendirmesinin dağılımı.....	62
Şekil 4.5. Talep noktalarının dağılımı.....	63
Şekil 4.6. 50 millik kaplama yüzdesinin grafiksel dağılımı.....	69
Şekil 4.7. 75 millik kaplama yüzdesinin grafiksel dağılımı.....	70
Şekil 4.8. 90 millik kaplama yüzdesinin grafiksel dağılımı.....	71
Şekil 4.9. 100 millik kaplama yüzdesinin grafiksel dağılımı.....	73
Şekil 4.10. 50 millik kaplama yüzdesinin grafiksel dağılımı. (özel durum 1).....	74
Şekil 4.11. 75 millik kaplama yüzdesinin grafiksel dağılımı. (özel durum 2).....	75
Şekil 4.12. 90 millik kaplama yüzdesinin grafiksel dağılımı. (özel durum 3	76
Şekil 5.1. İlk dört senaryo çözümünün karşılaştırılması	79
Şekil 5.2. Özel durum senaryolarının çözümlerinin karşılaştırılması	79

HARİTALARIN LİSTESİ

Harita	Sayfa
Harita 3.1. Türk-Yunan karasularının karşılaştırılması.....	29
Harita 4.1. Aday noktaların harita üzerinde gösterilmesi	56
Harita 4.2. Talep noktalarının harita üzerinde gösterilmesi	58
Harita 4.3. Ege Bölgesindeki meydana gelen 5 ve 5 şiddetinden büyük depremlerin harita üzerinde gösterilmesi.	61
Harita 4.4. HF radarı aday noktalarının dağılımı	67

KISALTMALAR

Kısaltmalar	Açıklama
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
DZKK	Deniz Kuvvetleri Komutanlığı
SGK	Sahil Güvenlik Komutanlığı
YAŞ	Yüksek Askeri Şura
NATO	Kuzey Atlantik Savunma Paktı
AKB	Arama Kurtarma Bölgesi
AK	Arama Kurtarma
SGR	Sahil Gözetleme Radarları
GCA	Radar Yaklaşma Yer Kontrol Sistemi
HF	Yüksek Frekans Radar
TSK	Türk Silahlı Kuvvetleri
AAKKM	Ana Arama Kurtarma Koordinasyon Merkezi
KAKKM	Kara Arama Kurtarma Koordinasyon Merkezi
DAKKM	Deniz Arama Kurtarma Koordinasyon Merkezi
HAKKM	Hava Arama Kurtarma Koordinasyon Merkezi
JAKKM	Jandarma Arama Kurtarma Koordinasyon Merkezi
SGKAKKM	Sahil Güvenlik Arama Kurtarma Koordinasyon Merkezi
FIR	Uçakların kullanmak zorunda oldukları hava koridoru

1. GİRİŞ

Yer seçimi ile ilgili çalışmalar 1960' ların başından itibaren araştırmacılar için önemli bir ilgi alanı olmuştur. O yıllardan itibaren bir çok problem çeşidi tanımlanmış ve problemlerin çözümü için geliştirilen bir çok metodoloji pratik uygulamalarda tesislerin yer seçimi ile ilgili karar mekanizmalarında kullanılmıştır (1). Brandeu ve Chui (1989) yer seçimi araştırmasında çalışılan problemleri içeren bir araştırma yapmışlardır. 50' den fazla problem tipi tanımlamışlar ve bu problem tiplerinin birbirleriyle nasıl ilişkili olduklarını göstermişlerdir (2).

Literatürde, planlamacılara veya sistem yöneticilerine tesislerin yer seçimi kararında yardımcı olmak amacıyla geliştirilmiş olan ve optimum veya optimuma yakın tesis yer seçimini sağlayan çok sayıda problem yer almaktadır. Bu problemler beş büyük gruba ayrılabilir (3);

- Küme Kaplama Problemleri,
- Maksimum Kaplama Problemleri,
- P-Merkez, Problemleri,
- P-Medyan Problemleri,
- P-Dağılım Problemleri.

Burada kaplama bir tesisin belirlenmiş bir mesafe standardı içerisinde belli bir bölgedeki noktaları tarayabilmesi demektir. Söz konusu standartlar çeşitli hizmetlerin etkin bir şekilde yerine getirilebilmesi için yaygın olarak kullanılmaktadır (4). Son yirmi yıl içinde kaplamayı tesis yerleşiminde etkinlik ölçütü olarak kullanan çok sayıda model geliştirilmiştir. Bu modellerin çoğu, ReVelle (1989) tarafından incelenmiş ve karşılaştırılmıştır (5).

Temel Kaplama Modelleri; Küme Kaplama Modelini (Set Covering Location Model) geliştiren Toregas' in formülasyonu ile başlamıştır. Bu model, ambulans yerleşim problemini ele almıştır. Modelin amacı, bütün talep noktalarını kaplamak şartıyla kullanılan araç sayısını minimize etmektir (6).

Church ve ReVelle (1974) mevcut tesis sayısının tüm bölgeleri kaplamak için gerekli tesis sayısından daha az olduğu durumları ele almak maksadıyla Küme Kaplama Modelini geliştirmişlerdir. Bu yeni formülasyonda amaç, eldeki kısıtlı sayıda tesisle kaplanan talep noktalarını maksimize etmektir. Bu model Maksimum Kaplama Modeli olarak adlandırılmıştır (7).

Yer seçimi problemi teorisindeki problemlerden biri olarak, Maksimum Kaplama Problemleri sabit sayıdaki tesisler için belirtilen kritik bir mesafede ya da istenilen süre içinde kaplanan talep noktalarının sayısını maksimize eder. Bütün talep noktalarının kaplanması bir koşul değildir (8). Maksimum Kaplama Problemleri ve bunun çeşitli uzantıları yerleşim literatüründe önemli bir yer teşkil eder. Church ve ReVelle (1974) Maksimum Kaplama Problemi' ni tanıtmıştır. Megiddo, Zemel ve Hakimi (1983) Maksimum Kaplama Problemlerini bir ağaç şebekesinde tanımlamış ve bunun için bir çözüm algoritması sunmuştur. Daskin, Hogan ve ReVelle (1988) kaplama modellerinin çoklu, ek, yedek ve beklenen kaplama gibi uzantılarını incelemişlerdir.

Schilling, Jayaraman ve Barkhi (1993) tesis yer seçiminde kaplama modelleri hakkında detaylı bir inceleme sağlamışlardır. Boffey ve Narulla (1998) çok amaçlı kaplama problemlerini araştırmışlardır (9-10).

Bu çalışmada, Türk Deniz Kuvvetleri Komutanlığı' na (DZKK) ait Sahil Gözetleme Radarlarının (SGR) DZKK ve Sahil Güvenlik Komutanlığı' nın (SGK) görev ve fonksiyonlarını yerine getirmek, Ege Denizi' ndeki yasadışı faaliyetleri denetlemek ve ihtiyaç duyulduğunda Arama Kurtarma (AK) faaliyetleri icra etmek üzere Ege kıyılarına konuş yerlerinin belirlenmesine yönelik bir problem ele alınmaktadır.

Tanımlanan problemin yer seçimi problemlerinden P-Medyan Problemlerine uymaktadır. P-Medyan Probleminin genel matematiksel modeli uygulama yapılan alana göre düzenlenmiştir.

Uygun çözümleri bulmak için senaryolar üretilmiş ve LINGO paket programı yardımıyla çözülmüştür. Elde edilen çözümler mevcut durum ile karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümde Tesis Yer Seçimi Modelleri; üçüncü bölümde Türk Deniz Kuvvetleri görev ve sorumlulukları; dördüncü bölümde problemin tanımı, senaryolar ve çözümleri; beşinci bölümde ise sonuç ve öneriler yer almaktadır.

2. TESİS YER SEÇİMİ MODELLERİ

Tesis yer seçimi kararları kamu sektörü ve özel sektör problemlerinde çeşitli yerlerde karşımıza çıkmaktadır. Örneğin; kamu kuruluşları, otoban polis araçları kontrol noktalarının acil durumlarda nerelere konuşlandırılacaklarına karar vermek ihtiyacındadırlar. Benzer şekilde yerel yönetimler de itfaiye istasyonları ile ambulansların nerelere yerleştirileceklerini belirlemelidirler. Bu üç durumda da amaç insan hayatının olası kaybına ya da zarar görmesine engel olmaktır. Özel sektörde de, ofislerin, üretim ve montaj tesislerinin, dağıtım merkezleri ve bayi noktalarının nerelere yerleştirileceğine karar verilmelidir. Bu noktada verilecek yanlış bir karar, tüm operasyonun başarısını etkiler. Kısaca, kamu sektöründeki ya da özel sektördeki tesislerin başarısı ya da başarısızlığı, bu tesisler için seçilen yerlerin uygunluğuna bağlıdır (3).

Optimizasyon modellerinde, önerilen tesis yer seçimlerinin optimalliği iki faktör tarafından sınırlanır. Bunlardan birincisi, amaçlar ve endişeler yer seçimi konusunda verilecek kararları büyük ölçüde etkiler. Genellikle bu amaçlar ve endişeler kritik öneme sahiptir. İkincisi ise, bir sistemin performansı yer seçiminin sahip olması gereken özelliklerden etkilenir (3).

Matematiksel tesis yeri seçim modelleri şu sorulara cevap vermek üzere tasarlanmıştır;

- Kaç tesis inşa edilecektir?
- Her tesis nereye yerleştirilecektir?
- Tesislerin büyüklüğü ne olmalıdır?
- Tesislerin lojistik destekleri nasıl sağlanmalıdır?

Bu soruların cevabı, tamamen problem çözümünün genel durumuna ve model kuruluşunun altında yatan amaçlara göre belirlenir.

2.1. Bir Örnek: Ambulans Yerleşimi

Tesis yer seçimi problemleri ele alındığında, ambulans problemleri konunun anlaşılması açısından iyi bir örnek oluşturur. Bilindiği gibi yetersiz ambulans hizmetinin sonucu hayat kaybıdır. Örnek vermek gerekirse, bir insanın beyni bir kalp krizi sonucunda 4 dakikadan fazla oksijen alamadığında yaşama şansı yüzde 50 azalır. Bu durumda ambulansların 4 dakikanın altında talep noktalarına ulaşacak şekilde yerleştirilmeleri gerekir. Bu durumda amaç, gerekli olan ambulans sayısını bütün talep noktalarına verilen süre uzaklıkta (servis standardı) olmak kaydıyla minimize etmektir. Böyle bir model formülasyonu Küme Kaplama Modeli olarak anılır (11).

Küme Kaplama Modeliyle ilgili en önemli sorun, çözümde taleplerin karşılanabileceğinden daha fazla olmasıdır. Eğer bir araç iptal edilirse ve kalan araçlar belirtilen servis standardı (bu durum için 4 dakika) dahilinde hizmet verilecek talep noktalarını maksimize edecek şekilde yeniden düzenlendiğinde, servis standardı dahilinde hizmet götürülemeyecek noktaların oranı $1/N$ ' den az olur ki burada N küme kaplama modelinde çağrılan ambulans sayısıdır. Diğer bir deyişle, birkaç ambulans servis standardı dahilinde hizmet götürülen noktaların sayısına çok az bir katkı yaparken, ambulans hizmetinin maliyetinde ciddi bir artışa neden olacaktır. Bu da alternatif bir hedef demektir. Belirli sayıda ambulans için servis standardı dahilinde hizmet götürülebilen talep noktalarının sayısını maksimize edilmesi. Bu problem Maksimum Kaplama Modeli olarak anılır (6).

Servis standardı olarak 4 dakikanın seçilmesi nedeni, tamiri mümkün olmayan beyin hasarının, beyin 4 dakika boyunca oksijen alamadığında gerçekleşiyor olmasına dayanmaktadır. Ancak bu, servis standardı olarak 4 dakikanın uygun olduğunu göstermez. Daha kısa bir servis standardı belirlenebilir. Beyne oksijen gidişi tıbbi olay meydana geldikten hemen sonra engellenir. Ancak tepki zamanı araç üssünden çıktığı anda başlar. Olayı bildiren çağrının gelişiyse aracın olay yerine intikali arasında (birkaç dakika) uzun bir süre vardır. Bu fazladan zamanın nedeni bir ambulansa ihtiyaç duyulduğunun anlaşılması, ihtiyacın rapor edilmesi, çağrının araca

aktarılması ve araç mürettebatının durumdan haberdar olması arsında geçen süredir. Öte yandan daha iyi bir servis standardının varlığı bütçe kısıtlarıyla belirlenmiş olabilir. Örneğin bütün taleplere 4 dakika içinde cevap vermenin maliyeti yüksek olabilir. Bu durumda, taleplere 5 dakika veya daha uzun bir süre zarfında cevap vermek daha ucuz olacaktır. Bu bizi şöyle bir model ve amaç fonksiyonuna götürür; P tane araç için maksimum tepki zamanının (talep alanı ve bu alana en yakın araç arasındaki zaman) minimize edilmesi. Böyle bir problem, P-Merkez Problemi olarak anılır.

Kaplama ve merkez problemleri sistemin en kötü durumda ne yapacağı üzerine odaklanırlar, örneğin maksimum tepki zamanının ne olacağını incelerler. Pratik uygulamalarda, maksimum tepki zamanını minimize etmek ile ortalama servis zamanını minimize etmek arsında bir seçim söz konusudur. Bu da ambulans yerleşimiyle ilgili başka bir model öne sürmektedir; P tane araç için ortalama tepki zamanının (talep alanı ile en yakın ambulans arasındaki zaman) minimize edilmesi. Bu model P-Medyan Problemi olarak anılır .

Bunların dışında tesislerin birbirine yakınlığının istenmediği durumlar söz konusu olabilir. Bu tür problemlere P-Dağılım Problemleri denir. Buradaki amaç, iki tesis arasındaki minimum uzaklığı maksimize etmektir (6-12).

2.2. Temel Yer Seçimi Problemleri

Daskin (1995), yer seçim problemlerini,

- Kullanılan Topoğrafyaya Göre,
 - Düzlemsel ve Tekli Yerleşim Problemleri,
 - Ağaç ve Genel Grafik Problemleri.
- Uzunlukların Türüne Göre,
 - Manhattan Uzaklığı,
 - Euclidean Uzaklığı.

- Girdilerin Yapısına Göre,
 - Statik ve Dinamik Problemler,
 - Deterministik ve Olasılıksal Problemler.
- Ürün Çeşidine Göre,
 - Tek Ürün Problemleri,
 - Çoklu Ürün Problemleri.
- Talep Türüne Göre,
 - Elastik Talep Problemleri,
 - Elastik Olmayan Talep Problemleri.
- Talep Türüne Göre,
 - Tek Hedef Problemleri,
 - Çoklu Hedef Problemleri.
- Kapasiteye Göre,
 - Sıgılı Tesis Problemleri,
 - Sıgısız Tesis Problemleri.
- Hizmet Türüne Göre,
 - Kamu Sektörü Problemleri,
 - Özel Sektör Problemleri.

olarak sınıflandırmıştır.

Temel yer seçim problemleri ise yukarıdaki ambulans örneğinde de olduğu gibi 5 alt başlıkta incelenebilir (11);

- Küme Kaplama Problemleri,
- Maksimum Kaplama Problemleri,
- P-Merkez Problemleri,
- P-Medyan Problemleri,
- P-Dağılım Problemleri.

Tesis yer seçimi ile ilgili yapılan çalışmaların özeti aşağıdadır:

- 1909 yılında Alfred WEBER, tek bir dağıtım merkezinin müşterilerine olan toplam uzaklığı minimize etmek için gerekli olan dağıtım noktalarının yer seçimini inceleyen bir çalışma yapmıştır (13).
- Endüstri devrimiyle birlikte gelen hızlı teknolojik gelişmenin sonucu olarak 1913’ te Henry Ford’ un hareketli montaj hattını oluşturmasıyla yer seçim problemleri, yön eylem araştırması, işletme yönetimi gibi bir çok alanda incelenmeye başlanmıştır.
- 1960’ ların başlarına kadar Küme Kaplama Modellerinde hızlı bir gelişim gözlenmemiştir. Bu süre içinde yapılan çalışmalar hep tek bir hizmet noktası üzerine yoğunlaşmıştır.
- Hakimi, 1964 yılındaki çalışmasıyla yer seçimi çalışmalarına hız kazandırmıştır. Hakimi bu çalışmasında otoyol sistemlerindeki polislerin yerleriyle oynayarak sürücüler ve onlara en yakın otoyol kontrol merkezi noktası arasındaki mesafeyi kısaltmaya çalışmıştır. Bu çalışmayla birlikte bir şebeke üstüne birden fazla tesis yer seçimi ile ilgili çalışmalara başlanmıştır (14).
- 1971 yılında Toregas, Swain, ReVelle ve Bergman Küme Kaplama Modeli’ ni geliştirmişlerdir.
- 1972 yılında Holmes bakım merkezleri konuşlandırılması üstüne bir çalışma yapmıştır
- 1975’ te Gleason otobüs duraklarının yerlerinin belirlenmesiyle ilgili bir çalışma geliştirmiştir.
- 1977’ de ReVelle tarafından yukarıda da belirtildiği gibi acil servislerin konuşlandırılması ile ilgili bir çalışma yapılmıştır.
- Bunlardan sonra daha özel konular üzerinde çalışılmış; 1980 yılında Schilling, yangın istasyonlarının konuşlandırılması, 1986’ da Price ve Turcotte kan merkezlerinin konuşlandırılması, 1995 yılında Swerese ve Thakur otomobil

emisyon ölçüm merkezlerinin konuşlandırılması gibi yer seçimi uygulamalarına yönelik sayısız çalışma yapmışlardır (15-16).

2.2.1. Küme kaplama problemleri

Bir küme kaplama probleminde belli bir kümedeki her elemanın (küme 1), diğer bir kümenin (küme 2) elemanları tarafından kaplanması beklenir. Küme kaplama probleminin amacı küme 1’deki bütün elemanları kaplayacak küme 2 elemanlarının sayısını minimize etmektir. Küme kaplama problemlerinin, hava yolu mürettebat planlaması, siyasi bölgeleri paylaşma, hava yolu planlaması, araç rotalaması gibi bir çok uygulama alanı vardır (16).

Küme kaplama problemi tüm talep noktalarının sonlu bir kümedeki en az bir aday tesis tarafından en düşük maliyetle kaplanmasını amaçlar. Bu matematiksel olarak aşağıdaki şekilde formüle edilir (3);

Parametreler:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{eğer aday tesis } j, \text{ talep noktası } i' \text{ nin tüm talebini karşılıyorsa,} \\ 0, & \text{dd} \end{cases}$$

f_j = j noktasındaki tesis açma maliyeti.

Karar Değişkenleri:

$$X_j = \begin{cases} 1, & \text{eğer aday tesis } j \text{ açılacaksa,} \\ 0, & \text{dd} \end{cases}$$

Bu gösterimle küme kaplama problemi aşağıdaki gibi olur;

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{MIN} \quad \sum_j f_j X_j \quad [2.1]$$

Kısıtlar:

$$\sum_j a_{ij} X_j \geq 1 \quad \forall i \in I \quad [2.2]$$

$$X_j = 0 \text{ veya } 1 \quad \forall j \in J \quad [2.3]$$

I = Talep noktaları kümesi,

J = Aday tesisler kümesi.

Amaç fonksiyonu Eş. 2.1, seçilen tesislerin maliyetini minimize eder. Eş. 2.2' deki kısıtlar, her talep noktasının en az bir aday tesis tarafından kaplanmasını sağlar. Eş. 2.2' nin sol tarafı talep noktası i ' yi kaplayan tesislerin sayısını verir. Bu kısıtlar N_i cinsinden aşağıda olduğu gibi değiştirilebilir;

$$\sum_{j \in N_i} X_j \geq 1 \quad \forall i \in I \quad [2.4]$$

ve burada N_i talep noktası i ' nin talebini karşılayabilen aday tesislerin kümesidir. Bu kısıtların iki hali de birbirine denktir. Eş. 2.3' teki kısıtlar, tümlevsel kısıtlardır.

Eğer bütün tesis maliyetleri özdeşse (örneğin $f_j = 1 \quad \forall j \in J$) veya amaç sadece açılacak tesis sayısını minimize etmekse, amaç fonksiyonu sadeleştirilir ve aşağıdaki hali alır (3);

$$\text{MIN} \quad \sum_j X_j \quad [2.5]$$

2.2.2. Maksimum kaplama problemleri

Küme kaplama modeliyle ilgili sorunlardan bir tanesi de bütün talep noktalarının kaplanması için açılması gereken kadar tesis açılmayacak olmasıdır. Bunun başlıca nedeni bütçe sınırlandırmalarıdır. Dahası, küme kaplama modeli bütün talep noktalarının özdeş olduğunu varsayar. Diğer bir deyişle, yılda 10 hizmet çağrısı alan

bir tesisle yılda 10.000 hizmet çağrısı alan iki talep noktası aynı derecede öneme sahiptir (3).

Bu iki sorun araştırmacıları yerleştirilecek tesis sayısını sabitlemeye ve kaplanan taleplerin sayısını (talep noktaları sayısını maksimize etmek yerine) maksimize etmeye götürmüştür. Bu sorunu çözen model Church ve ReVelle (1974) tarafından önerilmiştir ve Maksimum Kaplama Modeli olarak anılır. Bir önceki modele göre aşağıdaki gösterim eklenecektir;

Parametreler:

$h_i = i$ noktasındaki talep,

$P =$ yerleştirilecek tesis sayısı.

Karar Değişkenleri:

$$Z_j = \begin{cases} 1, & \text{eğer talep noktası } i \text{ kaplanıyorsa,} \\ 0, & \text{dd} \end{cases}$$

Bu gösterimle maksimum kaplama modeli aşağıdaki şekilde formüle edilebilir;

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{MAX } \sum_i h_i Z_i \quad [2.6]$$

Kısıtlar:

$$Z_i \leq \sum_j a_{ij} X_j \quad \forall i \in I \quad [2.7]$$

$$\sum_j X_j \leq P \quad [2.8]$$

$$X_j = 0 \text{ veya } 1 \quad \forall j \in J \quad [2.9]$$

$$Z_i = 0 \text{ veya } 1 \quad \forall i \in I \quad [2.10]$$

Amaç fonksiyonu Eş. 2.6 kaplanan talep noktalarının sayısını maksimize eder. Eş. 2.7' deki kısıtlar talep noktası i ' nin, i ' deki talebi karşılayan en az bir aday tesis açılmadan kaplanamayacağını gösterir. Burada hatırlanmalıdır ki Eş. 2.7' nin sağ tarafı, Eş. 2.2' nin sol tarafıyla özdeştir ve i noktasını kaplayan tesislerin sayısını verir. Eş. 2.8 numaralı kısıt, P ' den daha fazla tesis açılmasını engeller. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, tüm talep noktalarını karşılamak için gereken tesis sayısı P ' den az olmadıkça, bu kısıtın optimumu bağlayıcı olduğudur. Eş. 2.9 ve Eş. 2.10 numaralı kısıtlar karar değişkenleri üzerinde tümlevsel kısıtlardır (3).

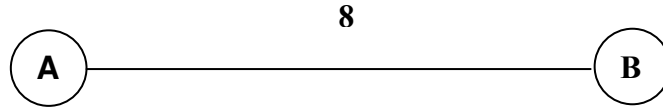
Bu problemde sonlu bir kümenin elemanlarından birine yerleştirilecek tesislerin sayısı sınırlandırılmaktadır. Aday tesislerin talep noktalarına eşit olduğu optimum çözüm, izin verilen tesislerin şebeke üzerinde herhangi bir yere yerleştirilebildiği maksimum kaplama probleminin optimum çözümünün alt kümesi olabilir. Yine burada da talep noktaları şebeke kesişim noktalarınca artırılabilir ve böylece tesisleri talep noktalarına ya da şebeke kesişim noktalarına yerleştirmenin, tesisleri şebeke üzerinde herhangi bir yere yerleştirmek kadar iyi bir sonuç vermesi sağlanmış olur (17-18).

2.2.3. P- Merkez Problemleri

Küme kaplama modelinde olduğu gibi, tüm taleplerin kaplanması gerekmektedir. Ancak P-Merkez Problemlerinde dış kaynaklı bir kaplama mesafesi kullanmak ve modelden bütün talep noktalarını kaplayan tesis sayısını minimize etmesini beklemek yerine, her talep noktasının, bir tesisten uzaklığı, içeriden tanımlı olarak kaplayacak uzunluğu minimize etmesi beklenir. Bu model P-Merkez Problemi veya Mini-Max Problemi olarak bilinir çünkü bir talep ve bu talebe en yakın tesis arasındaki uzaklık minimize edilmektedir.

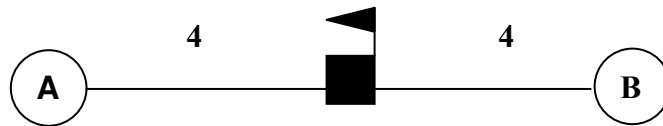
Tesislerin şebeke üzerinde herhangi bir yere yerleştirilebildiği problemlerle tesislerin sadece şebekeler üzerindeki noktalara yerleştirilebildiği problemleri birbirinden ayırmak gerekir. Problemlerin şebeke üzerinde herhangi bir yere yerleştirilebildiği problemlere Mutlak Merkez Problemleri, sadece şebekenin köşelerine yerleştirildiği

problemlere de Nokta Merkez Problemleri denir. Küme kaplama modelinde de olduğu gibi, Mutlak Merkez Problemleri nokta merkez problemlerinden daha iyi sonuç verebilir.



Şekil 2.1. Noktasal yerleşimlerin alt optimalliğini gösteren örnek bir şebeke

Noktasal yerleşimlerin alt optimalliğini göstermek için Şekil 2.1.'deki şebeke ele alınmıştır. Tesislerin sadece noktalara yerleştirilebildiği durumda (Nokta Merkez Problemi), sadece bir tesis için ($P=1$), yerleştirilebileceği yer noktalardan birinin üzeridir. Bu durumda, iki nokta da optimumdur ve bir talep noktasının tesise uzaklığı 8'dir. Bununla birlikte, eğer tesis şebekenin herhangi bir yerine yerleştirilebiliyorsa (Mutlak Merkez Problemi), yine tek bir tesis için ($P=1$), tesisi A-B hattının tam ortasına yerleştirmek optimum olacaktır ve Şekil 2.2.'de görüldüğü gibi iki talep noktasının da tesise uzaklığı 4'tür. Bu da bize, Noktasal Merkez Probleminin çözümünün, Mutlak Merkez Probleminin çözümünün bir alt optimalliği olduğunu gösterir (3).



Şekil 2.2. Mutlak merkez problemi çözümünün alt optimalliği

Noktasal P-Merkez probleminin formülasyonu için aşağıdaki gösterim tamamlanmıştır;

Parametreler:

d_{ij} = Talep noktası i 'nin aday tesis j 'ye uzaklığı,

h_i = i 'nin talebi,

P = yerleştirilecek tesis sayısı.

Karar Değişkenleri:

$$X_j = \begin{cases} 1, & \text{Eğer aday tesis } j' \text{ ye inşa edilirse,} \\ 0, & \text{dd} \end{cases}$$

Y_{ij} = Talep noktası i ' nin tesis j tarafından karşılanan kısmı,

W = bir talep noktası ile ona en yakın tesis arasındaki maksimum uzaklık.

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{MIN } W \quad [2.11]$$

Kısıtlar:

$$\sum_j Y_{ij} = 1 \quad \forall i, j \in I, J \quad [2.12]$$

$$\sum_j X_j = P \quad \forall i, j \in I, J \quad [2.13]$$

$$Y_{ij} \leq X_j \quad \forall i, j \in I, J \quad [2.14]$$

$$W \geq \sum_j d_{ij} Y_{ij} \quad \forall i, j \in I, J \quad [2.15]$$

$$X_j = 0 \text{ veya } 1 \quad \forall i, j \in I, J \quad [2.16]$$

$$Y_{ij} \geq 0 \quad \forall i, j \in I, J \quad [2.17]$$

Eş. 2.11' deki amaç fonksiyonu, bir talep noktası ve bu talep noktasına en yakın tesis arasındaki maksimum uzaklığı minimize eder. Eş. 2.12 numaralı kısıt bütün i ' ler için talep noktası i ' nin, tesis j ' ye atandığını gösterir. Eş. 2.13 numaralı kısıt P tane tesisin yerleştirilmesini sağlar. Eş. 2.14' teki kısıt j ' de kurulmadıkça, talep noktası i ' nin buraya atanamayacağını belirtir. Eş. 2.15 numaralı kısıtlar, bir talep noktası ile ona en yakın tesis arasındaki maksimum uzaklığın her hangi bir i ile atandığı tesis j arasındaki uzaklıktan büyük olması gerektiğini gösterir. Eş. 2.16 ve Eş. 2.17 numaralı kısıtlar sırasıyla tümlevsellik ve pozitiflik kısıtlarıdır. Y_{ij} ' nin tam sayı

olması gerektiği modelde açıkça belirtilmese de optimumda bu değişken tam sayı olacaktır. Bunun nedeni tesislerin sığalarının olmaması ve i noktasındaki talebi, ona en yakın noktadan başka bir tesise atamanın gereksiz olmasıdır.

Bazı durumlarda talep-ağırlıklandırılmış uzaklıklar kullanılmak istenebilir. Bu durumda Eş. 2.15 numaralı kısıt,

$$W \geq h_i \sum_j d_{ij} Y_{ij} \quad \forall i, j \in I, J \quad [2.15]$$

olarak değiştirilebilir (3).

P' nin değişen değerleri ve genel bir grafik için, P-Merkez Problemi NP-zor' dur. Bu hem Mutlak Merkez hem de Nokta Merkez Problemleri için doğrudur. Bunun neden böyle olduğunu görmek için tüm P-Merkez Problemlerini çözmek için gereken zamanı N' nin herhangi bir değeri için $P = 1'$ den $P = N'$ 'ye kadar yazalım:

$$\sum_{j=1}^N \binom{N}{j} = 2^N - 1 = O(2^N) \quad [2.18]$$

Bu N' e bağlı üssel bir fonksiyondur. Bu problemin NP-zor olması demek bu tür problemleri şebeke üzerinde çözmek için bilinen hiçbir polinom algoritma yok demektir. Ancak, şebeke bir ağaç olduğunda genellikle daha genel grafiklerde NP-zor olan problemlere polinomsal zamanda bir çözüm bulunabilmektedir.

Bu noktada Küme Kaplama Problemleri, Maksimum Kaplama Problemleri ve P-Merkez Problemleri arasında bir karşılaşma yapmak amacıyla Çizelge 2.1. hazırlanmıştır (19).

Çizelge 2.1. Küme kaplama, maksimum kaplama ve p-merkez problemlerinin karşılaştırması

1. PROBLEM	İSTASYON SAYISI	KAPLAMA	KAPLAMA MESAFESİ
KÜME KAPLAMA	(Amaç Fonksiyonu) Minimum	%100	Dış Kaynaklı (Exogenous)
MAKSİMUM KAPLAMA	Dış Kaynaklı (Exogenous)	(Amaç Fonksiyonu) Maksimum	Dış Kaynaklı (Exogenous)
P-MERKEZ	Dış Kaynaklı (Exogenous)	%100	(Amaç Fonksiyonu) Minimum

2.2.4. P- medyan problemleri

P- Medyan Problemi, mini toplam yer seçimi problemlerinin bir alt sınıfıdır. Bu nedenle, p-medyan problemlerinin genel mini toplam yer seçimi problemlerinden nasıl ayrıldığına bilinmesi gerekir. Bunun için ilk olarak gerçek hayat problemlerinde geniş bir yelpazede uygulanabilecek kadar geniş bir mini toplam yer seçimi problemi sınıfı tanımlamak gereklidir (20).

Yer seçimi kararlarının resmi olarak incelenmesi Weber (1909)' e dayandırılrsa da çeşitli yer seçimi karar problemleri son iki ya da üç yüzyıldır hipotetik matematiksel araştırmalar olarak incelenmiştir. Bu nedenle, mini toplam yer seçimi problemlerini kimin biçimselleştirdiği bilinmemektedir. Weber aslında, mini toplam problemlerini gerçek hayat problemlerinin ışığında bir düzlemde incelemiştir. Ancak tekli yer seçimi problemlerine odaklanıldığında, tekli mini toplam yer seçimi problemlerinin resmi incelemesi Kuehn ve Hamburger (1963), Hakimi (1964), Manne (1964) ve Balinski (1965)' ye dayandırılmalıdır. Bu referansların arasında “P-Medyan” terimini ilk kullanan ve P-Medyan problemini ilk tanıtan Hakimi olmuştur. Şebeke üzerindeki bir P-Medyan Problemine ilk referans ise Hua ve diğerleri (1962) olmuştur (21-22).

P-Medyan Problemleri bir şebeke üzerindeki hizmet merkezleri ile talep noktaları arasındaki toplam veya ortalama mesafeyi P sayıda hizmet noktası için minimum yapmaya çalışan bir yaklaşımdır. Örneğin bir otoyolda devriye görevi verecek olan

karakolların sorumluluk sahalarının belirlenmesi bu tip bir problemdir. Olay olması en muhtemel noktalara karakol koymak sorunun çözümü için en uygun alternatiftir (23).

P-Medyan Problemlerinin amacı toplam maliyeti minimize edecek şekilde bir şebeke üzerinde P tane tesisin yerleşimini yapmaktır. i noktasındaki talebi karşılamamanın maliyeti, i noktasındaki talep ile i noktası ve bu noktaya en yakın tesis arasındaki mesafenin çarpımıyla bellidir. Bu durumda, P-Medyan Problemi aşağıdaki şekilde formüle edilebilir (24);

Parametreler:

$h_i = i$ noktasındaki talep,

d_{ij} = talep noktası i ile aday tesis j arasındaki mesafe,

P = yerleştirilecek tesis sayısı.

Karar Değişkenleri:

$$X_j = \begin{cases} 1, & \text{eğer aday tesis } j' \text{ ye inşa edilirse,} \\ 0, & \text{dd} \end{cases}$$

$$Y_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{eğer talep noktası } i' \text{ nin talebini aday tesis } j \text{ karşılıyorsa,} \\ 0, & \text{dd} \end{cases}$$

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{MIN} \quad \sum_i \sum_j h_i d_{ij} Y_{ij} \quad [2.19]$$

Kısıtlar:

$$\sum_j Y_{ij} = 1 \quad \forall i, j \in I, J \quad [2.20]$$

$$\sum_j X_j = P \quad \forall i, j \in I, J \quad [2.21]$$

$$Y_{ij} - X_j \leq 0 \quad \forall i, j \in I, J \quad [2.22]$$

$$X_j = 0 \text{ veya } 1 \quad \forall i, j \in I, J \quad [2.23]$$

$$Y_{ij} = 0 \text{ veya } 1 \quad \forall i, j \in I, J \quad [2.24]$$

Eş. 2.19 numaralı amaç fonksiyonu, mesafeyi talepler ile ağırlandırarak toplam mesafeyi minimum yapmayı amaçlar. Eş. 2.20 numaralı kısıt her talep noktasının sadece bir tesise atanmasını sağlar. Eş. 2.21 numaralı kısıt, yerleştirilecek tesis sayısını P tane ile sınırlandırır. Eş. 2.22 numaralı kısıt atanma değişkenleriyle yerleşim değişkenlerini ilişkilendirir. Bu kısıtlar bir talep noktasının bir tesise atanması için ($Y_{ij} = 1$), o tesisin yerleştirilmiş olması gerektiğini ($X_j = 1$) anlatır. Eş. 2.23 ve Eş. 2.24 numaralı kısıtlar standart tümlevsellik kısıtlarıdır.

Yukarıdaki P-Medyan Problem formülasyonu tesislerin sadece şebekedeki noktalar üzerine yerleştirilebileceğini kabul eder. P-Merkez Problemlerinde olduğu gibi burada da tesislerin sadece noktalar üzerine yerleştirildiğinde çözümün, tesisleri şebeke üzerinde her hangi bir noktaya yerleştirildiği duruma göre bir alt optimal oluşturacağı düşünülebilir. Ancak Hakimi (1965) P-Medyan problemi için P tesisi şebekenin noktalarına yerleştirilmesiyle elde edilen en az bir optimum çözüm olduğunu göstermiştir (25).

Bu özellik, alternatif çözüm sayısını N şebeke üzerindeki nokta sayısı, P yerleştirilecek tesis sayısı olmak üzere Eş. 2.25' te olduğu gibi sınırlandırır;

$$\binom{N}{P} = \frac{N!}{P!(N-P)!} \quad [2.25]$$

Sabit bir P değeri için P-Medyan Problemi teknik olarak nokta sayısı bakımından polinomsal bir zamanda çözülebilir. N ve P ' nin daha düşük değerleri için bile, sıralanacak çözüm sayısı aşırı derecede fazladır. Dahası, değişken P değerleri için P-Medyan Problemi hala NP-zor' dur. Bunu göstermek için bir örnek vermek gerekirse, herhangi bir N değeri için $P = 1$ ' den $P = N$ aralığında değişen P tane tesisin konuşlandırılabilceği bütün P-Medyan Problemlerinin çözümlerinin belirlenmesi için gereken zaman Eş 2.26' da görüldüğü gibi olur,

$$\sum_{j=1}^N \binom{N}{j} = 2^N - 1 = O(2^N) \quad [2.26]$$

ve bu da gösterir ki bu problemleri rasyonel bir sürede doğru olarak çözebilmek için doğru sezgiseller bulmak gereklidir (26).

2.2.5. P-dağılım problemleri

Bazı yer seçimi konularında tesislerin birbirlerine yakınlığı istenmeyebilir. Bu ihtiyaçtan ortaya çıkan P-Dağılım Problemleri anlatılan modellerden iki şekilde ayrılır;

- Yeni tesisler arasındaki mesafe,
- İki tesis arasındaki minimum mesafeyi maksimize etme çabası.

Bu durumda P-Dağılım Problemleri aşağıdaki şekilde modellenebilir (27);

Parametreler:

M = büyük sabit bir sayı,

d_{ij} = talep noktası i ile aday tesis j arasındaki mesafe,

P = yerleştirilecek tesis sayısı.

Karar değişkenleri:

$$X_j = \begin{cases} 1, & \text{eğer aday tesis } j' \text{ ye inşa edilirse,} \\ 0, & \text{dd} \end{cases}$$

D = hizmet merkezleri arasındaki minimum dağılma mesafesi.

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{MAX } D \quad [2.27]$$

Kısıtlar:

$$\sum_j X_j = P \quad [2.28]$$

$$D + (M - d_{ij})X_i + (M - d_{ij})X_j \leq 2M - d_{ij} \quad \forall i, j \in I, J \wedge i < j \quad [2.29]$$

$$X_j = 0 \text{ veya } 1 \quad \forall j \in J \quad [2.30]$$

Amaç fonksiyonu Eř. 2.27, en yakın iki tesis arasındaki mesafeyi maksimize eder. Eř. 2.28 numaralı kısıt, yerleştirilecek tesis sayısının P ' ye eşitler. Eř. 2.29 numaralı kısıt, her tesis çiftinin maksimum dağılımını sağlamaktadır. Eř. 2.30 kısıt ise standart tümlevsellik kısıtlarını ifade eder. Çalışmada P-Medyan Problemleri kullanılmıştır.

3. TÜRK DENİZ KUVVETLERİ GÖREV VE SORUMLULUKLARI

3.1. Türk Deniz Kuvvetleri' nin Tarihçesi

Türkleri denizlerle kaynaştıran ilk öncü, Emir Çaka Bey olmuştur. Çaka Bey, 1078 yılında Bizans' a esir düşmüş ve İstanbul' a gönderilmiştir. İstanbul' daki esaret döneminde deniz ve denizciliğe tutku derecesinde bir ilgi duymaya başlamıştır.

1081 yılında İstanbul' daki karışıklıktan yararlanarak kaçmayı başaran Çaka Bey, Beyliğinin askerleriyle tekrar bir araya gelmiş; İzmir, Urla, Çeşme ve Foça' yı alarak bu bölgede, diğer Türk beyliklerinden oldukça farklı yeni bir beylik kurmuştur. Emir Çaka Bey' in denizci kimliğini sayesinde Türkler' in, artık rakipleriyle denizlerde de kıyasıya mücadele edebilecek bir duruma gelmesi sağlanmıştır (28).

Çaka Bey, İzmir' de o döneme göre modern sayılabilecek bir tersane yaptırmış ve tersane civarındaki bölgeyi deniz üs kompleksine dönüştürmüştür. Bu aşamadan sonra gemi inşa faaliyetine geçilmiş, kürekli ve yelkenli gemilerden oluşan 50 parçalık ilk Türk Donanması 1081 yılında inşa edilmiştir. Bu yıl, Türk Deniz Kuvvetleri açısından çok önemlidir. Çünkü, 1081 yılı Türk Deniz Kuvvetlerimizin kuruluş yılı olarak kabul edilmektedir.

Çaka Bey' den sonra Batı Anadolu' da bulunan uç beylikleri, (Karesioğulları, Saruhanogulları, Aydınoğulları, Menteşoğulları, Candaroğulları) Türk deniz tarihinin hızını kaybeden gelişim sürecine yeni bir ivme, yeni bir heyecan kazandırmıştır. Osmanlı deniz gücünün ilk çekirdeğini de bu beylikler oluşturmuştur (29).

Osmanlı İmparatorluğu' nun gelişme ve gerileme süreci ile deniz gücü arasında çok ilginç bir paralellik vardır. Osmanlı İmparatorluğu bir ' Cihan Devleti' ünvanı kazanarak, başarıdan başarıya koştuğu dönemlerde çok güçlü bir deniz gücüne sahip olmuştur. Aslında, jeopolitik açıdan da üç kıtaya yayılan bir devletin, denizlerde gerileyerek, denizleri ihmal ederek ayakta kalması mümkün değildir.

Osmanlı İmparatorluğu' nun deniz tarihi 3 ana döneme ayrılabilir;

- Derya Beyleri Dönemi (1324-1390),
- Kaptan-ı Derya/Kaptan Paşalar (1390-1967),
- Bahriye Nazırlığı (1867-1922).

Türk Deniz Kuvvetleri, Osmanlı Devleti' nden miras olarak sadece hareket imkan ve kabiliyeti son derece sınırlı, az sayıda gemi devralmıştır. Bu gemilerin önemli bir kısmı Kurtuluş Savaşı süresince Haliç' te enterne edilmiştir.

Cumhuriyet ilanından bir yıl gibi kısa bir süre sonra Atatürk, 11-21 Eylül 1924 tarihleri arasındaki seyahatini Cumhuriyet Donanmasının denize çıkan ilk gemisi olan Hamidiye Kruvazörü ile yapmış ardından 30 Aralık 1924 tarihinde Denizcilik Bakanlığı Yasası çıkartılmıştır.

Denizcilik Bakanlığının öncelik verdiği konu, ülkedeki ekonomik koşulları da gözardı etmeden, mevcut imkanlar dahilinde Donanmanın çekirdeğini meydana getirmek olmuştur. Bu çalışmalarda Denizcilik Bakanlığı kararlı ve emin adımlarla mesafe almış ve Deniz Kuvvetlerinin gelişimini uzun vadeli bir programa dayandırmıştır. Başlangıçta yurt dışı gemi alımından ziyade, mevcut gemilerin onararak, donanmaya kazandırılması hedeflendirilmiştir (30).

Denizcilik Bakanlığı 1927 yılında lav edilmiş 1928 yılı ocak ayında Deniz Müsteşarlığı kurulmuştur. 2. Dünya Savaşı için tehlike çalmaya başladığında, Türk Deniz Kuvvetleri kendisini geliştirmiş ve o döneme göre küçümsenmeyecek bir güce erişmiştir.

Türk Deniz Kuvvetlerini geliştirme ve modernizasyon çabaları, 2. Dünya Savaşı' nın sona ermesi ile birlikte hız kazanmış ve daha büyük atılımlarla yeni hedeflere yönelmiştir.

Genelkurmay Başkanlığı Karargahında 1928 yılından 1949 yılına kadar Denizcilik Müsteşarlığı olarak temsil edilen Deniz Kuvvetleri, Yüksek Askeri Şura' nın (YAŞ) 15 Ağustos 1949 günü almış olduğu tarihi bir kararla Deniz Kuvvetleri Komutanlığı olarak teşkil edilmiştir. Bu yeni teşkilatlanma, Türk Deniz Kuvvetlerinin çağdaş ve güçlü bir yapıya kavuşması yönünde önemli bir dönüm noktası, bir mihenk taşıdır. Bu tarihten itibaren Deniz Kuvvetlerinin tüm yönetimini üzerine alan Deniz Kuvvetleri, mevcut kaynaklarını en rasyonel şekilde kullanarak her geçen gün daha da büyümüş, dünyadaki tüm gelişmeleri titizlikle takip ederek, emin ve kararlı adımlar atmıştır.

Türkiye Cumhuriyeti' nin 18 Şubat 1952 yılında Kuzey Atlantik Savunma Paketi (NATO)' na üye olması ile birlikte, Türk Deniz Kuvvetleri' de NATO' ya üye olan ülkelerle ilişkilerini artırmış; kuvvet yapısını, eğitim doktrinini, imkan ve kabiliyetlerini geliştirmiş ve NATO standartlarında hareket icra edebilen bir hüviyet kazanmıştır.

Deniz Kuvvetlerinin büyüyen ve gelişen ihtiyaçlarını karşılamak maksadıyla 1961 yılında Deniz Kuvvetleri Komutanlığı:

- Donanma Komutanlığı,
- Kuzey Deniz Saha Komutanlığı,
- Güney Deniz Saha komutanlığı,
- Deniz Eğitim ve Öğretim Komutanlığı.

şeklinde dört ana ast komutanlık olarak yeniden teşkilatlandırılmıştır (28).

Cumhuriyet Tarihi, Türk Deniz Kuvvetleri açısından bir şaha kalkış dönemidir. Türk Deniz Kuvvetleri, köklü ve saygın tarihinden aldığı büyük güçle, mevcut kaynaklarını, ülkenin de koşullarını göz ardı etmeden, yüzyıllar içinde oluşturduğu tarih bilinciyle en sorumlu şekilde kullanarak bugünkü çağdaş, güçlü ve modern kuvvet yapısına erişmiştir. Türk Deniz Kuvvetleri, ülkedeki diğer tüm denizcilik

birimleri ile kol kola girerek, 21' inci yüzyıla ülkemizi denizci bir devlet yapmak yolunda tüm gücüyle çaba göstermektedir.

3.2. Türk Deniz Kuvvetleri' nin Görevleri

Ülkenin denizden gelecek tehditlere karşı savunulması ile deniz alaka ve menfaatlerinin korunması ve kollarlanmasıdır. Bu genel çerçevede;

Barış döneminde;

- Ulusal çıkarların gerektirdiği denizlerde sancak ve varlık göstermek,
- Gerektiğinde barışı desteklemek, insanı yardım ve arama-kurtarma hareketına katılmak,
- Terörizm, uyuşturucu madde ve diğer kaçakçılık faaliyetlerine karşı yapılan harekatta güvenlik güçleri, müttefik kuvvetler ve gerektiğinde hükümet dışı organizasyonlar ile işbirliğinde bulunmak,
- Münhasır ekonomik bölge içerisinde ulusal çıkarların ve deniz çevresinin korunmasında Sahil Güvenlik Komutanlığı ile işbirliği yapmak,

Kriz döneminde ve savaşta, yukarıdaki görevlere ilave olarak (28);

- Stratejik caydırıcılık sağlamak,
- Krizlerde uygulanacak askeri tedbirleri almak,
- Deniz kontrolünü sağlamak,
- İttifak ve gerektiğinde koalisyon hareketına katılmaktır.

3.3. Sahil Güvenlik Komutanlığı

Sahil Güvenlik Komutanlığı, bütün sahillerimizin, karasularımızın, iç sularımız olan Marmara Denizi, İstanbul ve Çanakkale Boğazı ile liman ve körfezlerimizin güvenliğini sağlamak, ulusal ve uluslararası hukuk kuralları uyarınca hükümlerlik

haklarına sahip olduğumuz denizlerde, bu hak ve yetkilerin Deniz Kuvvetleri Komutanlığı' nın genel sorumluluğu dışında kalanlarını kullanmak, deniz yolu ile yapılan her türlü kaçakcılığı önlemek ve izlemek amacı ile 9 Temmuz 1982 yılında 2692 sayılı yasa ile kurulmuş bir güvenlik kuvvetidir.

Sahil Güvenlik Komutanlığı' na 2692 sayılı yasa ile tevdi edilen görevleri (31);

- Sahil ve karasularımızı korumak, güvenliğini sağlamak,
- Denizlerde can ve mal emniyetini sağlamak,
- Deniz ve kıyılarda görülecek başıboş mayın, patlayıcı madde ve şüpheli cisimler için gerekli tedbirleri alarak, ilgili makamlara iletmek,
- Deniz seyir ve yardımcılarının çalışma durumlarını izlemek, görülen aksaklıkları ilgili makamlara iletmek,
- Karasularımıza giren mültecileri, yanlarında bulunabilecek silah ve mühimmattan arındırmak ve bunları ilgili makamlara teslim etmek,
- Deniz yolu ile yapılan her türlü kaçakçılık eylemine mani olmak,
- Gemi ve deniz araçlarının telsiz, sağlık, pasaport, demirleme, bağlanma, avlanma, dalgıçlık ve bayrak çekme ile ilgili kanunlarada belirtilen hükümlere aykırı eylemlerini önlemek,
- Su ürünleri avcılığı denetlemek,
- Deniz kirliliğini önlemek maksadıyla denetimler yapmak,
- Su altı dalışlarını denetlemek, eski eser kaçakçılığına engel olmak,
- Türk arama kurtarma sahasında, uluslararası arama kurtarma sözleşmesi ile ulusal arama kurtarma yönetmeliğinde belirtilen esaslar dahilinde arama kurtarma görevlerini yerine getirmek,
- Yat turizmi faaliyetlerini denetlemek,
- Emredildiğinde Deniz Kuvvetleri Komutanlığı emrinde ülke savunmasına katkıda bulunmaktır.

3.4. Arama Kurtarma

Arama Kurtarma, Arama Kurtarma Bölgesi (AKB) içinde kazaya uğrayan dost/müttefik personelin, yerinin tespit edilmesi ile yeri tespit edilen kazazede dost/müttefik personelin kurtarılması için icra edilen operasyona verilen genel addır. Bu operasyon için, özel teçhis edilmiş araçlar ve özel yetiştirilmiş personel kullanılmaktadır. Kaza yerine en hızlı şekilde ulaşılır ve kazazedelere ilk müdahalelerinin yapılmasından sonra en yakın sağlık birimine ulaştırılması ile arama kurtarma (AK) son bulur.

Türkiye uluslararası sivil havacılıkla ilgili olarak 1947 Chicago ve deniz arama kurtarması ile ilgili 1979 Hamburg Sözleşmesini imzalamış olup, bu sözleşmeler uyarınca; deniz ve hava emniyetinin gerekleri açısından arama kurtarma konusundaki genel prensiplere, usullere ve asgari standartlara uymayı kabul etmiştir (32).

Arama kurtarmanın ana fonksiyonu hayat kurtarmaktır. Türkiye bu sorumluluğun bilincinde olarak, 7 Ocak 1989 tarihinde uluslar arası deniz ve hava sahasında icra edilecek arama kurtarma hizmet faaliyetlerini düzenleyen Türk Arama Kurtarma Yönetmeliği' ni yürürlüğe koymuştur.

Türkiye, Arama Kurtarma Teşkilatı' nı askeri olarak NATO standartlarına göre teşkilatlandırmıştır. Arama kurtarmada kullanılan en önemli vasıta uçak, helikopter ve su üstü vasıtalar olduğundan, bu konu öncelikle Hava ve Deniz Kuvvetleri' nin görevleri arasına girmiştir.

Türk Silahlı Kuvvetleri (TSK) AK teşkilatı öncelikli olarak askeri AK faaliyetlerini yürütür. Ancak Türk AK Yönetmeliğinden doğan sorumlulukların yerine getirilmesinde Ana Arama Kurtarma Koordinasyon Merkezi (AAKKM), Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı ile diğer kaynaklardan gelen AK talepleri ve imkanlar ölçüsünde karşılanır.

3.4.1. TSK AK Teşkilatı sorumluluk sahası

AK teşkilatı 8272 km kıyı uzunluğu ve 814578 km² yüzölçümü ile Türk Uçuş Malumat Bölgesini de (FIR-Flight Information Region) kapsayan oldukça geniş bir sorumluluk sahasına sahiptir. Arama Kurtarma Bölgesi karada devler sınırı kıyılarda ise FIR hattı boyunca çizilen bölgeyi kapsamaktadır. AKB sorumluluk haritası EK-1' de verilmektedir (32).

3.4.2. TSK AK Teşkilat yapısı

TSK AK teşkilatı çalışmalarını, Arama Kurtarma Koordinasyon Merkezi (AKKM) komuta, kontrol ve koordinasyonu altında, Türk AKB içerisinde, uluslararası hava sahalarında, açık denizlerde ve yabancı ülkelerin talepleri, izin vermeleri halinde o ülkelerin kara suları ve hava sahalarında yürütülmektedir.

Mevcut teşkilat yapısı Genel Kurmay Başkanlığına bağlı olarak görev yapan Kara Arama Kurtarma Koordinasyon Merkezi (KAKKM)' ne bağlı, Deniz Arama Kurtarma Koordinasyon Merkezi (DAKKM), Hava Arama Kurtarma Koordinasyon Merkezi (HAKKM), Jandarma Arama Kurtarma Koordinasyon Merkezi (JAKKM) ile Sahil Güvenlik Arama Kurtarma Koordinasyon Merkezi (SGKAKKM)' den teşkil edilmiştir. Bütün kuvvetlerin sorumluluk sahaları ayrı ayrı teşkil edilmiştir.

Bütün ana as birlikler kendi AKB içerisinde meydana gelebilecek olaylara süratle cevap verebilmek için Arama Kurtarma Birlikleri teşkil etmişler ve bu birliklerin eğitim ve teçhizat ihtiyaçlarını en üst seviyede karşılamışlardır (13-32).

3.5. Ege Denizi ve Ege Adalarının Coğrafi Konumu

Ege Denizi, Akdeniz' in kuzeye doğru uzanan bir parçası durumundadır. Kuzeyden güneye uzunluğu 660 km' yi bulan dikdörtgen şeklindeki Ege Denizi' nin kuzeyde

270 km, orta kısımlarda 150 km, güneyde 400 km civarında genişliği vardır. Bütün bu sınırlar içerisinde Ege Denizi 214000 km² lik bir alana sahiptir. Bu denizin en önemli özelliklerinden biriside Çanakkale Boğazı ile Marmara Denizi' ne, oradanda İstanbul Boğazı ile Karadeniz' e açılmasıdır.

Ege Denizi Anadolu yarımadası ile Yunanistan yarımadası arasında bulunan irili ufaklı 3000 kadar ada ve ada görünümündeki kara parçalarını da içine alan yarı kapalı bir denizdir. Anadolu yarımadasının batı kıyılarının çok fazla girintili çıkıntılı olması ve bu kıyılara çok yakın konumda çok sayıda ada bulunması, Ege Denizi' nin daha önce büyük bir kara parçası olduğunu düşündürmektedir. Ege Denizi' nin, başka yerlerde çok az görülen, girintili çıkıntılı kıyılara, bu kıyılarda bulunan çok sayıdaki koy, körfez, boğaz ve yarımadaya sahip olma gibi başka özellikleride vardır. Adaların çokluğu yüzünden Ege Denizi' ne eskiden “Adalar Denizi” denilmiştir (33).

Yunanistan yarımadası ile Anadolu yarımadası arasında bulunan 3000' e yakın ada ve adacıklara Ege Adaları adı verilir. En alt bölümdeki adalar olan Rodos, Girit, Kerpe ve Kitira Anadolu ve Yunanistan yarımadaalarının ana kara parçasının dışında bulunurlar. Diğer adaların hemen hemen hepsi Türk ve Yunan ana kara parçalarının önünde bulunan bölgelerde toplanmıştır.

3.6. Kıta Sahahlığı

1982 yılında, BM 3. Deniz Hukuku Sözleşmesi' nin ulusal karasuları sınırını azami 12 mil olarak saptayan kararından sonra, Yunanistan' ın Ege Denizi' nde kara sularını 12 mile genişletmek istemesi, bu denize kıyıda ülke olan ve yaşamsal çıkarları bulunan Türkiye tarafından yoğun tepkiyle karşılanmıştır. Türkiye ve Yunanistan arasında, Ege Denizi' ndeki ulusal sınırların saptanmasında , geleneksel deniz hukuku ilkeleri göz önünde bulundurularak, 3 millik kural temel kabul edilmiş ve Lozan Barış Antlaşması sırasında iki ülke arasındaki denge ve sınır, bu 3 millik kurala göre saptanmıştır (34).

Türkiye ve Yunanistan arasında fiili olarak saptanan 3 millik ulusal karasuları sınırı, 1930' ların ikinci yarısından itibaren değişmiştir. 1936 yılında Yunanistan, 1964 yılında ise Türkiye Türk karasularının genişliği 6 mil olarak saptamış, ayrıca karşılıklılık esası kabul edilmiştir. Buna göre Türkiye, ulusal karasuları sınırını 6 milden geniş olarak belirlemiş ülkelere karşı, bu ülkelerin kabul etmiş oldukları karasuları sınırını koruyacaktır. Uygulamada bu ilke, Karadeniz ve Akdeniz' de 12 mil olarak gerçekleşmiştir.

1964 yılından itibaren, hem Yunanistan' ın hem de Türkiye' nin ulusal karasuları sınırını 6 mil olarak belirtmelerinden sonra Ege Denizi' nde paylaşım şu şekilde gerçekleşmiştir; Yunanistan, Ege' deki 3000 dolayındaki ada ve adacıklara sahip olmasından kaynaklanan bir avantajla Harita 3.1.' de görüldüğü üzere, yaklaşık % 35, Türkiye ise % 8,8 oranında bir paya sahip olmuşlardır (34-35).



Harita 3.1. Türk- Yunan karasuları sınırının karşılaştırılması

Ege Denizi’ nde ulusal karasuları sınırının 12 mile genişletilmesi durumunda, bu denize kıyıda ülkelerden biri olan Türkiye’ nin zararlı çıkacağı kesindir. Gerçekten de, Yunanistan’ ın Ege Denizi’ nde karasuların sınırını 12 mile genişletme kararının gerçekleşmesi durumunda bu denizde ulusal karasuları oldukça dengesiz bir paylaşım ortaya çıkacaktır; Yunan karasuları % 69,3, Türk karasuları ise, yaklaşık % 10 bu dağılım içerisinde uluslararası sular veya açık deniz olarak kalan bölgenin oranı ise % 26,1 dir.

Ege Denizi’ nde karasuları sınırının 12 mile genişletilmesi durumunda bu bölgede devletin egemenlik hakları açısından da kimi değişiklikler yaşanacaktır.

Türkiye açısından ulusal kıta sahanlığı olarak kabul edilen bölgeler Yunan karasuları içerisinde kalacak ve Türkiye bu bölgelerde hak iddia edemeyecektir.

Ege Denizi’ nin büyük bir bölümünü Yunan ulusal karasularının oluşturmakta oluşu ve uluslararası sular sayılabilecek bölgelerin Yunan karasuları ile çevrili olması, Türkiye’ nin olduğu kadar bu sulardan yararlanan diğer devletlerin de uluslararası sulardan yararlanma haklarını “zararsız geçiş ” hakkına dönüştürecektir.

Karasuların 12 mil olarak belirlenmesi durumunda Ege Denizi’ nin ulusal hava sahası da buna bağlı olarak genişleyeceğinden Türkiye’ nin Ege üzerindeki askeri uçuşları ve tatbikatları (hava-deniz) gerçekleştiremeyecektir.

Ulusal karasuların 12 mil olarak saptanmasıyla Türkiye, Ege Denizi balıkçılığında ekonomik ve ticari kayıplara uğrayacaktır.

Yunanistan, Ege Denizi’ ndeki karasularını 6 milden 12 mile çıkaracağı yolunda açıklamalarda bulunmaya başlamıştır. Ancak Türkiye, Yunanistan’ ın bu açıklamalarına oldukça sert tepki göstererek, bu yönde alınacak bir kararın savaş nedeni sayılacağı belirtmiştir (35).

3.7. Oniki Adalar Sorunu

Atina’ nın 20 kilometre güneybatısında bulunan Salamis koyunda üstlenen Amfibi Tahrip Birliği Komutanı Yarbay Karallakis Ege’ deki adalar konusunda “her ada bir kayalık, her ada bir kaledir” diyor. Bu görüş aslında Yunanistan’ ın Ege adaları ve bu arada da Oniki Ada ile ilgili görüşlerinin bir özeti gibidir. Mademki “her ada bir kale”dir, o halde “tahkim edilmelidir” düşüncesiyle hareket eden Yunanlılar, adalarla ilgili olarak sürekli yeni problemler ortaya çıkarmaktadır (36).

Ege Denizi’ ndeki adalar, gerek her iki ülke silahlı kuvvetleri gerekse, Türk–Yunan ilişkileri için de bir sorun kaynağı olmaktadır.

Türkiye’ nin tüm Ege kıyıları, Türk- Yunan kara sınırının bittiği noktadan, Akdeniz kıyılarının başladığı noktaya kadar, stratejik açıdan son derece önemli Yunan adalarıyla çevrelenmiş durumdadır.

Söz konusu durumun iki ülke arasında yarattığı sorunlar şu başlıklar altında toplanabilir:

- Doğu Ege adalarını silahlandırılması,
- 6 millik kara suları ve hava sahası (FIR hattı) ,
- Görüşmeler yoluyla ve adil bir şekilde sınırlandırılması gereken bir kıta sahanlığı.

Yunanistan’ la mevcut sorunların temelinde; bu ülkenin, Türkiye’ nin Ege’ nin tüm doğu sahilini oluşturduğu gerçeğini görmezlikten gelerek emrivakiler yaparak ve aşındırma siyaseti uygulayarak statükoyu değiştirmek istemesi yatmaktadır. Yunanistan, bir yandan bu yöndeki politakasını sürdürürken, öte yandan da Türkiye’ yi “mütecaviz emelli” olarak nitelemektedir.

1923 yılında imzalanan Lozan ve 1947 yılında imzalanan Paris antlaşmaları gereğince; Yunanistan' ın Limni, Semadirek, Doğu Ege Adaları (Midilli, Sakız, Sisam, İkarya) ile Oniki Ada' da (Stompalya, Rodos, Kalki, Skarpanto, Kasos, Piskopis, Nisiros, Kalimnos, Leros, Patmos, Lipsos, Söbeki, İstanköy ve bunlarla bağlantısı olan adalar ile Meis adası) sadece kolluk kuvvetleri bulunduracağı silahlı kuvvet bulunduramayacağı ve yığınak yapamayacağı kuralara bağlanmıştır. 1936 yılında imzalanan Montrö sözleşmesi ise, Türk boğazlarının statüsü dışında herhangi bir değişiklik getirmemiştir.

Sorunun kaynağında Yunanistan' ın 1964 yılında itibaren adaları silahlandırmaya başlaması ve bunlardan Limni' yi NATO planlarına ve tatbikatlarına dahil ettirme çabaları bulunmaktadır. Adaların iki ülkeye olan uzaklıkları dikkate alınca; bunun ne anlama geldiği açıktır.

3.8. Hava Sahası ve FIR Sorunu

Ulusal hava sahasının genişliğine ilişkin tartışmalar, 1974' den itibaren Türk-Yunan ilişkilerinin gündeminde sıklıkla yer alan diğer bir konu olmuştur.

Bu konudaki tartışmalar özellikle, Yunan ulusal karasularının genişliği ile hava sahasının genişliği arasındaki farktan doğmaktadır. Uluslararası hukuk kuralları, devletlerin egemenliklerine ilişkin hakları düzenlerken, devletin egemenliğinin ülkesel toprakları, bu topraklara kıyı oluşturan karasuları ve bütün olarak, bu bölgeler üzerindeki hava sahasını kapsamakta olduğunu hükme bağlamıştır. Kısaca bir devletin karasuları sınırı ile ulusal hava sahasının genişliği aynı olmak zorunda; devletin bu alanlar üzerindeki münhasır egemenlik hakları bulunduğu kabul edilmektedir (36).

Günümüzde, Yunanistan' ın Ege Denizi' ndeki ulusal karasularının genişliği 6 mil olmasına karşın, ulusal hava sahasının genişliği 10 mil olarak iddia edilmektedir. Her iki tarafın yaklaşımlarındaki katılığı korumaları ve yapılan çeşitli görüşmelerden bir sonuç alınamaması, Türkiye' nin 10 millik hava sahası arasındaki bölgelerde

uçaklarını uçurmasıyla yeni bir boyut kazanmıştır. Türkiye’ nin bu girişimlerini Yunanistan, ulusal hava sahasının ihlal edilmesi şeklinde yorumlamakta ve her seferinde Türkiye’ yi protesto etmekte, buna karşılık Türkiye, bu protestoları geri çevirmektedir.

Günümüz koşulları altında her iki ülke de, ulusal yaklaşımlarını korumakla birlikte, Ege Denizi’ ndeki turizm faaliyetlerinden mümkün olduğunca yararlanmak amacı ile, özellikle Türkiye’ nin Batı ile hava yolu bağlantıları düşünüldüğünde, sivil havacılığa ilişkin uçuşlar konusunda belirgin bir yaklaşma göstermekle birlikte, bu duyarlılık askeri uçuşlar ve tatbikatlar sırasında sertleşmeye dönüşmekte, çözümsüzlük ve gerginlik sürmektedir.

Türkiye ve Yunanistan arasındaki son gerginlikler sonrasında özellikle Ege Denizi’ nde taraflar arasındaki ilişkilerin giderek sertleşmesine koşut olarak taraflar arasında bu gerginliklerin azaltılmasını amaçlayan bir dizi görüşmenin yapıldığı konulardan biri de, özellikle turizm sezonlarında, her iki ülkenin de Ege Denizi’ nde gerginliğe ve tırmanmaya yol açabilecek girişimlerde uzak durma kararı olmuştur. Çalışmadaki uygulama Ege Denizi’ nde yapılacaktır.

3.9. Radarlar Hakkında Bilgi

3.9.1. Radarların tarihçesi

Radarın 2.Dünya Savaşı’ na kadar gelişmesine rağmen, radar deteksiyonunun prensipleri elektromanyetik teori kadar eskidir. 1886’ da H.Hertz, Maxwell teorisinin deneylerini gerçekleştirerek radyo ile ışık arasındaki benzerlikleri göstermiştir. Hertz, radyo dalgalarının, madeni ve dielektrikleri cisimlerce yansıtılabileceğini saptamıştır. Hertz’ in ilk deneyleri oldukça kısa dalgalarla yapılmış, daha sonraki çalışmalar ise daha uzun dalgalarla gerçekleştirilmiştir (37).

1903’ de Hülsmeier adında bir Alman mühendisi, gemilerden yansıtılan radyo dalgaları ile deneyler yaptı. 1904’ de bir çok ülkede, gemi seyir aygıtı ve engel

detektörü için patentler elde etti. Bu deneyleri Alman Deniz Kuvvetlerinde sergilendiyse de fazla ilgi görmedi. Zira gözün görme sınırını fazlaca aşamıyordu. 1922’ de Marconi kısa dalgaların radyo ve deteksiyonundaki yararlarını görüp, bunların kullanılmasını önerdi.

Marconi, kıtalar arası radyo haberleşmesini sağlamasına rağmen, çok kısa dalgaları içeren diğer projelerini kabul ettiremedi. Bunlardan biri yukarıda bahsedilen radar deteksiyonu, diğeri ise çok kısa dalgaların optik görüş hattından çok uzağa propagasyonuydu. Aynı zamanda bir noktadan diğerine, kablo kullanmaksızın güç aktarılması için radyo dalgalarının kullanılmasını önerdi.

Marconi’ nin düşünceleri, A. H.Taylor ile L. C.Young’ ın radyo deteksiyonu üzerindeki fikirlerini deneysel yolla gerçeklemelerini sağladı. 1922 sonbaharında alıcı ve vericisi ayrı olan bir CW radarı ile ağaç bir gemiyi yakaladılar. Dalga boyu 5 metre idi.

Mesafe ölçmek için darbe tekniği ilk olarak 1925’ de Breit ile Tuve tarafından iyonosferin yüksekliğini saptamak için kullanıldı. Fakat uçakların darbe radarıyla araştırılması on seneye sonra kaldı.

İlk deneysel radarlar CW olup, vericiden gelen sinyalle hedeften dönen “ dopler frekans kaymalı ” darbenin girişiminden etkilenen bir deteksiyona sahiptirler. Bu uçakların geçişinin televizyon ekranlarında yaptığı etkiye benzeyen bir işaret üretti. Bu tip radara CW girişimli radar denirdi. Bugün bu tip radara bistatik “ CW radarı “ adı verilir. Bu tip radarlar, CW monostatik radar yerine başlangıçta pek çok kullanıldılar. Darbeli radarlar ise gerekli elemanların, özellikle güç tüpleri ile darbe alıcılarının geliştirilmesiyle beraber ortaya çıktılar (38).

Uçak deteksiyonu ilk olarak 1930 yılında L.A.Hyland tarafından, bir rastlantı sonucu, yerde bulunan bir uçağın yön bulucu aygıtı ile yapıldı. 33 MHz lik’ verici 2 mil uzaklıktaydı uçak yayın alanından geçince alınan sinyalin kuvvetinde bir değişme oldu. Bu, araştırma laboratuvarları tarafından olumlu karşılanıp araştırılmaya

başlandı. Fakat çalışmalar yavaş bir şekilde devam etti. 1932' de aygıt 50 mil mesafedeki uçakları tespit edecek şekilde geliştirildi.

İlk CW radarlar bir hedefin yerinin değil, sadece varlığının saptanmasında kullanılırdı. Yerini saptamak için gerekli işlemler o zaman için çok karmaşıktı. 1933' de hedefin yer ve hızını saptamak için bir seri verici ve alıcının kullanılması teklif edildi. Fakat bu hiçbir zaman gerçekleştirilmedi.

Tam yer saptamak için güçlüklerin darbeli radarlarla yenileceği anlaşıldı ve 1934' de darbeli radarların geliştirilmesi için çalışmalara başlandı.

Darbeli radarın denemelerine ilk girişim 1934 ve 1935' de, 60 MHz' de yapıldı. Bu denemeler başarısızdı. Katod ışıklı tüpte eko şekli elde edilemedi. Bunun nedeni alıcının darbeli radar değil de CW için tasarlanmış olmasıydı. Bu bozukluklar düzeltilip 28 Nisan 1936' de ilk darbeli radar ekosu, 23,3 MHz' lik bir işaretle, 5 sn' lik darbe elde edildi. Mesafe 2,5 mildi. Hazıranda mesafe 25 mili buldu (39).

28 MHz' lik denemelerin başarısı 200 MHz' lik denemelere yol açtı. 200 MHz' de ilk eko 22 Temmuz 1936' da elde edildi. Bu radar aynı zamanda ilk duplekser kullanan sistem oldu. Mesafe 10 ila 12 mildi 1937 baharında Leary gemisinde yerleştirilip denendi. 200 MHz' lik radarın mesafesi alıcı ile sınırlanmıştı. Yüksek güç tüplerinin gelişmesiyle, Ocak 1938' de, XAF diye bilinen 200 MHz' lik radar geliştirildi. Antenden aktarılan güç sadece 5 Kw olmakla beraber 50 millik bir mesafe elde edildi. XAF New York gemisinde başarıyla denendi. 10 ila 21 millik mesafe elde edildi.

1936' nın ilk ayında ABD Kara Kuvvetleri ilk darbeli radarını denedi. Mesafe 7 mildi. 1938 de, bu radar uçaksavar kontrolünde kullanılmaya başlandı.

1939' da ordu, uzun menzilli olan ve ilk uyardırma kullanılan SCR-270' i geliştirdi. Aralık 1941' deki Pearl Harbor baskını bir SCR-270 ile saptandı. Fakat radar alıcısındaki ekoların anlamı bombalar patlayıncaya kadar anlaşılamadı.

Darbeli radarın ilk gelişmeleri ordu uygulamaları ile ilgiliydi. Başlangıçta radar olarak bilinmemesine rağmen, “frekans modüleli yüksek ölçülü” ticari amaçla kullanılan ilk radardır. (1936) Çalışma prensipleri FM-CW gibi olan bu radyo yükseklik ölçüsünün hedefi “yer” di.

İngiltere’ de radarın gelişmesi ABD den sonradır. Fakat savaşa daha yakın olmaları onların radar üzerindeki çalışmalarını hızlandırdı. İngilizlerin radara girişleri 1935’ de Sir Robert Watson Watt’ dan, ölü bir ışının radyo dalgaları ile üretilmesinin istenmesiyle gerçekleşmiştir. Watt bunun çok büyük güçler gerektirip o zaman için olanaksız olduğunu söyledi, ve radyo deteksiyonunun araştırılmasını önerdi. Kendisine radyo deteksiyonunun olanaklarını araştırması için izin verildi ve 1935’ de bir radar sistemi için gerekli şartlar gerçekleştirildi. Aynı zamanda 6 MHz’ lik bir haberleşme donanımı kullanılarak bir uçağın deteksiyonu yapıldı. Bu deneme, ABD deki ilk radar denemesine çok benziyordu. Alıcı ile verici 5,5 mile ayrılmışlardı. Uçak alıcıdan uzaklaşınca 8 millik bir menzilden eko alınabiliyordu.

Haziran 1935’ de İngilizler uçak hedeflerinin menzillerini ölçmek için darbe tekniği kullandılar. Eylül ayına kadar bombardıman uçakları için 40 millik menziller elde edildi. Frekans 12 MHz di. Aynı ayda, yansımış işaretin yükseliş açısını ölçerek, uçağın yerden yüksekliğinin ölçülmesi yapıldı. Mart 1936’ da menzil 80 mile, frekans ise 25 MHz’ e yükseltildi.

1937 Nisan’ ında 25 MHz frekansla çalışan bir seri CH (Chain Home) radarı sergilendi. 1938 Eylül’ üne kadar istasyonların çoğu çalışır duruma geçirildi. Aynı anda CH radar istasyonları günde 24 saat çalışmaya başladı ve 2. Dünya Savaşı sonuna kadar devam etti (38-39).

İngilizler, karada mevkilenmiş radarların gece ve kötü hava şartlarında savaş uçaklarını kesinlikle yöneltemeyeceklerini anladılar. Bundan dolayı 1939’ da düşman uçaklarını algılayan bir uçak radarını (AI) uçaklarına monte ettiler. Bu AI radarı 200 MHz de çalışmaktaydı. AI radarının geliştirilmesinde, alttaki yerin özelliklerine göre değişiklikleri görüldü. Bunun üzerine denizaltı ve gemilerin algılanmasında bu

radarlardan faydalanıldı. İkinci özellik ise daha sonra harita çıkaran radarlarca kullanıldı.

İngilizler, mikro dalga frekanslarında elde edilebilecek açı seçiciliğinin avantajlarını anladılar. Amerikalılara, bir mikrodalga AI radarı ile yine bir mikro dalga uçaksavar kontrol radarı geliştirmeleri önerisinde bulundular. Heyet, Randell ve Boot tarafından geliştirilen magnetronun Amerikalılar tarafından imal edilebilmesi için gerekli bilgiyi verdi. Randell ve Boot magnetronları 10 cm' lik dalga boyları için 1 Kw çıkış gücü verip, o zamana kadar geliştirilen ve cm ler cinsinden dalga boyu olan aygıtlardan yüz kat daha güçlüydüler. Magnetronun geliştirilmesi, mikro dalga radarlarının geliştirilmesindeki en önemli aşamalardan biridir.

1940 sonlarına doğru mikro dalga başarısı kanıtlanmış gibiydi. Bundan dolayı ABD servis laboratuvarları, VHF bandında, radar geliştirilmesine başladılar. Bunun nedeni bu banddaki teknik ve aygıtların daha elverişli ve ucuz olmasıydı (39).

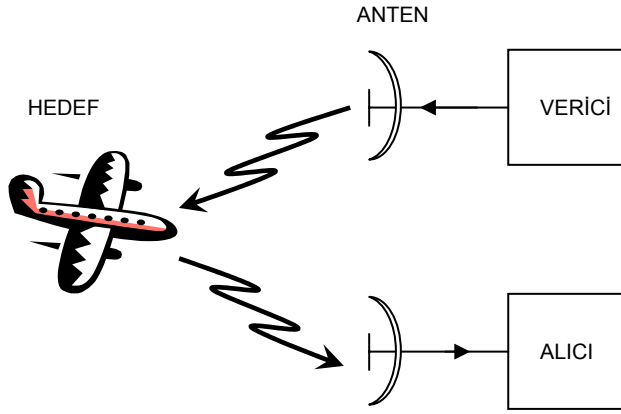
2. Dünya Savaşının sonunda, bilim adamı ve mühendisler, barış zamanının amaçlarına uygun olarak radarla ilgilendiler ve radarın gelişme hızı çok düştü. Savaşı takip eden on yılda kullanılan radarlar, savaş süresince geliştirilenlerdi. Bu zamanda, AN/FPS-6B, AN/FPS-3 ve AN/FPS-6 yükseklik bulucu radarlar uçakların uzun menzilde saptanmalarında kullanıldılar. Fakat 1950' lerin başında, bazı yeni gelişmelerle radarın yetenekleri arttırıldı. Bunların en önemlilerinden biri, yüksek güç klistronlarının geliştirilmesiydi. Klistron yükseltici Stanford Üniversitesinde, doğrusal hızlandırıcı olarak geliştirilmişti. Klistron, magnetrona oranla daha kararlı olup, daha fazla güç üretebiliyordu. Zamanla bunların gelişmesi MTI radarların gelişmesini sağlamıştır.

Büyük gelişme gösteren, radarın bir diğer bölümü ise alıcıdır. Kristal karıştırıcılarla, alçak gürültülü yürüyen dalga tüplerindeki ilerlemeler, mikro dalga alıcıların duyarlılığını on kat kadar arttırmıştır. Parametrik yükseltici ile maser alıcılar, dış gürültülerle transmisyon hatları kayıplarının alıcı duyarlılığını saptamada aygıttan daha önemli olacak kadar geliştirildiler.

Radarın gelişmesi askeri amaçlardan hız kazanmıştır. Fakat radar, hava ve deniz araştırmasında da bir çok sivil uygulamalarda kullanılmıştır. Radar teknolojisi halen gelişmektedir. Bir çok uygulamalarda tam tatminkar değilse bile, yeni bir yöntem bulununcaya kadar radar, uzun menzildeki, enerji yansıtabilen maddelerin saptanmasında tek yol olarak kalacaktır (40).

3.9.2. Genel anlamıyla radar

Radar genel anlamda cisimlerin tespiti için kullanılan aygıttır. İnsanlığın görme duygusunun dışında kalan hedeflerin varlığı hakkında bilgi vermektedir. İlkel olarak, bir radar sistemi Şekil 3.1.' de görüldüğü şekilde çalışmaktadır.



Şekil 3.1. Radarın ilke olarak çalışma şeması

Verici tarafından üretilen bir çeşit elektromanyetik dalgalar (örneğin darbe modülasyonlu sinyaller) bir anten tarafından gönderilmekte, bu enerjinin bir kısmı hedef tarafından her yöne yansıtılmaktadır (eko). Ve alıcı anten tarafından algılanan bir enerji, alıcı tarafından değerlendirilmektedir. Bu şekilde bir hedefin önce varlığı, sonra da radara göre açısal durumu, bağıl hızı ve mesafesi hakkında bilgi sahibi olunmaktadır.

Radar kelimesi, kuruluş olarak Radio Detection And Ranging kelimelerinden alınmıştır. Önceleri sadece düşman uçaklarının tespiti amacıyla kullanılan radar,

değişik milletlerce değişik şekilde tanımlanmasına rağmen bugün bütün dünya milletlerince kullanılan bir kelime olmuştur.

En çok kullanılan radar dalgası, bir sinüs şeklindeki taşıyıcı modülle eden bir pals trenidir. Hedefe olan mesafe palsların hedefe gidiş ve gelişleri arasındaki zaman ölçülmek suretiyle belirlenmektedir. Elektromanyetik enerjinin ışık hızıyla yol aldığı düşünülürse mesafe Eş 3.1' de olduğu gibi gösterilir (40);

$$R = \frac{CX_t}{2} \quad [3.1]$$

Genellikle mesafe radar mili ve yarda ile tanımlanmaktadır. (1rm= 2000yds) .

Radar mili ile deniz mili arasında (1852 m) % 1 bir fark vardır.

Radar vericisi tarafından gönderilen palslar arasındaki zaman herhangi bir eko sinyalin geri yansıyıp alıcı tarafından algılanmasına izin verecek kadar uzun olmalıdır.

Bu nedenle palsların tekrarlanmalarındaki hız, hedeflerin beklenildiği en uzun mesafeye göre tespit edilmektedir. Pals tekrarlanma frekansı (prf) çok yüksek olursa, hedeften gelen eko sinyal ikinci palsın yayımlanmasından sonra algılanır ki bu da mesafe ölçümünde şüpheli sonuçlar doğurabilir. Bu tip ekolara second-time-around adı verilir. Böyle bir eko tanımlanmadıkça, hedefin olduğundan çok daha kısa bir mesafede olduğu bilgisini taşıyacak ve bizi yanlış karar vermeye yöneltecektir. Burada Eş 3.2' de görülen yeni bir parametre tanımlamak mümkündür (40).

$$Runamb = \frac{c}{2fr} \quad [3.2]$$

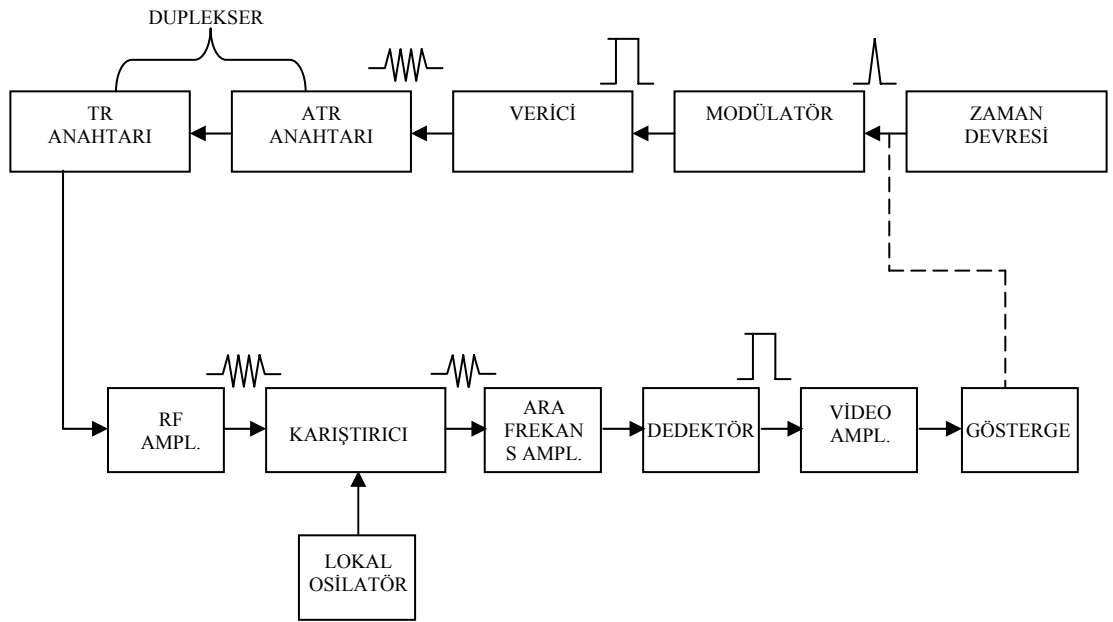
Runamb (maximum unambiguous range) ekoların second-time-around olmalarını sağlayan en büyük mesafedir ki buna en büyük şüpheli olmayan mesafe denilebilir. Runamb daha büyük mesafeler için ekolar second-time-around tipinde olacaklardır. Fr pals tekrarlanma frekansıdır. (Hz)

Çoğunlukla radarların pals modülleri dalgalar kullanmalarına karşın, hedef tespiti amacıyla, kullanılabilecek diğer modülasyon şekilleri de vardır. Örneğin darbeli taşıyıcı kullanmayan bir aygıt, FM altimetredir ki, prensip olarak çalışması, hedef olarak yeri kabul eden bir radarinkinden farksızdır.

3.9.3. Radar blok diyagramı ve çalışması

Vericisinde osilatör olarak magnetron kullanan tipik bir darbeli radarın çalışması şu şekilde özetlenebilir:

Tekikleme jeneratörü olarak kullanılan zamanlama devresi, belli bir pals tekrarlama frekansında (prf) çok kısa süreli bir pals treni üretir. Bu palslar modülatörü tetikleyerek vericiyi palslamasını sağlarlar. Verici tarafından üretilen modüleli RF pals antene kadar giderek uzaya yayımlanır (41).



Şekil 3.2. Darbeli radarın blok diyagramı

Yayım esnasında, süratli hareket edebilen bir anahtar olan transmit-receive (TR) svici, alıcıyı ayırmaktadır. Bu şekilde yüksek güce sahip palsın alıcıyı zedelemesi önlenmiş olur. Yayımlanan sinyalin geçişinden sonra TR svici tekrar alıcıyı antene bağlar.

Genellikle radarda alışı ve verişi için aynı anten kullanıldığından, hedeften yansıyan eko sinyali yine antenden geçerek alıcıya gelir. Vericinin ateşlemesi esnasında hiçbir görevi olmayan antitransmit-receiver svici (ATR), gelen ekonun vericiye sızarak sönümlenmesini önlemek amacıyla vericiyi kapıyarak ekonun alıcıya kanallize olmasını sağlar. TR ve ATR svicilerine duplexer adı verilir (39-40).

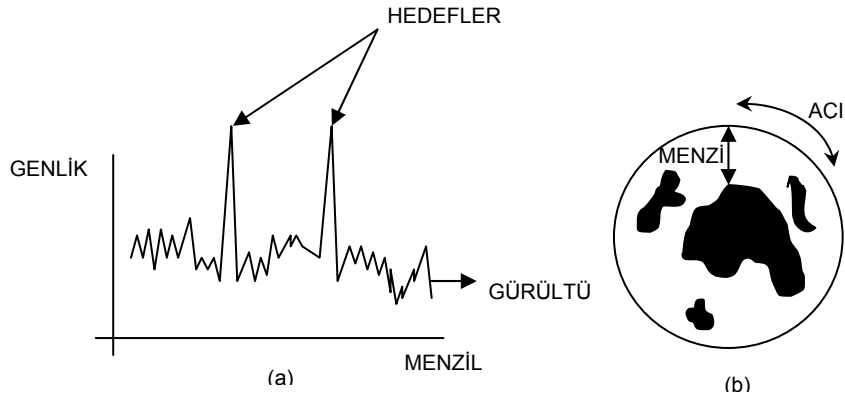
Radar alıcısı genellikle superheterodin tipindedir. Bazı mikro dalga radar alıcıları bir RF kademesine sahip olmayıp, ilk kademe olarak karıştırıcıyı kullanabilirler. Karıştırıcı ve osilatör devreleri gelen RF sinyali, alçak frekanlarda yüksek kazanç ve dar bir band genişliğine sahip yükselticiler yapmanın kolay oluşu nedeniyle, IF kademesine indirgerler. Yerel osilatör olarak bir klitron kullanılabilir.

IF sinyal, detektör kademesinde demodüle edilir. Bilahare video yükseltici tarafından yükseltilerek indikatörü çalıştıracak şekle sokulur.

Genellikle bir katod ışınlı lamba (CRT) olan indikatör orijinal zamanlama bilgisi ve antenin yönünde gelen hedefin bulunduğu azimut açısı bilgisi ile hedefin skop üzerinde doğru olarak gösterilmesini sağlar.

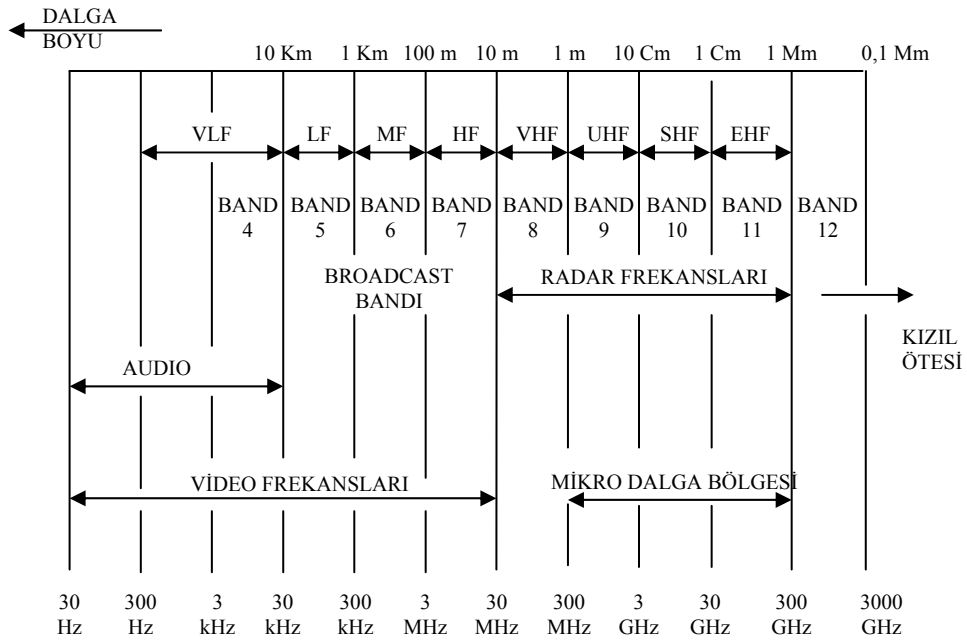
CRT kullanan en önemli indikatörler A-skop ve düzlem pozisyon indikatörüdür. (PPI). Şekil 3.3. (Q)' da gösterilen A skop, hedef genliği (y ekseni) ve menzil (x ekseni) gösterilmekte açı bilgisine yer verilmemektedir. PPI ise hedefi açısal ve mesafe olarak kutupsal bir şekilde plotlamaktadır.

Şekil 3.2.' deki diyagramda bir arada olması gereken bazı parça ve devresel gösterilmemiştir. Bunların bazıları alıcıda olması gereken AFC ve AGC devreleri, iletim hatlarındaki hareketli dirsekler, hareketli ve sabit devreleri ayırmaya yarayan devreler (MTI devreleri) ve antenin hedefi otomatik olarak takip etmesini sağlayan devrelerdir (41).



Şekil 3.3. A-Skop ve PPI

3.9.4. Radar frekansları



Şekil 3.4. Radar frekansları ve elektromanyetik spektrum

25-70000 MHz bandı bu güne kadar radarların çalıştığı bir frekans bandı olmuştur. Bunlar bugün kesin bir limit olarak kabul edilmemektedirler (41)

Geçmişte radar teknisyenleri, daha yüksek frekanslarda çalışabilecek uygun aygıtların olmaması nedeniyle, radarları 25 MHz civarında dizayn etmişlerdir. 2. Dünya savaşında İngilizlerin kullandıkları erken ihbar sistemleri buna bir örnek

oluşturmaktadır. Ancak bugünün standartları için, 25 MHz oldukça ufak bir frekans kabul edilmektedir. Alçak frekanslarda çok yüksek verici güçleri elde edebilmesine karşın, bir çok uygulamada bu tip frekanslar kabul edilmemektedir. Bunun nedeni pratik anten boyutları için alçak frekanslarda seçiciliğin ve açısal doğruluğun çok zayıf olmasıdır. Belirli bir anten açıklığı için, frekans azaldıkça anten hüzme genişliği artacak hedefin açısal doğruluğu azalacaktır. Örneğin, 7000 MHz da 1 lik hüzme genişliği elde etmek için 1 ft çapında 1 parabolik antene ihtiyaç vardır. Aynı tip anten için, aynı hüzme genişliği 25 MHz de yarım mil çapında bir antenle elde edilebilmektedir.

Elektromanyetik spektrumda radar frekanslarının yeri Şekil 3.4' de gösterilmiştir. Çok az özel amaçlı, modern radarlar haricinde genellikle en çok kullanılan band 200-3500 MHz arasındır.

Önceleri askeri gizlilik amacı ile kullanılan harfleme sistemi, bugün alışkanlık ve pratiklik açısından hala geçerliliğini korumaktadır. Frekans sınırları için kesin limitler belirtilemezse de bu bandlar Çizelge 3.1.' de verilmiştir (42).

Çizelge 3.1. Radar frekans bantları

RADAR FREKANS BANDI	FREKANS
UHF	300-1000 MHz
L	1000-2000MHz
S	2000-4000 MHz
C	4000-8000 MHz
X	8000-12500 MHz
K _u	12.5-18 GHz
K	18-26.5 GHz
K _a	26.5-40 GHz
Milimeter	40 GHz

3.9.5. Radarın uygulamaları

Radar yerde havada ve denizde kullanılmaktadır ve şüphesiz uzayda da kullanılması geliştirilmektedir.

Radarların sivil alandaki uygulamaları

Radarın sivildeki en önemli uygulaması, deniz ve havada seyir amaçları paralelinde olmuştur. Hava trafik kontrol radarları gerek hava limanlarında, gerekse hava terminalleri arasında devamlı faaliyettedirler. Kötü havada radar, yaklaşma yer kontrol sistemleriyle beraber (GCA) emniyetli iniş amaçlarıyla kullanılmaktadır. Hava önleme radarları (Weather-Avoidance) uçakların fırtınadan kaçmalarını sağlamaktadır.

Denizde özellikle kötü hava şartlarında radar her zaman aranılan bir cihaz olmuştur. Karada ise en önemli uygulamaları tayfun ve hortumların saptanması ve yollarda trafik süratini ölçme şeklindedir.

Radarların askeri alanlardaki uygulamaları

Özellikle seyir amaçlarında radarın askeri uygulamalarında sivil uygulamaların aynıları bulunmaktadır. Buna ek olarak radar silah gözlem ve kontrol sistemlerinde de kullanılmaktadır.

Radarların bilimsel alandaki uygulamaları

Radarın araştırmacılar tarafından kullanılması sonucu insanlığın meteoroloji, meteorlar ve diğer gök cisimleri hakkında bilgisi artmıştır. Radar, uyduları ve hava gemilerini rehberliyebilmekte, radyo astronomi ve radar astronomi dallarına ön ayak olabilmektedir (43).

3.9.6. Askeri uygulamalarda kullanılan çeşitli radar tipleri

AN/BPS-15: Denizaltılarda kullanılan seyir radarlarıdır.

AN/BPS-16: Yüzey taraması ve zayıf olarak alçak uçuş yapan hava taşıtlarını tespit eder. Denizaltılarda kullanılmaktadır.

AN/SPG-51D: Su üstü gemilerinde kullanılan atış kontrol radarıdır.

AN/SPG-60D: Su üstü gemilerinde kullanılan atış kontrol radarıdır.

AN/SPG-62: Su üstü gemilerinde kullanılan atış kontrol radarıdır.

AN/SPN-35: Uçakların inişinin hassas ve doğru olarak gerçekleşmesini sağlar.

AN/SPN-41: Uçakların inişinin hassas ve doğru olarak gerçekleşmesini sağlar.

AN/SPN-42: Uçakların inişinin hassas ve doğru olarak gerçekleşmesini sağlar.

AN/SPN-43: Hava trafiği sağlayıcı radar sistemidir.

AN/SPN-44: Hız tespit radar sistemidir.

AN/SPN-46: Uçan taşıtların gece/gündüz her türlü olumsuz hava şartlarında iniş yapmasını sağlayan radar sistemidir.

AN/SPQ-9: Ana görevi yüzey takip tarama ve tespit radarı olmakla birlikte satıhtan satığa atılan füzeleride tespit edebilir. 10 knottan daha hızlı hareket eden unsurları otomatik olarak gösterir.

AN/SPS-10: Yüzey takip ve tarama radarıdır. SGR maksadı ile konuşlandırılabilir.

AN/SPS-40: Uzun ve orta menzilli hedeflerin tespiti maksatlı ili boyutlu bir su üstü hava arama ve keşif radarıdır. Etkin menzil olarak 320 km. kaydedilmiştir.

AN/SPS-48C: Orta menzilli, üç boyutlu (büyükölük, mesafe, yön) hava araştırma radarı olup silah sistemleri ve gemi kumanda kontrol sistemlerine hedeflerin konumunu bildirmektedir.

AN/SPS-49: Çok uzun menzilli iki boyutlu hava keşif radarıdır. En önemli özelliklerinden birisi elektronik karşı-karşı tedbirler ve 255 hedefi aynı anda izleme kabiliyetidir.

AN/SPS-52: Üç boyutlu hava araştırma radarı vasat derecede tespit yeteneği ile oldukça uzun mesafeleri tarayabilir (200 mil.).

AN/SPS-55: SPS-55 A sınıfı bir su üstü ve denizcilik radarıdır. Sahil gözetleme, plotaj, gemicilik ve hedeflerin takibi ve tespitinde kullanılır.

AN/SPS-67: Su üstü ve denizcilik radarıdır. Aynı zamanda alçaktan uçan uçak ve silah sistemlerinin de tespit edebilir.

AN/SPS-73(V)12: Kısa menzilli iki boyutlu yüzey, seyir ve arama tarama radar sistemi olup temas menzili ve yönüyle ilgili bilgilerde sunar.

AN/SPY-1: Ana hava ve yüzey arama radarıdır. Bir çok hedefin aynı anda tespit ve takibini sağlayabilir.

AN/SPY-2: AN/SPY-1' in geliştirilmiş modelidir.

AN/SPY-3: Tüm arama tarama ve atış kontrolü ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde bir radardır. En gelişmiş düşük görünürlükteki füzeleri dahi tespit edebilecek teknolojiye sahiptir. Kısıtlı hava şartlarında dahi görevlerini yerine getirmektedir.

VOLUME SEARCH RADAR: Ufkun üzerindeki ve uzak mesafelerdeki uçak, füze, helikopter, ve insansız hava taşıtlarını tespit eden hava arama radarıdır.

ASKARAD: Aselsan tarafından geliştirilmiş kara gözetleme radarıdır. Sahrada insan ve araç hareketlerini izlemek, atış tanzimi yapmak için kullanılır.

ARS 2000-2001: Aselsan tarafından geliştirilmiş gece ve gündüz her türlü hava şartlarında, karada ve deniz yüzeyinde hareket eden ve alçaktan uçan hava hedeflerini 40 km. menzil içinde takip ve tespit eden aynı zamanda diğer silah sistemlerine veri yollayan yeni nesil hafif bir radardır.

DECCA: Hem askeri, hem ticari gemilerde kullanılabilen seyir su üstü ve hava arama-tarama radarıdır. Yüksek hızdaki hedefleri takip edebilecek şekilde dizayn edilmiştir. 60' ın üzerinde hedef simüle edilerek izlenebilir. Sistem 192 deniz mili. uzaklıktaki nesneleri görebilmeyi destekler. Diğer özellikleri ise hızlı hareket eden nesnelere odaklanır, yaklaşan helikopter gibi uçan unsurların rotasını belirlemek ve hedefi durdurmaktır. Yüksek teknolojiyle hiçbir yöntemle tespit edilemeyecek kadar küçük hedeflerin bile tespit edilmesini sağlar.

1998 yılından itibaren ticari denizcilik piyasasında sunulmuştur. Kullanımda olan modelleri Decca Bridge Master E-180, 250 ve 340 serisi seyir radarlarıdır (42-43).

Çalışmada AN/SPS-55 ve AN/SPS-67 radarlarının yerleşimi yapılmaya çalışılmıştır.

3.9.7. AN/SPS-55 su üstü ve seyir radarı

SPS-55 A sınıfı bir su üstü ve denizcilik radarıdır. Sahil gözetleme, plotaj, gemicilik ve hedeflerin takibi ve tespitinde kullanılır. SPS-55 50 yarıdan 50 deniz miline kadar olan tüm hedefleri tespit edecek kapasitededir.çeşitli ülkelerde SGR ve seyir radarı olarak kullanılmaktadır (43).

SPS-radarı sahil gözetleme işlevinin yanında çeşitli tip gemilerde kullanıldığı su üstü, su altı, amfibi, özel tip hareketlerin hemen hepsini destekleyen bir radardır. SPS-55 radarı radar video çekimi ile modifiye edilmiştir.

Genel işletim yapısı

Radar cihazı 9,05 GHz-10 GHz aralığında çalışır ve tüm band genişliği yalnızca 60 saniyede dolaşabilir. Band dolaşımı radar kontrol cihazında yada alıcı/gönderici ünitesinden kontrol edilebilir. Verici en az 130 KW gücünde magnetron (Antenden yayılan radar palslarının ürettiği radar vericisinin çıkış lambası olan elektronik lamba) kullanır. Alıcı, uzun pals modunda en az 200 yarda menzille yada kısa pals modunda en az 50 yarda menzille çalışır. Radar anteni dakikada 16 kez tarama yapacak güçtedir.

Genel fiziki yapısı

Bir AN/SPS-55 radarın ana parçaları anten, alma/gönderme cihazı, radar kontrol cihazı ve anten güvenlik düğmesidir.

Her ne kadar AN/SPS-55 elektronik olarak çok güvenilir bir cihazsa da, anten bloğunun mekanik idamesi sorunlar yaratmıştır. Bu sorun yeni bir anten bloğunun geliştirilmesi ve anten kaidesinin modifiye edilmesiyle aşılmıştır. AN/SPS-55' in önemli bir özelliği de arızalanan parçaların tamiri yada değiştirilmesi yerine arızalı bloğun komple çıkartılıp yerine yenisinin takılmasıdır. Böylece radarın bakımı tutumu kolaylaşmıştır.

3.9.8. AN/ SPS- 67 su üstü arama radarı

AN/SPS-67 öncelikle su üstü hedeflerine karşı geliştirilmiş iki boyutlu (azimut ve mesafe) görüntü veren bir radardır. Ayrıca alçaktan uçan uçaklara ve çeşitli füzeleride tespit edebilir. Sınırlı hava tespitine rağmen su üstü taramasında kullanılan başlıca radardır. Askeri gemilerde de kullanılan bazı modelleri (SPS-67V3)gemicilik faaliyetleri, rota ve kerteriz kontrolleri görevinide yerine getirebilir (43). Bu amaçla kullanılan en yaygın radar tiplerinden birisi AN/SPS-67' dir.

Genel işletim yapısı

AN/SPS-67 radarı 5450-5825 MHz aralığında çalışır. Bazı özel taktik durumlarda radar performansını arttırmak amacı ile alıcı/verici uzun, orta ve kısa pals modu olarak 3 modda çalışır. Uygun pals tekrarlama frekansı 750, 1200 ve 2400' dür. Radar sistemleri her ne kadar kendi başlarına gerekli bilgileri yeterince sağlıyor olsada bu bilgilerin diğer savaş sistemlerinde de kullanılması zorunludur.

AN/SPS/67 aşağıdaki cihazlarla bilgi alışverişinde bulunur.

- Elektronik eşzamanlıyıcılar,
- IFF cihazları,
- Gösterge cihazları,
- Eşzamanlı sinyal güçlendiriciler.

3.9.9. HF radar sistemleri

HF radarı sahil ve kıyıları korumak ve kollamak amacıyla hazırlanmıştır. Ve en doğru değeri verecek durumdadır. Uygulamada kullanıldığı yerler:

- Kıyı koruma,
- Kanunların uygulanması,
- Arama ve kurtarma, insan kaçakçılığını önleme,
- Denizlerin ve denizciliğin korunması,
- Uyuşturucu önleme operasyonu.

Bir HF radarın temel prensibi; bir radar sinyalinin ufukta kayboluncaya kadar su yüzeyi boyunca ilerlemesidir. HF radar tüm okyonus boyunca ilerleyebilen ve ufukla sınırlı kalmayan “dikey polarize HF elektromanyetik sinyaller” kullanır. İşte bu en önemli kabiliyeti HF radarın taktiksel anlamda önem taşıyan çok uzak mesafelerdeki

tüm küçük araçlarını ve alçaktan uçan uçakları tespit edebilen tek radar sistemi olması kilit özelliğidir.

Ufku ötesinde HF radar yalnızca tuzlu iletken suya yakınlıkta dikey polarize antenlerle çalışır, dolayısıyla karada ve tatlı suda büyük oranda etkisizdir.

Ana sistem 3 parçadan oluşur;

- Alıcı,
- Verici,
- Bilgi İşlem Merkezi.

Alıcı ve verici blokları monostatik işlemler için birleştirilmiş vaziyettede bulunabilirler. Alıcı ve verici bloklar arasındaki mesafe yaklaşık olarak 80 km' dir ve bunlar bilgi işlem merkezinden tamamen uzakta, bir komuta kontrol merkezi olarak kurulmuş olabilirler. Bloklar arasındaki sistem kontrolü, radar verileri gibi bilgilerin aktarımı için lokal iletişim sistemleri kullanabileceği gibi uydu iletişimde kullanabilir.

Bu tip radarlarda en gelişmiş modelleri Kanada Milli Savunma Bakanlığı bir şubesi olan "Kanada Savunma Araştırma ve Geliştirme Merkezi" sponsorluğunda Raytheon firması tarafından tasarlanmıştır.

Raytheon HF radarı başta Amerika ve Kanada olmak üzere bir çok ülkede etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Örneğin ABD' nin kıyılarını her türlü narkotik ve diğer okyonus ötesi tehditlerden korumak amacıyla en küçük deniz araçlarını ve alçaktan uçan uçakları tespit eden HF radarlarını kullanmaya başladıktan 6 ay içinde HF radarı surat motorlarını, balıkçı gemilerini, daha büyük su üstü araçlarını, şişme botları ve jetskileri olduğu kadar aynı zamanda küçük hava araçlarını ve helikopterleride tespit ederek suç oranını oldukça düşürmüştür. Ucuz maliyet ve tüm hava şartlarında çalışabilme diğer bir özelliğidir (41-43).

Çalışmada diğer iki radar haricinde HF radarınında yerleştirilmesi yapılmaya çalışılmıştır.

4. PROBLEMİN TANIMI

Ege Denizi' nin ve kıyılarının kontrol altında tutulması, üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizin siyasi politikası, Türk deniz ticareti ve TSK için hayati önem taşımaktadır. Bu bölgenin tam olarak kontrol altında tutulamaması DZKK' nın tüm faaliyetlerini kısıtlayacak, kaçakçılık, terör ve yasadışı faaliyetlerin artmasına neden olacaktır.

Mevcut sistem içerisinde Ege Denizi ve sahillerimiz konuşlu sınırlı sayıdaki SGR radarlarımızla birlikte gerek keşif gözetleme uçaklarımızla gerekse yüzer unsurlarımız desteğiyle kontrol altında tutulmaya çalışılmaktadır. Mevsimsel değişiklikler ve ağır hava şartları zaman zaman keşif gözetleme uçakları ve yüzer unsurlarımızın faaliyetlerini kısıtlayabilmektedir. Aynı zamanda Ege Denizi' nde 3000' e yakın adanın bulunması tam anlamıyla kontrol altında tutulamayan bölgeler oluşmasına sebep olmaktadır. DZKK' nin projeleri arasında tek bir merkezden tüm Ege Denizi' nin %100 kaplanması ve kontrol altında tutulması bulunmaktadır. Ege Denizi bu proje gerçekleştirildiğinde daha az maliyet ve insan gücü ile kontrol altında tutulacaktır.

DZKK' nin erken ihbar, keşif, gözetleme, arama kurtarma ve görev fonksiyonu alanındaki zaafiyetini gidermek üzere, Ege Denizi kıyılarının Ege adalarının gözetlenmesi gerekmektedir. Bu gözetlemenin önemi ve gerekliliği gerek Türk Yunan ilişkileri gerek Türkiye' nin coğrafi ve siyasi durumu ve son zamanlardaki artan terör olayları göz önünde tutulduğunda daha da artmaktadır.

Bu amaçla yapılan çalışmada 3 tip radar için 7 ayrı senaryo üretilerek yerleştirmeler yapılmaya çalışılmıştır.

Çalışmada kullanılan matematiksel model P-Medyan Problemini temel almaktadır.

Kaplanacak bölgenin sınırları EK-1' de gösterilmiştir. Talep noktalarının belirlenmesinde ise son yıllarda artan yasa dışı faaliyetlerin meydana geldiği bölgeler, boğazlarımız, 6 millik karasularımız, FIR hattımız, Ege kıyılarında bulunan

stratejik önemi bulunan üslerimiz güvenliği ve üzerlerinde askeri üs bulunan Yunan adalarını kontrol altında tutabilecek şekilde seçilmiştir. Çizelge 4.1.' de 2004 yılı içinde Ege kıyılarında yakalanan mülteci sayısı görülmektedir.

Çizelge 4.1. 2004 yılında Ege kıyılarında yakalanan mülteci raporu

UYRUK		AFGANİSTAN	MORİTANYA	İRAN	SOMALİ	IRAK	UKRAYNA	FAS	TOPLAM
YAKALANDIĞI BÖLGE	AYVACIK	48	-	-	-	-	-	-	48
	EDREMİT KÖRFEZİ	4	35	4	-	-	-	-	43
	ALTINOLUK	-	-	-	15	-	-	-	15
	AYVALIK	194	80	-	58	12	-	-	344
	BODRUM	30	-	60	7	3	-	-	100
	ENEZ	-	4	-	-	-	-	-	4
	DİKİLİ	59	10	8	54	-	-	-	131
	ÇEŞME	24	43	1	61	7	-	-	136
	ÇANAKKALE	40	1	-	-	-	2	-	43
	DİDİM	1	-	-	4	-	-	-	5
	DALYAN	-	-	-	50	-	-	-	50
	KUŞADASI	4	9	-	-	-	-	15	28
	İZMİR	15	-	-	25	-	-	-	40
	TOPLAM	419	182	73	274	22	2	15	987

Çalışmadaki matematiksel model, belirli bir kaplama mesafesi içersinde kaplanan talep sayısını en fazla yapmayı amaçlamaktadır.

Modelin çözümü, kaplama mesafesine göre ne kadar talep noktasının kaplanacağını ve hangi aday noktalarının seçileceğini göstermektedir.

4.1. Aday Noktaları

Aday noktaların belirlenmesinde belirli bir yöntem yoktur. TSK SGR istasyonlarının yerleştirilmesi için belirlenecek aday noktaların seçiminde izlenen yol, aday noktaların istasyon açmaya uygun olup olmadığı çeşitli faktörler altında incelenmiştir. Aday noktası seçimi bölgesel özelliklere göre farklılıklar gösterir. Bu özellikler o noktanın iklim şartları, ikmal noktasına olan uzaklığı, deprem tehditi içerip içermediği ve bölgenin stratejik önemi belirlenmiştir. Bu faktörler ışığında aday noktaları uzman görüşleri alınarak tespit edilmiştir. Bunlara ilave olarak başka faktörler de sonradan modele eklenebilir.

Ege kıyılarındaki pek çok nokta, aday noktası olarak düşünülebilir ve her biri farklı özelliğe sahip olabilir. Maksimum kaplamayı ve en iyi çözümü garanti etmek için mümkün olan en fazla sayıda aday nokta belirlenmiştir.

Aday noktaları tespit edilirken dikkat edilecek diğer hususlarda şunlardır :

- Coğrafi açıdan istasyon konuşlandırmaya yeterli büyüklükte bir alana sahip olması,
- Karayolu şebekesi ile bağlantısı olması, (HF radarlar için bu durum gerekli değildir.)
- SGR personelinin hayatını uygun şartlarda o bölgeden ayrılmadan devam ettirebilmesi,
- Emniyet açısından ilave tedbirlere ihtiyaç duymadan kendi kendine yeterli olması.

Çalışmada SGR istasyonlarının yerlerini temsil eden 50 adet aday noktası tespit edilmiştir. Tespit edilen aday noktaları Harita 4.1.' de gösterilmektedir. Harita 4.1. incelendiğinde bazı bölgelerde aday noktalarında yoğunlaşma görülmektedir. Bunun

nedeni; kaçakçılık, yasa dışı faaliyetler, TSK için stratejik öneme sahip askeri üslerin olması ve yunan adalarının bu bölgelerde askeri öneminin fazla olmasıdır.



Harita 4.1. Aday noktaların harita üzerinde gösterilmesi

4.2. Talep Noktaları

Talep noktalarını belirlerken dikkat edilmesi gereken en önemli nokta taleplerin kaplanacak bölge içinde olmalıdır. Talep noktaları, istasyonların kaplama alanlarını belirleyecektir. Bu yüzden talep noktalarının dağılımı bütün bölgeyi kaplayacak şekilde düzenlenmelidir. Bir diğer nokta da Ege Denizinde meydana gelen kaçakçılık ve yasadışı faaliyetlerin bölgedeki dağılımıdır. Aynı bölgede meydana gelen olaylar birleştirilip tek bir talep noktası olarak belirlenmiştir.

Her talep noktası potansiyel aday noktasının kaplama alanını belirler ve talep noktalarının önem dereceleri birbirinden farklı olabilir. Bu çalışmada talep noktaları tespit edilirken, son bir yılda Ege Denizinde meydana gelen yasadışı faaliyetler, TSK'nın stratejik üslerine tahmini yaklaşma bölgeleri, silahlandırılmış ve askeri üs olan Yunan adaları, Çanakkale boğazının güvenliği dikkate alınmış ve 80 adet talep noktası uzman görüşleri yardımıyla belirlenmiştir. Tespit edilen talep noktalarının yerşleri Harita 4.2.' de gösterilmiştir.

4.3. Bölgesel Özellikler

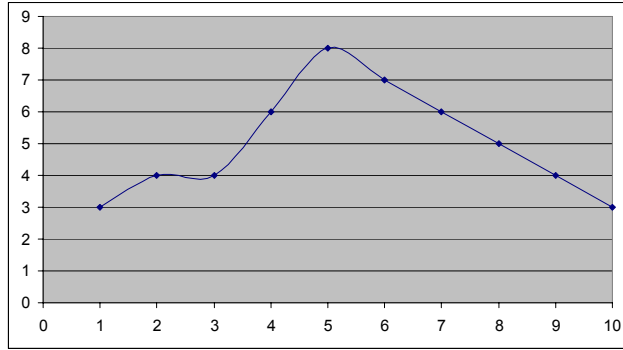
Her bölgenin kendine özgü bölgesel özellikleri mevcuttur. Bütün aday ve talep noktalarının aynı özelliklerde kabul edilmemesi modelin gerçekliliğini koruyacaktır. Bu sebeple bölgeler arasındaki farklılıkların modele yansıtılabilmesi için bölgesel karakteristik değerler alınmıştır. Aday ve talep noktalarına ait bu değerler bu noktalar hakkında daha sağlıklı değerlendirme yapmaya imkan vermektedir. Bunun için belirlenen kriterler konunun uzmanları ile görüşülüp teknik talimnamelerden faydalanılarak belirlenmiştir. Her bölgesel karakteristiğin eşit öneme sahip olduğu varsayılmış ve aday noktalarına her bölgesel karakteristik için 1 ile 10 arasında değerler verilmiştir.

İklim şartları değerlendirilmesi yapılırken, aday noktalarının bulunduğu il veya ilçenin, SGR istasyonu tesis etmeye uygunluk derecesi tespit etmeye çalışılmıştır. Özellikle bölgenin coğrafi yapısı ve mevsimsel ısı farklılıkları dikkate alınmıştır



Harita 4.2. Talep noktalarının harita üzerinde gösterilmesi

İklim şartlarının diğer aday noktalara nispeten daha iyi olduğu değerlendirilen noktalara 10; en iyi olan aday noktaya nispeten daha kötü olan aday noktalara ise 1 ile 9 arasında değerler verilmiştir. Bu derecelendirmeler uzmanlar tarafından belirlenmiştir. Verilen puanların dağılımı Şekil 4.1.' de görülmektedir.

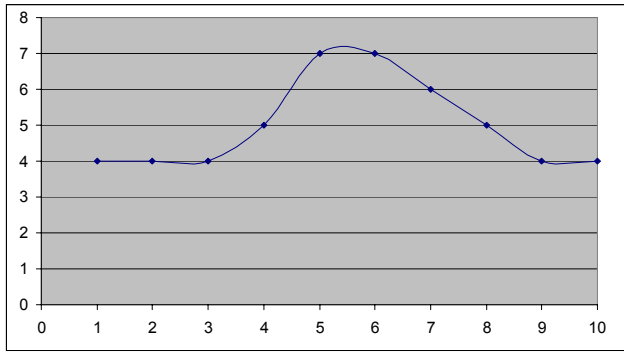


Şekil 4.1. İklim şartları değerlendirmesinin dağılımı

Aday konuş yerlerinin yükseklik değerlendirilmesi yapırlen SGR radarlarının 0-200 ft yükseklikler arasına konuşlandırılabilceği dikkate alınmış ve en uygun yükseklikte bulunan aday noktasına 10; en iyi aday noktaya nispeten daha kötü olan aday noktalara ise 1 ile 9 arasında değerler verilmiştir. Derecelendirilirken kullanılan kriterler . Çizelge 4.2.' de değerlendirmelerin sonucuda Şekil 4.2.' de verilmiştir.

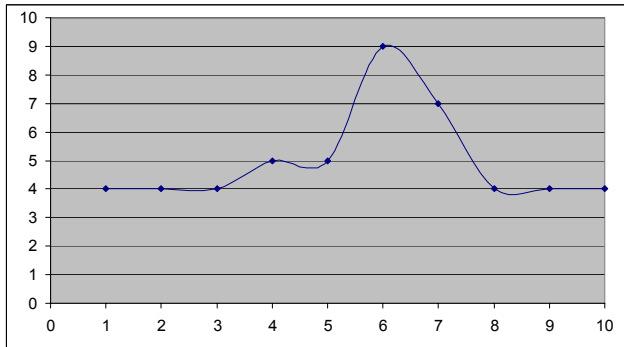
Çizelge 4.2. Aday noktaları yükseklik kriterleri

YÜKSEKLİK	PUAN
20-40	1
41-60	2
61-80	3
81-100	4
101-120	5
121-140	6
141-160	7
161-180	8
181-200	9
201' den yukarısı	10



Şekil 4.2. Yükseklik şartları değerlendirmesinin dağılımı

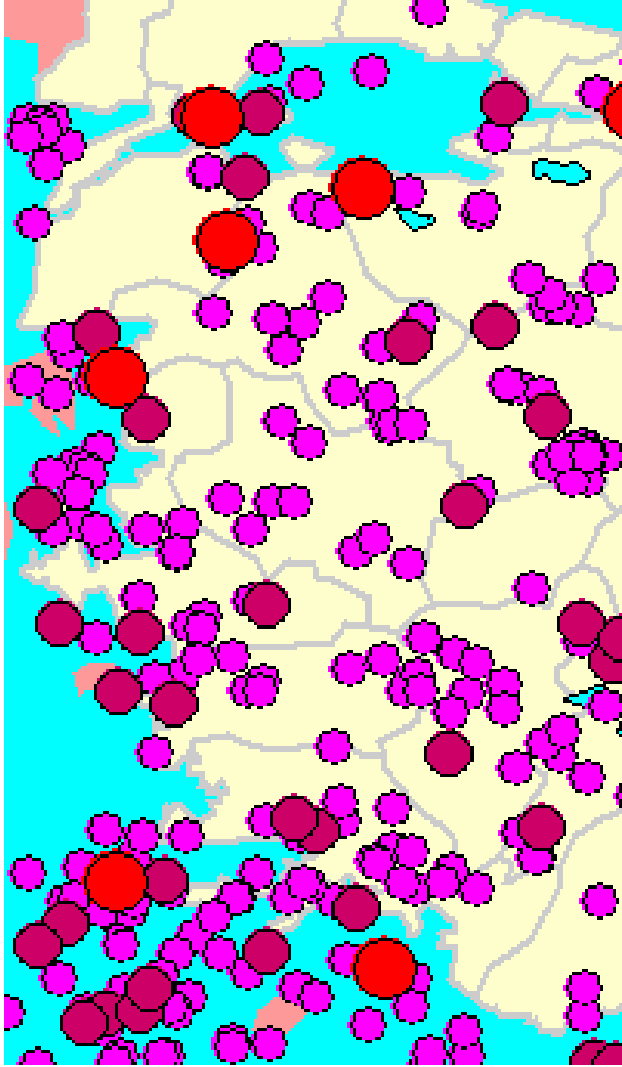
Deprem tehdidi değerlendirmesi ise Türkiye deprem haritaları baz alınarak konunun uzmanları tarafından yapılmıştır. Deprem riski en düşük bölgelerdeki aday noktalara 10, daha riskli bölgelere ise derecelerine göre 1 ile 9 arasında değerler verilmiştir. Türkiye'nin deprem haritası EK-4' de, 17 Ağustos depreminden sonraki büyüklüğü 2 ve 2 den büyük olan depremler EK-5' te verilmiştir .Ege bölgesindeki 5 ve 5 şidetinden büyük depremlerin dağılımı Harita 4.3.' de görülmektedir. Şekil 4.3.' te de derecelendirmenin dağılımı görülmektedir.



Şekil 4.3. Deprem tehdidi değerlendirmesinin dağılımı

İkmal noktasına yakınlık kriteri ise aday noktaların belirlendiği yere ana karayolu ile en yakın lojistik destek sağlayabilecek olan ana üslere yakınlığı dikkate alınmıştır. İkmal noktasına yakınlık kriterleri Çizelge 4.3.' te verilmiştir. Herhangi bir ikmal noktasına belirlenen mesafe içerisinde en yakın aday nokta 10; diğer aday noktalar uzaklık derecesine göre 2 ile 9 ile derecelendirilmiştir. Derecelendirmelerin dağılımı

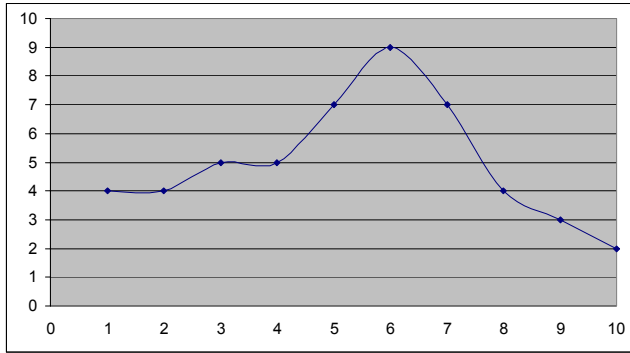
Şekil 4.4.’ de verilmiştir.Tüm aday noktalarının derecelendirmeleri EK-2’ de verilmiştir.



Harita 4.3. Ege bölgesindeki meydana gelen 5 ve 5 şiddetinden büyük depremlerin harita üzerinde gösterilmesi

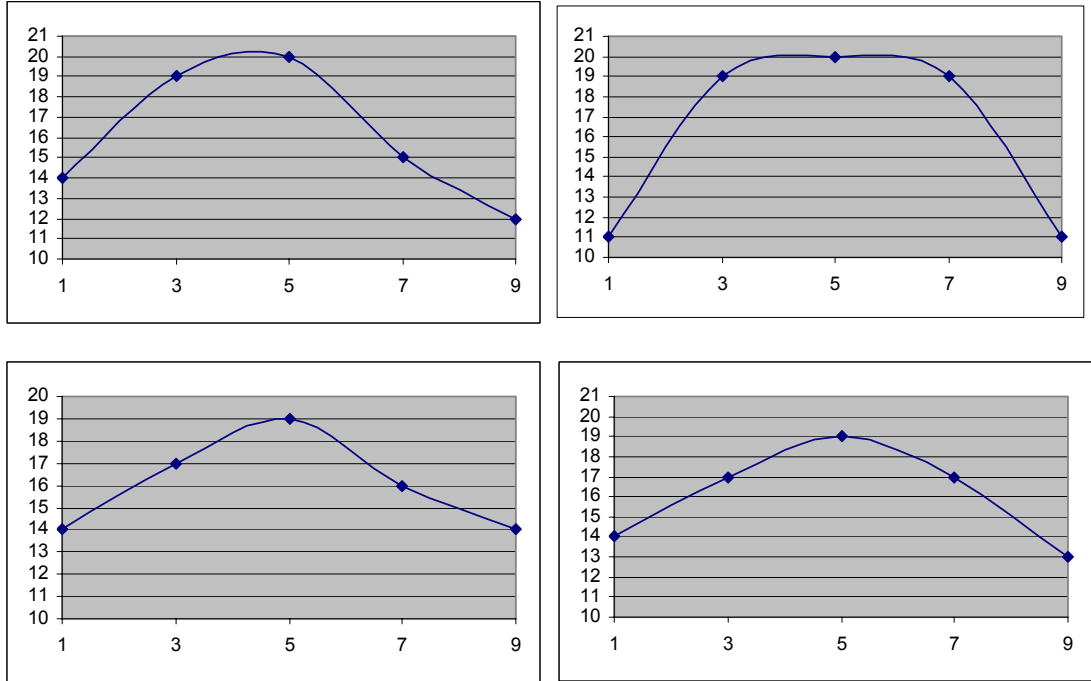
Çizelge 4.3. İkmal noktasına yakınlık kriterleri

MESAFE	PUAN
0-40	10
41-80	9
81-120	8
121-160	7
161-200	6
201-240	5
241-280	4
281-320	3
321-360	2
361' den yukarısı	1



Şekil 4.4. İkmal noktaları değerlendirilmesinin dağılımı

Talep noktaları ise o bölgelerin DZKK ve Türkiye için askeri ve politik olarak önemi, bölgelerde yasa dışı faaliyet raporlarının yoğunluğu, Yunan adaları açısından stratejik önemli olan ve askeri üslerimizin güvenliği açısından gözlenmesi gereken bölgeler dikkate alınmış en önemli bölge içindeki talep noktalara 1; en önemli talep noktadan daha az derecedeki bölgelerdeki noktalar 2 ile 9 arasında derecelendirilmiştir. Bu değerler 4 ayrı bölümlerde görev yapan askeri personel tarafından verilmiş ve aritmetik ortalaması alınmıştır. Verilen bu dört ayrı derecelendirmelerin dağılımı Şekil 4.5.' te verilmektedir. Tüm talep noktalarının derecelendirmeleri EK-3' de verilmektedir.



Şekil 4.5. Talep noktalarının dağılımı

4.4. Modelin Varsayımları

Modelin varsayımları aşağıdadır:

- Bütün SGR istasyonları aynı kapasiteye sahiptir.
- Mevcut SGR istasyonları problemin çözümüne dahil edilmiştir.
- SGR istasyonları SGRB içinde 200 ft aşmamak şartıyla istenilen bölgeye yerleştirilebilir.
- HF radar istasyonları 200 ft şartı aranmaksızın istenilen noktaya yerleştirilebilir.
- Sonlu sayıda aday nokta mevcuttur.
- Her talep noktasının en az bir aday nokta tarafından kaplanması sağlanmıştır.
- Maliyet hesabı modele dahil edilmemiştir.

4.5. Modelin Matematiksel İfadesi

Tanımlanan problemin matematiksel modeli aşağıdadır.

$$\text{Min } \sum (1 - \text{prop}_{ij}) y_{ij} P_i \quad i = fl \rightarrow fn \quad J = gl \rightarrow gn \quad [4.1]$$

$$\sum X_j = P \quad \forall \in J \quad [4.2]$$

$$\sum Y_{ij} \geq 1 \quad \forall \in I \quad [4.3]$$

$$y_{ij} \leq x_j \quad \forall f1 \rightarrow fn \quad \forall g1 \rightarrow gn \quad [4.4]$$

$$\sum a_j x_j \geq \text{orta } P \quad J = g1 \rightarrow gn \quad [4.5]$$

$$\sum c_j x_j \geq \text{ortc } P \quad J = g1 \rightarrow gn \quad [4.6]$$

$$\sum a_j x_j \geq \text{ortal } P \quad J = g1 \rightarrow gn \quad [4.7]$$

$$\sum e_j x_j \geq \text{orte } P \quad J = g1 \rightarrow gn \quad [4.8]$$

$$w_{ij} = \text{kaplama}_{ij} x_j \quad [4.9]$$

$$X_j = 0 \rightarrow I \quad y_{ij} = 0 \rightarrow I \quad [4.10]$$

Burada ;

I = Talep noktaları, $i \in I$

j = Muhtemel radar istasyonu konuş yerleri, $j \in J$

P = Çözüm için girilen radar sayısı,

Prob_{ij} = i noktalasının j talep noktalasını görme olasılığı,

P_i = Talep noktalarının değerlendirilmesi sonucu ulaşılan puanlar,

y_{ij} = atama matrisleri,

a_j = her bir aday noktanın ikmal noktasına yakınlık derecesi,

orta = ikmal noktasına yakınlık derecesinin belirlenmiş ortalaması,

c_j = her bir aday noktanın iklim şartlarına göre derecelendirilmesi,

ortc = iklim şartları derecesinin belirlenmiş ortalaması,

a_j = her bir aday noktanın deniz seviyesinden yüksekliği açısından derecelendirilmesi,

ortal = deniz seviyesinden yükseklik kriterinin belirlenmiş ortalaması,

e_j = aday noktaların belirlenmiş kriterlere göre deprem tehdidine göre derecelendirilmiş puanları,

$orte$ = deprem tehdit kriterinin belirlenmiş ortalaması.

Parametreler:

İndisler : i ve j indisleri,

Matris parametreleri : $prob_{ij}$, $kaplama_{ij}$,

Vector parametreleri : p_i , a_j , c_j , al_j , e_j ,

Scaler parametreler : P , $orta$, ort,c , $ortal$, $orte$.

Karar değişkenleri: : y_{ij} ve x_j

Amaç fonksiyonu Eş. 4.1 görmeme olasılıklarını minimize ederek görme olasılıklarını maksimum yapmaktadır. Kısıt Eş. 4.2 atanan radarların toplamının P kadar olmasını sağlar. Kısıt Eş. 4.3 her talep noktasının en az bir aday noktasına atanmasını sağlar. Kısıt Eş. 4.4 atamaların sadece hizmet noktası kurulmuş olan yerlere yapılmasını sağlar. Aday noktalar belirlenmiş kriterlere göre uzmanlar tarafından ikmal noktasına yakınlığına göre derecelendirilmiştir. Kısıt Eş. 4.5 seçilecek aday noktaların uzmanlar tarafından belirlenmiş kabul edilebilir bir ortalamanın üstünde olmasını sağlar. Aday noktalar belirlenmiş kriterlere göre konuşlandırılacak bölgelerin iklim şartlarına göre derecelendirilmiştir. Kısıt Eş. 4.6 seçilecek aday noktaların uzmanlar tarafından belirlenmiş kabul edilebilir bir ortalamanın üstünde olmasını sağlamaktadır. Aday noktalar belirlenmiş kriterlere göre radar istasyonu kurulacak bölgenin deniz dseviyesinden yüksekliğine göre derecelendirilmiştir. Kısıt Eş. 4.7 seçilecek bölgelerin uzmanlar tarafından belirlenmiş ortalamanın üstünde olmasını sağlamaktadır. Aday noktalar belirlenmiş kriterlere göre radar istasyonu kurulacak bölgenin deprem tehdidine göre derecelendirilmiştir. Kısıt Eş. 4.8 seçilecek bölgenin uzmanlar tarafından belirlenen bir ortalamanın üzerinde olmasını sağlamaktadır. Kısıt Eş. 4.9 seçilen aday noktaların hangi talep noktalarını kapladığını görebilmek için konmuş bir kısıttır. Kısıt Eş. 4.10 karar değişkenleri ile ilgili kısıtlardır.

4.6. Çözüm Aşamaları

Modelin çözümü için dört ana senaryo ve ilk üç ana senaryo için birer özel durum oluşturulmuştur.

Oluşturulan 4 ana senaryo aşağıdadır.

1. Maksimum menzili 50 mil olan AN/SPS-55 radarlı SGR istasyonlarının, %100 kaplama sağlayacak şekilde yerleştirilmesi.
2. Olumsuz şartlar altında maksimum menzili 75 mil olan AN/SPS-67 radarlı SGR istasyonlarının, %100 kaplama sağlayacak şekilde yerleştirilmesi.
3. Normal şartlar altında maksimum menzili 90 mil olan AN/SPS-67 radarlı SGR istasyonlarının %100 kaplanmasını sağlayacak şekilde yerleştirilmesi.
4. 200 millik HF radarlarla SGR istasyonlarının % 100 kaplamasını sağlayacak şekilde yerleştirilmesi. Bu senaryoda HF radar antenleri yüksek rakımlı bölgelere kurulabilmesi özelliği kullanıldığı için aday noktaları bu özelliğe göre seçilmiş ve bu noktalar Harita 4.4.' te gösterilmiştir.

Özel durumlar ise birinci, ikinci ve üçüncü senaryolarda uygulanmıştır. En stratejik bölgemiz olan Boğazlarımızın ve Ege bölgesinde iki adet SGR istasyonu sabit alınmıştır. Senaryonun çözümünde bu iki SGR istasyona ilave istasyonlar açılarak %100 kaplama sağlanmıştır.

Dördüncü senaryoda ise HF radar kullanıldığından mevcut SGR radarları HF radar konuşlandırılacak aday noktalara yerleştirilemeyeceğinden, bu özel durum uygulanamamıştır.

Oluşturulan her senaryonun çözümüne en bir adet SGR istasyonu ile başlanmış, bu sayı %100 kaplama sağlayıncaya kadar birer birer artırılmıştır. Böylece her senaryoda tüm talep noktalarının kaplanması (%100 kaplama) için kurulması gereken SGR istasyon sayısı da belirlenmiş olmaktadır.



Harita 4.4. HF radarı aday noktalarının dağılımı

4.7. Senaryolar ve Çözümleri

İlk dört senaryonun matematiksel modeli aşağıdadır:

$$\text{Min } \sum_{i=1}^{80} (1 - \text{prop}_{ij}) y_{ij} P_i$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^{50} X_j = P$$

$$\sum_{j=1}^{50} Y_{ij} \geq 1 \quad i = 1 \rightarrow 80$$

$$Y_{ij} \leq x_j \quad i = 1 \rightarrow 80 \quad j = 1 \rightarrow 80$$

$$\sum_{j=1}^{50} a_j x_j \geq \text{orta } P$$

$$\sum_{j=1}^{50} c_j x_j \geq \text{ortc } P$$

$$\sum_{j=1}^{50} al_j x_j \geq \text{ortal } P$$

$$\sum_{j=1}^{50} e_j x_j \geq \text{orte } P$$

$$\sum_{j=1}^{50} w_{ij} = \text{kaplama}_{ij} x_j \quad i = 1 \rightarrow 80 \quad j = 1 \rightarrow 80$$

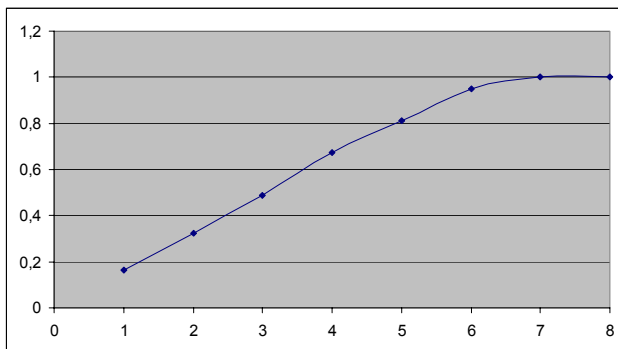
$$X_j = 0 \rightarrow 1 \quad y_{ij} = 0 \rightarrow 1 \quad i = 1 \rightarrow 80 \quad j = 1 \rightarrow 80$$

4.7.1. Normal şartlar altında 50 deniz millik kaplama mesafesi

Bu senaryoda A sınıfı bir su üstü, denizcilik ve sahil gözetleme radarı olan AN/SPS-55 radarı ile çözüm bulmaya çalışılmıştır. Yukarıdaki model LINGO ile çözüldüğünde % 100 kaplama için 7 adet SGR istasyonunun açılmasının yeterli olduğu görülmüştür. Konuşlandırılan her ilave SGR istasyonunun amaç fonksiyonu değerine katkısı hemen hemen aynı olmaktadır. Modelin çözümüne ilişkin değerler Çizelge 4.4.' te gösterilmiştir. Şekil 4.6.' da ise kaplama yüzdesinin grafiksel dağılımı görülmektedir.

Çizelge 4.4. 50 millik kaplama mesafesi ile çözüm sonuçları

İSTASYON	KAPLAMA YÜZDESİ (%)	AÇILAN İSTASYON	KAPLANAN TALEP NOKTALARI ADETLERİ
1	16,25	44	13
2	32,5	6, 44	26
3	48,75	6, 37, 44	39
4	67,5	6, 24, 30, 37	54
5	81,25	6, 24, 25, 33, 37	66
6	95	6, 13, 24, 25, 33, 37	76
7	100	6, 13, 24, 25, 29, 35, 37	80



Şekil 4.6. 50 millik kaplama yüzdesinin grafiksel dağılımı

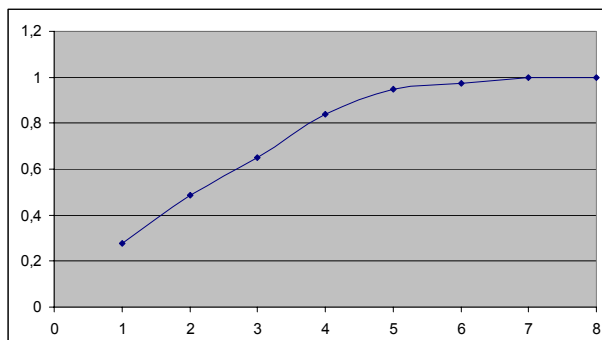
4.7.2. Olumsuz şartlar altında 75 deniz millik kaplama mesafesi

Bu senaryoda ise kullanılan radarın kaplama mesafesi daha fazla olmasına rağmen ağır hava şartları, teknik sorunlar gibi olumsuz koşullar düşünülerek 75 deniz millik kaplama mesafesi ile çözüm bulunmaya çalışılmıştır.

Modelin çözümünde elde edilen sonuç 7 adet SGR istasyonunun tam kaplamayı sağlayabilmek için yeterli olduğunu göstermektedir. Modelin çözümüne ilişkin değerler Çizelge 4.5.' te kaplama yüzdesinin grafiksel dağılımı ise Şekil 4.7.' de görülmektedir.

Çizelge 4.5. 75 millik kaplama mesafesi ile çözüm sonuçları

İSTASYON	KAPLAMA YÜZDESİ (%)	AÇILAN İSTASYON	NTALEP NOKTALARI
1	27,5	12	23
2	48,75	12, 30	39
3	65	12, 30, 37	52
4	83,75	7, 24, 30, 37	67
5	95	7, 24, 25, 33, 37	76
6	97,5	7, 24, 25, 29, 34, 37	78
7	100	1, 10, 24, 25, 29, 34, 37	80



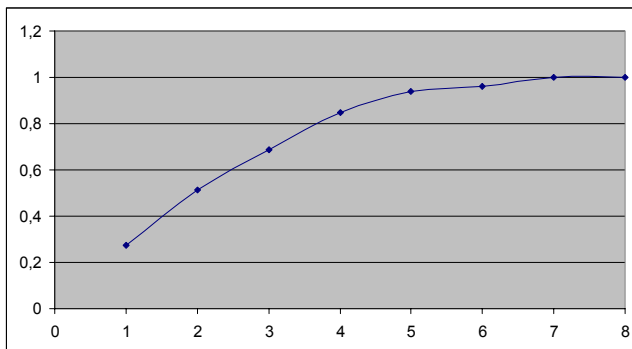
Şekil 4.7. 75 millik kaplama yüzdesinin grafiksel dağılımı

4.7.3. Normal şartlar altında 90 deniz millik kaplama mesafesi

Bu senaryoda herhangi bir olumsuz durum olmayacağı değerlendirilerek oluşturulmuştur. Modelin çözümünde elde edilen sonuç 7 SGR istasyonunun tam anlamıyla kaplamayı sağlayabilmek için yeterli olduğunu göstermektedir. Çözüme ilişkin değerler Çizelge 4.6.' da verilmektedir. Şekil 4.8.' de ise kaplama yüzdesinin grafiksel dağılımı görülmektedir.

Çizelge 4.6. 90 millik kaplama mesafesi ile çözüm sonuçları

İSTASYON	KAPLAMA YÜZDESİ (%)	AÇILAN İSTASYON	TALEP NOKTALARI
1	27,5	12	23
2	51,25	12, 30	41
3	68,75	1, 24, 30	55
4	85	1, 24, 30, 37	68
5	93,75	1, 24, 25, 33, 37	75
6	96,25	1, 24, 25, 29, 34, 37	77
7	100	1, 13, 24, 25, 29, 34, 37	80



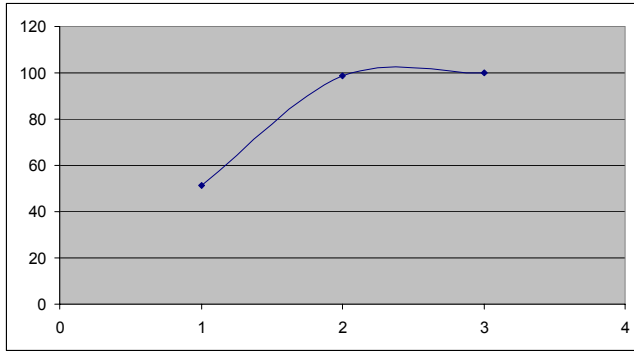
Şekil 4.8. 90 millik kaplama yüzdesinin grafiksel dağılımı

4.7.4. Uzun menzilli Kaplama alanına sahip HF radarı ile çözüm

Bilinen SGR radarlarının konuşlandırılmasında ve uygulamasında ortaya çıkan sorunlar HF radarlar ile çözülebilmektedir. TSK şu an itibariyle HF radarların kullanıldığı bir sisteme sahip değildir. Fakat başta Kanada ve ABD olmak üzere bir çok ülkede HF radarlar desteklenen sistemler bulunmaktadır. İlk 3 senaryo incelendiğinde SGR radarlarının kaplama mesafesi ilk senaryoya göre iki katına çıkartılmasına rağmen SGR sayısı değişmemektedir. Bunun nedeni ise irili ufaklı 3000 adaya sahip Ege Denizi nin bu adalarla SGR' lerin talep noktalarını yani görüş alanını kısıtlıyor olmasıdır. HF radar antenlerinin istenilen irtifalara konuşlandırılabilir olması Ege Denizin' de bir çok teknik sorunu ortadan kaldıracaktır. Bu senaryoda kaplama mesafesinin uzunluğu sebebi ile herhangi bir olumsuzluk düşünülmemiş. Fakat HF antenlerinin irtifa olarak yüksek yerlere yerleştirilmesi gerekli olduğu için yeni aday noktaları kullanılmıştır. Bu noktalar Harita 4.3.' te görülmektedir. Modelin çözümünden elde edilen sonuç 3 adet HF radar istasyonunun yerleştirilmesiyle % 100 kaplama sağlandığı görülmektedir. Modelin çözümüne ilişkin değerler Çizelge 4.7.' de, kaplama yüzdesinin grafiksel dağılımı ise Şekil 4.9.' da verilmektedir.

Çizelge 4.7. HF radar ile çözüm sonuçları

İSTASYON	KAPLAMA YÜZDESİ (%)	AÇILAN İSTASYON	KAPLANAN TALEP NOKTALARI ADETLERİ
1	51,25	15	41
2	98,75	15, 6	79
3	100	15, 5, 9	80



Şekil 4.9. HF radarın kaplama yüzdesinin grafiksel dağılımı

4.7.5. Mevcut iki SGR radarın sabit olduğu durumda çözüm.

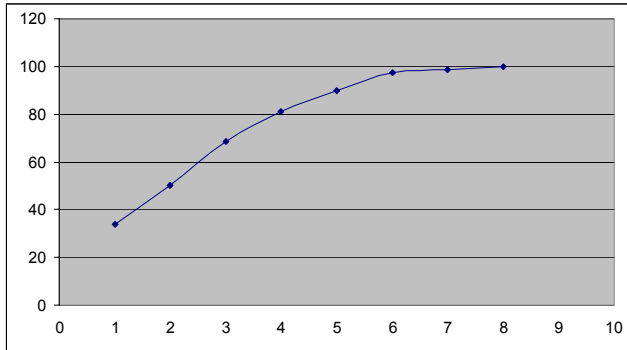
TSK ve Türkiye'nin siyasi politikası için hayati öneme sahip bir bölgemiz olan Ege kıyılarımızda bir çok askeri yönden stratejik noktalar mevcuttur. Boğazlarımız ve askeri üslerimiz bunların başında gelmektedir. Gerek askeri gerek ticari gemilerimizin ve Çanakkale Boğazı' mızın güvenliği düşünülerek Çanakkale Boğazı' nı kontrol altına almak için Çanakkale bölgesinde ve Muğla bölgemiz' de 2 adet SGR istasyonu sabit düşünülmüştür. Mevcut 2 SGR istasyonunun kaplama yüzdesi bulunmuş ve %100 kaplama için gerekli istasyon sayısı ve yerleri belirlenmeye çalışılmıştır.

50 deniz millik kaplama mesafesi çözüm

Belirtilen SGR istasyonları sabit olduğu varsayılmış ve tam kaplamayı sağlamak için 9 adet SGR istasyonu yeterli olduğu görülmüştür. Modelin çözümüne ilişkin değerler Çizelge 4.8.' de görülmektedir. Şekil 4.10.' da ise kaplama yüzdesinin grafiksel dağılımı görülmektedir.

Çizelge 4.8. 50 millik kaplama mesafesi ile çözüm sonuçları (özel durum 1)

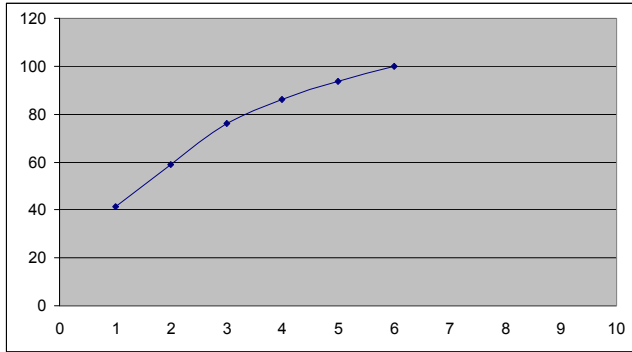
İSTASYON	KAPLAMA YÜZDESİ (%)	AÇILAN İSTASYON	KAPLANAN TALEP NOKTALARI ADETLERİ
2	33,75	11, 32	27
3	50	11, 32, 37,	40
4	68,75	11, 24, 32, 37	55
5	81,25	11, 24, 25, 32, 37	65
6	90	5, 11, 24, 25, 32, 37	72
7	97,5	5, 11, 24, 25, 32, 37, 48	78
8	98,75	7, 11, 24, 25, 30, 32, 35, 37	79
9	100	5, 11, 16, 24, 25, 30, 32, 35, 37	80



Şekil 4.10. 50 millik kaplama yüzdesinin grafiksel dağılımı (özel durum 1)

75 deniz millik kaplama mesafesi çözüm

Sabit olan SGR istasyonlarına ilaveten 7 adet SGR istasyonu açıldığında tam kaplama sağlandığı görülmektedir. Modelin çözümüne ilişkin değerler Çizelge 4.9.' da kaplama yüzdesinin grafiksel dağılımı ise Şekil 4.11.' de gösterilmiştir.



Şekil 4. 11. 75 millik kaplama yüzdesinin grafiksel dağılımı (özel durum 2)

Çizelge 4.9. 75 millik kaplama mesafesi ile çözüm sonuçları (özel durum 2)

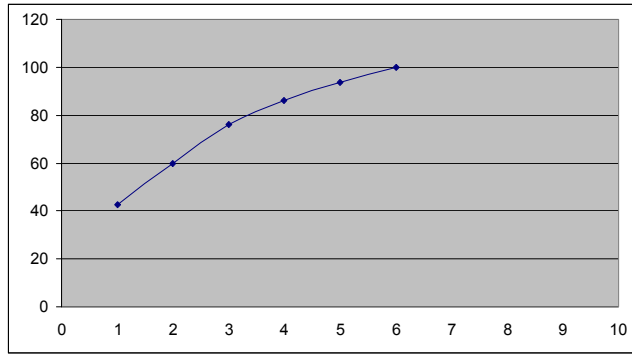
İSTASYON	KAPLAMA YÜZDESİ (%)	AÇILAN İSTASYON	KAPLANAN TALEP NOKTALARI ADETLERİ
2	41,25	11 32	33
3	58,75	11 32 37	47
4	76,25	11 24 32 37	61
5	86,25	11 24 27 32 37	69
6	93,75	6 11 24 27 32 37	75
7	100	4 11 24 26 32 37 46	80

90 deniz millik kaplama mesafesi çözüm

Sabit durumda bulunan SGR istasyonlarına ilave olarak 7 adet SGR istasyonu ile % 100 kaplama sağlanmıştır. Modelin çözümüne ilişkin değerler Çizelge 4.10.' da kaplama yüzdesinin grafiksel dağılımı ise Şekil 4.12.' de görülmektedir.

Çizelge 4.10. 90 millik kaplama mesafesi ile çözüm sonuçları (özel durum 3)

İSTASYON	KAPLAMA YÜZDESİ (%)	AÇILAN İSTASYON	KAPLANAN TALEP NOKTALARI ADETLERİ
2	42,5	11 32	33
3	60	11 32 37	47
4	76,25	11 24 32 37	61
5	86,25	11 24 25 32 37	69
6	93,75	6 11 24 25 32 37	75
7	100	4 11 24 26 32 37 46	80



Şekil 4.12. 90 millik kaplama yüzdesinin grafiksel dağılımı (özel durum 3)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

SGR istasyonlarının asıl amacı kıyılarımızın güvenliğini ve kontrolünü sağlamak, gerektiğinde AK faaliyetlerine destek olmaktır. Bu görevlerin yerine getirilebilmesi için özel teçhiz edilmiş araçlar ve personel kullanılmaktadır. Mevcut imkanlarla Ege kıyılarımızın % 100 kaplanması ek maaliyet, personel ve araçla olmaktadır. Bu nedenle mevcut durum incelenmiş ve gerekli olan iyileştirmeler yapılabilmesi için senaryolar oluşturulup çözümleri bulunmuştur.

DZKK SGR İstasyonlarının konuş yerlerinin belirlenmesi problemi P-Medyan Problemi ile modellenmiştir. Bu modelin kullanılmasının nedeni eldeki mevcut SGR istasyonu sayısı ile en etkin kullanımın sağlanmak istenmesidir.

Kullanılabilecek en etkin SGR ve HF radarların bilgileri ile kaplama mesafeleri belirlenmiştir. TSK ve Türkiye Cumhuriyeti' nin Ege' deki askeri ve siyasi politikaları ve tehdit unsurları incelenerek, SGK' nın bölgedeki tespit ettiği kanun dışı faaliyetlerin meydana geldiği bölgeler de dikkate alınarak 80 adet talep noktası belirlenmiştir.

Problemin çözümü için dört ana senaryo ile ilk üç senaryo için özel birer durum dikkate alınmıştır. Senaryoların çözümlerinin grafiksel gösterimi Şekil 5.1. ve Şekil 5.2.' de, tüm durum ve senaryoların karşılaştırılması ise Çizelge 5.1.' de görülmektedir.

Çizelge 5.1. incelendiğinde, senaryo sonuçlarının tatmin edici bir seviyede olduğu görülmektedir. EK-6 ve EK-7' de senaryolara göre kaplanan talep noktaları gösterilmiştir. Elde edilen sonuçların bazıları mevcut duruma uygun olmakla birlikte, Ege Denizinin coğrafi özellikleri nedeni ile SGR istasyonları kısa menzillerde etkili olmaktadır. Kaplama menzilini artmasına rağmen Ege Denizindeki adaların çokluğu ve bu adaların deniz yüzeyinden yüksek olması talep noktalarının kaplama menzili içinde olduğu halde görülememesine neden olmaktadır. Bu nedenle menzil artırmak yerine talep noktalarını görebilecek yeni aday noktalar açmak zorunda kalınmaktadır

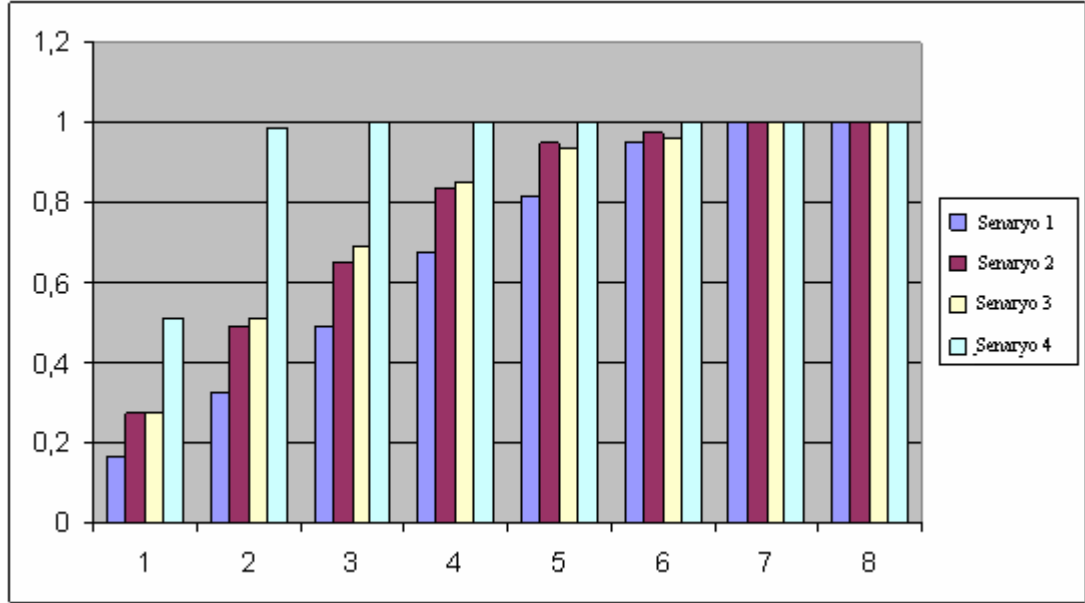
ve ilk üç senaryoda yedi adet SGR istasyonu ile % 100 kaplama sağlanması planlanmaktadır.

Çizelge 5.1.Tüm durum ve senaryoların karşılaştırılması

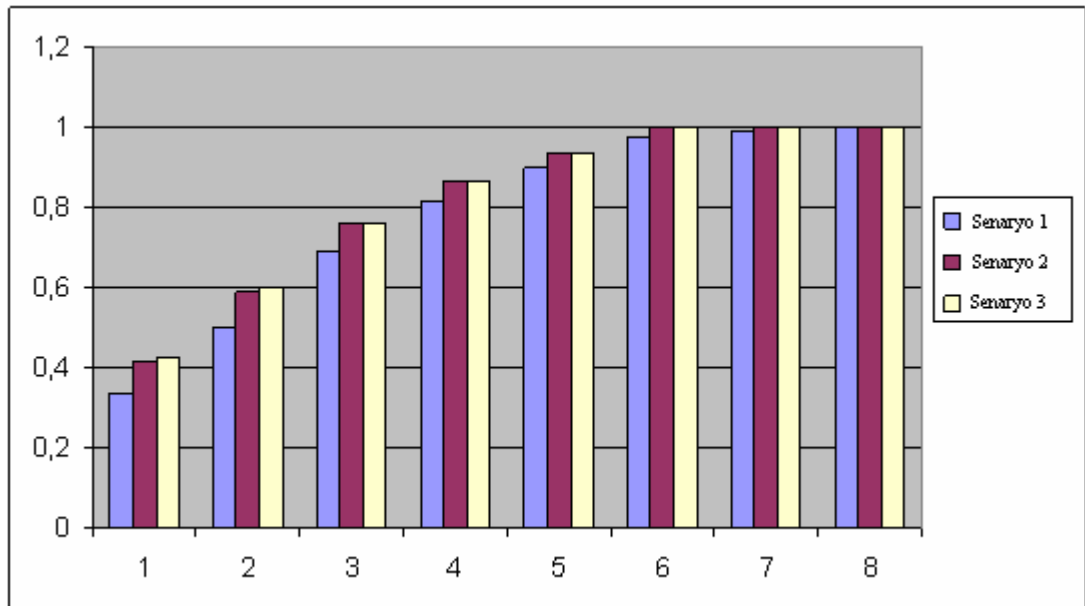
	DURUMLAR	İSTASYON SAYISI	AÇILAN İSTASYONLAR	KAPLAMA YÜZDESİ (%)	KAPLANAN TALEP SAYISI
SENARYO 1	NORMAL	7	6,13,24,25,29,35,37	100	80
	ÖZEL DURUM 1	9	5,11,16,24,25,30,32,35,37	100	80
SENARYO 2	NORMAL	7	1,10,24,25,29,34,37,80	100	80
	ÖZEL DURUM 2	7	4,11,24,26,32,37,46	100	80
SENARYO 3	NORMAL	7	1,13,24,25,29,34,37	100	80
	ÖZEL DURUM 3	7	4,11,24,26,32,37,46	100	80
SENARYO 4	NORMAL	3	5,9,15	100	80
	-	-	-	-	-

Adaların çokluğu ve coğrafi yapısından kaynaklanan zorluklar bir çok ülkenin uyguladığı HF radarlar ile çözüleceği düşünülmektedir. Dördüncü senaryo incelendiğinde 3 adet SGR istasyonu ile % 100 kaplama sağlanmaktadır. Bu problemin çözümünde HF radar kullanılması çok daha ucuz maliyetle, her türlü hava şartlarında, görünen ufuk mesafesinden daha ilerisinde bulunan alçaktan uçan uçakları ve deniz yüzeyindeki küçük deniz araçlarını kesin ve güvenilir bir şekilde gözetleyen bir sistem ortaya çıkacaktır.

Özel durumlar incelendiğinde radar menziline arttırmanın kaplama yüzdesinin artmasında etkin bir rol oynamadığı görülmektedir. Adaların yarattığı kör sahalar nedeni ile mesafe son senaryoda 50 milden 90 mile çıkartılmasına rağmen % 100 kaplama 9 istasyon yerine 7 istasyon ile sağlanmıştır.



Şekil 5.1. İlk dört senaryo çözümünün karşılaştırılması



Şekil 5.2. Özel durum senaryolarının çözümlerinin karşılaştırılması

Çizelge.5.1. incelendiğinde TSK' nin Ege kıyıları için 50 mil ila 75 mil kapsama alanına sahip bir SGR radarına ihtiyacı olduğu, eğer daha fazla kaplama mesafesi

istenirse HF radarlarla bir çözümün daha etkili ve maliyetinin düşük olacağı anlaşılmaktadır.

Yukarıdaki modelin çözümünde maliyetler modele dahil edilmemiştir. Maliyet hesabı yapılarakta Küme Kaplama modeli kullanılabilir. Tam kaplama yerine belirlenmiş stratejik bölgelerin kaplanması yeterli sayılabileceği bir problem düşünüldüğünde Maksimum Kaplama modeli de kullanılarak çözüm elde edilebilir. Tüm sonuçlar karşılaştırılarak en uygun olan model kullanılabilir.

KAYNAKLAR

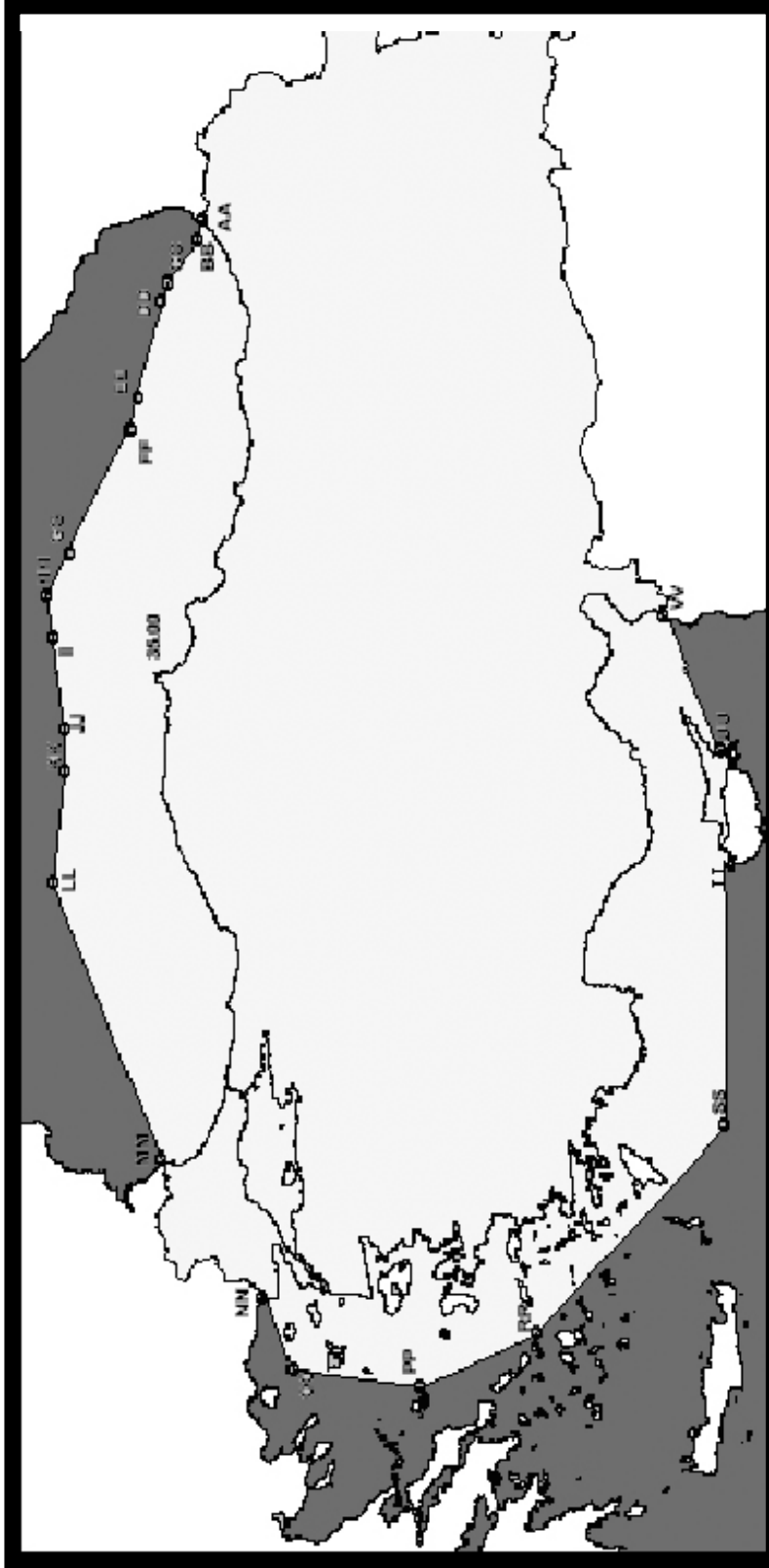
1. Brandeau, M. and Chui, S., “An Overview of Representative Problems in Location Research” , *Management Science* , 35 (6): 645-674 (1989).
2. Karasakal, O., Karasakal, E., “A Maximal Covering Location Model in the Presence of Partial Coverage” , *Department of Industrial Engineering, Middle East Technical University*, Ankara, 31: 1515-1526 (2004).
3. Daskin M. S., “Network and Discrete Location Theory 3th ed.” , *John Wiley & Sons, INC.*, New York, NY: 23-47 (1995).
4. ReVelle C., “Extension and Prediction in Emergency Siting Models” , *European Journal of Operations Research*, 40: 58-69 (1989).
5. ReVelle C., Snyder S., “Integrated Fire and Ambulance Siting: A Deterministic Model” , *Socio-Economic Planning Science*, 29: 261-271 (1995).
6. Selim H., Özkarahan İ., “Acil Servis Araçları Yerleşiminin Belirlenmesinde Yeni Bir Model” , *Location Science*, 1-9 (2003).
7. Megiddo N., Zemel E., Hakimi S.L., “The Maximum Coverage Location Problem” , *SIAM Journal on Algebraic Discrete Methods*, 4(2): 253-261 (1983).
8. Schilling D., Jayaraman V., Barkhi R., “A Review of Covering Problems in Facility Location” , *Location Science*, 1: 25-55 (1993).
9. Church R. L., ReVelle C. “The Maximal Covering Location Problem” *Papers Regional Science Association*, 32: 101-118 (1974).
10. Boffrey B., Narula S.C., “Multi Objective Covering and Routing Problems” , *Essays in Decision Making: A Volume in honor of Stanley Zionts 2nd ed.*, M. H., Spronk J., Wallenius J. *Springer*, Berlin, 47-54 (1997).
11. Toregas C., Swain R., ReVelle C. and Bergman L., “The Location of Emergency Service Facilities” , *European Journal of Operations Research*, 19: 1363-1373 (1971).
12. Marianov V., Serra D., “Hierarchical Location-Allocation Models for Congested Systems” , *European Journal of Operations Research*, 135: 195-208 (2001).
13. Açıkgöz A., “Türk Silahlı Kuvvetleri Arama Kurtarma Timlerinin Yerleşiminin Yeniden Düzenlenmesi” , Yüksek Lisans Tezi, *T.C. Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü Harekat Araştırması Ana Bilim Dalı*, Ankara 19-22 (2004).

14. Hakimi S. L., "Optimum Distribution of Switching Centers in a Communication Network and Some Related Graph Theoretic Problems" , ***European Journal of Operations Research***, 13: 462-475 (1964).
15. Owen S. H., Daskin M. S., "Strategic Facility Location" , ***A Review. European Journal of Operations Research***, 111: 423-447 (1998).
16. Berman O., Krass D., "The Generalized Maximal Covering Location Problem" , ***Computers and Operations Research***, 29: 563-581 (2002).
17. Winston W. L., "Operations Research: Applications and Algorithms" , ***Duxbury Press***, Belmont, 53-64 (1994).
18. Church R. L., Meadows M., "Location Modeling Utilizing Maximum Service Distance Criteria" , *Geographical Analysis*, ***Springer***, Berlin, 11: 358-379 (1979).
19. Daskin M. S., Owen S., "Partial Covering P-Center and Partial Covering Set Covering Models" , ***North-Western University***, Evanston, 147-155 (1999).
20. Mirchandani P. B., Francis R. L., "Discrete Location Theory" ***John Wiley & Sons INC.***, New York, 765-774 (1990).
21. Kuehn A. A., Hamburger M. J., "A Heuristic Program for Locating Warehouses" , ***Management Science***, 9: 643-666 (1965).
22. Balinski M. L. "Integer Programming: Methods, Uses, Computation" , ***Management Science***, 12: 253-313 (1965).
23. Watson J., "Heuristic Procedures For The M-Partial Cover Problem On a Plane" , ***European Journal Of Operation Research***, 11: 149-57 (1982).
24. Daskin M. S., Hogan K. and ReVelle C., "Capacitated Covering Models Environment and Planning" , ***Planning and Design***, 15: 15-35,153-163 (1988).
25. Hakimi S. L., "Optimum Location of Switching Centers and the Absolute Centers and Medians of a Graph" , ***Operations Research***, 12: 450-459 (1965).
26. Garey M. R., Johnson D. S., "Computers and Intractability: A Guide To The Theory Of NP-Completeness" , ***Freeman***, San Francisco, 123-134 (1979).
27. Daskin M. S., Schilling D. A., "A Review of Covering Problems in Facility Location" , ***Location Science***, 1: 25-55 (1987).
28. Hammer J. V., "Osmanlı Tarihi" , ***M. E. B. Yayınları***, Cilt 1, 388-398 (1991).

29. Deniz Kuvvetleri Komutanlığı, “Türk Deniz Kuvvetleri” , **Deniz Kuvvetleri Basım Evi**, Ankara, 7-19 (2005)
30. Saka M., “Ege Denizinde Türk Hakları” , **Dergah Yayınları**, İstanbul, 401-441 (1974).
31. Toprak E., “Deniz Harp Akademisinin Tarihçesi” , **Ya-Pa**, Ankara, 37-43 (2003).
32. Kutluk D., “Deniz Hukukunda Zararsız Geçiş ve Transit Geçiş Hakları” , **Bilgi**, Ankara, 79-84 (1987).
33. Mansel A. M., “Ege ve Yunan Tarihi” , **Türk Tarih Kurumu Basımevi**, Ankara, 243-254 (1988).
34. Harp Akademileri Komutanlığı, “Ege Denizi ve Ege Adaları” , **Harp Akademileri Komutanlığı Yayınları**, İstanbul 69-77 (1995).
35. Şimşir N. B., “Ege Sorunu Belgeler” , **Türk Tarih Kurumu Basımevi**, Ankara, 14-32 (1976).
36. Şentürk M. Tavkul U. Atay G. Akın A. B., “Ege Kıta Sorunu” , **Başbakanlık Yayınları**, 163-172 (1986).
37. Deniz Harp Okulu, “Radar Sistemlerine Giriş” , **Deniz Harp Okulu Teknik Bilimler Bölüm Başkanlığı**, 11-44, (1987).
38. Sonnenberg G. J., “Radar and Electronic Navigation” , **G. Newnes**, London, 126-134, (1963).
39. Ridenour L. N., “Radar System Engineering” , **McGraw-Hill Book Co.**, London, 115-119 (1947).
40. Carpentier M. L., “Radars; New Concepts, By Mihel L. Carpentier” , **Gordon and Breach**, 241-247 (1968).
41. Ewell, G. W., “Radar Transmitters” , **McGraw Hill**, New York, 101-114 (1981).
42. Brookner E., “Radar Technology” , **Dedham, Mass. Artech House**, New York, 97-118 (1977).
43. Dünya Denizcilik Örgütü, “Elektrik Elektronik Seyir Yardımcıları” , **Dünya Denizcilik Örgütü yayınları**, 45-52 (2003).

EKLER

EK-1. TÜRK ARAMA KURTARMA BÖLGESİ



EK- 2. ADAY NOKTALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

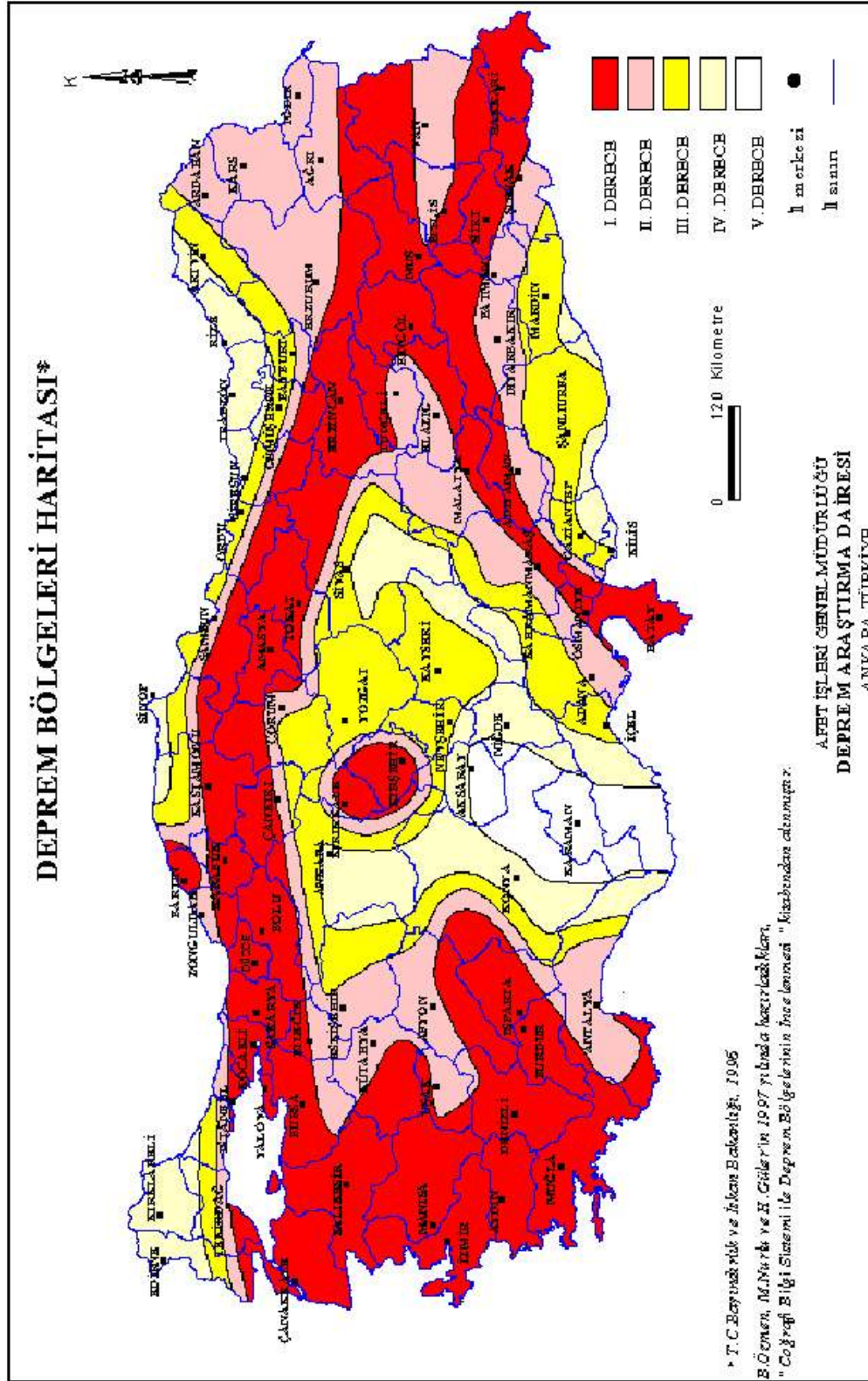
ADAY	İKMAL NOKTASI KRİTERİ	İKLİM ŞARTLARI KRİTERİ	DEPREM BÖLGE KRİTERİ	YÜKSEKLİK KRİTERİ
1	10	6	5	1
2	9	4	6	2
3	3	8	7	10
4	5	6	1	3
5	6	3	2	5
6	3	5	3	8
7	7	9	4	1
8	9	7	5	2
9	10	2	6	5
10	9	5	7	3
11	7	1	9	1
12	5	7	10	7
13	4	3	10	9
14	4	5	8	4
15	3	8	4	10
16	6	6	5	3
17	5	2	6	7
18	2	9	3	7
19	7	4	9	8
20	2	10	2	9
21	10	1	1	4
22	9	2	5	10
23	7	7	6	6
24	5	6	7	10
25	4	7	8	7
26	6	10	8	1
27	7	4	10	6
28	1	9	1	7
29	4	5	4	8
30	6	3	6	2
31	5	8	7	8
32	2	7	10	5
33	6	3	9	9
34	8	5	2	4
35	8	4	1	5
36	1	10	4	7
37	1	9	6	5
38	3	6	3	6
39	6	5	5	5
40	6	6	6	6
41	9	8	2	2
42	6	6	3	3
43	5	4	6	4
44	3	2	7	5
45	6	5	4	8
46	7	7	8	6
47	4	4	9	9
48	5	8	6	4
49	1	1	7	6
50	2	5	7	6

EK- 3. TALEP NOKTALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

SIRA NO	1. DEĞERLENDİRME	2. DEĞERLENDİRME	3. DEĞERLENDİRME	4. DEĞERLENDİRME	TOPLAM	ORTALAMA
1	9	7	7	7	30	7,5
2	9	9	7	9	34	8,5
3	7	9	9	7	32	8
4	7	7	7	5	26	6,5
5	1	3	1	5	10	2,5
6	7	7	5	5	24	6
7	7	5	3	5	20	5
8	3	3	1	1	8	2
9	5	1	1	3	10	2,5
10	1	3	1	1	6	1,5
11	5	3	3	5	16	4
12	5	5	3	3	16	4
13	7	1	1	1	10	2,5
14	7	5	5	5	22	5,5
15	7	5	5	3	20	5
16	3	3	3	1	10	2,5
17	3	3	5	3	14	3,5
18	1	1	3	1	6	1,5
19	5	1	3	5	14	3,5
20	3	5	5	3	16	4
21	3	5	5	3	16	4
22	5	7	7	5	24	6
23	1	3	3	1	8	2
24	5	1	1	1	8	2
25	1	3	3	1	8	2
26	3	7	5	3	18	4,5
27	7	5	7	9	28	7
28	7	9	9	9	34	8,5
29	9	9	9	9	36	9
30	7	5	5	7	24	6
31	5	5	3	3	16	4
32	3	5	3	7	18	4,5
33	5	1	3	5	14	3,5
34	5	1	3	5	14	3,5
35	5	5	5	7	22	5,5
36	7	7	7	9	30	7,5
37	5	7	7	5	24	6
38	9	7	9	9	34	8,5
39	9	7	7	9	32	8
40	7	9	9	9	34	8,5
41	5	3	1	5	14	3,5
42	3	5	3	5	16	4
43	7	5	7	5	24	6
44	3	1	1	3	8	2
45	9	9	9	7	34	8,5
46	5	1	5	3	14	3,5
47	3	1	1	1	6	1,5
48	1	3	1	3	8	2
49	3	7	5	5	20	5
50	5	5	7	7	24	6
51	3	5	7	5	20	5
52	7	5	5	5	22	5,5
53	3	3	1	1	8	2
54	5	3	3	7	18	4,5

55	3	7	9	5	24	6
56	5	7	9	5	26	6,5
57	7	9	9	1	26	6,5
58	1	7	5	7	20	5
59	3	5	3	9	20	5
60	9	9	9	9	36	9
61	1	5	1	1	8	2
62	1	3	1	3	8	2
63	5	9	1	3	18	4,5
64	7	1	3	9	20	5
65	9	3	1	9	22	5,5
66	3	5	9	7	24	6
67	7	3	7	7	24	6
68	7	7	7	7	28	7
69	1	1	1	1	4	1
70	1	3	1	1	6	1,5
71	3	5	7	1	16	4
72	3	3	3	3	12	3
73	7	9	7	9	32	8
74	9	9	7	9	34	8,5
75	9	9	9	9	36	9
76	3	1	3	1	8	2
77	5	3	1	3	12	3
78	5	7	5	9	26	6,5
79	9	9	9	1	28	7
80	5	3	3	9	20	5

EK-4. TÜRKİYE DEPREM BÖLGELERİ HARİTASI



EK-6. İLK DÖRT SENARYONUN KAPLADIĞI TALEP NOKTALARI.

	1 radar	2 radar	3 radar	4 radar	5 radar	6 radar
f1		1	1	1	1	1
f2		1	1	1	1	1
f3		1	1	1	1	1
f4		1	1	1	1	1
f5		1	1	1	1	1
f6		1	1	1	1	1
f7		1	1	1	1	1
f8		1	1	1	1	1
f9						1
f10						1
f11						1
f12		1	1	1	1	1
f13						1
f14						1
f15						1
f16						1
f17						1
f18				1	1	1
f19						1
f20				1	1	1
f21				1	1	1
f22				1	1	1
f23				1	1	1
f24				1	1	1
f25				1	1	1
f26				1	1	1
f27				1	1	1
f28				1	1	1
f29				1	1	1
f30				1	1	1

	1 radar	2 radar	3 radar	4 radar	5 radar	6 radar
f1				1	1	1
f2	1	1	1	1	1	1
f3	1	1	1	1	1	1
f4	1	1	1	1	1	1
f5	1	1	1	1	1	1
f6	1	1	1	1	1	1
f7	1	1	1	1	1	1
f8	1	1	1	1	1	1
f9	1	1	1	1	1	1
f10	1	1	1	1	1	1
f11	1	1	1	1	1	1
f12	1	1	1			
f13	1	1	1	1	1	1
f14	1	1	1	1	1	1
f15	1	1	1			
f16	1	1	1	1	1	1
f17	1	1	1	1	1	1
f18				1	1	1
f19				1	1	1
f20				1	1	1
f21				1	1	1
f22				1	1	1
f23				1	1	1
f24				1	1	1
f25				1	1	1
f26				1	1	1
f27				1	1	1
f28				1	1	1
f29				1	1	1
f30				1	1	

	1 radar	2 radar	3 radar	4 radar	5 radar	6 radar
f1			1	1	1	1
f2	1	1	1	1	1	1
f3	1	1	1	1	1	1
f4	1	1	1	1	1	1
f5	1	1	1	1	1	1
f6	1	1	1	1	1	1
f7	1	1	1	1	1	1
f8	1	1	1	1	1	1
f9	1	1	1	1	1	1
f10	1	1				
f11	1	1				
f12	1	1	1	1	1	1
f13	1	1				
f14	1	1				
f15	1	1	1	1	1	1
f16	1	1	1	1	1	1
f17	1	1	1	1	1	1
f18			1	1	1	1
f19			1	1	1	1
f20			1	1	1	1
f21			1	1	1	1
f22			1	1	1	1
f23			1	1	1	1
f24			1	1	1	1
f25			1	1	1	1
f26			1	1	1	1
f27			1	1	1	1
f28			1	1	1	1
f29			1	1	1	1
f30			1	1	1	1

	1 radar	2 radar
f1		1
f2		1
f3		1
f4		1
f5		1
f6		1
f7		1
f8		1
f9		1
f10		1
f11		1
f12		1
f13		1
f14		1
f15		1
f16		1
f17		1
f18		1
f19		1
f20		1
f21		1
f22		1
f23		1
f24		1
f25		1
f26		1
f27	1	1
f28		1
f29		1
f30		1

f31					1	1
f32					1	1
f33					1	1
f34	1	1	1	1	1	1
f35					1	1
f36	1	1	1	1	1	1
f37	1	1	1	1	1	
f38	1	1	1	1		
f39	1	1	1	1	1	1
f40	1	1	1	1	1	1
f41	1	1	1	1	1	1
f42	1	1	1	1	1	1
f43	1	1	1	1	1	
f44					1	
f45					1	1
f46					1	1
f47					1	1
f48						
f49			1	1	1	1
f50			1	1	1	1
f51			1	1	1	1
f52			1	1	1	1
f53			1	1	1	1
f54			1	1	1	1
f55			1	1	1	1
f56			1	1	1	1
f57			1	1	1	1
f58			1	1	1	1
f59			1	1	1	1
f60			1	1	1	1
f61						1
f62						1
f63		1	1	1	1	1
f64		1	1	1	1	1
f65		1	1	1	1	1

f31					1	1
f32					1	
f33					1	
f34		1	1	1	1	
f35					1	
f36		1	1	1	1	1
f37		1	1	1	1	1
f38		1	1	1	1	1
f39		1	1	1	1	1
f40		1	1	1		1
f41		1	1	1		1
f42		1	1	1		1
f43		1	1	1		1
f44						1
f45						1
f46						1
f47					1	1
f48						1
f49			1	1	1	1
f50			1	1	1	1
f51			1	1	1	1
f52			1	1	1	1
f53			1	1	1	1
f54			1	1	1	1
f55			1	1	1	1
f56			1	1	1	1
f57			1	1	1	1
f58			1	1	1	1
f59			1	1	1	1
f60			1	1	1	1
f61	1	1	1	1	1	1
f62	1	1	1	1	1	1
f63				1	1	1
f64	1	1	1	1	1	1
f65	1	1	1	1	1	1

f31					1	1
f32					1	1
f33					1	1
f34		1	1	1	1	1
f35					1	1
f36		1	1	1	1	1
f37		1	1	1	1	1
f38		1	1	1		1
f39		1	1	1	1	1
f40		1	1	1	1	1
f41		1	1	1	1	1
f42		1	1	1	1	1
f43		1	1	1	1	1
f44					1	1
f45					1	1
f46					1	1
f47					1	1
f48						1
f49				1	1	1
f50				1	1	1
f51				1	1	1
f52				1	1	1
f53				1	1	1
f54				1	1	1
f55				1	1	1
f56				1	1	1
f57				1	1	1
f58				1	1	1
f59				1	1	1
f60				1	1	1
f61	1	1	1	1	1	1
f62	1	1	1	1	1	1
f63				1	1	1
f64	1	1	1	1	1	1
f65				1	1	1

f31	1	1
f32	1	1
f33	1	1
f34	1	1
f35	1	1
f36	1	1
f37	1	1
f38	1	1
f39	1	1
f40	1	1
f41	1	1
f42	1	1
f43	1	1
f44	1	1
f45	1	1
f46	1	1
f47	1	1
f48	1	1
f49	1	1
f50	1	1
f51	1	1
f52	1	1
f53	1	1
f54	1	1
f55	1	1
f56	1	1
f57	1	1
f58	1	1
f59	1	1
f60	1	1
f61		1
f62		1
f63		1
f64		1
f65		1

f66		1	1	1	1	1
f67				1	1	1
f68				1	1	1
f69				1	1	1
f70					1	1
f71					1	1
f72					1	
f73					1	
f74	1	1	1	1	1	
f75	1	1	1	1	1	
f76	1	1	1	1	1	1
f77	1	1	1	1	1	1
f78					1	1
f79						
f80			1	1	1	1

Senaryo 1

f66				1	1	1
f67	1	1	1	1	1	1
f68	1	1	1	1	1	1
f69				1	1	1
f70					1	1
f71					1	1
f72		1	1	1	1	1
f73		1	1	1	1	1
f74		1	1	1	1	1
f75		1	1	1	1	1
f76		1	1	1	1	1
f77		1	1	1	1	1
f78		1	1	1	1	1
f79		1	1	1	1	1
f80			1	1	1	1

Senaryo 2

f66			1	1	1	1
f67	1	1	1	1	1	1
f68	1	1	1	1	1	1
f69			1	1	1	1
f70		1	1	1	1	1
f71					1	
f72					1	
f73					1	
f74					1	1
f75					1	1
f76					1	1
f77					1	1
f78				1	1	1
f79		1	1	1	1	1
f80				1	1	1

Senaryo 3

f66			1			
f67			1			
f68			1			
f69			1			
f70						
f71	1	1				
f72						
f73						
f74						
f75						
f76						
f77						
f78						
f79						
f80	1	1				

Senaryo 4

EK-7. ÖZEL DURUMLARDA KAPLANAN TALEP NOKTALARI.

	2 radar	3 radar	4 radar	5 radar	6 radar	7 radar	8 radar
f1					1	1	1
f2	1	1	1	1	1	1	1
f3					1	1	1
f4					1	1	1
f5					1	1	1
f6					1	1	1
f7	1	1	1	1	1	1	1
f8	1	1	1	1	1	1	1
f9	1	1	1	1	1	1	1
f10	1	1	1	1	1	1	1
f11	1	1	1	1	1	1	1
f12	1	1	1	1	1	1	1
f13	1	1	1	1	1	1	1
f14	1	1	1	1	1	1	1
f15	1	1	1	1	1	1	1
f16	1	1	1	1	1	1	1
f17	1	1	1	1	1	1	1
f18			1	1	1	1	1
f19							
f20			1	1	1		1
f21			1	1	1	1	1
f22			1	1	1	1	1
f23			1	1	1	1	1
f24			1	1	1	1	1
f25			1	1	1	1	1
f26			1	1	1	1	1
f27			1	1	1	1	1
f28			1	1	1	1	1
f29			1	1	1	1	1
f30			1	1	1	1	1

	2 radar	3 radar	4 radar	5 radar	6 radar
f1					1
f2	1	1	1	1	1
f3	1	1	1	1	1
f4					1
f5					1
f6					1
f7	1	1	1	1	1
f8	1	1	1	1	1
f9	1	1	1	1	1
f10	1	1	1	1	1
f11	1	1	1	1	1
f12	1	1	1	1	1
f13	1	1	1	1	1
f14	1	1	1	1	1
f15	1	1	1	1	1
f16	1	1	1	1	1
f17	1	1	1	1	1
f18			1	1	1
f19			1	1	1
f20			1	1	1
f21			1	1	1
f22			1	1	1
f23			1	1	1
f24			1	1	1
f25			1	1	1
f26			1	1	1
f27			1	1	1
f28			1	1	1
f29			1	1	1
f30			1	1	1

	2 radar	3 radar	4 radar	5 radar	6 radar
f1					1
f2	1	1	1	1	1
f3	1	1	1	1	1
f4					1
f5					1
f6					1
f7	1	1	1	1	1
f8	1	1	1	1	1
f9	1	1	1	1	1
f10	1	1	1	1	1
f11	1	1	1	1	1
f12	1	1	1	1	1
f13	1	1	1	1	1
f14	1	1	1	1	1
f15	1	1	1	1	1
f16	1	1	1	1	1
f17	1	1	1	1	1
f18			1	1	1
f19			1	1	1
f20			1	1	1
f21			1	1	1
f22			1	1	1
f23			1	1	1
f24			1	1	1
f25			1	1	1
f26			1	1	1
f27			1	1	1
f28			1	1	1
f29			1	1	1
f30			1	1	1

f31				1	1	1	1
f32				1	1	1	1
f33				1	1	1	1
f34				1	1	1	1
f35				1	1	1	1
f36	1	1	1	1	1	1	1
f37	1	1	1	1	1	1	1
f38	1	1	1	1	1	1	1
f39	1	1	1	1	1	1	1
f40	1	1	1	1	1	1	1
f41	1	1	1	1	1	1	1
f42	1	1	1	1	1	1	1
f43	1	1	1	1	1	1	1
f44						1	1
f45						1	1
f46						1	1
f47						1	1
f48						1	1
f49		1	1	1	1	1	1
f50		1	1	1	1	1	1
f51		1	1	1	1	1	1
f52		1	1	1	1	1	1
f53		1	1	1	1	1	1
f54		1	1	1	1	1	1
f55		1	1	1	1	1	1
f56		1	1	1	1	1	1
f57		1	1	1	1	1	1
f58		1	1	1	1	1	1
f59		1	1	1	1	1	1
f60		1	1	1	1	1	1
f61	1	1	1	1	1	1	1
f62	1	1	1	1	1	1	1
f63					1	1	1
f64	1	1	1	1	1	1	1
f65	1	1	1	1	1	1	1

f31				1	1
f32				1	1
f33				1	1
f34	1	1	1	1	1
f35				1	1
f36	1	1	1	1	1
f37	1	1	1	1	1
f38	1	1	1	1	1
f39	1	1	1	1	1
f40	1	1	1	1	1
f41	1	1	1	1	1
f42	1	1	1	1	1
f43	1	1	1	1	1
f44					
f45					
f46					
f47					
f48					
f49		1	1	1	1
f50		1	1	1	1
f51		1	1	1	1
f52		1	1	1	1
f53		1	1	1	1
f54		1	1	1	1
f55		1	1	1	1
f56		1	1	1	1
f57		1	1	1	1
f58		1	1	1	1
f59		1	1	1	1
f60		1	1	1	1
f61	1	1	1	1	1
f62	1	1	1	1	1
f63					1
f64	1	1	1	1	1
f65	1	1	1	1	1

f31				1	1
f32				1	1
f33				1	1
f34	1	1	1	1	1
f35				1	1
f36	1	1	1	1	1
f37	1	1	1	1	1
f38	1	1	1	1	1
f39	1	1	1	1	1
f40	1	1	1	1	1
f41	1	1	1	1	1
f42	1	1	1	1	1
f43	1	1	1	1	1
f44					
f45					
f46					
f47					
f48					
f49		1	1	1	1
f50		1	1	1	1
f51		1	1	1	1
f52		1	1	1	1
f53		1	1	1	1
f54		1	1	1	1
f55		1	1	1	1
f56		1	1	1	1
f57		1	1	1	1
f58		1	1	1	1
f59		1	1	1	1
f60		1	1	1	1
f61	1	1	1	1	1
f62	1	1	1	1	1
f63					1
f64	1	1	1	1	1
f65	1	1	1	1	1

f66					1	1	1
f67			1	1	1	1	1
f68			1	1	1	1	1
f69			1	1	1	1	1
f70				1	1	1	1
f71				1	1	1	1
f72				1	1	1	1
f73				1	1	1	1
f74				1	1	1	1
f75				1	1	1	1
f76	1	1	1	1	1	1	1
f77	1	1	1	1	1	1	1
f78	1	1	1	1	1	1	1
f79						1	1
f80		1	1	1	1	1	1

Senaryo 1 (özel durum)

f66						1
f67	1	1	1	1	1	1
f68	1	1	1	1	1	1
f69			1	1	1	1
f70			1			1
f71			1			1
f72			1			1
f73			1			1
f74	1	1	1	1	1	1
f75	1	1	1	1	1	1
f76	1	1	1	1	1	1
f77	1	1	1	1	1	1
f78	1	1	1	1	1	1
f79		1	1	1	1	1
f80		1	1	1	1	1

Senaryo 2 (özel durum)

f66						1
f67	1	1	1	1	1	1
f68	1	1	1	1	1	1
f69	1	1	1	1	1	1
f70				1		1
f71				1		1
f72				1		1
f73				1		1
f74	1	1	1	1	1	1
f75	1	1	1	1	1	1
f76	1	1	1	1	1	1
f77	1	1	1	1	1	1
f78	1	1	1	1	1	1
f79		1	1	1	1	1
f80		1	1	1	1	1

Senaryo 3 (özel durum)

ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında İstanbul’ da doğdu. İlk ve orta öğrenimini müteakip, 1993 yılında Heybeli Ada Deniz lisesi, 1998 yılında, Deniz Harp Okulu Elektrik / Elektronik Haberleşme bölümünden Deniz Piyade Subayı olarak mezun oldu.

Piyade Subay Temel Kursu’ nu 1999 yılında dereceyle bitirerek Amfibi Piyade Tugayında Takım Komutanı olarak görev yaptı.

2001 yılında, Arnavutluk Türk Barış Gücünde görev yaptıktan sonra 2002 yılında halen görevde bulunduğu Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Güvenlik ve Merasim Tabur Komutanlığında Merasim Bölük Komutanı olarak göreve atandı.

2002 yılında Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans yapmaya hak kazandı.

Halen Deniz Kuvvetleri Komutanlığında görev yapan Serkan CARLIOĞLU İngilizce bilir ve evlidir.