

**HAVA SAVUNMA SİSTEMLERİNİN
KONFIGÜRASYONU VE KONUŞLANDIRILMASI İÇİN
ÇOK KRİTERLİ BİR YAKLAŞIM**

**A MULTICRITERIA APPROACH FOR
CONFIGURATION AND POSITIONING OF AIR
DEFENSE SYSTEMS**

DAMLA ÖZYILMAZ ÇOPUR

DOÇ. DR. CEREN TUNCER ŞAKAR

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı için Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

ÖZET

HAVA SAVUNMA SİSTEMLERİNİN KONFIGÜRASYONU VE KONUŞLANDIRILMASI İÇİN ÇOK KRİTERLİ BİR YAKLAŞIM

Damla ÖZYILMAZ ÇOPUR

Yüksek Lisans, Endüstri Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ceren TUNCER ŞAKAR

Haziran 2022, 118 sayfa

Bu tezde, olası tehditlerin imhası için gereken hava savunma füzelerinin belirlenmesine ve bu füzeleri barındıran hava savunma füze sistemlerinin Türkiye sınırları içerisindeki yerleşimine ilişkin bir çalışma yürütülmüştür. Hava savunma füze sistemlerinin konuşlanmasında dikkate alınan unsur arama radarları olmuştur. Radarların yerleşiminde önce coğrafi koordinatlar, ardından Türkiye sınırları içerisinde yer alan ve savunulma ihtiyacının had safhada olduğu noktalar göz önünde bulundurulmuştur. Radarların yerleştirilebileceği kritik noktalar ve radar sayıları belirlendikten sonra ise bu kritik noktalarda bulunacak olan ve ilgili bölgeyi savunabilecek yeteneklere sahip hava savunma füzesine ait özellikler belirlenmiştir. Tüm bunlar belirlenirken dikkate alınması gereken, geliştirilen çözüm önerisinin aynı zamanda maliyet etkin olabilmesidir. Özetle, çalışma kapsamında Türkiye’de belirlenen bölgelerin savunmasının sağlanabilmesi için sahip olunması gereken hava savunma füzeleri ve bu

füzelerin konuşlandırılması muhtemel yerlerin tespiti için bir model geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Literatürde henüz çok fazla yer almayan bu konunun gelecekte hayli önem kazanacağı ve bu çalışmanın ilgili literatüre katkı yapacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hava savunma füze sistemleri, küme kapsama, radar yerleşimi, çok kriterli karar verme



ABSTRACT

A MULTICRITERIA APPROACH FOR CONFIGURATION AND POSITIONING OF AIR DEFENSE SYSTEMS

Damla ÖZYILMAZ ÇOPUR

Graduate, Department of INDUSTRIAL ENGINEERING

Supervisor: Doç. Dr. Ceren TUNCER ŞAKAR

June 2022, 118 pages

In this thesis, a study has been carried out on the determination of air defense missiles required for the destruction of possible threats and the placement of air defense missile systems containing these missiles within the borders of Turkey. The element considered in the deployment of air defense missile systems was search radars. In the placement of the radars, first the geographical coordinates, then the points within the borders of Turkey where the need for defense is at the highest level were taken into consideration. After the critical points where the radars can be placed and the number of radars are determined, the features of the air defense missile that will be located at these critical points and have the capabilities to defend the relevant region are determined. What should be taken into consideration while determining all these is that the solution proposal developed can be cost effective at the same time. In summary, within the scope of the study, a model has been developed and implemented to determine the air defense missiles that must be owned in order to provide the defense of the regions determined in Turkey and the possible places where these missiles can be deployed. It is thought that

this subject, which has not yet taken place in the literature, will gain great importance in the future and this study will contribute to the relevant literature.

Keywords: Air defense missile systems, set covering, radar placement, multi-criteria decision making.



TEŞEKKÜR

Her başarımı ilmek ilmek işleyen yeryüzünün en güçlü kadını Annem'e, tüm bu süreçte en büyük destekçim olan eşime, tezimin fikir öncüsü Sn. Mehmet Sinan HASANOĞLU'na, sabırla çalışmalarımı nihayetlendirmeme yardımcı olan tez danışmanım Sn. Doç. Dr. Ceren TUNCER ŞAKAR'a ve mental katkılarını benden esirgemeyen tüm sevdiklerime teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR TARAMASI	3
2.1. Hava Savunma Sistemlerinin Yerleşimi	4
2.2. Tehdite Karşı Füze Ataması	5
2.3. Maliyet Optimizasyonu	6
2.4. Küme Kapsama Algoritması	7
2.5. AHP Yöntemi Uygulamaları	7
3. PROBLEM TANIMI	9
4. ÇÖZÜM YÖNTEMİ	16
4.1. Türkiye'nin Bölgelere Ayrılması	17
4.2. Bölgelerin AHP Metodu ile Önceliklendirilmesi	20
4.3. Radar Yerleşim Algoritması	33
4.4. Radar Yerleşimi, Ortalama pkill ve Toplam Maliyet Hesaplaması	46
4.5. Pkill Fonksiyonu'nun Radar Adetlerine Duyarlılığı	64
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	67
6. KAYNAKLAR	70
EKLER.....	72
EK 1 – Radar Yerleşim Algotirması Kodu	72

EK 2 – Nihai Pkill/Maliyet Kodu	78
EK 3 – Kodu Besleyen Veri Seti	84
EK 4 – Bölgelerin Radar İhtiyaçları.....	108
EK 5 – Tüm Radarlar Yerleştirilebilirse Bölgelerin Korunma Seviyeleri	110
EK 6 – Mavi Bölge Koşum Sonuçları	111
EK 7 – Yeşil Bölge Koşum Sonuçları.....	112
EK 8 – Gri Bölge Koşum Sonuçları.....	113
EK 9 – Pembe Bölge Koşum Sonuçları	114
EK 10 – Turuncu Bölge Koşum Sonuçları	115
EK 11 – Mor Bölge Koşum Sonuçları	116
ÖZGEÇMİŞ	117

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. İrtifa ve Menzil Tanıtımı.....	11
Şekil 3.2. Karadan Havaya Füze Savunma Sistemi [17].....	13
Şekil 3.3. Üç Boyutlu Hava Savunma Radarının Tarama Alanı [18]	14
Şekil 4.1. Türkiye'nin Uç Noktaları ve Belirlenen 6 Bölgesi	18
Şekil 4.2. Radar Algoritması Akış Şeması.....	36
Şekil 4.3. Temsili Harita Kesiti ve Enlem Boylam Bilgileri.....	37
Şekil 4.4 Radar Kodu Ara Çıktısı (Küme Kapsama Uygulanmamış).....	37
Şekil 4.5. Temsili Radar ve Hedef Noktaları	38
Şekil 4.6. Temsili Radar Kapsama Alanı	39
Şekil 4.7. Radar Menziline Hedef Noktaya Erişim Hesabı	39
Şekil 4.8. Paralel ve Meridyen için Temsili Gösterim	40
Şekil 4.9. Radar, Hedef ve Engel Alternatif Konumları	41
Şekil 4.10. Üçgen Benzerliği Algoritması	42
Şekil 4.11. Sütun Silme Algoritması.....	45
Şekil 4.12. Radar Kodu Nihai Çıktısı (Küme Kapsama Uygulanmış).....	45
Şekil 4.13. Google Earth' den Elde Edilen Rakım Değeri.....	47
Şekil 4.14. Engel Noktanın Tasviri	53
Şekil 4.15. Füzelerin 164 km İçerisindeki Etkinlikleri	55
Şekil 4.16. Füzelerin 25 km İçerisindeki Etkinlikleri	55
Şekil 4.17. Pkill Algoritması Tasviri için Örnek Görsel	56
Şekil 4.18. Her Bir Bölgede Yer Alan Noktaların Numaralandırılma Yöntemi	56
Şekil 4.19. Nihai Kod Çıktısı (Parça-1)	59
Şekil 4.20. Nihai Kod Çıktısı (Parça-2)	59
Şekil 4.21. Mor Bölge için Örnek Veriler	60
Şekil 4.22. 1. Bölge (Mavi Bölge)	61
Şekil 4.23. 2. Bölge (Yeşil Bölge)	61
Şekil 4.24. 3. Bölge (Gri Bölge).....	62
Şekil 4.25. 4. Bölge (Pembe Bölge).....	62
Şekil 4.26. 5. Bölge (Turuncu Bölge)	63
Şekil 4.27. 6. Bölge (Mor Bölge).....	63

Şekil 4.28. 40 Radar için Koşum Sonuçları.....	66
Şekil 4.29. 60 Radar için Koşum Sonuçları.....	66



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Füze Türleri ve Özellikleri	9
Çizelge 4.1. Kriterlerin Birbirleri ile İlişkisi	22
Çizelge 4.2. Sütun Toplam Matrisi	23
Çizelge 4.3. Normalize Edilmiş Matris	23
Çizelge 4.4. Kriterler için Öncelik Vektörü Matrisi (w)	23
Çizelge 4.5. D Vektörü Hesaplama Matrisi	24
Çizelge 4.6. E Vektörünün Belirlenmesi.....	24
Çizelge 4.7. Bölgelerin Kriterler Bazındaki Verileri	25
Çizelge 4.8. Nüfus Kriterine Göre Bölgelerin Önem Düzeyleri	27
Çizelge 4.9. Nüfus Kriterine Göre Bölgelerin Öncelikleri.....	28
Çizelge 4.10. Nüfus Kriterine Göre Bölgelerin Önem Düzeyleri (Alternatif).....	29
Çizelge 4.11. Nüfus Kriterine Göre Bölgelerin Öncelikleri (Alternatif)	29
Çizelge 4.12. Üslerin Yerleşimi Kriterine Göre Bölgelerin Önem Düzeyleri	30
Çizelge 4.13. Üslerin Yerleşimi Kriterine Göre Bölgelerin Öncelikleri.....	30
Çizelge 4.14. Siyasi/Ekonomik Konum Kriterine Göre Bölgelerin Önem Düzeyleri	31
Çizelge 4.15. Siyasi/Ekonomik Konum Kriterine Göre Bölgelerin Öncelikleri.....	31
Çizelge 4.16. Komşu Ülkeler Kriterine Göre Bölgelerin Önem Düzeyleri	32
Çizelge 4.17. Komşu Ülkeler Kriterine Göre Bölgelerin Öncelikleri.....	32
Çizelge 4.18. Enlem ve Boylamı Verilen Noktaların Kartezyen Koordinat Değerleri...	52
Çizelge 4.19. Füze Tiplerine Göre Birim Fiyatlar.	58

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

C_i	: i. menzil aralığındaki füzenin birim maliyeti
N_i	: i. menzil aralığındaki füze adeti
p_{kill_i}	: i. füzenin öldürücülük olasılığı
$p_{kill_{total}}$	: Belirlenen noktaya gelen hedefin imha edilme olasılığı

Kısaltmalar

CO	: <i>İng.</i> Combinatorial Optimization
GA	: Genetik Algoritma
LP	: <i>İng.</i> Linear Programming
m	: Milyon
pb	: Para Birimi
WAP	: <i>İng.</i> Weapon Assingment Problem
İHA	: İnsansız Hava Aracı
AHP	: Analitik Hiyerarşi Prosesi
ANP	: Analitik Network Prosesi

1. GİRİŞ

Günümüz koşulları nedeniyle, ülkelerin silahlanma yarışı geçmişe kıyasla hayli hız kazanmıştır. Bu durum beraberinde ülkelerin ekonomik, siyasi, politik varlıklarını idame ettirebilmesi ve bir güç dengesi içerisinde yerini alabilmesi için savunma alanındaki teknolojik gelişmelerine hız kazandırması gerektiğini ve saldırılara karşı savunma ihtiyacının ne kadar önemli olduğunu gözler önüne sermiştir.

Herhangi bir ülkeye yapılan saldırıların pek çok türü olabilecektir lakin son zamanlarda dikkatleri en çok üzerine çeken gelişmiş füze teknolojileridir. Başlarda yalnızca belirli menzillere erişebilen bu füzeler, gün geçtikçe balistik füze olarak da adlandırılan ve kıtalar arası mesafelere ulaşabilecek yeteneklerle donatılmış füzelere dönüşmüşlerdir. Bu silahlanma rekabeti içerisinde ortaya çıkan ürünler arasında, çok uzak menzillere erişebilen mühimmatlar da yer aldığından ülkeler sınırlarını daha iyi muhafaza edebilmek için gelebilecek olası tehditleri savuşturabilmek amacıyla savunma alanında daha fazla yatırım yapmaya başlamıştır.

İlk kez 2. Dünya Savaşı'nda Almanlar tarafından geliştirilen ve savaşın diğer tarafını oluşturan ülkelere karşı kullanılan; V1 ve V2 olarak adlandırılan seyir ve balistik füzelerle teknolojik gelişmişliğe sahip saldırı unsurlarının gün yüzüne çıktığı düşünülse de geliştirilen ilk roket olarak betimlenen ve füzeleri anımsatan silahların, Hintliler tarafında Srirangapatam Savaşı esnasında kullanıldığı bilinmektedir. Daha sonra havacılık ve uzay çalışmalarını sürdüren Hindistan, 1983 yılında ilk defa uzaya gönderilen uyduyu ve ardından 1998 yılında ilk nükleer deneme testini gerçekleştirmiştir.

Tüm bu gelişmeler başlangıçta anlatılan silahlanma yarışına örnek teşkil eden birkaç önemli unsurdur. Ancak havacılık ve uzay alanındaki ilerlemeleri bir kenara bıraktığımızda bu tezde ele alınan çalışmanın da temelini oluşturan askeri alandaki füzelerin göze çarpan ilk unsurları, mevcut balistik füzelerin atası olan ve ilk kez sıvı yakıtlı motor kullanılan V2 roketleridir. Seyir füzelerinden farklı olarak parabolik bir biçimde yörüngesini takip eden bu füzeler, güdümlü füzelerin gelişimine de önayak olmuştur. 2. Dünya Savaşı'ndan kısa bir zaman sonra nükleer özellikler kazanan balistik

füzeler, bundan sonraki 10 yılda ise kıtalararası hedefleri vurabilir hale gelmiştir ve yakın geçmişi irdelediğimizde çeşitli savaşlarda balistik füzeler kendine yer bulabilmiştir.

Kısa zamanda füze teknolojisinde geline seviye yukarıda özetlenmeye çalışılmıştır. Tüm bunlar dikkatle incelendiğinde kaçınılmaz olan savunma ihtiyacı daha net görülebilmektedir. Bu nedenle bu tezde de Türkiye'nin savunma ihtiyacına cevap verebilecek bir çalışmanın ortaya koyulması hedeflenmiştir. Bu kapsamda bir model geliştirilmiş, geliştirilen model ile hem Türkiye'de belirlenen bölgelerin savunmasının sağlanabilmesi için sahip olunması gereken hava savunma füzelerinin hem de bu füzelerin konuşlandırılması muhtemel yerlerin tespiti sağlanmaya çalışılmıştır. Tezin ikinci bölümünde tez kapsamında yapılan çalışmada kullanılan yöntemlere ilişkin daha önce literatürde ele alınanlar benzer çalışmalar irdelenmiştir. Üçüncü bölümde problem tanımı aktarılmış, dördüncü bölümde problem kapsamında geliştirilen çözüm önerisi sunulmuş ve son bölümde de sonuçlar tartışılmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Hava savunma sistemleri denilince ilk akla gelen ve sistemin en önemli unsuru olan şey mühimmatlardır. Bu nedenle bu bölümdeki alt başlıklardan biri genel adı silah atama problemi (Weapon Assignment Problem-WAP) olarak literatürde yerini alan, tehdide karşı füze tahsisi problemleridir. Bunun yanı sıra önemli olan bir diğer konu ise bu sistemlerin yerleşimidir.

Bu tez hem hava savunma sistemlerinin yerleşimi hem de gelen tehdidin imhası için envanterde bulunması gereken mühimmatın belirlenmesi problemlerini barındırdığından, yukarıda değinilen iki başlıkla ilgili literatürde yer alan çalışmalara bu bölümde yer verilmiştir.

Çalışmanın da içeriğini oluşturan ve hava savunma sistemlerinin yerleşimi yahut silah atama optimizasyonu ile ilgili hususları barındıran, literatürde yer alan makaleler incelendiğinde genel olarak Koreli araştırmacıların çalışmaları yoğunluklu görünmekle birlikte hava savunma sistemlerinin kullanımının dünya genelinde yaygın hale gelmeye başlamasıyla, bu alanda gerçekleştirilen akademik çalışmaların sayısı artmaya başlamıştır. Ele alınan konular birkaç temel başlık altında derlenebildiğinden çalışma süresince irdelenen makaleler de aşağıda başlıklar halinde paylaşılmıştır.

Çalışmada, envanterde yer alması gereken füze konfigürasyonlarının ne olması gerektiğinin bulunmasının yanı sıra geliştirilecek olan modelle ortaya çıkacak olan savunma sisteminin maliyet etkin olması da amaçlandığından maliyet optimizasyonuna ilişkin çalışmalar da gözden geçirilmiştir.

Geliştirilen kodda küme kapsama algoritmasından yararlanıldığından, askeri alandaki çalışmalarda küme kapsama algoritmasına nasıl yer verildiği de irdelenmiştir.

Son olarak çalışma kapsamında ele alınan yerleşim probleminde çözüme gidilirken Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yönteminden yararlanıldığı için literatürde yer alan benzer çalışmalar değerlendirilmiştir.

2.1. Hava Savunma Sistemlerinin Yerleşimi

Taşdemir, kritik tesislerin hava savunması, mevcut nokta hava savunma sistemlerinin konuş yeri seçiminin savunma etkinliği açısından büyük bir öneme sahip olması nedeniyle çalışmasını bu alanda yapmıştır [1]. Çalışmasında, üç adet kısa menzilli hava savunma sisteminin belirli bir bölge içinde kapsama, vuruş olasılığı ve lojistik ağı mesafesi kriterlerini gözетerek sistemleri en uygun şekilde konuşlandırmayı amaçlamıştır. Ayrıca sistemlerin sürekli alanda konumlanması durumu kapasite, menzil, silah tipi ve prensip kısıtları değerlendirilerek, belli bir zamandaki durum için yapılmıştır. Çözüm elde etme süresinin uzunluğu ve çok fazla çözüm elde edilmesi nedeniyle, referans bazlı genetik algoritma (GA) tercih edilerek kullanılmıştır. Ayrıca referans bazlı algoritma uygulamasındaki problem çözümünü hızlandırmak amacıyla alternatif olarak belirli bir kapsama değeri için uygun olan bir sezgisel yöntem geliştirilmiştir. Geliştirilen algoritmanın GA sonuçları ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Özdemir, yaptığı çalışma ile katmanlı hava savunma sistemiyle bir bölgenin olası hedeflerden korunması için füzelerin optimal tahsisi ve konuşlanma sorununu ele almıştır [2]. Bu kapsamda, etkisiz hale getirme olasılığı ve toplam maliyet unsurlarının optimize edildiğı çok amaçlı model geliştirmiştir. Modelde, konuşlanma problemi için seçilen bölgedeki çevresel unsurlar göz önünde bulundurularak yerleşim yapılabilecek alan sınırlandırılmıştır ve yerleşimin bu alan içerisinde yapılması kısıt olarak modele eklenmiştir.

Pietkiewicz vd., çalışmalarında korunan alanın etrafında kısa menzilli hava savunma sistemi ve topçu setlerinin konuşlandırılmasını hedefleyen bir optimizasyon problemi çözmeyi amaçlamışlardır [3]. Problemde amaç fonksiyonu olarak, korunan alan ile hedefi yok edebilecek öncü noktalar arasındaki mesafeye bağlı bir fonksiyon oluşturulmuş ve gerçek hava savunma sistemlerinde olduğu gibi arazilerin engebeli yapısı nedenli görüş alanlarını kısıtlanmasını göz önünde bulundurarak vuruş etkinliğini modelde kısıt olarak kullanılmıştır. Ayrıca çalışmada farklı güzergahlardaki vuruş olasılıklarının bilindiğı varsayımına göre sezgisel algoritma geliştirmiştir.

Tanergüçlü vd., çalışmalarında hava savunma silahları ve radarlarının en iyi yerleşiminin sağlanabilmesi için coğrafi bilgi sistemleri ve konum modeli tabanlı bir karar destek

sistemi geliştirmişlerdir. Modelde, hava savunma silahlarının ateşlenme noktaları belirlenirken hava araçlarının yaklaşması muhtemel rotaları dikkate alınmıştır. Çalışma kapsamında hedeflerin ıskalanma ihtimali de gözetilerek maksimum sayıda silahın yaklaşma yollarının kapsanmasını sağlayacak şekilde konumlanma amaçlanmıştır [4].

2.2. Tehdite Karşı Füze Ataması

Hocaoğlu, çalışmasında silah hedef atamasında optimum çözümü bulmayı ve %100'lük bir savunma başarısı için savunulan bölgede kaç sayıda mühimmat bulunması gerektiğini belirlemeyi amaçlamıştır [5]. Bunu yapabilmek için öncelikle doğrusal olmayan çok amaçlı optimizasyon modeli geliştirmiş ardından amaçları tek bir fonksiyon altında birleştirme gayesiyle hedef programlamaya yönelmiştir. Model, kara tabanlı hava savunma sistemi verileri ile çözülmüş olup çıktısı olan atama sonuçlarında optimum bir silah hedefi sağlamanın ötesinde çoklu savunma alanları için angajman süreleri elde edilmiştir.

Houqing vd., deniz filosunun hava savunmasında ateş tahsisini inceleyerek optimal hedef atama modeli oluşturmuştur [6]. Küresel etkin optimum sonucu bulmak için etkili küresel arama yöntemi olan GA kullanılmıştır. Kullanılan yöntemin pratik mühendislik uygulanmalarında yavaş yakınsama ve zayıf stabilite dezavantajı olduğu bilindiği için bunları iyileştiren geliştirilmiş bir GA sunulmuştur. Bu algoritma ile tatmin edici sonuçlar elde edilmiştir ve deniz filosu hava savunma muharebesinin komuta otomasyonunda karar vericiye bilimsel ve etkili destek sağladığı görülmüştür.

Karasakal, gerçekleştirdiği çalışmada hava savunmasını en üst düzeye çıkarmak için gelen hava hedeflerine karşı hava savunma füzelerinin, gruplandırılmış deniz savaşçılarından oluşan bir ekip ile koordineli olacak şekilde tahsis edilmesi konusunu ele almıştır [7]. Füze tahsisi için ateş-bak-çek angajman politikasının kullanıldığı, tahsisin farklı saldırı türleri ve savunma sistemlerine izin verildiği varsayılmıştır. Problemin çözümü için tam sayılı doğrusal programlama (Linear Programming-LP) modeli geliştirilmiştir. Bu modelin detaylandırılmış simülasyonlarla, gerçekçi senaryoları tahmin etmek için kullanılabileceği belirtilmiştir.

Gao vd., çalışmalarında birden çok durumu, birden fazla hedefi, maliyeti ve risk unsurunu simüle ederek tehdit saldırılarında füze önleme stratejisi geliştirip optimize eden bir yöntem önermiştir [8]. Bu yöntem, kombinatoryal teoriye ve kümülatif beklenti teorisine dayalı olarak geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntemde maliyet ve potansiyel değere dayalı iki amaç bulunmaktadır. Geliştirilen yöntemin denenebilmesi için iki durum ve dört örnek ele alınmıştır.

Lötter ve Vuuren, çalışmalarında savaş esnasında operatörlerin performanslarını geliştirmeye yarayan ve iki safhadan oluşan karar destek sisteminin (Threat Evaluation and Weapon Assignment DSS-TEWA DSS) iyileştirilmesini hedeflemişlerdir. Bu kapsamda daha önce 2008 yılında Roux ve Van Vuuren tarafından geliştirilen, tehdidin değerlendirilmesi safhası için jenerik tasarım çalışmasının iyileştirilmesi ve karar destek sisteminin ikinci safhası olan silah ataması için bir tasarım belirlemişlerdir [9]. Her biri farklı özelliklere sahip olan dört sınıf silah atama modeli (tek/çok kriterli – statik/dinamik), silah atama alt sistemine dâhil edilmek üzere önerilmiştir. Üç model prototipin tehditlere yüksek kaliteli, gerçekçi silah sistemi (Weapon System-WS) atamaları sağlayabildiği bulunmuştur.

Pant ve Deep, çalışmalarında hava saldırılarına maruz kalan unsurların beklenen hayatta kalma değerini optimize edecek belli başlı kısıtlamalara tabii bir model geliştirmiş ve optimizasyonunu yapabilmek için iki farklı GA'dan faydalanmıştır. Her ikisinin de problem çözümünde uygun olacağı değerlendirilmiş ancak birinin diğerinden daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür [10].

Fegghi vd. gerçekleştirdikleri çalışmada çoklu silah sistemleri için silah hedef atama problemini, sezgisel arama yöntemleri kullanarak çözmek yerine geliştirdikleri düşük hesaplama yüküne sahip gerçek zamanlı bir algoritmayla çözüme kavuşturmayı amaçlamışlardır. İlgili algoritmayla üç farklı senaryo denenmiş ve başarılı olduğu görülmüştür [11].

2.3. Maliyet Optimizasyonu

Gao vd., gerçekleştirdikleri çalışmada hava saldırı silahlarının hızlı gelişimi ve yaygın kullanımından dolayı bu silahlara karşı hava savunma füze sistemlerinin daha önemli hale

geldiğini belirterek, bu kapsamda kombinatorial optimizasyondan (Combinatorial Optimization-CO) yararlanarak hava savunma füze sistemi stratejisinin optimizasyonu üzerine metotlar geliştirmişlerdir [12]. Geliştirilen metodolojide savunan taraf için füzenin hedefe müdahale sürecinde oluşacak, hedeflerin neden olduğu kayıpları ve müdahale eden füzelerin maliyetlerini içeren beklenen toplam maliyeti en küçükmeyi amaçlamışlardır. Geliştirilen metodolojinin etkinliğini görebilmek için iki farklı sayısal örneklerle çalışma yapılmıştır. Sonuç olarak müdahale süreci boyunca müdahale etme stratejisinin, hava savunma füze sistemlerinin beklenen maliyetlerinde oldukça yüksek bir etkiye sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

2.4. Küme Kapsama Algoritması

Ayöperken ve Ermiş, çalışmalarında menzili ve maliyetleri farklı olan çeşitli İHA'lar için optimal üs yerinin belirlenmesi ve ilgili üsse uygun İHA'nın tahsisi için bir matematiksel model geliştirmiştir. Uygun tahsis gerçekleştirilirken bütçe, üs sayısı vb. altı farklı kısıt gözetilmiştir. Geliştirilen model eniyilenmeye çalışılırken İHA'ların kapsama alanlarının enbüyüklenmesi hedeflenmiştir [13].

2.5. AHP Yöntemi Uygulamaları

Askeri alanda gerçekleştirilen yerleşim problemi çalışmalarında AHP yöntemini barındıran uygulamalara az rastlanmaktadır ancak diğer pek çok alanda AHP metodu kendine yer bulabilmiştir. Hem askeri hem de diğer alanlar için bazı problemlere getirilen çözüm yolunun AHP olduğu uygulamalara da bu kısımda yer verilmiştir.

Badri (1999) çalışmasında, yer tahsisi probleminde karar vermeye yardımcı olabilmesi için AHP ve çok amaçlı hedef programlama yöntemlerinden birlikte yararlanmış ve geliştirdiği metodolojinin bir gerçek hayat probleminde uygulamasına yer vermiştir [14].

Sennaroğlu ve Çelebi çalışmalarında, bir askeri havaalanının yerleşimi için çok kriterli karar verme yöntemlerinden yararlanmışlardır. Karar verme kriteri olarak alternatif lokasyonlar belirtilmiştir. Temel gaye ise olası lokasyonlar arasında en iyi olanı tanımlamak olmuştur. 9 ana 33 alt olacak şekilde tüm kriterler tanımlanmıştır. Bu tanımlama esnasında sadece askeri gereksinimler değil sosyal etmenler de göz önünde

bulundurulmuştur. AHP ile ağırlıklar bulunmuş, sıralama ve seçim aşamasında ise PROMETHEE ve VIKOR yöntemlerinden yararlanılmıştır. Daha sonra bu iki metodun çıktıları ile COPRAS, MAIRCA and MABAC metotlarının çıktıları karşılaştırılmıştır. Her bir yöntemin çıktıları arasında bir kolerasyon olduğu ve tüm yöntemlerin aynı alternatifi işaret ettiği sonucuna varılmıştır [15].

Lai çalışmasında, askeri lojistik sistemi için 2 seviyeli tesis yerleşim problemini ele almıştır. Çalışma kapsamında 2 aşamalı bir metot kullanan doğrusal programlama modeli oluşturulmuştur. İlk olarak AHP'den yararlanılmış ve geliştirilen modelin amaç fonksiyonu katsayıları için göreceli ağırlıkları tahminlenmeye çalışılmış, ardından AHP'ye dayalı bir yerel arama şeması benimseyen sürü optimizasyonu algoritmasına yer verilmiştir [16].

3. PROBLEM TANIMI

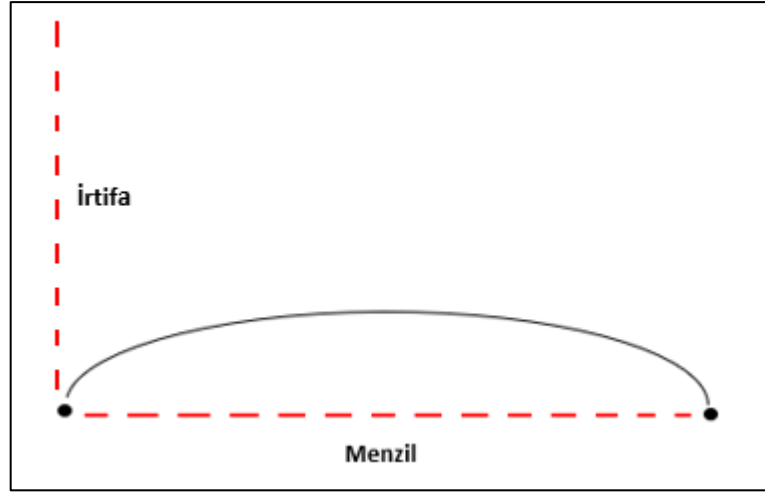
Bu çalışma kapsamında hedeflenen, etkin bir hava savunmanın sağlanabilmesi için elimizde olması gereken füzelerin ve bu füzelerin konuşlanması gereken yerlerin belirlenmesidir. Bu bağlamda çalışma birkaç kısma ayrılmış ve çözüm yöntemi de bu minvalde şekillenmiştir.

“Elimizde olması gereken füze” tanımlamasını daha açıklayıcı kılabilmek için füzelerin genel olarak sınıflandırılmalarını sağlayan kritik parametreler (menzil ve irtifa) açısından füzeleri daha detay seviyede kategorize eden bilgiler Çizelge 3.1 ile ve bahse konu parametrelerin kavramını açıklayan bir görsel Şekil 3.1 ile verilmiştir.

Çizelge 3.1. Füze Türleri ve Özellikleri

Füze Türü	Özellikleri/Sınıflandırılması
Balistik Füze Çok yüksek irtifalara çıkıp büyük bir süratle dalışa geçmesi ve tespitinin hayli zor olması nedeniyle durdurulması en güç füze türü olarak addedilir. İmhası için yüksek irtifa hava savunma sistemine sahip olmak gereklidir.	Taktik Balistik Füze (TBM) (150-300 km menzilli) Kısa Menzilli Balistik Füze (SRBM) (300-1000 km menzilli) Orta Menzilli Balistik Füze (MRBM) (1000-3500 km menzilli) Uzun Menzilli Balistik Füze (LRBM) (3500-5500 km menzilli) Kıtalararası Balistik Füze (ICBM)’dir. (5500 km ve daha fazla menzilli)
Kara Kara Füzesi	Balistik füzelerden farklı olarak çok yüksek irtifalara çıkma durumu söz konusu değildir.
Hava Kara Füzesi	Seyir Füzesi: Diğer füzelere nazaran oldukça alçak irtifada ilerliyor olması nedeniyle tespit radarlarına yakalanma olasılığı oldukça düşüktür. Anti Radyasyon Gemisavar

Füze Türü	Özellikleri/Sınıflandırılması
Hava Hava Füzesi Süpersonik hızlara ulaşabilirler.	Kısa menzilli olanlar, orta ve uzun menzilliden farklı olarak radar güdümü yerine genellikle IR iz takip edebilir yani ısı güdümlü olarak tasarlanırlar.
Hava Savunma Füzesi ve Anti Balistik Füze	Hava savunma sistemleri, hava sahasının ihtimal dahilinde olan tehditlere karşı kontrol edilmesini ve korunmasını sağlayan sistemlerdir. Bu sistemlerin pek çok hedefi olabileceği gibi genellikle hedefleri döner veya sabit kanatlı hava araçları, seyir füzeleri, karadan karaya atılan füzeler ve balistik füzelerdir. Sahip olduğu irtifaya göre aşağıdaki gibi ayrıştırılabilirler. Çok alçak irtifa HSS (4-5 km irtifa / 8 km menzil) Alçak İrtifa HSS (5-10 km irtifa / 10-15 km menzil) Orta İrtifa HSS (10-15 km irtifa / 15-50 km menzil) Yüksek İrtifa HSS (20+ km irtifa / 90-250 km veya daha fazla menzil)
Tanksavar Füze	Zırhlı araçlara ve tanklara müdahale edilebilmesi gayesiyle geliştirilmişlerdir. Bilindik füzelere nazaran küçük bir harp başlığına sahip olması nedeniyle hedefi patlatma vasıtasıyla değil zırh delme aracılığıyla imha etmeyi amaçlar. Maksimum menzilleri 25 km olarak bilinmektedir.



Şekil 3.1. İrtifa ve Menzil Tanıtımı

Menzil, kitabi bilgilerce “Eğik atış hareketi yapan bir cismin, düşeyde atıldığı ilk seviyesine düşene kadarki zaman içinde yatayda sahip olduğu yer değiştirmesi” olarak ifade edilmektedir. Özetle bizim konumuz kapsamında “mühimmatın yatayda alacağı yol” olarak karşımıza gelecektir.

İrtifa ise “Havacılıkta bir cisim ile referans alınan nokta arasındaki dikey mesafeyi ifade eden bir yükseklik kavramı” olarak belirtilmektedir.

Çalışma kapsamında geliştirilen modelde ise fonksiyonun tek girdisinin menzil olması nedeniyle yalnızca menzil parametresi kullanılacaktır.

Bu çeşitlilikte savunma unsuru olarak her bir füze türünün ayrı ayrı ele alınması söz konusu olamayacağından, tez başlığından da anlaşılabileceği üzere bu tezin çalışma alanını oluşturacak olanlar hava savunma füzeleri olacaktır. Gelecek olan tehdide ilişkin elimizde herhangi bir bilgi olmamasına karşın, bu tehdit her ne olursa olsun (türünden bağımsız) sistemin etkin menzili içerisine girdiği anda tespitinin yapılabileceği ve konuşlandırılan füzelerin etkinlikleri ölçüsünde bertaraf edilebileceği varsayılmıştır.

Hava savunma füzeleri ile ilgili bilinmesi gereken belli başlı özellikler vardır. Öncelikle hava savunma füzeleri de kendi içerisinde kategorize edilebilir. Bunlar karadan havaya, denizden havaya ve havadan havaya füzeler olabilir. Çalışma kapsamında seçilen hava savunma füzesi, karadan havaya hava savunma füzeleri olacaktır.

Her ne kadar genel olarak karadan havaya hava savunma füzelerinden yararlanılacağına değinilmiş olsa da bu füzelerin pek çok çeşidi (farklı menzillere erişebilen) bulunduğu ve yerleşim, füzenin etkin menzil değerinde, yani “elimizde olması gereken füze” tanımında belirleyici etmen olduğundan, problemimize yönelik çözüm geliştirilirken öncelikle yapılması gereken füzelerin konuşlandırılacağı yerlerin belirlenmesi olacaktır.

Karadan havaya savunma sistemlerinde, karaya konuşlandırılmış bir sistem bütünü yer almaktadır. Bu sistemin unsurları ise arama radarı, atış kontrol radarı, komuta kontrol sistemi ve füze fırlatma sistemleridir. Temsili bir sistem Şekil 3.2 ile verilmiş olup sistemin her bir unsuruna ilişkin detaylı bilgiler aşağıda maddeler halinde anlatılmıştır.

1. **Arama Radarı:** Bahse konu sistemdeki arama menzili en uzun olan radardır. Asıl görevi takip değil tespittir. 360° lik tarama sonrası tehdidi algılayıp atış kontrol radarına, yaklaşan bir tehdit olduğu bilgisini sağlayan alt sistemdir.
2. **Atış Kontrol/ Hedef İzleme Radarı:** Belirlenen hedefin konumuna ve yörüngesine ait bilgiyi düzenli olarak ilgili alt sistemlere sağlayan ve bu sayede hedefin bir sonraki konumunu tahminleyen radardır. Temel gaye arama radarı tarafından ilk tespiti sağlanan tehditin takibinin gerçekleştirilmesidir. Adının atış kontrol radarı olmasının nedeni ise silah sistemleri ile entegre olarak çalışarak onların hareketlerinde referans oluşturan bilgiyi üretmeleridir. Bu radarların tespit ettiği koordinat bilgileri çok net olmakla birlikte menzil ve arama sahası, arama radarlarına kıyasla oldukça dardır. Tehdite ilişkin tüm manevralar izlendikten sonra ise füze sistemleri hedefe yönlendirilir.
3. **Komuta Kontrol Sistemi:** Komuta Kontrol Sistemleri, hava savunma radarlarının sağladığı veriyi anlamlı hale getirerek gelen tehditin hava resmini çıkartıp tehdit unsurunun özellikleri doğrultusunda karşı tehdit çözümlemesi koşturarak en uygun hedef-karşı hedef eşleşmesini sağlamaya çalışır.
4. **Füze Fırlatma Sistemi:** Uygun bir atıcı platforma yerleştirilmiş ve radarlar tarafınca tespit edilmiş düşman unsurunun imhasından sorumlu mühimmatların, hareketli ya da sabit bir atıcı platformla birlikte oluşturdukları sisteme denilmektedir.



Şekil 3.2. Karadan Havaya Füze Savunma Sistemi [17]

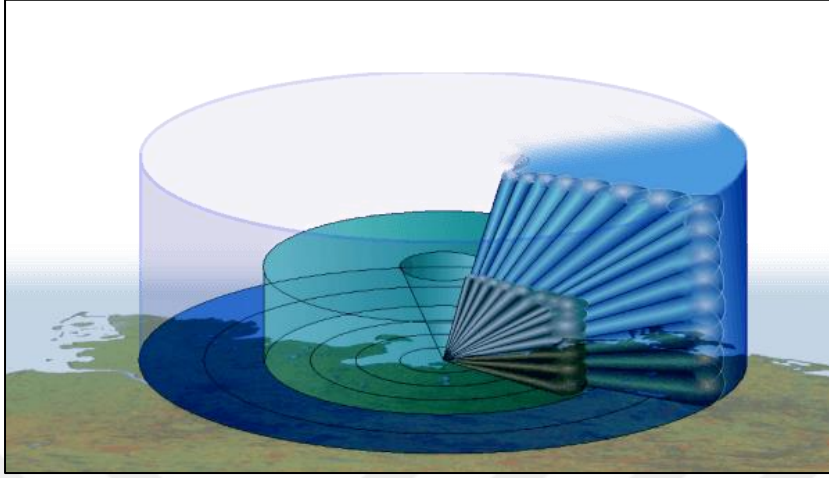
Çalışmada radarların işlevi ve yerleşimi konusu büyük bir yere sahip olduğundan, radarların çalışma prensibinin ve hangi amaca ne şekilde hizmet ettiğinin iyi anlaşılması büyük önemi haizdir.

Radarlar (Radio Detecting and Ranging) temelde, kendilerinden çıkan bir ses dalgasının ya da elektromanyetik dalganın bir unsura çarpıp yansımaları sonrası ilgili dalganın yeniden kendinde yer alan alıcıya dönmesi esnasında geçen sürenin ve bu sayede sesin çarptığı nesnenin menzilin ne olduğunun belirlenmesini sağlayan aygıtlardır.

Rota, hız ve yer tespiti yapan hava savunma radarlarının en büyük menzilin 450 km ve azimut tarama açısının (bir yön tarifi için yatay bileşenidir, ufuk açısı olarak da bilinir) 360 derece olduğu bilinmektedir. Yukarıda açıklaması paylaşılan arama radarları da hava savunma radarı kategorisindedir. Bu radarların çalıştığı koordinatlar gözetildiğinde radarlar, 2 boyutlu ve 3 boyutlu olmak üzere kendi içinde de sınıflandırılabilir. Menzil ve azimut açısının yanı sıra yükseklik bilgisinin de sağlanabildiği radarlar 3 boyutlu radarlardır. Şekil 3.3. ile verilen aşağıdaki görselde de 3 boyutlu bir hava savunma radarının, bulunduğu bölgedeki tarama alanı tasvir edilmiştir.

Radarlarla hedef izleme süreci ise temelde iki çeşit olarak belirlenebilir. Bunlardan biri ararken izle (track-while-scan) bir diğeri ise sürekli hedef izlemedir. Ararken izle

türündeki radarlar hedefi algıladığı andan itibaren hedef rotasını izlemeye başladığından aslında bu radar, bir atış kontrol radarı mantığında çalışmaktadır.



Şekil 3.3. Üç Boyutlu Hava Savunma Radarının Tarama Alanı [18]

Çalışmada kullanılacak olan radarların sahip olduğu en uzak tespit menzili bilgisini koda besleyen, sistemin unsurlarından biri olan arama radarının çalışma prensibi gereğince füzenin maksimum menzili olmuştur.

Tehdidin tespiti için radar konumu büyük bir önem arz etmektedir. Radarın tespiti ne kadar erken ve doğru olursa hava savunma sisteminin etkinliği ve tehdidin imhası da o kadar olurlu hale gelecektir. Bu nedenle çözüme kavuşturulması gereken problemlerden biri, elimizdeki radarların haritada nereye konumlandırılması gerektiğidir. Radarların yerlerinin belirlenmesi füzelerin de yerlerinin belirlenmesi demektir.

Bununla birlikte bu tezde sunulacak olan çözümde (gizlilik esası gözetilerek bu tür bilgiye erişmenin olanaksız olması sebebiyle) daha önce Türkiye'nin herhangi bir yerine konuşlandırılmış herhangi bir radar olmadığı, radar kapsamının yalnızca çalışmada belirlenen sayıdaki radarlar ile sağlandığı varsayılmıştır.

Radarların konumlandırılmasının ardından irdelenmesi gereken bir diğer unsur ise gelen tehditlerin imha edilebilmesi için gereken füze konfigürasyonunun, yani füzenin sahip olması gereken menzil değerlerinin ve füze adetlerinin bulunmasıdır. Bu parametreleri

belirleyecek olan ise dolaylı olarak radarların konuşlandırılacakları bölgelerin kritiklik seviyeleridir.

Kod tarafından belirlenecek olan, ilgili bölgenin korunabilmesi için gerekli radar adetlerinin (EK-4) tamamının bölgelere yerleştirilmesi kısıtlar sebebiyle söz konusu olamayabileceğinden, yalnızca bir kısmı ilgili bölgelere kritiklikleri ile orantılı olarak atanmıştır.

Atanan radarlara ve korunmaya çalışılan bölgeye göre her bir radarın bulunduğu yere ayrı ayrı ilgili bölgedeki noktaları korumak için hangi menzillere sahip füzeler yerleştirilirse noktaların korunmasının daha yüksek olacağı değerlendirilmiştir. Ayrıca ilgili bölgedeki noktaların korunması için belirlenen tüm radarların yalnızca bir tanesinden ilgili noktaya füze tahsis edileceği varsayılmıştır. Özetle, bir nokta yalnızca bir radar noktasından çıkan füze tarafından korunabilecektir.

4. ÇÖZÜM YÖNTEMİ

Problem kapsamında geliştirilen çözüm yöntemi çok aşamalı olduğundan bu bölüm, alt başlıklar halinde sıralanarak hazırlanmış ve öncesinde çözüme ilişkin bir algoritma akışı verilerek anlaşılabilirlik artırılmaya çalışılmıştır. Aşağıda verilen algoritmanın her bir adımı ilerleyen başlıklarda detayları ile ayrıca verilmiştir.

1. Türkiye'nin bölgelere ayrılması
2. Her bir bölge için nokta sayısının belirlenmesi
3. İlgili bölgede yer alan her bir noktanın enlem, boylam ve rakım değerinin elde edilmesi
4. Geliştirilen radar yerleşim koduna bu bilgilerin girdi olarak sağlanması
5. Kodun çalıştırılarak her bölgenin ihtiyacı olan radar sayılarının ve bu radarların yerleştirilmesi gereken noktaların belirlenmesi
6. Tüm radarların yerleştirilmesi söz konusu olamayacağından kısıtlı sayıda radara sahip olunması durumunda bölgelere tahsis edilebilecek radar sayılarının belirlenebilmesi için AHP metodu ile bölgelerin önceliklendirilmesi
7. Öncelikler doğrultusunda karar verici tarafından belirlenen toplam radarın bölgelere ağırlıkları oranında tahsisi
8. Madde 5'te belirlenen radar yerleşim noktaları arasından Madde 7'de belirlenen sayıda noktaya enümerasyon yolu ile radarların yerleştirilmesi
9. Radar yerleştirilen bu noktalara, füzelerin de yerleştirilmesi
10. Her bir radar noktasından kalan diğer noktalara füze atanması halinde noktaların korunma oranlarının geliştirilen algoritma ile belirlenmesi
11. Her bir nokta için en yüksek koruyuculuğa sahip olan füzenin belirlenmesi ve o noktaya o füzenin tahsisi
12. Tahsis edilen her bir füzenin menzili ile orantılı maliyetinin bulunması
13. Bir bölgede yer alan tüm noktaların ayrı ayrı Madde 11'de belirtilen şekilde koruyuculuğunun belirlenmesi sonrası bölgenin tamamı için ortalama korunma oranının bulunması
14. Madde 12 ve Madde 13'ten 100 kez sonuç üretilecek şekilde kodun koşturulması
15. 100 koşumun tamamı sonrası baskın noktaların belirlenip karar vericiye çözüm alternatiflerinin sunulması

4.1. Türkiye'nin Bölgelere Ayrılması

Radarların kapsama alanları ve füzelerin maksimum menzilleri düşünüldüğünde tüm Türkiye'nin tek parça olarak ele alınması olurlu olamayacağından, öncelikle Türkiye bölgelere ayrıştırılmıştır.

İlk olarak Türkiye'nin uç noktaları (Kuzey'de Kırklareli'nin Kofçaz ilçesi Ahlatlı köyünün 2,3 km. kuzeyindeki Bulgaristan sınırı ($^{\circ}42:06':19''$ N $^{\circ}27:14':27''$ E), Güney'de Hatay'ın Yayladağı ilçesindeki terk edilmiş Topraktutan köyünün 1 km güney-güneydoğusundaki Suriye sınırı ($^{\circ}35:48':25''$ N $^{\circ}36:09':14''$ E), Doğu'da Iğdır ili Aralık ilçesindeki Dilucu Sınır Kapısı'nın 1,2 km. doğusunda Azerbaycan (Nahcivan) sınırını oluşturan Aras Nehri ($^{\circ}39:39':12''$ N $^{\circ}44:49':05''$ E) ve Batı'da Çanakkale iline bağlı Gökçeada'nın batısındaki İnce Burun) belirlenmiştir.. ($^{\circ}40:07':29''$ N $^{\circ}25:39':55''$ E) [19]. Söz konusu koordinatların detayları Şekil 4.1'de yıldız imleci ile paylaşılmıştır. Bahse konu koordinatlar sınır koordinat değerleri olacak şekilde, çalışmada Türkiye haritası birbirine eş aralıklı 50 meridyen ve 20 paralel ile ayrılarak ve her bir paralel meridyen kesişimi 1 noktayı oluşturacak şekilde tüm Türkiye 1000 nokta ile temsil edilmiştir.

Belirlenen bu çözüm yöntemi gereğince Türkiye'nin dikdörtgensel parçalara ayrıldığı varsayılabilir ve bu dikdörtgenin her bir köşesi bir noktayı temsil etmektedir. Bu yöntemde temel gaye eş aralıklara sahip noktalar ile algoritmaya başlamak olduğundan dikdörtgen şekli karşımıza çıkmaktadır. Ancak daha önceki bölümlerde de paylaşıldığı üzere radar 360°'lik bir alanda kontrol sağladığından aslında belirlenen noktalara yerleştirilen radarlar dairesel alanlar taramaktadır.

Noktaların belirlenmesinde başka yöntemlerin gözetilmesi de mümkündür. Örneğin Türkiye sınırları içerisinde yer alan herhangi bir nokta referans noktası seçilerek (Ankara'nın Google Earth'de yer alan koordinat karşılığı) bu noktaya eş yarıçapta kalacak noktaların belirlenmesi suretiyle Türkiye'nin dikdörtgen parçalarından oluşması yerine daire parçalarından oluşması sağlanabilir. Ancak bu tarz bir yerleşimde 1000 yerine daha az sayıda nokta belirlendiği durumlarda Türkiye'nin uç noktalarına yakın noktaların korunma ihtimalinin daha düşük olabileceği öngörülmüştür.

[illegible]

Bunun yanı sıra 1000 nokta, başlangıç referans değerleri Türkiye'deki sınır koordinat değerleri olacak şekilde belirlendiğinden çizilen alanda yalnızca kara parçaları değil denizlerin de bir kısmı yer alacaktır. Bu da çalışmada bir varsayım daha yapılması gereksinimini doğurmuştur. Belirlenen noktalardan herhangi birine gelen tehditin kara noktasına ya da deniz noktasına geliyor olması durumu füzelerin etki alanlarının da hayli fazla olduğu düşünülerek göz ardı edilebilmiştir ancak bunun yanı sıra denize denk gelen

noktalara hava savunma sisteminin yerleştirilemeyecek olması durumu da söz konusudur. Bu durum daha sonraki bölümlerde anlatılan ve çalışma kapsamında geliştirilmiş olan kodun içerisine kısıt olarak ayrıca eklenmiştir.

Ayrıca bazı vilayetlerin yüz ölçümlerinin tümü aynı bölge içerisinde kalmayabilecektir. Bu durumda da söz konusu ilin yüz ölçümünün en büyük kısmı, belirlenen 6 bölgeden hangi bölgenin içerisinde kalıyorsa ilgili vilayetin o bölge içerisinde olduğu değerlendirilmiştir. Bu karar, bölgelerin önceliklendirilmesi aşamasında etkili olacaktır.

Radarların yerleşiminde odak noktasının ne olduğunun anlatıldığı kısmın daha kolay anlaşılabilmesi için yukarıdaki detaylar paylaşılmıştır. Çözüm kısmına gelindiğinde, ilk olarak seçilen bölgelerin ihtiyaçlarının önceliklendirilmesi gerekmektedir. Yüzdesel olarak ihtiyaçlar belirlendikten sonra bu savunma ihtiyacının karşılanabilmesi için eldeki radarların kaç tanesinin hangi bölgelere atanacağı ve atanan adetlerin ilgili bölgedeki hangi noktalara konuşlanacağı tespit edilmiştir.

Her bir bölgenin savunma ihtiyacının önceliklendirilmesinin temel sebebi başlangıçta da değinildiği üzere maliyetin de çözüm yaklaşımı esnasında gözetiliyor olmasıdır. Maliyet etkin bir çözümün elde edilebilmesi için elde olan kıt kaynakların en iyi şekilde değerlendirilmesi, elimizdeki örnek için de savunulmaya en çok ihtiyaç duyulan bölgeye kaynakların yoğunluklu olarak tahsis edilmesi en akılcı çözüm olacaktır. Sınırsız kaynak kullanımının söz konusu olması durumu düşünülerek bir çalışma yapılmış ve ilgili bölgede yer alan noktaların içerisinde savunulmayan yer kalmayacak şekilde istenilen sayıda radarın yerleşimi sağlanmıştır ve sonuçta çok sayıda radar yerleşim gereksinimi olduğu görülmüştür (EK-4). Fakat gerçek hayat koşulları göz önüne alındığında bu durumun oluşturacağı maliyet nedeniyle radar sayısında muhakkak bir kısıtlamaya gidilmesi gerekmektedir. Bu durum düşünülerek bir sonraki kısımda anlatılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHP'den yönteminden yararlanılmış ve 1000 noktayı ayıran 6 bölgeden hangisine, elimizdeki radarların ne kadarlık kısmını tahsis edebileceğimiz bilgisini bize sağlayacak şekilde bölgeler arasında bir öncelik oranı belirlenmeye çalışılmıştır.

4.2. Bölgelerin AHP Metodu ile Önceliklendirilmesi

AHP yönteminin temel prensibi gereği öncelikle bir gaye belirlenmelidir. Çalışma kapsamında temel amaç bölgelerin savunma ihtiyaçlarının ne olduğunun tespiti. Bunu gerçekleştirebilmek için bölgeleri belli unsurlara göre kategorize etmek gerekmektedir. Bu sebeple ihtiyacın belirlenmesinde AHP yararlı bir yöntem olacaktır [20]. TOPSIS, ANP gibi diğer karar verme yöntemleri yerine AHP yönteminin tercih edilmesinde birkaç husus gözetilmiştir. ANP ile AHP yöntemlerini birbirinden ayıran unsurlar söz konusudur. ANP yönteminde kriterler birbirlerine bağımlı iken AHP’de kriterler birbirinden bağımsız ise bu yöntem kullanılabilir. ANP’de kriterlerin arasındaki ilişkilerin ölçümü için karar vericiden daha fazla bilgi alınması ve daha fazla işlem yapılması gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında ele alınan 4 kriter birbirinden bağımsız olduğu için AHP yönteminden yararlanılmıştır. TOPSIS yönteminde genellikle dikkate alınan kriter ve alternatif sayıları ile bu çalışma kapsamında ele alınan sayılar değerlendirildiğinde, bu çalışmada değerlendirilen sayılar görece az olduğundan, ayrıca ağırlıkların belirlenmesi esnasında karar vericiye danışılma gereksinimi meydana geldiğinden AHP yönteminin tercih edilmesi daha akılcı olmuştur.

Özellikle askeri alanda fayda sağlaması hedeflenen bu çalışmanın gerçek hayatta karşılık bulması halinde çözüm esnasında askerler için önemli olan kriterlerin önceliklendirilmesi, kıymetli veriler edinilmesini sağlayacaktır.

Yöntem açıklanacak olursa, öncelikle kriterler belirlenmelidir. Çalışmada, bahse konu bölgeler için ele alınan 4 kriter mevcuttur. Bunlar nüfus, komşu ülkelerin durumu, siyasi/ekonomik konum ve saldırı unsurlarının yerleridir. Kriterler belirlenirken, herhangi bir bölgenin saldırıya maruz kalma nedenleri ve savunma ihtiyacı yaratacak etmenler dikkate alınmıştır.

Kriterler detaylı olarak açıklanacak olursa, bir bölgede nüfus ne kadar fazla ise saldırı anında can kaybı yaşanma riski de o ölçüde yüksek olacaktır. Sayısal verilerle bulgular desteklenecek olmakla birlikte örneğin Şekil 4.1’de gösterilen 1 numaralı bölgede Türkiye’de en çok nüfus barındıran 2 şehir yer almaktadır. Bölgelerde yer alan toplam nüfusa bakmak en sağlıklı veriyi sağlayacak olsa da ilk izlenimde radarlar ile kapsama ihtiyacının en çok 1 numaralı bölgede olması beklenmektedir.

Bölgenin komşuluğunda yer alan ülkeler dikkat çeken bir diğer unsurdur. Daha önce Türkiye'ye çeşitli şekillerde saldırı girişiminde bulunan, yahut silahlanma yarışında aktif role sahip olan ülkelerin olası bir harp koşulunda ülkemize saldırma olasılığının yüksek olacağı varsayılmıştır. Örneğin doğu sınırimız günümüzdeki olaylar da düşünüldüğünde daha aktif bir saldırı bölgesi konumunda olduğundan 6 numaralı bölgenin de bu kriter açısından kritik olabileceği öngörülmektedir.

Siyasi/ekonomik konum savaşlar esnasında akla gelen unsurlardan bir diğeridir. Bir ülkenin kritik şehirlerine yapılacak olan saldırılar, o ülkenin savaş dışı kalmasına neden olacaktır. Bu durum özelinde yine Ankara (başkent) ve İstanbul'un (metropol) bulunduğu 1 numaralı bölgenin önde gelen bölgelerden olması beklenir.

Son olarak saldırı unsurlarını devre dışı bırakmak da savaş esnasında karşı tarafı saf dışı bırakmanın bir diğer yoludur. Bu şekilde düşünüldüğünde Türkiye'de yer alan askeri üslerin (örneğin F-16 vb. savaş uçaklarının havalanabileceği pistlerin yer aldığı hava bakım fabrikaları) yoğunluğunu barındıran bölgenin, en çok dikkat edilmesi gereken yer olması beklenir.

AHP yöntemi gereğince öncelikle bir karşılaştırma matrisine ihtiyaç bulunmaktadır. Bu karşılaştırma matrisi (pairwise matris) oluşturulurken, bir karar vericiden yukarıda bahsedilen 4 kriterin birbirleri ile karşılaştırılması ve birbirlerine göre önemlerinin belirlenmesi istenir.

Eş önemli olduğu düşünülen kriterler arasındaki ilişki 1 değeri ile temsil edilirken bir kriterin önem düzeyinin bir diğerinden daha yüksek olduğu düşünülen durumlar için önem arttıkça ilişki değerine de önem düzeyi ile orantılı olarak 3, 5, 7, 9 değerleri de verilebilecektir.

Kare bir matris olan karşılaştırma matrisinin köşegen değerleri, kriterin kendisi ile mukayese edilmesi yoluyla elde edilen veriyi barındırması nedeniyle hep 1 olmak durumundadır.

Satırda da sütunda da aynı kriterler bulunacak olmakla beraber kıyaslama esnasında satırda seçilen kriterin, sütunda seçilen kritere ne kadar baskın olduğu, diğer bir deyişle

satırda yer alan kriterin sütunda yer alandan ne kadar daha önemli olduğu (önem düzeyi artacak şekilde) 1, 3, 5, 7 ya da 9 değeri ile temsil edilecektir. Çalışmada dikkate alınan kriterlerin değerlendirilmesi için daha önce askerlerle benzer kararlar için bir araya gelmiş, bu gibi sistemlere ilişkin çalışma yapan teknik ekiplere liderlik etmiş ve bu nedenle birden fazla kişinin bu süreçlerde ne gibi kararlar verileceğini öngörebilecek, kurumunda çalışan uzman bir karar verici belirlenmiştir. Bahse konu karar verici tarafından belirlenen tercihlerin detayları Çizelge 4.1’de incelenebilir. Söz konusu karar vericinin birden çok kişinin görüşlerine de vakıf olması nedeniyle tek bir karar vericiye danışılarak verilerin elde edilmesi yoluna gidilmiştir.

Çizelge 4.1. Kriterlerin Birbirleri ile İlişkisi

Kriterler	Nüfus	Komşu Ülkeler	Siyasi Konum	Üsler
Nüfus	1	7	3	3
Komşu Ülkeler	1/7	1	1/3	1/5
Siyasi/Ekonomik Konum	1/3	3	1	1/3
Üsler	1/3	5	3	1

Tabloya göre, nüfus ve komşu ülkeler kesişiminde yazan 3 değeri bize, karar vericiye göre nüfus kriterinin komşu ülkeler kriterine göre 3 kat daha önemli olduğunu; çapraz hücrede yazan 1/3 değeri de görmeyi beklediğimiz üzere komşu ülkeler kriterinin nüfus kriterine göre 1/3 kat daha önemli olduğunu, yani 3 kat daha az önem verilen bir kriter olduğunu ifade etmektedir. Yukarıda da açıklandığı üzere köşegende yazan değer de 1 olması gerekmektedir çünkü nüfus kriteri kendine eş baskındır.

Karşılaştırma matrisi belirlendikten sonra ise tabloya normalizasyon işlemi yapılmaktadır. Normalizasyon adımları Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3 ile paylaşılmıştır. Başlangıçta her bir sütunun toplam değeri elde edilir ve daha sonra Çizelge 4.1’de yer alan her bir hücredeki değer kendisinin ait olduğu sütunun toplamına bölünür.

Çizelge 4.2. Sütun Toplam Matrisi

Kriterler	Nüfus	Komşu Ülkeler	Siyasi Konum	Üsler
Nüfus	1	7	3	3
Komşu Ülkeler	1/7	1	1/3	1/5
Siyasi Konum	1/3	3	1	1/3
Üsler	1/3	5	3	1
Sütun Toplamı	1,810	16	7,333	4,533

Çizelge 4.3. Normalize Edilmiş Matris

Kriterler	Nüfus	Komşu Ülkeler	Siyasi Konum	Üsler
Nüfus	0,553	0,438	0,409	0,662
Komşu Ülkeler	0,079	0,063	0,045	0,044
Siyasi Konum	0,184	0,188	0,136	0,074
Üsler	0,184	0,313	0,409	0,221

Çizelge 4.3 ile verilen matris normalize matris olup bu matriste yer alan verilerin satır ortalaması belirlenerek öncelik vektörü olarak adlandırılan w vektörü elde edilmiş ve Çizelge 4.4. ile sunulmuştur.

Çizelge 4.4. Kriterler için Öncelik Vektörü Matrisi (w)

Kriterler	Nüfus	Komşu Ülkeler	Siyasi Konum	Üsler	Satır Ortalamaları (w)
Nüfus	0,553	0,438	0,409	0,662	0,515
Komşu Ülkeler	0,079	0,063	0,045	0,044	0,058
Siyasi Konum	0,184	0,188	0,136	0,074	0,145
Üsler	0,184	0,313	0,409	0,221	0,282

Verilen w vektöründe gördüğümüz değerler, karar vericiye göre kriterlerin önemlerini vermektedir. Bu vektörde görülen değerler karar vericiden karar vericiye değişkenlik gösterecek olmakla birlikte (her bir bireye göre, hangi kriterin bir diğerinden daha önemli olduğu farklılaşabilir) seçilen herhangi bir karar verici tarafından yapılan her değerlendirmenin kabul edilebilir olacağı kesin değildir. Öyle ki bunun için yöntemin aşamalarından bir diğeri olan tutarlılık analizi işlemi gerçekleştirilmektedir. Analiz

sonucunda ve karar vericinin tutarlı olduğunu söyleyebilmek için CR olarak tasvir edilen bir değer bulunmalı ve bulunan bu değer %10'dan küçük olması gerekmektedir.

Tutarlılık analizinde yapılan ilk işlem, karşılaştırma matrisi ile daha önce hesaplanan ve Çizelge 4.4'te yer alan w vektörünün çarpılmasıdır. Elde edilen yeni vektöre de D vektöre denilmektedir. Hesaplamalar Çizelge 4.5'te paylaşılmıştır.

Çizelge 4.5. D Vektörü Hesaplama Matrisi

Kriterler	Nüfus	Komşu Ülkeler	Siyasi Konum	Üsler	w	D
Nüfus	1	7	3	3	0,515	2,201
Komşu Ülkeler	1/7	1	1/3	1/5	0,058	0,236
Siyasi Konum	1/3	3	1	1/3	0,145	0,584
Üsler	1/3	5	3	1	0,282	1,178

Daha önceki paragrafta bahsi geçen CR değeri CI ve RI olarak adlandırılan iki farklı indeksin oranından elde edilmektedir. RI değeri, problemde ele alınan kriter sayısına göre belirlenen ve literatürde yer alan sabit bir değerdir. Çalışmada 4 kriter seçildiğinden RI değeri 0,9 olarak hesaplamalarda kullanılmıştır.

CI ise $(\lambda - n)/(n - 1)$ formülü ile hesaplanan bir ölçüttür. Formülde yer alan n değeri kriter sayısını temsil etmektedir. λ değeri ise E vektöründe (D/w ile elde edilir) yer alan verilerin ortalaması alınarak bulunur. Çizelge 4.6'da hesaplama detayları paylaşılmıştır.

Çizelge 4.6. E Vektörünün Belirlenmesi

D		W	E
2,201	/	0,515	4,271
0,236		0,058	4,089
0,584		0,145	4,018
1,178		0,282	4,184
Ortalama Değer (λ)			4,141

λ bulunduktan sonra geriye kalan tek işlem CI değerinin hesaplanmasıdır ki o da bu veriler ışığında $(4,141 - 4)/(4 - 1)$ 'den 0,047 olarak karşımıza çıkmaktadır. Tutarlılık

ölçütümüz (CR) ise bulunan CI değeri ve sabit RI değeri oranı ile 0,052 (0,047/0,9) olarak bulunmuştur. Özetle karar vericinin tutarlı bir birey olduğu anlaşılmış ve bu nedenle kriterler arasında belirlediği öncelik çalışmada referans alınabilmektedir.

Bulunan w vektörü çıktısı en önemli kriterin nüfus olduğunu ve bunu sırasıyla üslerin yerleşimi, siyasi/ekonomik konum ve komşu ülkeler kriterlerinin takip ettiğini göstermektedir.

Daha sonra yapılan, her bir bölgenin bu kriterler dâhilinde ne kadar etkilendiğinin bulunması olmuştur.

Çizelge 4.7. Bölgelerin Kriterler Bazındaki Verileri

Kriterler/Bölgeler	1	2	3	4	5	6
Nüfus	Kırklareli (361.737)	Kastamonu (376.377)	Artvin (169.501)	Konya (2.250.020)	Hatay (1.659.320)	Hakkâri (280.514)
	Edirne (407.763)	Sinop (216.460)	Ardahan (96.161)	Afyon (736.912)	Kilis (142.792)	Şırnak (537.762)
	Tekirdağ (1.081.065)	Samsun (1.356.079)	Kars (284.923)	Isparta (440.304)	Gaziantep (2.101.157)	Mardin (854.716)
	İstanbul (15.462.452)	Ordu (761.400)	İğdir (201.314)	Burdur (267.092)	Malatya (806.156)	Batman (620.278)
	Yalova (276.050)	Giresun (448.721)	Rize (344.359)	Antalya (2.548.308)	Adıyaman (632.459)	Siirt (331.070)
	Çanakkale (541.548)	Sivas (635.889)	Trabzon (811.901)	Denizli (1.040.915)	Osmaniye (548.556)	Bitlis (350.994)
	Balıkesir (1.240.285)	Yozgat (419.095)	Bayburt (81.910)	Uşak (369.433)	Adana (2.258.718)	Diyarbakır (1.783.431)
	Kütahya (576.688)	Kırıkkale (278.703)	Erzurum (758.279)	Aydın (1.119.084)	Niğde (362.071)	Muş (411.117)
	Bursa (3.101.833)	Kırşehir (243.042)	Ağrı (535.435)	İzmir (4.394.694)	Aksaray (423.011)	Van (1.149.342)
	Bilecik (218.717)	Çorum (530.126)	Tunceli (83.443)	Muğla (1.000.773)	Mersin (1.868.757)	Bingöl (281.768)
	Bolu (314.802)	Amasya (335.494)	Erzincan (234.431)	Manisa (1.450.616)	Kayseri (1.421.455)	Şanlıurfa (2.115.256)
	Sakarya (1.042.649)	Tokat (597.861)	Gümüşhane (141.70)		Nevşehir (304.962)	Elâzığ (587.960)
	Bartın (198.979)	Çankırı (192.428)			Kahramanmaraş (1.168.163)	
	Karabük (243.614)				Karaman (254.919)	
	Zonguldak (591.204)					
	Eskişehir (888.828)					

Kriterler/Böl geler	1	2	3	4	5	6
	Ankara (5.663.322) Düzce (395.679) Kocaeli (1.997.258)					
Toplam Nüfus	34.604.474	6.391.675	3.615.827	15.618.151	13.952.496	9.307.208
Üslerin Yerleşimi	1. Ana Jet Üs Komutanlığı 15. Füze Üs Komutanlığı 9. Ana Jet Üs Komutanlığı Balıkesir Merkez Havalimanı Bandırma Havalimanı Eskişehir Hava Üssü Etimesgut Havalimanı Mürted Hava Üssü Yalova Hava Üssü	5. Ana Jet Üs Komutanlığı Amasya Merzifon Havalimanı		3. Ana Jet Üs Komutanlığı Çiğli Hava Üssü Gaziemir Hava Üssü İmsık Havalimanı Konya Havalimanı	10. Tanker Üs Komutanlığı 12. Hava Ulaştırma Ana Üs Komutanlığı 7. Ana Jet Üs Komutanlığı Erkilet Havalimanı İncirlik Hava Üssü Kürecik Radar Üssü	14. İnsansız Uçak Sistemleri Üs Meydan Komutanlığı 8. Ana Jet Üs Komutanlığı Bamerni Havaalanı Pirinçlik Hava Üssü
Toplam Üs Sayısı	9	2	-	5	6	4
Siyasi/Ekono mik Konum	İstanbul (Boğazlar) Ankara (Başkent) Çanakkale (Boğazlar) Edirne (Sınır Kapısı) Kırklareli (Sınır Kapısı)		İğdır (Sınır Kapısı) Kars (Sınır Kapısı) Ardahan (Sınır Kapısı) Artvin (Sınır Kapısı) Ağrı (Sınır Kapısı)		Hatay (Sınır Kapısı) Kilis (Sınır Kapısı) G. Antep (Sınır Kapısı)	Şırnak (Sınır Kapısı) Van (Sınır Kapısı) Hakkâri (Sınır Kapısı) Mardin (Sınır Kapısı) Ş. Urfa (Sınır Kapısı)
Toplam İl Sayısı	5	-	5	-	3	5
Komşu Ülkeler	Bulgaristan Romanya Ukrayna Rusya Gürcistan Yunanistan	Bulgaristan Romanya Ukrayna Rusya Gürcistan	Bulgaristan Romanya Ukrayna Rusya Gürcistan Ermenistan İran	Yunanistan Irak Suriye Lübnan Filistin İsrail	Irak Suriye Lübnan Filistin İsrail	Ermenistan İran Irak Suriye Lübnan Filistin İsrail

Kriterler/Böl geler	1	2	3	4	5	6
Toplam Komşu Ülke Sayısı	6	5	7	6	5	7

Çizelge 4.7 ile verilen bilgiler için dikkate alınması gereken bir husus vardır. O da kriter bazında herhangi bir unsur barındırmayan bölgeler için (örneğin üs yerleşimi kriterinde 3.bölge) farklı bir değerlendirme şeklinin belirlenmesi ihtiyacıdır.

Bunun yanı sıra her bir kriterin kapsamı genişletilerek bölgelerin daha çok unsur barındırması da söz konusu olabilir (Örneğin siyasi/ekonomik konum kriteri için bu çalışmada boğazlar, sınır kapıları ve başkent dikkate alınmıştır. Bunlar dışında da kapsam düşünülerek içerik artırılabilir.) bu da yine karar verici inisiyatifindedir.

İlk olarak her bir bölgedeki toplam nüfus değeri alt ya da üst değere yuvarlanarak bölgelerin nüfusları sırasıyla 35 m, 6 m, 4 m, 16 m,14 m ve 9 m olarak belirlenmiştir. Ardından toplam nüfusun % kaçının hangi bölgelerde olduğuna karar verilmiştir. Bunlar da sırasıyla %41,7, %7,1, %4,8, %19, %16,7 ve %10,7 olarak karşımıza çıkmıştır. İlgili yüzdelik değerlendirmelere göre karar vericinin önceliklendirme ölçütü de göz önünde bulundurularak Çizelge 4.8. oluşturulmuştur.

Çizelge 4.8. Nüfus Kriterine Göre Bölgelerin Önem Düzeyleri

	1	2	3	4	5	6
1	1	6	9	2	2	4
2	1/6	1	1	1/2	1/2	1
3	1/9	1	1	1/4	1/3	1/2
4	1/2	2	4	1	1	2
5	1/2	2	3	1	1	2
6	1/4	1	2	1/2	1/2	1
Sütun Toplamı	2,528	13,000	20,000	5,250	5,333	10,500

Çizelge 4.9. Nüfus Kriterine Göre Bölgelerin Öncelikleri

	1	2	3	4	5	6	Satır Ortalaması(w)
1	0,396	0,462	0,450	0,381	0,375	0,381	0,407
2	0,066	0,077	0,050	0,095	0,094	0,095	0,080
3	0,044	0,077	0,050	0,048	0,063	0,048	0,055
4	0,198	0,154	0,200	0,190	0,188	0,190	0,187
5	0,198	0,154	0,150	0,190	0,188	0,190	0,178
6	0,099	0,077	0,100	0,095	0,094	0,095	0,093

Elde edilen değerlere göre tutarlılık analizi yapılmıştır. CR değeri 0,01 bulunduğundan bu kritere göre karar verici tarafından bölgeler için yapılan değerlendirmenin tutarlı bir şekilde gerçekleştirildiği söylenebilmiştir.

Tabloda yer alan veriler incelendiğinde bölgelerin nüfus oranlarıyla, AHP yöntemi ile bulunan ağırlıkların hayli benzerlik gösterdiği görülmektedir. Çünkü karar verici tarafından bölgelerin önem dereceleri belirlenirken de ilgili bölgenin barındırdığı toplam nüfus göz önünde bulundurulmuştur. Örneğin 1.bölge toplam nüfusun yaklaşık %42'sini 2.bölge ise toplam nüfusun %7'sini oluşturmaktadır. Buna göre karar verici tarafından 1. bölge, 2.bölgeden 6 kat daha önemli olarak belirlenmiştir ve önem düzeyleri bu yolla belirlendiğinden ağırlıklar da bu doğrultuda şekillenmiştir.

Ancak nüfus yüzdelerinin birebir AHP ağırlıkları olarak varsayıp ağırlık belirlenme aşamasının atlanması doğru bir seçim olmayacaktır. Bunun sebebi, her karar verici için değerlendirme unsurunun aynı olmayacak olmasıdır. Durumu örnekler alternatif bir ağırlık belirleme çalışması aşağıda verilmiştir. Yeni ağırlıklar çalışmanın kalanında kullanılmayacak olsa da yüzdelerin neden ağırlıklar olarak alınmaması gerektiğinin gösterilebilmesi amacıyla paylaşılmıştır.

Alternatif örnekte nüfus kriteri için karar verici tarafından dikkate alınan, nüfusun yoğunluğunu veren yüzdelerin karar vericiye göre hangi yüzdelik dilime denk geldiği olmuştur. Eğer bir bölge toplam nüfusun %10'undan daha az nüfus barındırıyor ise az önemli bölge, %10 ile %20 arasında nüfus barındırıyor ise orta derecede önemli bölge,

%20'nin üzerinde nüfus barındırıyor ise önemli bölge olarak sınıflandırılmış ve bu doğrultuda aşağıdaki tablolar oluşturulmuştur.

Çizelge 4.10. Nüfus Kriterine Göre Bölgelerin Önem Düzeyleri (Alternatif)

	1	2	3	4	5	6
1	1	5	5	3	3	3
2	1/5	1	1	1/3	1/3	1/3
3	1/5	1	1	1/3	1/3	1/3
4	1/3	3	3	1	1	1
5	1/3	3	3	1	1	1
6	1/3	3	3	1	1	1
Sütun Toplamı	2,400	16,000	16,000	6,667	6,667	6,667

Çizelge 4.11. Nüfus Kriterine Göre Bölgelerin Öncelikleri (Alternatif)

	1	2	3	4	5	6	Satır Ortalaması(w)
1	0,417	0,313	0,313	0,450	0,450	0,450	0,399
2	0,083	0,063	0,063	0,050	0,050	0,050	0,060
3	0,083	0,063	0,063	0,050	0,050	0,050	0,060
4	0,139	0,188	0,188	0,150	0,150	0,150	0,161
5	0,139	0,188	0,188	0,150	0,150	0,150	0,161
6	0,139	0,188	0,188	0,150	0,150	0,150	0,161

Elde edilen yeni ağırlıklar irdelendiğinde, karar vericinin seçim tercihinine göre ağırlıkların değişebileceği, bu nedenle nüfus yoğunluğunu veren yüzdelerin olduğu gibi ağırlıklar olarak kullanılmaması gerektiği görülmüştür.

Diğer 3 kriter için ise ilgili bölgelerin kriter bazında barındırdığı unsurların sayısı dikkate alınmıştır. (Çizelge 4.7’de bölgelerin, her bir kriter açısından barındırdığı toplam unsur sayısı görülebilir.) Nüfus kriteri detaylı olarak açıklandığından diğer kriterler için süreç uzunca açıklanmamış, yalnızca aşağıdaki tablolara hesaplamalar paylaşılmıştır.

Üslerin yerleşimi için verilen karşılaştırma tablosunda daha önce değinilen istisnai durum söz konusudur. 3. bölgede hiçbir unsur bulunmadığından, diğer bölgelerle kıyaslanırken öncelik değerine en önemsiz olarak addedilen 1 değeri verilmek zorunda kalınmıştır. Bunun yanı sıra bu kriter bazında en çok unsur barındıran bölgenin 1. bölge olması nedeniyle, en yüksek önem derecesinin ona verilmesi gerekmektedir. AHP yöntemi gereğince verilebilir önem değerlerinin 1 ile 9 arasında olduğu da düşünüldüğünde önem değerinin 1.bölge için 9 olarak belirlenmesi beklenmektedir. Barındırdığı unsur sayısının da 9 olduğu göz önüne alındığında bu oran dahilinde 3. bölgedeki unsur sayısının da 1 olacağı varsayılabilir ve hesaplamalar bu doğrultuda gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4.12. Üslerin Yerleşimi Kriterine Göre Bölgelerin Önem Düzeyleri

	1	2	3	4	5	6
1	1	5	9	2	2	2
2	1/5	1	2	1/3	1/3	1/2
3	1/9	1/2	1	1/5	1/6	1/4
4	1/2	3	5	1	1	1
5	1/2	3	6	1	1	1
6	1/2	2	4	1	1	1
Sütun Toplamı	2,811	14,500	27,000	5,533	5,500	5,750

Çizelge 4.13. Üslerin Yerleşimi Kriterine Göre Bölgelerin Öncelikleri

	1	2	3	4	5	6	Satır Ortalaması(w)
1	0,356	0,345	0,333	0,361	0,364	0,348	0,351
2	0,071	0,069	0,074	0,060	0,061	0,087	0,070
3	0,040	0,034	0,037	0,036	0,030	0,043	0,037
4	0,178	0,207	0,185	0,181	0,182	0,174	0,184
5	0,178	0,207	0,222	0,181	0,182	0,174	0,191
6	0,178	0,138	0,148	0,181	0,182	0,174	0,167

Elde edilen değerlere göre tutarlılık analizi yapılmıştır. CR değeri 0,004 bulunduğundan bu kritere göre karar verici tarafından bölgeler için yapılan değerlendirmenin tutarlı bir şekilde gerçekleştirildiği söylenebilmiştir.

Üslerin yerleşimi kriterinde görülen herhangi bir unsur barındırmayan bölgenin varlığı siyasi/ekonomik konum kriterinde de mevcuttur. Bu kriter için ise en çok unsur barındıran bölgelerin önem derecesi yine 9 olarak, hiç unsur barındırmayanlarınki ise 1 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.14. Siyasi/Ekonomik Konum Kriterine Göre Bölgelerin Önem Düzeyleri

Siyasi/Ekonomik Konum	1	2	3	4	5	6
1	1	9	1	9	2	1
2	1/9	1	1/9	1	1/6	1/9
3	1	9	1	9	2	1
4	1/9	1	1/9	1	1/6	1/9
5	1/2	6	1/2	6	1	1/2
6	1	9	1	9	2	1
Sütun Toplamı	3,722	35,000	3,722	35,000	7,333	3,722

Çizelge 4.15. Siyasi/Ekonomik Konum Kriterine Göre Bölgelerin Öncelikleri

	1	2	3	4	5	6	Satır Ortalaması(w)
1	0,269	0,257	0,269	0,257	0,273	0,269	0,265
2	0,030	0,029	0,030	0,029	0,023	0,030	0,028
3	0,269	0,257	0,269	0,257	0,273	0,269	0,265
4	0,030	0,029	0,030	0,029	0,023	0,030	0,028
5	0,134	0,171	0,134	0,171	0,136	0,134	0,147
6	0,269	0,257	0,269	0,257	0,273	0,269	0,265

Elde edilen değerlere göre tutarlılık analizi yapılmıştır. CR değeri 0,002 bulunduğundan bu kritere göre karar verici tarafından bölgeler için yapılan değerlendirmenin tutarlı bir şekilde gerçekleştirildiği söylenebilmiştir.

Çizelge 4.16. Komşu Ülkeler Kriterine Göre Bölgelerin Önem Düzeyleri

	1	2	3	4	5	6
1	1	2	1/2	1	2	1/2
2	1/2	1	1/3	1/2	1	1/3
3	2	3	1	2	3	1
4	1	2	1/2	1	2	1/2
5	1/2	1	1/3	1/2	1	1/3
6	2	3	1	2	3	1
Sütun Toplamı	7,000	12	3,667	7,000	12,000	3,667

Çizelge 4.17. Komşu Ülkeler Kriterine Göre Bölgelerin Öncelikleri

	1	2	3	4	5	6	Satır Ortalaması(w)
1	0,143	0,167	0,136	0,143	0,167	0,136	0,149
2	0,071	0,083	0,091	0,071	0,083	0,091	0,082
3	0,286	0,250	0,273	0,286	0,250	0,273	0,269
4	0,143	0,167	0,136	0,143	0,167	0,136	0,149
5	0,071	0,083	0,091	0,071	0,083	0,091	0,082
6	0,286	0,250	0,273	0,286	0,250	0,273	0,269

Elde edilen değerlere göre tutarlılık analizi yapılmıştır. CR değeri 0,003 bulunduğundan bu kriter gereği karar verici tarafından bölgeler için yapılan değerlendirmenin tutarlı bir şekilde gerçekleştirildiği söylenebilmiştir.

Her bir bölgenin kriterler bazında göreceli önemleri hesaplandıktan sonra yapılması gereken tek bir adım kalmaktadır ki bu da aşağıda verilmiştir.

$$1'inci\ bölgenin\ ortalama\ önceliği = 0,515 * 0,407 + 0,058 * 0,351 + 0,145 * 0,265 + 0,282 * 0,149 = 0,310$$

$$2'nci\ bölgenin\ ortalama\ önceliği = 0,515 * 0,08 + 0,058 * 0,07 + 0,145 * 0,028 + 0,282 * 0,082 = 0,072$$

$$3'üncü\ bölgenin\ ortalama\ önceliği = 0,515 * 0,055 + 0,058 * 0,037 + 0,145 * 0,265 + 0,282 * 0,269 = 0,145$$

$$4'üncü\ bölgenin\ ortalama\ önceliği = 0,515 * 0,187 + 0,058 * 0,184 + 0,145 * 0,028 + 0,282 * 0,149 = 0,153$$

$$5'inci\ bölgenin\ ortalama\ önceliği = 0,515 * 0,178 + 0,058 * 0,191 + 0,145 * 0,147 + 0,282 * 0,082 = 0,147$$

$$6'ncı\ bölgenin\ ortalama\ önceliği = 0,515 * 0,093 + 0,058 * 0,167 + 0,145 * 0,265 + 0,282 * 0,269 = 0,172$$

Bu sonuçlar bize söylemektedir ki elimizde kısıtlı sayıda radar olması halinde bu radarların %31'i 1. bölgeye olacak şekilde, kalanları da sırasıyla %7, %14, %15, %15 ve %17 olarak bölgelere dağıtılmalıdır. Karar verici tarafından belirlenen toplam radar sayısı ilgili oranlara göre bölgelere dağıtıldıktan sonra yapılması gereken, bölgelere tahsis edilen radar adetlerini ilgili bölgelerdeki noktalara, füze etkinliklerini ve maliyeti gözeterek konuşlandırmaktır. Bahse konu kısım 4.4 başlığı altında paylaşılmış olup bu bölümden hemen sonra geliştirilen radar yerleşim çalışması anlatılacaktır.

4.3. Radar Yerleşim Algoritması

Radarın yerleşimine ilişkin geliştirilen kod EK-1 ile, algoritma akış şeması ise Şekil 4.2 ile verilmiştir.

Algoritma akış şemasındaki olağan akışlar siyah, cevabı evet olan akışlar yeşil ve cevabı hayır olan akışlar kırmızı ile temsil edilmiştir. Akış şemasında elipsler başlangıç ve bitişi, dikdörtgenler komutu, paralelkenarlar bir verinin denetlenmesini gerektiren komutu, eşkenar dörtgenler ise karar adımlarını temsil etmektedir.

Türkiye haritası 1000 nokta ile temsil edilmiştir. Algoritma gereği bu 1000 noktanın her birine sırasıyla radarlar yerleştirilmiştir ve daha sonra hangi noktalara radar yerleştirildiğinde, geriye kalan noktalardan hangilerinin yerleştirilen radarların kapsamında kalacağı belirlenmiştir.

Değerlendirilen nokta sayısı, algoritmayı açıklamada referans değer teşkil etmesi amacıyla 1000 olarak kullanılmış olmakla birlikte her bir bölge için ayrı bir koşum gerçekleştirildiği unutulmamalıdır. Örneğin anlatılan adımlar 1. bölge olan mavi bölge için düşünülecek olursa algoritma 180 nokta için işletilmiş demektir.

Şekil 4.2 ile verilen akış maddeler halinde aşağıda da paylaşılmıştır.

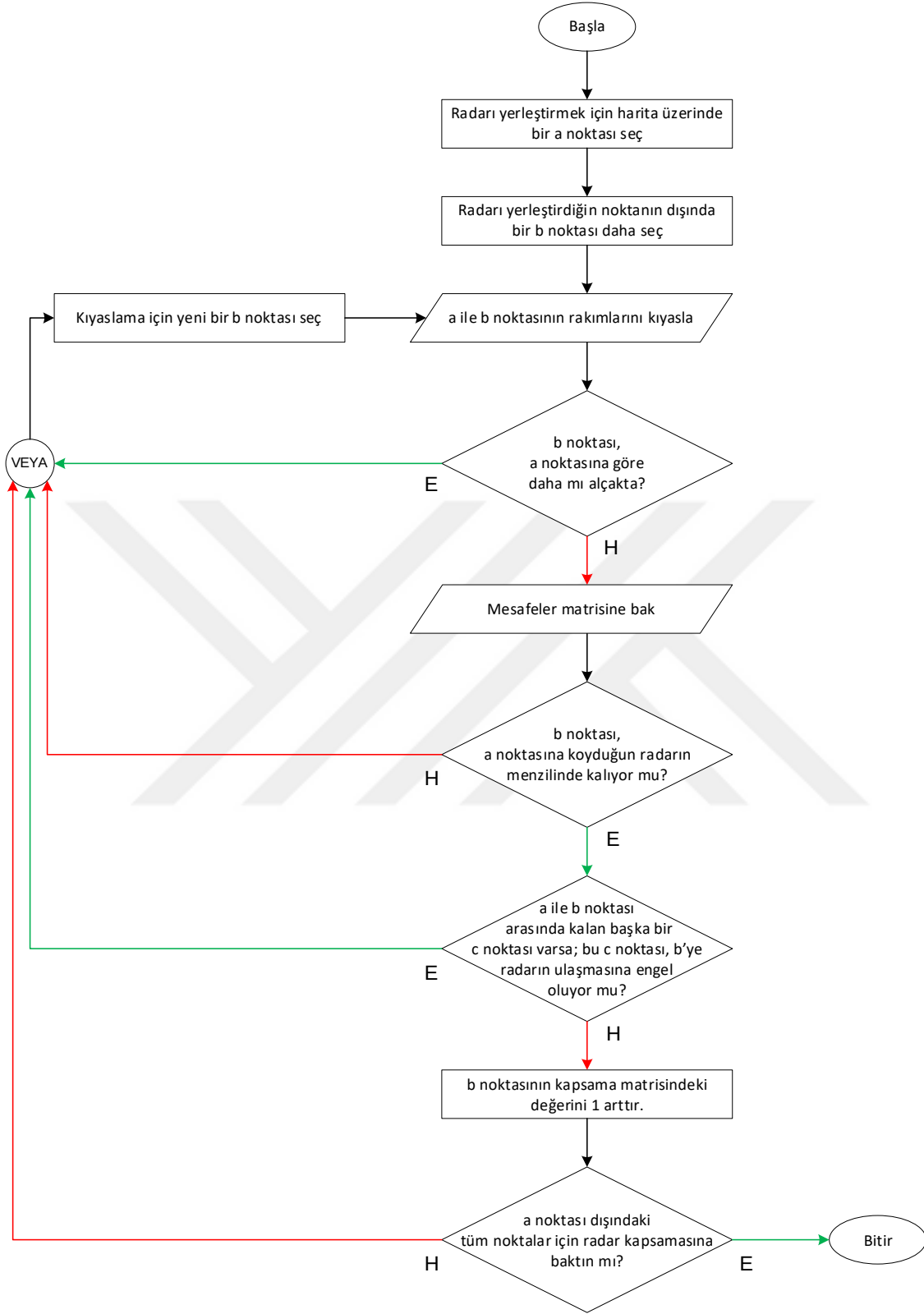
1. Elimizdeki 1000 nokta içerisinde radarı yerleştirmek üzere bir a noktası seçilir.
2. Radarın kapsamı içerisinde olup olmadığını denetlediğimiz, radarı yerleştirdiğimiz nokta dışında kalan 999 noktadan bir b noktası seçilir.
3. Radarın bulunduğu a noktası ile b noktası, yükseklik/rakım mertebelerinden kıyaslanır. Eğer b noktası, a noktasından daha aşağıda bir yerde kalıyor ise radarın çalışma prensibi gereğince radarın b noktasına erişme şansı olamayacağından, b noktası a noktasına yerleştirilen bir radarın savunması altında değildir. Bu nedenle yeni belirlenecek b noktaları ile mevcut kıyaslamaya devam edilir.
4. Eğer b noktasının yüksekliği a noktasından daha fazla ise a noktasına yerleştirilen radarın b noktasını kapsama şansı bulunmaktadır.
5. b noktasının, radar menziline ulaşabileceği yerde olup olmadığı denetlenir.
6. Şayet menzil isteri de karşılanıyor ise yalnızca tek bir koşulda a noktasına konulan radar b noktasına erişemeyecektir. O da a ile b noktası arasında yer alan ve rakımı b noktasından daha yüksek olan c noktasıdır/noktalardır.
7. Olası herhangi bir engel noktası (c) da yok ise a noktasına yerleştirilen bir radar b noktasını kapsayacaktır. Bu sayede daha sonra kapsama matrisi olarak adlandırılacak olan matriste a ve b noktalarının kesişimine 1 yazılabilir. Özetle, b noktasının korunmasını istiyorsak radar yerleştirilmesi gereken noktalardan birisi yukarıda değinilen şartları sağlayan a noktasıdır denir.

Radarın optimal yerleşimini belirleyebilmek için bugüne kadar geliştirilmiş olan herhangi bir algoritma kullanılmamış olup bunun yerine tez özelinde hazırlanmış olan kod kullanılmıştır.

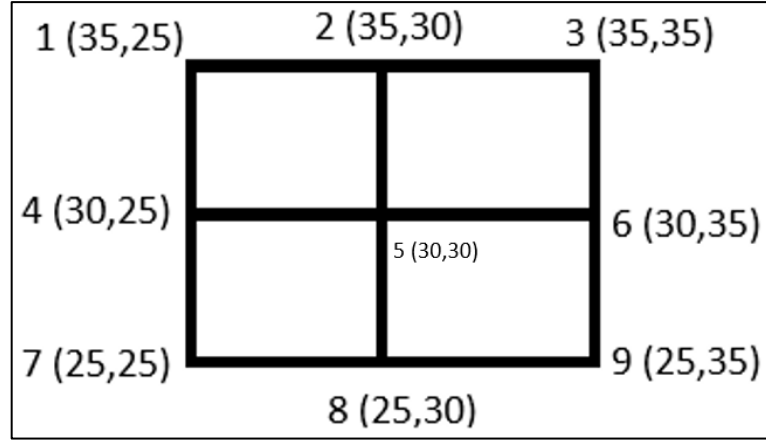
EK-1’de paylaşılan kod, herhangi bir kullanıcı tarafından çalıştırıldığında da çalışma esnasında çalıştırılan ile aynı sonucu verecek şekilde herhangi bir değişiklik yapılmaksızın paylaşılmıştır. Paylaşılan bu kod geliştirilen algoritmanın kolay

anlaşılabilirliğinin sağlanması amacıyla ilk aşamada küçük bir veri setiyle çalıştırılmıştır. Kodda yer alan her bir mantık detaylarıyla anlatılmış olup ayrıca görsellerle de anlaşılabilirlik desteklenmiştir.

Daha nceki bölümlerde de Türkiye haritasının/Türkiye’deki bölgelerin toplam 1000 nokta ile temsil edileceği anlatılmıştır. EK-2 ile verilen nihai kod her bölge için barındırdığı gerçek nokta sayısı ile çalıştırılacak olmakla birlikte, geliştirilen kodun çalışma prensibinin anlatılabilmesi için nihai kodda yer alan radar algoritması EK-1 ile verilmiş ve bu kod temsili 9 noktayla beslenmiştir. İlgili 9 noktaya ait paralel ve meridyen bilgileri şekil 4.3 ile verilmiştir. Parantez içerisinde yer alan veriler sırasıyla ilgili noktanın paralel ve meridyen değerlerini göstermektedir. Ekvator’a ve Greenwich’e göre Türkiye’nin konumu gözetildiğinde ülkemiz kuzey doğuda yer aldığından, noktalara belirlenen temsili paralel ve meridyen bilgilerinde de bu durum dikkate alınmıştır. Yukarıdan aşağı paralel değer azalmakta ve soldan sağa meridyen değer artmaktadır.



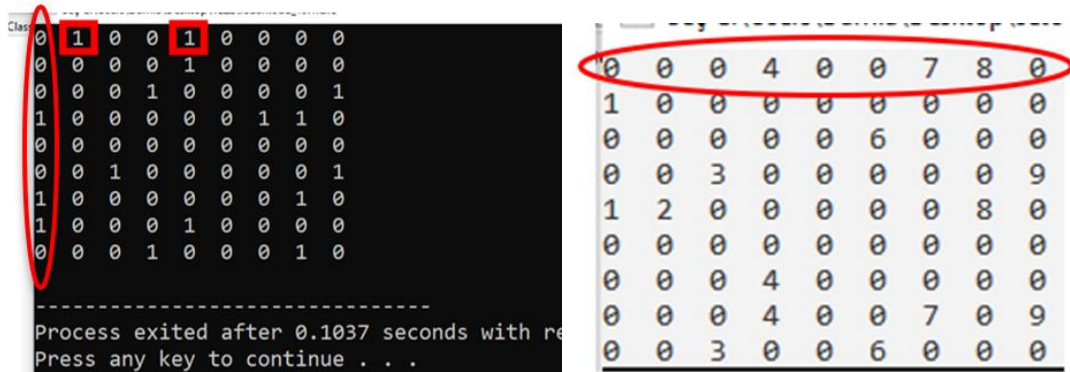
Şekil 4.2. Radar Algoritması Akış Şeması



Şekil 4.3. Temsili Harita Kesiti ve Enlem Boylam Bilgileri

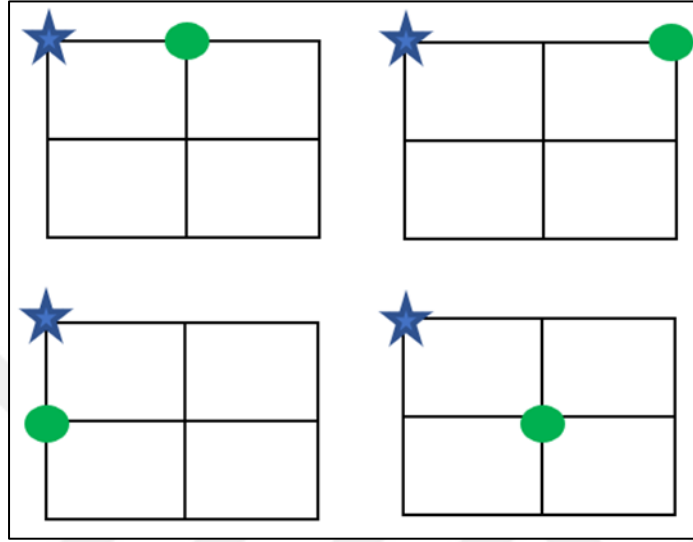
Kodda yer alan temel mantık “Radar/radarlar nereye konuşlandırılmalıdır ki en çok sayıda nokta kapsamına sahip olunsun ”dur. Görseldeki her bir noktaya tek tek radarların yerleştirildiği varsayılmış ve hangi noktaya radar yerleştirildiğinde hangi noktalar kapsamaktadır olgusu gözlemlenmiştir. Temsili veri seti ile elde edilen kod çıktısı Şekil 4.4 ile verilmiştir. Veri seti kodun içerisine, global değişken tanımlama esnasında gömülmüştür.

Çıktıda 9*9’luk bir matris görülmektedir. Buradaki her bir satır ve sütun Şekil 4.3 ile verilen noktaları temsil etmekte olup satırdaki noktalar radarların yerleştirildiği (a) noktaları, sütundaki noktalar ise radar satırdaki noktaya yerleştirildiği takdirde kapsanabilecek olası noktaları göstermektedir. Örnek olarak Şekil 4.4’te 2 kırmızı hücre belirlenmiştir. Kullanılan veri seti çerçevesinde Şekil 4.4’e göre 1. noktaya radar yerleştirilmesi halinde 2. ve 5. noktalar radar kapsamına kalacağından korunaklı bölge olarak kabul edilebilir.



Şekil 4.4 Radar Kodu Ara Çıktısı (Küme Kapsama Uygulanmamış)

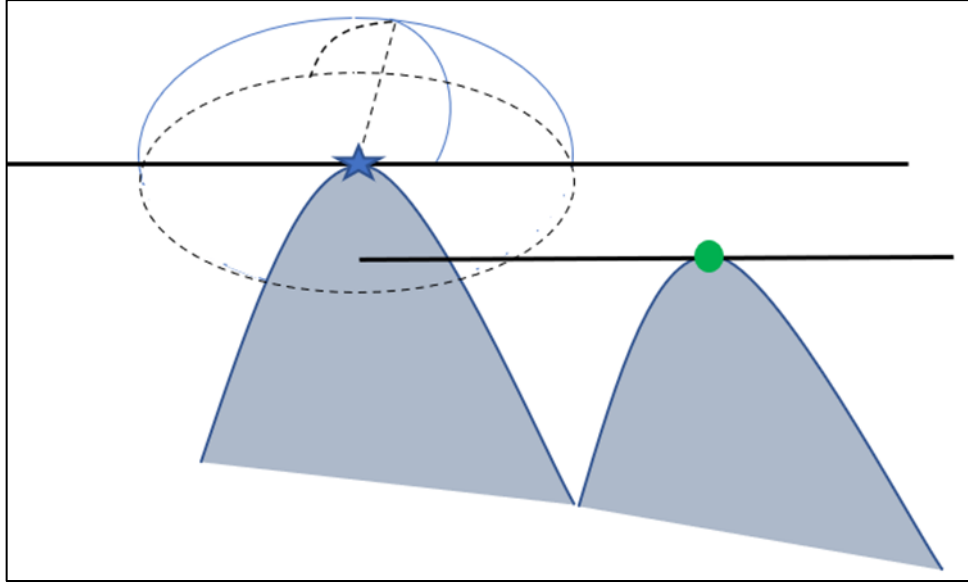
7 adımda anlatılan akış aşağıdaki görsellerle de desteklenmiştir. Şekil 4.5'te radarın bulunduğu nokta (a) yıldız ile korunması hedeflenen noktalar (b) ise sırası ile yeşil noktalarla temsil edilmiştir. Görsel, radar 1. noktada iken birinci noktadan farklı her noktanın temsili hedef noktası olabileceğini ve her birinin sırayla denetleneceğini anlatmaktadır.



Şekil 4.5. Temsili Radar ve Hedef Noktaları

Bu denetim, radar birinci noktada iken kalan noktalardan hangileri kapsanabilir bilgisini bize sağlayacaktır. Özetle radar noktası sabit bir nokta iken hedef nokta değişkendir.

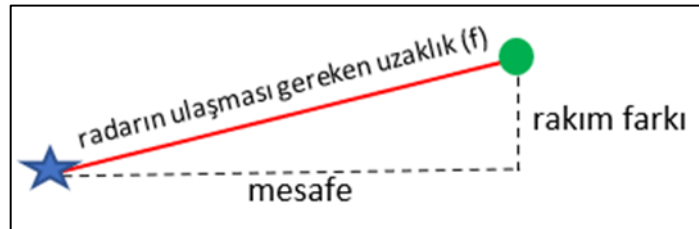
Diğer bir denetim hedef noktanın rakım/yükselti değerinin, radarın bulunduğu noktanın rakım değerinden ya yüksek ya da eş yükseklikte olmasıdır. Bu gereksinim radarın çalışma prensibinden gelmektedir. Şekil 4.6 ile de bu durum açıklanmaya çalışılmıştır. Yıldız radar noktasını, nokta ise hedef noktayı sembolize ederken kalın siyah çizgiler, noktaların bulunduğu düzlemi temsil etmektedir. Görüldüğü üzere bu vb. örneklerde hedef nokta radar kapsamı dışında kalacaktır.



Şekil 4.6. Temsili Radar Kapsama Alanı

Şekil 4.7 ile diğer bir gereksinim olan radar menzili içinde kalma koşulu tasvir edilmiştir. Radarın sahip olduğu bir menzil değeri bulunmaktadır. Bu değer radarın hiçbir engel olmaksızın sahip olduğu kapasitesini temsil etmekte olup bu örnek için menzil 9 olarak belirlenmiştir.

Radarın hedef noktaya erişimi için iki durum söz konusudur; bunlardan birisi radar ve hedef noktanın aynı yükseltide olması halidir ki bu durumda radar menziline 2 nokta (a ve b) arası mesafeden fazla olması yeterlidir. Diğer durumda ise, yani a ile b arasında yükselti farkı olması halinde 2 nokta arası rakım farkı bakılıp mesafe de gözetilerek 2 nokta arası öklid uzaklığı hesaplanacaktır.

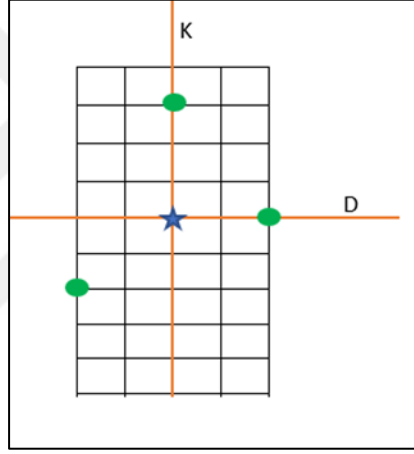


Şekil 4.7. Radar Menziline Hedef Noktaya Erişim Hesabı

Temsili değil de gerçek problem göz önünde bulundurulduğunda Google Earth ile Türkiye haritasında belirlenen 1000 noktanın rakım değerleri, ilgili noktaların en yüksek değerini bizlere veriyor olup bahse konu noktaların yeryüzü şeklinin ihmal edildiği

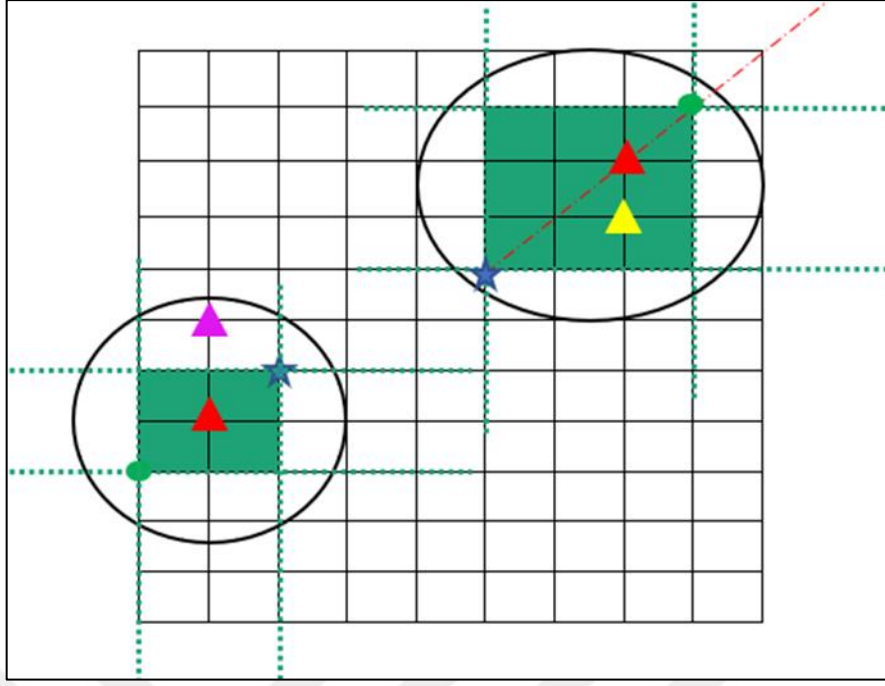
varsayılmıştır. Örneğin radar yayınının hedef noktaya ulaşması esnasında, hedefin tepe noktası öncesinde hedef noktanın coğrafi şeklinde olası bir radara engel yüzey varlığı söz konusu ise (Şekil 4.6’da da yapılan dağ benzetmesiyle bu durum bağdaştırılabilir) bu göz ardı edilmiştir ve radar hedef olarak gösterilen noktanın en yüksek noktasına erişilebiliyor ise o noktanın ve çevresinin de kapsandığı varsayılmıştır.

Şekil 4.8’de yıldız yine radarı temsil ediyor olmakla birlikte radarın, Türkiye haritasında herhangi bir yere konumlandırıldığını varsayalım. Dik çizgileri meridyen, yatay çizgileri ise paralel olarak belirlediğimiz durum için her bir meridyen ve paralelin kesişimi bir noktanın varlığını temsil etmiş olsun. Türkiye’nin konumu gözetilerek Şekil 4.8’de ayrıca yönler de belirtilmiştir.



Şekil 4.8. Paralel ve Meridyen için Temsili Gösterim

Bu durumda radar kapsamasında olup olmadığını irdelediğimiz hedef noktalar (görselde de yine yeşiller ile belirtilen örnek noktalar mevcuttur) radar ile aynı meridyen üzerinde, aynı paralel üzerinde, radarın kuzey doğusunda, kuzey batısında, güney doğusunda ya da güney batısında olabilecektir. Bahsedilen altı durumun her biri için de farklı değerlendirmeler yapılmış ve radarın hedefe ulaşmasına engel teşkil eden bir durumun söz konusu olup olmadığı ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu durumu anlatan alternatif senaryolar Şekil 4.9 ile de betimlenmeye çalışılmıştır.



Şekil 4.9. Radar, Hedef ve Engel Alternatif Konumları

Bunlardan ilkinde c noktasının, a ve b noktalarının paralel ve meridyenleri arasında kalıp kalmadığı sorgulanmaktadır. Şekil 4.9 sol alt köşede verilen mor üçgenin kod gereği c noktasını temsil ettiği varsayıldığında, üçgen yeşil alanda kalmadığından, yani a ve b noktalarının paralel ve meridyenleri arasında kalmadığından bu nokta olası bir engel değildir.

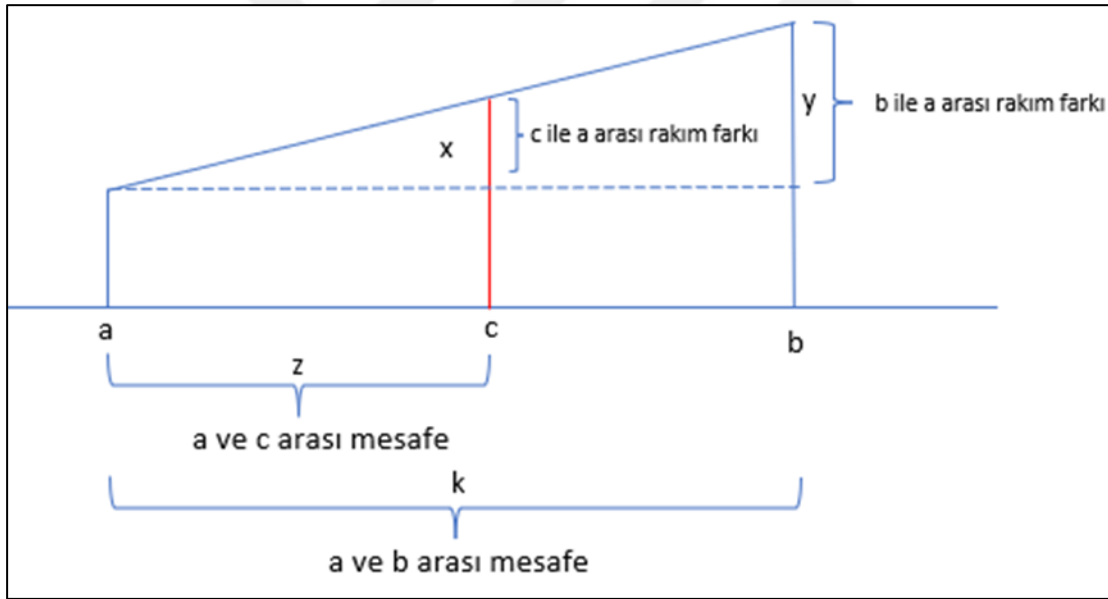
Her iki durumda da (siyah halkalar 2 farklı durumu temsil etmektedir) kırmızı üçgen ile temsil edilen engel noktası (c), a ile b arasında bulunmaktadır ve iki durum da aynı şekilde değerlendirilebilmektedir; çünkü hedefin kuzey doğuda olduğu durumda da güney batıda olduğu durumda da main fonksiyondan aynı void fonksiyon çağırılmaktadır.

Nokta a ve b arasında olunan durum için bir sonraki değerlendirme radarın, hedefin ve engelin aynı doğrultuda olup olmadığıdır.

Şekil 4.9 sağ üst köşedeki gibi bir durum söz konusuysa, yani eğer a, b ve c aynı doğrultudalarsa c'nin bir engel olabilme ihtimali vardır çünkü c'nin bir engel olabilmesi için iki nokta arası mesafe (a ile c arası ve c ile b arası) birbirinin katı olmalıdır. Bu radarın bir doğru boyunca yayın yapmasından ileri gelir ve söz konusu engel nokta o

doğrultu dışında kalıyor ise (örneğin sarı üçgen) radar hedefe ulaşabilecektir, c olası bir engel olamayacaktır.

Eğer a ve b arasında c noktaları bulunduyorsa, a ve b arasındaki tüm olası c noktaları arasından en yüksek rakımlı nokta kaydedilecektir. Daha sonra bu c noktasının rakımının, a ve b noktasınınkinden daha düşükü olup olmadığına bakılmalıdır. Eğer her ikisinden de daha alçak rakımlı ise, a ile b arasında olsa bile radarın b'ye ulaşmasına engel olamayacaktır. Ancak c'nin rakımı a'dan ya da b'den yüksek ise bu c, bir engel nokta olabilecektir. Bunun bulunabilmesi için c yüksekliğinin, radarın b'ye ulaşmasına engel olup olmadığını da denetlemek gerekecektir. Bu denetim üçgen benzerliğinden faydalanılarak yapılmıştır ve Şekil 4.10 ile görselleştirilmeye çalışılmıştır. Eğer $z/k \Rightarrow x/y$ değilse, yani bu eşitlik x'in yüksek bir değerde olmasından ya da başka bir nedenden kaynaklı sağlanamıyor ise radar hedefe ulaşamayacaktır.



Şekil 4.10. Üçgen Benzerliği Algoritması

Radarın kapsamasına ilişkin matrisin yukarıdaki detaylar doğrultusunda bulunmasının ardından, yerleşimdeki optimizasyonun sağlayabilmesi gayesiyle küme kapsama (set covering) algoritmasından yararlanılmıştır. Bu algoritma ile amaçlanan her bir noktanın muhakkak kapsanmasını ve bu sayede güvenliğini sağlamaktır. Tabii bu kapsama yapılırken mümkün olan en az sayıda radar ile bunu sağlamak önem arz etmektedir, çünkü artan her bir radar sayısı, artan maliyet anlamına gelmektedir. Koda eklenen bu kısım ile

de minimum radarla her noktayı en az bir kez kapsamak için hangi noktalara radar koyulması gerektiği görülebilmektedir.

Öncelikle aşağıdaki gibi bir model oluşturulmuştur. Bu örnek karar modeli Şekil 4.4 ile verilen kod çıktısı referansı ile hazırlanmıştır (Kod çıktısındaki sütunlarda yer alan “1” değerine tekabül eden satır değerleri ile oluşturulmuştur.).

x_i : i. noktaya radar yerleştirilirse 1, diğer duurmada 0 $i \in \{1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$

$$x_4 + x_7 + x_8 \Rightarrow 1$$

$$x_1 \Rightarrow 1$$

$$x_6 \Rightarrow 1$$

$$x_3 + x_9 \Rightarrow$$

$$x_1 + x_2 + x_8 \Rightarrow 1$$

$$x_4 \Rightarrow 1$$

$$x_4 + x_7 + x_9 \Rightarrow 1$$

$$x_3 + x_6 \Rightarrow 1$$

Modele göre 1. noktanın herhangi bir radar tarafından kapsanabilmesi için ilk kısıtın sağlanması gerekir. 1. kısıtla anlatılmak istenilen ise 1. noktanın korunabilmesi için 4. 7. ya da 8. noktadan en az birine radar koyulması gerektiğidir.

Bu şekilde 9 noktanın her biri için birinci kısıt gibi bir kısıt yazılmıştır. Akabinde bu karar modeli C koduna girdi olarak eklenerek karar değişkenlerinden hangilerinin 0/1 değerlerini alması gerektiği kod vasıtasıyla belirlenmiştir. Kodda işletilen algoritmanın anlaşılabilirliği için algoritma, yazılan karar modeli üzerinden açıklanacaktır.

Normal şartlarda maliyet en küçüklenmesi de küme kapsaması algoritması kapsamında ele alınabilir ancak bu çalışmada radarların konuşlandırıldıkları yer bazında yerleştirilme bedellerinin eş maliyet oluşturdukları düşünülmüştür. Ayrıca küme kapsama algoritmasının işletilme sırası tercihe göre değişiklik gösterebilmektedir. Bu çalışma kapsamında öncelikle satır silme sonrasında ise sütun silme işlemi uygulanmıştır.

Tek başına radar kodunun çıktısı Şekil 4.4 incelenerek hatırlanabilir. Bu çıktıda satırda radar kurulan yerlerin, sütunda ise bu yerlere radar kurulması halinde hizmet alacak

yerlerin bilgisi verilmiştir. Bu matristeki bilgi, girdi veri seti olarak düşünülerek küme kapsama metodu ile ideal radar yerleşimi belirlenmeye çalışılmıştır ve bu metodun uygulanması sonrası en az kaç adet radarla en çok noktaya kapsama sağlanabilir görülebilmektedir.

Satır silme adımında dikkate alınan, kesin olarak sağlandığından emin olunan kısıtlardır. Bizim örneğimiz için 7. kısıt incelenecek olursa bu kısıtın sağlanmasının tek koşulu vardır, o da x_4 değişkeninin 1 değerini almasıdır. x_4 'ün 1 olması gerektiğine kanaat getirildikten sonra x_4 değişkenini barındıran her kısıtın da kesin olarak sağlandığı, yani ilgili yerlerin korunabilirliğinin garanti altına alındığı görülmüş olur. Bu nedenle 1 ve 8 numaralı kısıtlar silinebilir. Sonuç olarak eğer bir kısıt, bir diğerinin alt kümesi ise büyük olan kümeyi temsil eden kısıt silinebilecektir. Bu işlem kodda da ilgili satırın sıfırlanması yoluyla sağlanmıştır.

Küme kapsama probleminin ikinci kısmında sütun silme adımları izlenmiştir. Ancak elimizdeki örnek için satır silme işlemlerinden sonra arda kalan satırlara sütun silme işlemi yapılmayacağından yazılan kodun işlevselliğinin gösterilebilmesi için örnek bir karar modeli üzerinde kod çalıştırılmıştır. Örnek model aşağıdaki gibidir:

x_i : i. noktaya radar yerleştirilirse 1, diğer durumda 0 $i \in \{1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$

$$\begin{aligned}
 x_1 + x_2 & \Rightarrow 1 \\
 x_1 + x_2 + x_5 + x_6 + x_7 & \Rightarrow 1 \\
 x_3 + x_5 + x_6 & \Rightarrow 1 \\
 x_4 + x_7 & \Rightarrow 1 \\
 x_2 + x_3 + x_5 + x_6 & \Rightarrow 1 \\
 x_2 + x_3 + x_5 + x_6 & \Rightarrow 1 \\
 x_2 + x_4 + x_7 & \Rightarrow 1
 \end{aligned}$$

Sütun silme adımlarının daha net anlatılabilmesi amaçlanarak, yukarıda verilen karar modelinde aynı alt indisli karar değişkenlerinin aynı sütuna denk getirilebilmesi gayesiyle aşağıdaki tablo paylaşılmıştır.

1	2	0	0	0	0	0
1	2	0	0	5	6	7
0	0	3	0	5	6	0
0	0	0	4	0	0	7
0	2	3	0	5	6	0
0	2	3	0	5	6	0
0	2	0	4	0	0	7

Şekil 4.11. Sütun Silme Algoritması

Sütun silmenin yapılabilmesi için bir sütunun bir değerini kapsıyor olması gerekmektedir. Örneğin 2. noktaya radar yerleştirilmesi halinde hem 1. noktaya yerleştirilen radarın ulaştığı her yere ulaşılacak hem de 1'e radar konuşlandırılmasına kıyasla daha fazla noktaya erişilebilecektir. Bu nedenle bir seçim şansı olacaksa bu 2. noktaya radar yerleştirme yönünde olmalıdır ve 2. noktaya radar yerleştirilmesi durumunda gereksiz radar yerleşimini engellemek amacıyla da 1. noktanın hizmet verme durumu sıfırlanmalıdır. Şekil 4.11 ile görsel olarak da ayrıca ilgili durum anlatılmaya çalışılmıştır ve bu mantık referans alınarak koda sütun silme algoritması eklenmiştir.

Küme kapsama algoritmasına ilişkin adımları da içerecek şekilde hazırlanan, ara girdisi (yalnızca radar algoritması çalıştırılınca elde edilen çıktı) Şekil 4.4'teki gibi olan ve optimal radar yerleşimini veren kodun (EK-1) çıktısı Şekil 4.12'deki gibi olmuştur. Buna göre ideal kapsama için 1, 3, 4 ve 6 numaralı noktalara radar kurulması gereklidir denilebilmiştir.

0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	6	0	0	0
0	0	3	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	4	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

Şekil 4.12. Radar Kodu Nihai Çıktısı (Küme Kapsama Uygulanmış)

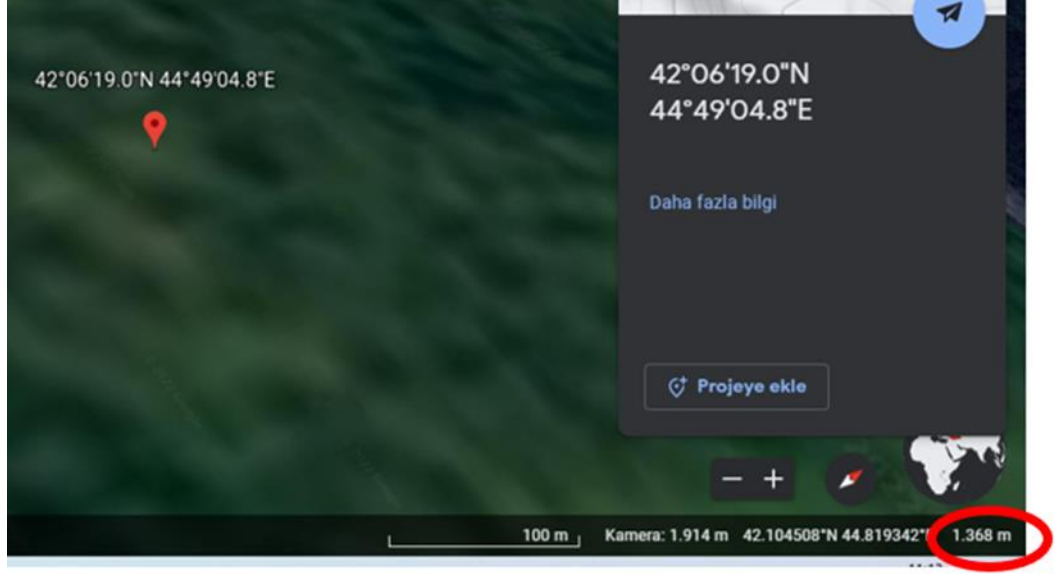
Bu zamana kadar aktarılan kısımda, daha önce de bahsedildiği gibi algoritma işleyişini anlatabilmek için elle girdi sağlanan veriler ışığında çözümler elde edilmiştir. Kodun doğru çalışırılığının denetimi yapıldıktan sonra ise gerçek verilerle kod yeniden işletilmiştir.

4.4. Radar Yerleşimi, Ortalama pkill ve Toplam Maliyet Hesaplaması

Bölüm 4.3'te çalışma prensibi anlatılan radar yerleşim algoritmasının denetimi, çok küçük bir veri seti aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Bu bölümde ise radar yerleşim algoritmasının üzerine pkill ve maliyete ilişkin fonksiyonlar da eklenerek kod güncellenmiş ve gerçek problem için geçerli olan, gerçek veri seti ile çözüm yapılarak nihai sonuçlar elde edilmiştir.

Türkiye'nin 1000 nokta ile temsil edileceği ve bu 1000 noktanın oluşturulmasındaki referans noktalara ilişkin bilgi daha önce Bölüm 4.1.'de paylaşılmıştır. Detay seviyede açıklama yapılacak olursa, kuzey batıda yer alan referans nokta ilk nokta olarak düşünülüp bu noktadan itibaren eş aralıklarla olacak şekilde diğer bir uç nokta olan güney batı noktasına kadar 20 adet eş aralıklı enlem (paralel) çizgisi belirlenmiştir. Aynı şekilde bir diğer referans noktası olan kuzey doğu noktası ile kuzey batı noktası arasında da 50 adet eş aralıklı boylam (meridyen) çizgisi belirlenmiştir ve bu enlem ve boylam çizgilerinin kesiştiği her bir nokta, korunmak üzere değerlendirilecek nokta olarak seçilmiştir. Özetle 1000 noktanın her biri belirli bir oran gözetilerek belirlenmiştir.

Daha sonra bahse konu 1000 noktaya ait koordinat verilerinden (enlem, boylam) ve Google Earth' den yararlanılarak her bir noktanın MSL (geoit) cinsinden rakım değerleri elde edilmiştir. Örnek teşkil etmesi için 1000 adet noktamızdan biri olan (42.10527778 44.818005556) noktasının Google Earth' de sorgulanması yoluyla elde edilen rakım değeri aşağıdaki görselde kırmızı halka ile işaretlenerek paylaşılmıştır. Bu yolla belirlenen 1000 noktaya ilişkin yükseklik değerlerinin tamamı EK-3 Sütun-4'te verilmiştir.



Şekil 4.13. Google Earth’ den Elde Edilen Rakım Değeri

Ancak Bölüm 4.3’te geliştirilen kodun kullanılarak sonuca ulaşılabilmesi için elde edilen bu verilerde düzenleme yapılması gerekmektedir. Her bir noktanın enlem boylam ve rakım değeri kullanılarak ilgili noktanın kartezyen koordinat sisteminde, yani 3 boyutlu uzaydaki (x, y, z) değerleri bulunmalı ve kodun parametreleri olarak koda bu değerler girdi olarak sağlanmalıdır.

Verilerin dönüşüm işlemini gerçekleştirebilmek için Matlab’da yer alan hazır fonksiyonlar kullanılmıştır. “Geodetic2ecf” fonksiyonu ilgili noktaların (x, y, z) karşılığındaki değerlerini bulmak için kullanılmaktadır. Lakin bu fonksiyon geoit yükseklik ile değil elipsoit yükseklik ile çalışmaktadır. Bu nedenle Google Earth’den elde edilen yüksekliklerin elipsoit yüksekliğe çevrilebilmesi için de “geoidheight” fonksiyonundan yararlanılmıştır. Bu iki fonksiyonun kullanılması vasıtasıyla elde edilen her bir noktanın (x, y, z)’deki karşılığı da yine EK-3 Sütun-(7:9) ile verilmiştir.

Bu aşamalardan sonra dosyadan okunabilecek şekilde veriler elde edildiği için, geliştirilen kodda daha önce manuel tanımlanan verilere ilişkin alanlar kaldırılıp gerekli değişiklikler gerçekleştirilmiştir. Bölüm 4.3.’te anlatılan kodun güncel veriler ışığında şekillendirilip ve füze tahsisine ilişkin geliştirilen algoritmanın da üzerine eklenmesi ile oluşturulan nihai kod EK-2’de paylaşılmıştır.

Kodun çok büyük bir kısmı Bölüm 4.3'te anlatıldığından, bu bölümde gerçek hayat verilerinin kullanılmasının beraberinde getirdiği kod üzerindeki ufak değişiklikler ve füze tahsisine ilişkin kısımlar verilerek nihai kod anlatılmıştır. Kod işlevi detaylı olarak paylaşılmadan önce ise bir pseudo kod vasıtasıyla temel çerçeve verilmiştir.

- 1.Başla
- 2.Dosyadan verileri oku (Noktaların MSL yükseklikleri, rakımı, nokta numaraları, kartezyen koordinat değerleri)
- 3.Noktaların kartezyen koordinat değerlerini kullanarak noktalar arası mesafeleri hesapla
- 4.Bu veriyi mesafeler matrisine kaydet
- 5.Radar yerleştirmek için ilgili bölgeden bir nokta seç (a)
- 6.MSL yüksekliği 0'dan küçük mü ?
 - 6.a. Eğer küçükse
 - 6.a.i. Dön Madde 5
 - 6.b. Eğer büyük eşitse
 - 6.b.i. İlgili bölgeden yeni bir nokta daha seç (b)
- 7.Seçilen yeni nokta ilk seçilen noktadan farklı mı ?
 - 7.a. Eğer değilse
 - 7.a.i. Dön Madde 6.b.i.
 - 7.b. Eğer farklıysa
 - 7.b.i. İkinci noktanın rakımı ilk noktanınkinden yüksek ya da eşit mi ?
 - 7.b.i.1. Eğer değilse
 - 7.b.i.1.a. Dön Madde 6.b.i.
 - 7.b.i.2. Eğer öyle ise
 - 7.b.i.2.a. Seçilen iki nokta arası mesafe radar menziline küçük ya da radar menziline eşit mi ?
 - 7.b.i.2.a.i. Eğer değilse
 - 7.b.i.2.a.i.1. Dön Madde 6.b.i
 - 7.b.i.2.a.ii. Eğer öyle ise
 - 7.b.i.2.a.ii.1. Enbuyukbul fonksiyonunu çağır
 - 7.b.i.2.a.ii.2. İlgili bölgeden bir nokta daha seç (c)
 - 7.b.i.2.a.ii.3. Seçilen nokta a ve b'den farklı bir nokta mı ?
 - 7.b.i.2.a.ii.3.a. Eğer değilse

- 7.b.i.2.a.ii.3.a.i. Dön Madde 7.b.i.2.a.ii.2
- 7.b.i.2.a.ii.3.b. Eğer öyleyse
- 7.b.i.2.a.ii.3.b.ii. c noktası uzayda herhangi 2 noktadan geçen doğru denklemini sağlıyor mu ? (aynı doğrultuda ya da daha yüksekte)
- 7.b.i.2.a.ii.3.b.ii.1. Eğer değilse
- 7.b.i.2.a.ii.3.b.ii.1.a. Dön Madde 7.b.i.2.a.ii.2.
- 7.b.i.2.a.ii.3.b.ii.2. Eğer öyleyse
- 7.b.i.2.a.ii.3.b.ii.2.a. Bu c'yi engel olarak kaydet
- 7.b.i.2.a.ii.3.b.ii.2.b. İlgili bölgedeki tüm alternatif c'leri denetledin mi ?
- 7.b.i.2.a.ii.3.b.ii.2.b.i. Eğer değilse
- 7.b.i.2.a.ii.3.b.ii.2.b.i.1 Dön Madde 7.b.i.2.a.ii.2.
- 7.b.i.2.a.ii.3.b.ii.2.b.ii. Eğer öyleyse
- 7.b.i.2.a.ii.3.b.ii.2.b.ii.1 Git Madde 8
- 8.Kapsama matrisinde a ve b kesişimine 1 yaz
9. İlgili bölgedeki tüm alternatif b'leri denetledin mi ?
9. a. Eğer değilse
9. a.i. Dön Madde 6.b.i
- 9.b. Eğer öyleyse
- 9.b.i İlgili bölgedeki tüm alternatif a'ları denetledin mi ?
- 9.b.i.1 Eğer değilse
- 9.b.i.1.a Dön Madde 5
- 9.b.i.2 Eğer öyleyse
- 9.b.i.2.a Git Madde 10
10. Kapsama matrisine satır silme algoritması uygula, radaryeri matrisini elde et
11. Radaryeri matrisine sütun silme algoritması uygula, sıfırbir matrisini (radar yerleştirilmesi gereken noktalar) elde et
12. İlgili bölgenin tamamının kapsanması için yerleştirilmesi gereken radarları rdrbul matrisine kaydet
13. rdrbul matrisinden bir radar yerleştirilecek nokta seç
14. İlgili bölge içerisinden bir nokta daha seç
15. Radar yerleştirdiğin nokta ile yeni nokta arasındaki mesafeye bak
16. Füzenin etkin menzili içinde mi ?
- 16.a. Eğer değilse
- 16.a.i. pktoplam matrisinde radar ile yeni nokta kesişimine 0 yaz

- 16.b. Eğer içinde ise
- 16.b.i. pkill değerini hesapla ve pktotlam matrisinde radar ile yeni nokta kesişimine hesaplanan bu değeri yaz
17. İlgili bölgedeki tüm noktalar için seçili radar ile olan mesafesinin kontrolünü yapıp pktotlam matrisinde girdini tamamladın mı?
- 17.a. Eğer hayırsa
- 17.a.i. Dön Madde 14
- 17.b.Eğer evetse
- 17.b.i. Dön Madde 13
- 18.Tüm olası radar noktalarını denetledin mi ?
- 18.a. Eğer hayırsa
- 18.a.i. Dön Madde 13
- 18.b.Eğer evetse
- 18.b.i. Git Madde 19
19. İlgili bölgeye belirlenen adet kadar radarı tüm radar listesinden rastgele belirle
20. Belirlediğin radar noktalarını random dizisine kaydet
21. İlgili bölgeden bir nokta seç
22. Random dizisine kayıtlı radarlardan bir tanesini seç
23. Seçtiğin nokta ile radarın pktotlam matrisindeki kesişim değerlerine bak
24. 0'dan farklı mı?
- 24.a. Eğer değilse
- 24.a.i. Dön Madde 22
- 24.b. Eğer farklıysa
- 24.b.i. Bulduğun pkill değeri seçtiğin nokta ile tüm radarların kesişimindeki en yüksek pkill değeri mi?
- 24.b.i.1. Eğer değilse
- 24.b.i.1.a. Dön Madde 22
- 24.b.i.2. Eğer öyleyse
- 24.b.i.2.a. noktakorumasi matrisine bu değeri kaydet
25. Nokta radar kesişiminde en yüksek pkill değerine sahip olan nokta ve radar arasındaki mesafeye bak
- 25.a. Eğer 0 ila 25 km arasında ise
- 25.a.i. Füze maliyetini 0.3 pb belirle
- 25.a.ii. totalpara dizisine bu değeri kaydet

- 25.b. Eğer 25 ila 45 km arasında ise
 - 25.b.i. Füze maliyetini 1 pb belirle
 - 25.b.ii. totalpara dizisine bu değeri kaydet
- 25.c. Eğer 45 ila 164 km arasında ise
 - 25.c.i. Füze maliyetini 3 pb belirle
 - 25.c.ii. totalpara dizisine bu değeri kaydet
- 26. Tüm noktalar için en büyük pkill değerlerini kaydettin mi ?
 - 26.a. Eğer hayırsa
 - 26.a.i. Dön Madde 21
 - 26.b. Eğer evetse
 - 26.b.i Git Madde 27
- 27. İlgili bölge için toplam maliyet hesapla
- 28. İlgili bölge için ortalama pkill hesapla

Farklı olan unsurlardan ilki rakım değerleridir. Örnek çalışmadaki veri seti içerisinde negatif rakım değerleri bulunmamaktadır, ancak gerçek hayatta bu durum da söz konusudur ve daha önce de anlatıldığı üzere bu durumun beraberinde getirdiği bir kısıt vardır. O da negatif rakımın denizlere referans veriyor olması nedeniyle radar ve haliyle füze yerleşiminin yapılamayacağı noktaların da ilgili veri seti içerisinde bulunmasıdır ve bunların filtrelenmesi gerekmektedir. Özetle negatif rakıma sahip olan noktalar, korunabilir noktalar içerisinde fakat radar yerleşimine engel teşkil etmektedir.

Bunun dışında olası engel noktanın (c) bulunmasına yönelik yazılan kod dışında radar algortimasına ilişkin geliştirilen kısım aynıdır. Engel noktanın değerlendirmesinde yaşanan değişikliğin nedeni ise yine veri setindeki değişikliklerdir. Daha önce c noktası, a ve b noktası ile aynı paralel üzerinde, aynı meridyen üzerinde; onların kuzeydoğusunda, güneybatısında, kuzeybatısında ve güneydoğusunda olacak şekilde noktanın 6 farklı pozisyonu için farklı algoritmalar işletilmiştir. Örneğin, aynı meridyen üzerinde olunan durum için c noktasının yalnızca rakım açısından değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir çünkü aynı meridyende olan noktaların aynı doğrultuda olduğunu varsayılmıştır. Ancak kartezyen koordinatlara geçilince, Çizelge 4.14'te yer alan boylam değerlerinin incelenmesi halinde de görülebileceği üzere, aynı meridyen üzerinde olmanın aynı doğrultuda olmaya yetmeyeceği, aynı meridyende yer almasına rağmen her bir noktanın

(x, y, z) değerlerinin farklı olduğu, dolayısıyla değerlendirilmesi gereken tek detayın rakım olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.18. Enlem ve Boylamı Verilen Noktaların Kartezyen Koordinat Değerleri

Örnek Nokta	Enlem	Boylam	x	y	z
1	42,105	44,818	3362452,156	3341158,719	4255214,151
2	41,774	44,818	3379458,481	3358057,348	4227249,377
3	41,442	44,818	3396732,062	3375221,541	4199631,681
4	41,111	44,818	3414321,968	3392700,055	4172406,355
5	40,779	44,818	3431948,632	3410215,094	4145216,581
6	40,448	44,818	3448984,751	3427143,329	4117303,79
7	40,116	44,818	3465338,905	3443393,917	4088581,187
8	39,785	44,818	3482104,106	3460052,948	4060357,062
9	39,453	44,818	3498765,596	3476608,926	4032013,828
10	39,122	44,818	3515419,216	3493157,083	4003662,406

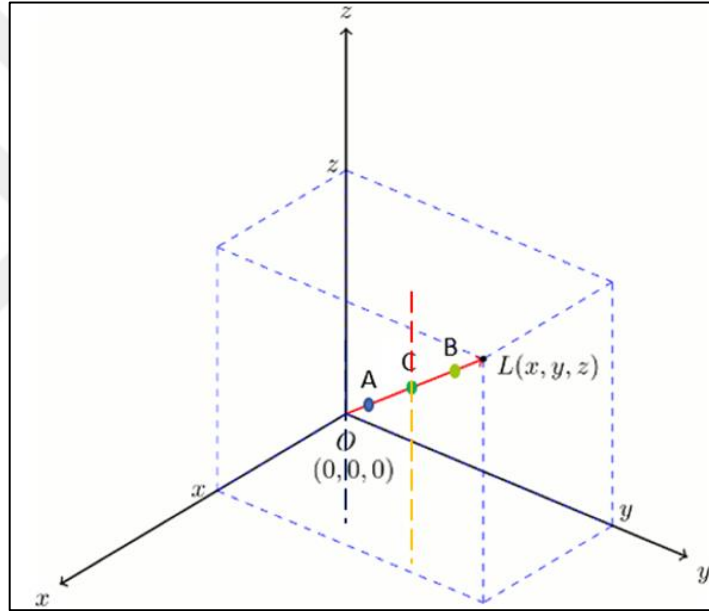
Bu nedenle Bölüm 4.3.’te c noktası ile ilintili olarak geliştirilen algoritmanın güncellenme ihtiyacı doğmuştur. Daha önce “aynı doğrultuda olup olmama” durumu için altı farklı şekilde yapılan değerlendirme yeni kodda tek bir fonksiyonla (void enbuyukcbul) sağlanabilir hale getirilmiştir.

Bahse konu fonksiyonun temel çalışma prensibinde, uzayda iki noktadan geçen doğru denkleminde yararlanılmıştır. Eşitlik-1 ile verildiği gibi şayet iki noktanın (x, y, z) bilgileri biliniyor ise, herhangi bir üçüncü noktanın da bu noktalarla aynı doğrultuda olup olmadığı belirlenebilir.

$$\frac{x-x_1}{x_2-x_1} = \frac{y-y_1}{y_2-y_1} = \frac{z-z_1}{z_2-z_1} = k \quad (1)$$

Bu çalışma kapsamında da radar koyulan noktanın (a) ve kapsanmaya çalışılan noktanın (b) (x, y, z) değerleri bilindiğinden bu değerler Eşitlik-1’de yerine yazıldığında bir denklem elde edilmiş olur. Ve eğer denenen olası c noktalarının (x, y, z) değerleri bu denklemi sağlıyorsa, a, b ve c aynı doğrultudadır, yani c noktası, radarın hedefe ulaşmasına engel teşkil edebilecek potansiyel noktalardan biridir denir.

Kontrol yalnızca bununla bitmemektedir. Tıpkı örnek verilerle kodlanan algorithmada olduğu gibi (EK-1) c noktasının rakımının, ilgili doğrultuyu aşan değerlerde olması da radarın hedefe erişimine engel olmasına neden olacaktır. Şekil 4.14 ile verilen görsel ile bu durum tasvir edilmiştir. A, B ve C ile gösterilen noktalar, Türkiye haritasında belirtilen 1000 nokta arasından seçilen herhangi 3 noktanın yeryüzü şekline göre en yüksek seviyesini, yani tepe noktasını temsil etsin. Buna göre eğer C noktası tam olarak yeşil nokta üzerinde ise yahut kesikli kırmızı hat üzerinde ise radarın hedefe ulaşmasında engel teşkil edecektir. Ancak sarı kesikli çizgi üzerindeki ise radar kapsamına engel olamayacaktır. Bu da problem özelinde Eşitlik-1 ile verilen denklemin Eşitlik-2'deki hale getirilmesi gerekliliğini doğurmuştur.



Şekil 4.14. Engel Noktanın Tasviri

$$\frac{x-x_1}{x_2-x_1} = \frac{y-y_1}{y_2-y_1} \leq \frac{z-z_1}{z_2-z_1} = k \quad (2)$$

İlk algorithmada tüm olası engel noktalar arasından en yüksek rakımlı olan C noktası belirlenmiştir. Daha sonra ana fonksiyonda, a ve b noktaları ile tespit edilen c noktasının rakım değerleri kıyaslanmıştır. Kod yapısının bozulmaması gayesiyle çağırılan fonksiyonun döndürdüğü değere müdahale edilmemiştir ancak gerçek veriler için geliştirilen algorithmada çağırılan fonksiyon içerisinde a, b ve c noktaları için yükselti kıyaslaması da sağlanabildiği için tek bir c noktasının bulunması bile engelin varlığını

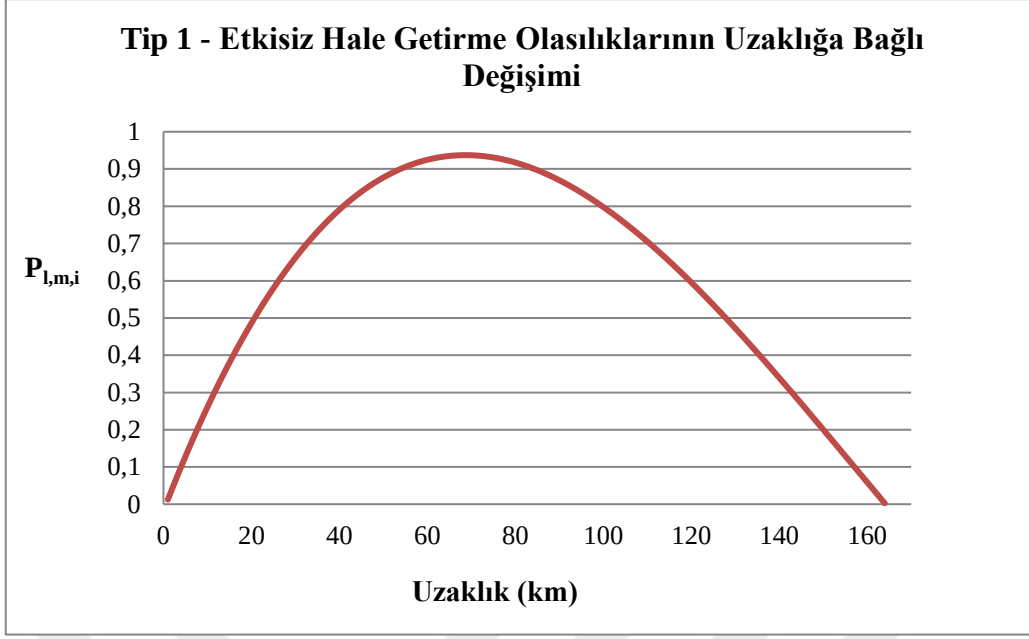
tespitte yeterli gelmektedir, en yüksek rakımlı olanın bulunması da ek bir geliştirme olmuştur.

İlgili değişiklik sonrası kod güncel veri seti ile çalıştırılmıştır ve radarların yerleştirilmesi gereken optimal noktaları gösteren bir veri seti elde edilmiştir. Matris yapısı gereği ilgili veri setinde “0” değerleri de yer almakta olduğundan koda birtakım işlem adımları eklenerek radarların yerleştirilmesi gereken noktaların ham olarak elde edilmesi sağlanmıştır.

Daha önce de değinildiği üzere radarların optimal kapsama hesaplamaları yapılırken dikkat edilen bir kriter radar menzildir. Radar menzilinin belirlenmesinde dikkate alınan da füze menzili olmuştur. Bunun nedeni hedefin füzenin erişebilir menzilinde olmaması halinde radarın hedefi tespit etmesinin, çalışma kapsamında hedefin aktif izlenirliği safhasının göz ardı edilmiş olunması nedeniyle anlamsız kalmasıdır.

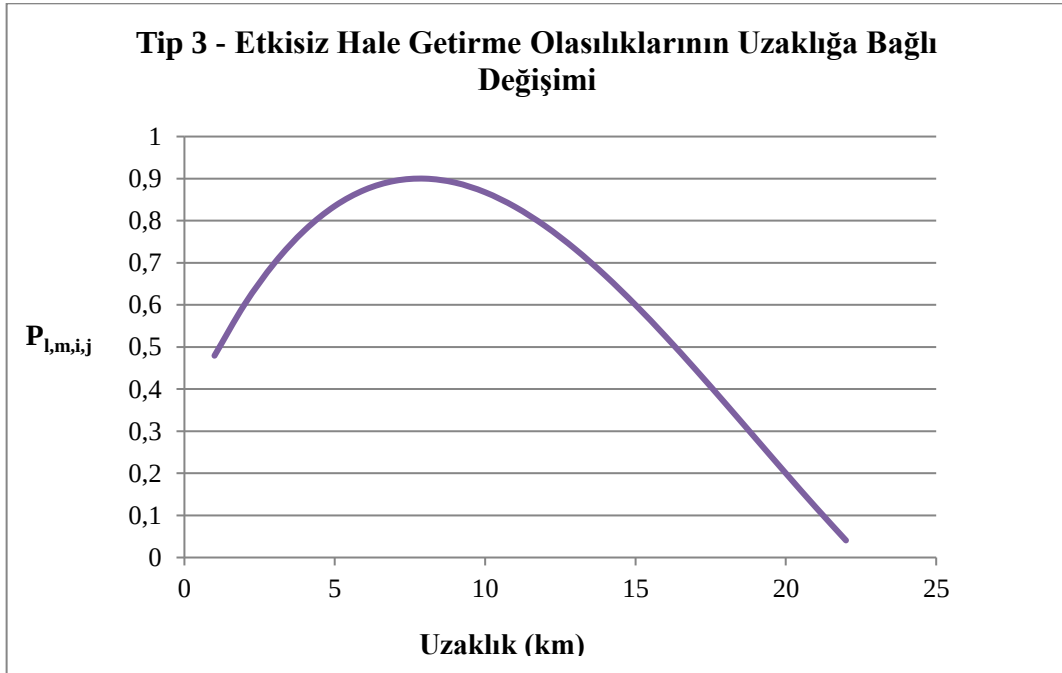
Füzelerin menzilleri ve ilgili menzildeki etkinlikleri; hedef tipi, hedef irtifası, füzenin aerodinamik özellikleri, hızı, çıkabileceği irtifalar vb. birden çok kriter gözetilerek bilgisayar ortamında yapılan simülasyonların yanı sıra yıllara sâri uçuş testlerinden edinilen veriler ışığında belirlenmektedir. Böyle bir veri setine erişim söz konusu olamayacağından, bu tez kapsamında da çalıştığım kurum tarafından daha önce üzerine çalışılmış olan veriler ışında belirlenen pkill denkleminde yararlanılmıştır.

pkill ya da açılım haliyle “probability of kill” olarak ifade edilen “öldürücülük olasılığı” adından da anlaşılacağı üzere füzelerin tehdidi imha olasılığıdır. Bu olasılık füzenin menzil değerinin bir fonksiyonu olarak hesaplanmaktadır. Şekil 4.15’te verilen grafik de menzili 0-164 km aralığında olabilen bir füze için geliştirilen fonksiyon vasıtasıyla elde edilmiştir. Edinilebilen pkill fonksiyonu bu fonksiyon olduğundan çalışma kapsamında da kodun belirleyeceği füzelerin etkin olduğu menzillerin 0 ila 164 km arasında olacağı kabul edilmiş ve bu nedenle radar menzili de 164.000 m olarak belirlenmiştir [2].

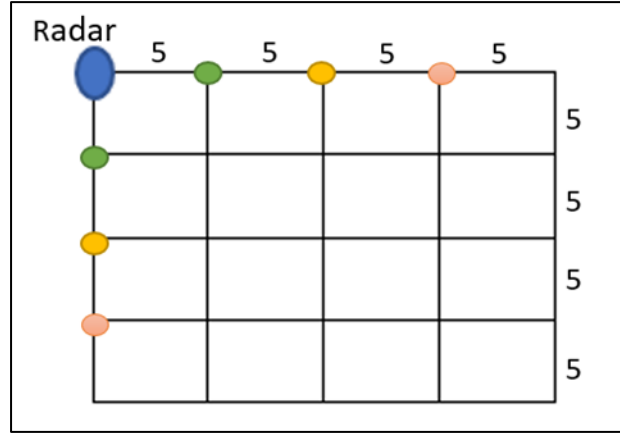


Şekil 4.15. Füzelerin 164 km İçerisindeki Etkinlikleri

Şekil 4.15 ile verilen grafiğin oluşturulmasında yararlanılan denklem referans alınarak bu çalışma kapsamında da hesaplamalar gerçekleştirilecektir. Bu hesaplamalar için geliştirilen algoritmanın mantığı ise Şekil 4.16 ile verilen örnek grafik ve Şekil 17 ile tasvir edilmeye çalışılmıştır.



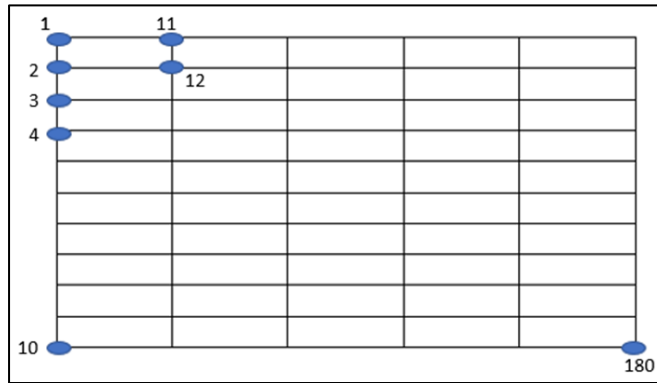
Şekil 4.16. Füzelerin 25 km İçerisindeki Etkinlikleri



Şekil 4.17. Pkill Algoritması Tasviri için Örnek Görsel

Radarların bulunduğu yerlerde füzelerin de konuşlandırılacağı bilgisiyle, Şekil 4.17 ile verilmiş olan radar ile işaretlenen noktaya bir adet füzenin (Şekil 4.16’da pkill değerleri verilen maksimum menzili 25 km olan füze) yerleştirildiğini varsayalım. Aynı zamanda Şekil 4.17’de işaretlenmiş diğer tüm noktalar arasında yer alan mesafelerin de beşer km olduğunu düşünelim. Bu şartlar altında radar lokasyonuna yerleştirilen füze, yeşil noktalar için yaklaşık %80’lik bir koruyuculuk sağlarken, bu oran pembe noktalar için %60’lara kadar düşmektedir.

Altı bölgenin her biri için ayrı ayrı radar yerleştirilmesi gereken noktalar ve dolaylı olarak füzelerin de yerleştirileceği noktalar, ardından her bir noktanın bu yerleştirilen füzeler tarafından yukarıda anlatılan mantık dahilinde korunma oranları belirlenmiştir. Hiçbir kısıt olmaksızın çalıştırılan nihai radar kodu ile radar yerleşimine ilişkin elde edilen veriler EK-4’te verilmiştir. Bu verilerin anlamlandırılabilmesi için de Şekil 4.18 ile her bir bölgedeki noktaların nasıl numaralandırıldığı temsili olarak verilmiştir.



Şekil 4.18. Her Bir Bölgede Yer Alan Noktaların Numaralandırılma Yöntemi

Bu yerleşime göre 1. bölgedeki (mavi), EK-4'te de incelenebileceği üzere 180 noktanın 68 tanesinde radar olması beklenmektedir. Bu kadar fazla sayıda radar yerleştirilmek zorunda kalınmasının nedeni noktalar arası mesafelerin fazla, radar menziline ise 164 km ile sınırlandırılmış olmasıdır. (Mavi bölge örneğinde 2 nokta arası mesafe hesaplamalarına bakıldığında 652 km vb. verilerle karşılaşılmaktadır.) Bu kadar çok sayıda radar, beraberinde çok sayıda füze getirmektedir. Belirlenen 68 noktanın her birinden menzili dahilinde olan savunma bölgelerine füze tahsisi yapıldığı düşünüldüğünde, noktalar için korunma oranlarının büyük çoğunluğunun Eşitlik-3 ile yapılan hesaplama neticesinde %100'e yakın olduğunu görülmektedir. 180 nokta için elde edilen pkill değerleri EK-5'te paylaşılmıştır.

$$pkill_{total} = 1 - \prod(1 - pkill_i) \quad (3)$$

Bu şekilde bir radar yerleşiminin akılcı olmayacağı aşıkardır. Bu nedenle her bir bölgenin ortalama korunmasının, belirli sayıda radar ve belirli sayıda füzeyle karar vericinin inisiyatifine bırakılacak şekilde pkill-maliyet dengesinin sunularak belirlenmesine karar verilmiştir.

Bir önceki paragrafta anlatılan kapsam gereği çalışmada, her bir noktanın yalnızca bir füzeyle korunacağı varsayılmıştır. İlgili noktayı koruyacak olan füzenin hangi radarın olduğu yerde konuşlandırılması gerektiği belirlenirken bir denetim gerçekleştirilmiştir. Başlangıçta radarların bulunduğu noktaların her birinden savunulacak olan noktalara (menzili dâhilinde ise) füze atanabildiği varsayılmıştır (daha önce de değinildiği üzere EK-5'te verilen tablo da bu şekilde oluşturulmuştur). Bu doğrultuda hangi radar noktasının hangi savunma noktası için ne kadar koruyuculuk sağlayabildiği görülebilir olmuştur. Daha sonra ilgili noktayı koruyabilme değeri hangi radar noktası için en yüksek olarak karşımıza gelmişse korunulacak olan noktanın, koruyabilme değeri en yüksek olan radar noktasından ateşlenecek füze ile korunmasına karar verilmiştir. Her bir noktanın korunma değeri ayrı ayrı belirlendikten sonra ise bölgede yer alan tüm noktaların korunmasının ortalaması alınarak bölgenin korunma oranı belirlenmiştir ve çalışma kapsamında da bölgelerinin ortalama korunma oranının en büyüklenmesi hedeflenmiştir.

Açıklanan pkill değeri dışında en iyilenmeye çalışılan diğer amaç da maliyettir. Çalışma kapsamında maliyeti oluşturan unsur yalnızca füzeler olarak düşünülmüştür. Bunun

sebebi, bölgelere yerleştirilecek olan radar sayılarının kullanıcı tarafından başta belirleniyor olması nedeniyle radarların maliyete etkisinin olmamasıdır. Kullanıcının bu sayıyı belirlerken maliyet de dâhil olmak üzere pek çok unsuru hali hazırda değerlendirip bu doğrultuda adetlere karar verdiği varsayılmaktadır.

Maliyet fonksiyonu yukarıda açıklanan neden gereğince (füze birim fiyatı * kullanılan füze adedi) olarak hesaplanacaktır. Tez başlığından da anlaşılacağı üzere yapılan çalışma neticesinde belki de henüz geliştirilmemiş olan füzelerin edinilmesi söz konusu olduğundan şu aşamada birim fiyat belirlemek hayli güçtür. Benzer sistemlere ilişkin birim fiyat verileri daha önce bir kurum tarafından yaklaşık olarak tahminlenmiş olup gizlilik esası nedeniyle açık olarak paylaşılamasa da yine ilgili kurumdan edinilen bu verilere yer veren çalışmanın içeriği bu tezde referans alınmıştır [2]. Bahse konu çalışmada Çizelge 4.15 ile verilen bilgiler karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışma kapsamında ise geliştirilen füzelerin sınıflandırılması durumu söz konusu değildir ancak çalışma sonunda ortaya çıkacak olan füzelerin maksimum menzillerinin 164 km olacağı bilindiğinden yine bu veriden yararlanılabilmektedir. Füzenin fırlatıldığı lokasyondan, tehdidi bertaraf edeceği nokta arası mesafeye bağlı olarak füzenin menzili ve dolayısıyla maliyeti de belirlenebilmiştir. Örneğin eğer bu mesafe 40 km ise bölge savunması için katlanılacak olan toplam maliyete bu füzenin katkısı 1 pb olacaktır ve yazılan kod da bu minvalde şekillendirilmiştir. Özetle füzelerin br fiyatları, füzelerin menzil (r) değerleri ile ilişkilendirilmiştir. Çünkü daha ileri menzillere erişebilen bir füzenin varlığı için gelişmiş tasarım kriterlerine (daha çok yakıt içeren roket motoru, aerodinamik etkiler açısından yüksek hızlara mukavemetli olacak gövde malzemesi vb.) ihtiyaç vardır ki bu geliştirmeler de maliyet demektir.

Çizelge 4.19. Füze Tiplerine Göre Birim Fiyatlar.

Füze Tipi	Füze Etkili Menzili	Füze Br Fiyatı
Uzun	0-164 km	3
Orta	3-43 km	1
Kısa	0-22 km	0.3

Değişken olan bir diğer unsur ise kullanılan füze adedi olmuştur. Yalnızca bir adet füze ile Türkiye’de belirlenen bölgelerde yer alan noktaların korunması söz konusu olamayacağından kullanılan adet kadar da maliyet oluşması beklenmektedir.

Maliyet fonksiyonuna ilişkin eşitlik aşağıdaki gibidir. Fonksiyon maliyet fonksiyonu olduğundan, amaç maliyeti olabildiğince düşük tutarak savunma sağlamaktır. Bu nedenle maliyet en küçüklenmeye çalışılmıştır.

$$Enk z_1 = C_i * N_i \quad (4)$$

C_i : i. menzil aralığındaki füzenin birim maliyeti

N_i : i. menzil aralığındaki füze adeti

Örnek çalışma olarak kullanıcının yalnızca 40 adet radar yerleştirme imkânı olduğu varsayılmış ve AHP'den elde edilen önem dereceleri de göz önünde bulundurularak sırasıyla bölgeler için yerleştirilmesi gereken radar sayıları 12, 3, 6, 6, 6 ve 7 olarak belirlenmiştir. Ardından her bir bölge için EK-2 ile verilen kod, gerekli veri seti sağlanarak 100 koşum olacak ve her koşumda farklı yerleşim noktalarının seçilmesi sağlanacak şekilde çalıştırılmış ve elde edilen veriler değerlendirilmiştir.

Nihai kodun mor bölge için gerçekleştirilen bir kez koşumunun sonunda ekranda görülen çıktının bir kısmı 160 noktanın tamamını kapsar bir görüntü paylaşılamayacağından iki parça halinde Şekil 4.19 ve Şekil 4.20'de verilmiştir.

```
1'inci radar yerlestirilen nokta=34
2'inci radar yerlestirilen nokta=137
3'inci radar yerlestirilen nokta=80
4'inci radar yerlestirilen nokta=43
5'inci radar yerlestirilen nokta=55
6'inci radar yerlestirilen nokta=113
7'inci radar yerlestirilen nokta=28
1. noktanin korunabilmesi icin 34. radar konumundan 150.71 km lik menzile sahip bir fuze ateslenmelidir
1 inci noktanin korunmasi 0.1904668474
1 inci noktanin maliyeti 3.00
2. noktanin korunabilmesi icin 34. radar konumundan 126.46 km lik menzile sahip bir fuze ateslenmelidir
2 inci noktanin korunmasi 0.5172783407
2 inci noktanin maliyeti 3.00
```

Şekil 4.19. Nihai Kod Çıktısı (Parça-1)

```
158. noktanin korunabilmesi icin 137. radar konumundan 79.02 km lik menzile sahip bir fuze ateslenmelidir
158 inci noktanin korunmasi 0.9205703888
158 inci noktanin maliyeti 3.00
159. noktanin korunabilmesi icin 137. radar konumundan 101.61 km lik menzile sahip bir fuze ateslenmelidir
159 inci noktanin korunmasi 0.7842972611
159 inci noktanin maliyeti 3.00
160. noktanin korunabilmesi icin 137. radar konumundan 130.81 km lik menzile sahip bir fuze ateslenmelidir
160 inci noktanin korunmasi 0.4619619473
160 inci noktanin maliyeti 3.00
6.bolgenin toplam maliyeti = 448.000
6.bolgenin ortalama korunmasi =0.8070283515
```

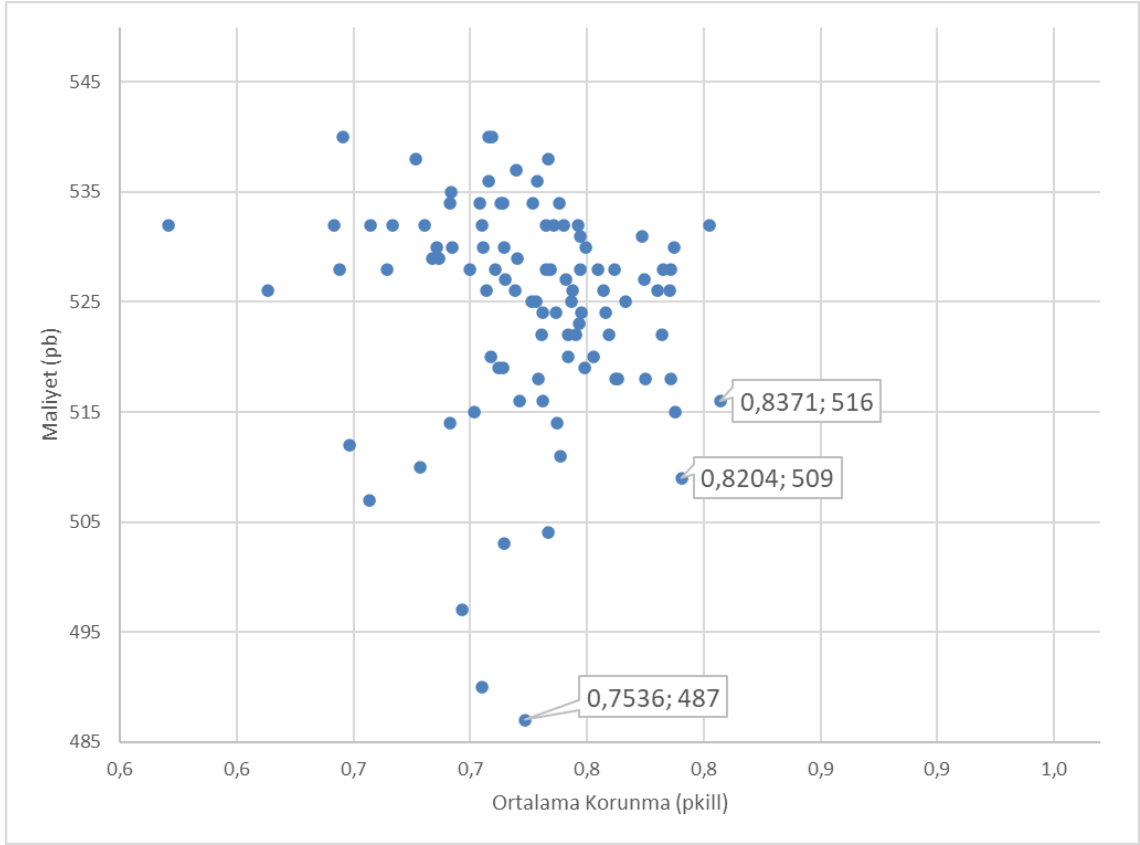
Şekil 4.20. Nihai Kod Çıktısı (Parça-2)

Kod çıktıları olan veriler excel dosyalarına kaydedilmiştir ve her bir koşumda, her bir bölge için elde edilen ortalama pkill ve toplam maliyet değerleri grafik üzerinde gösterilmiştir. Karar vericiye yardımcı olacak şekilde baskın noktalar da belirlenmiş ve bu şekilde tercihe sunulmuştur. Şekil 4.22 - Şekil 4.27 ile verilen grafikler bu kısımda paylaşılacak olup grafiklerin elde edildiği Excel tablolarının yalnızca bir kısmı görsel kalabalığın engellenmesi amacıyla EK(6:11)'de verilmiştir.

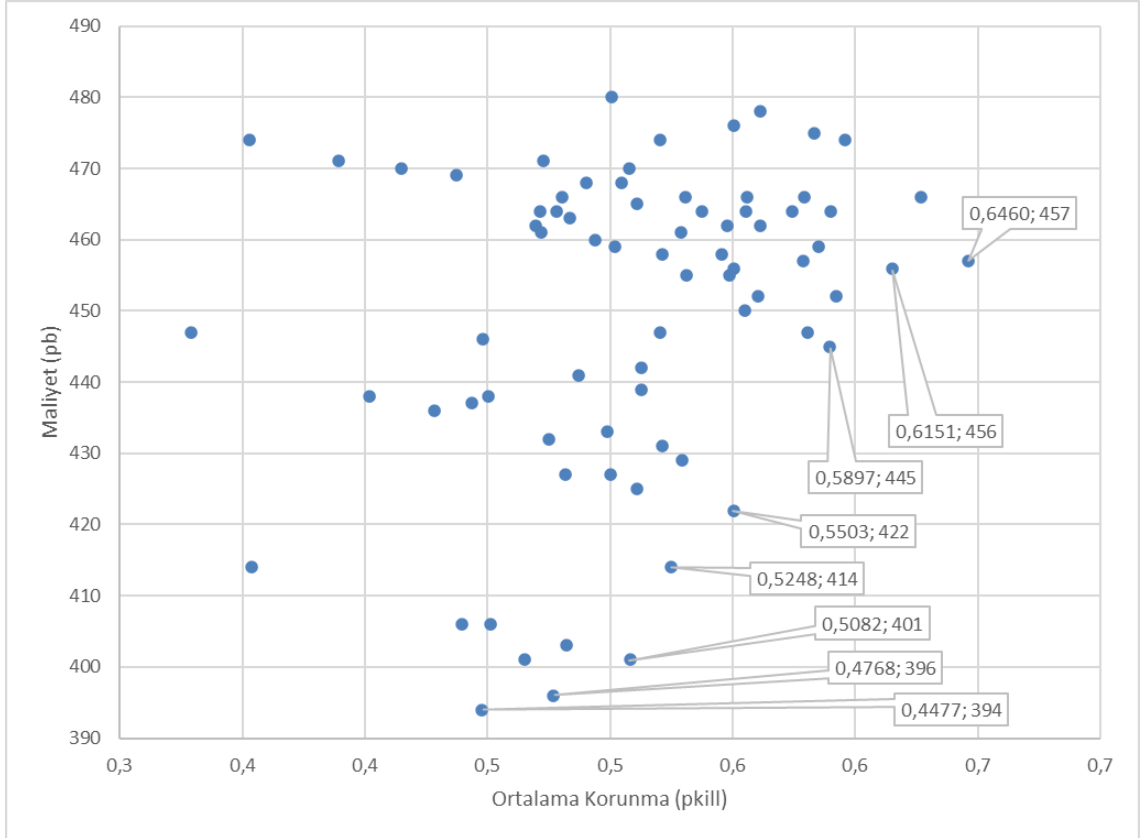
Yalnızca yukarıdaki görsellerde de koşum örneği paylaşılan mor bölge için verilerin Excel dosyasına nasıl işlenmesi gerektiğinin gösterilebilmesi amacıyla, koşumlardan birinden elde edilen değer, diğer bölgelerin tablolarına göre daha detay seviyelerde hazırlanmıştır. Ve bu tablonun bir kısmı Şekil 4.21'de verilmiştir. Burada mor bölge için yapılan 100 koşumdan birinde elde edilen baskın noktalardan biri verilmiştir. Baskın noktalardan biri olması demek, karar verici tarafından seçilebilme şansı olan çözümlerden biri olduğu anlamına gelmektedir. Bu nedenle bu çözümün seçilmesi halinde baskın olmayan noktalardan farklı olarak karar vericiye detay bilgi sağlayabilmek için 34 numaralı noktadan, korunması gereken noktalara tahsis edilecek şekilde kaç km menzile sahip mühimmatların hangi noktalara ateşlenmesi gerektiği bilgisinin bir kısmı paylaşılmıştır. Bu örnek yalnızca baskın bir koşum için yapılmış olup her bir bölge ve her bölgedeki her baskın çözüm için kodun çalıştırılarak ilgili bilginin edinilmesi gerekmektedir.

Koşum (Run)	Bölgenin Ortalama Korunması	Kümüle Maliyet	Radarların Bulunduğu Noktalar	Hangi Noktanın Savunması için Kaç Km Menzile Sahip Füze Yer Almalı	Radarların Koordinatları
1	0,8070	448.000	34	1. için 150.71 kmlik 2. için 126.46 kmlik 3. için 109.45 kmlik 4. için 103.29 kmlik 5. için 109.86 kmlik 12. için 100.58 kmlik 13. için 77.94 kmlik	(37,7958918105263 40,1275416108572)
			137		
			80		
			43		
			55		
			113		
			28		

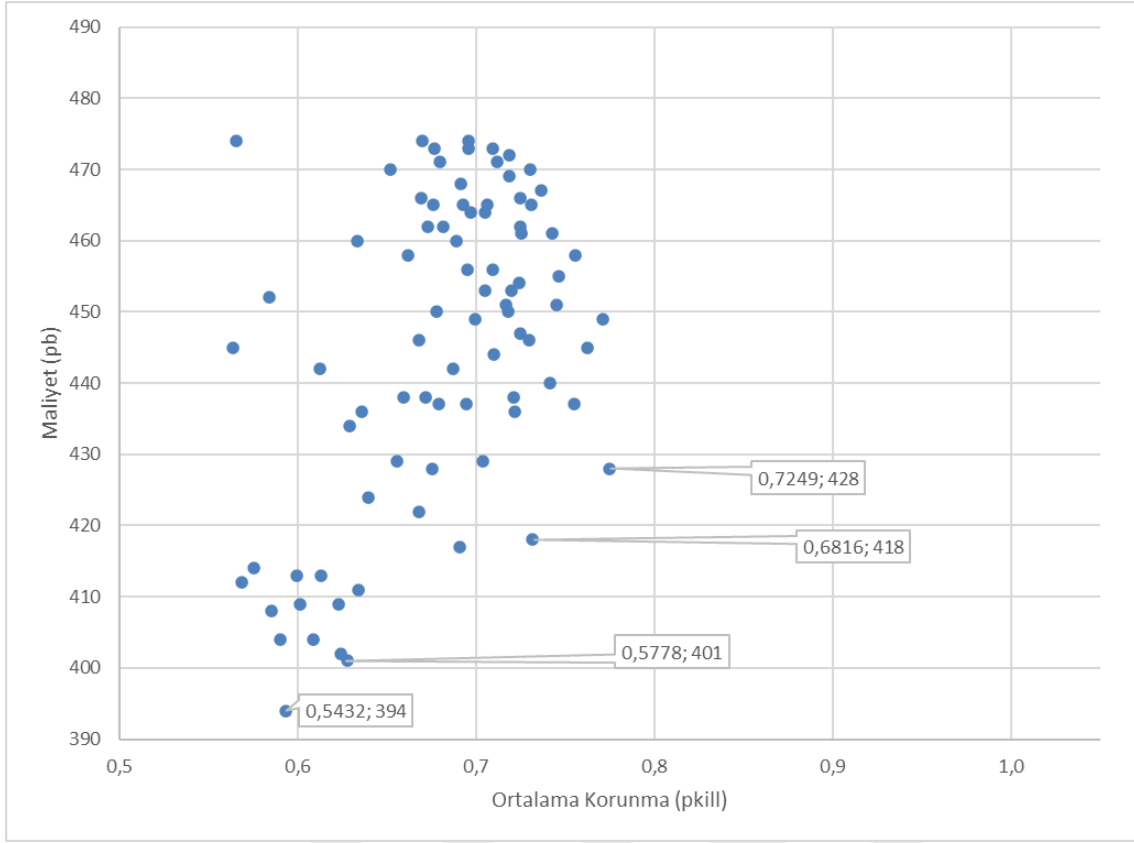
Şekil 4.21. Mor Bölge için Örnek Veriler



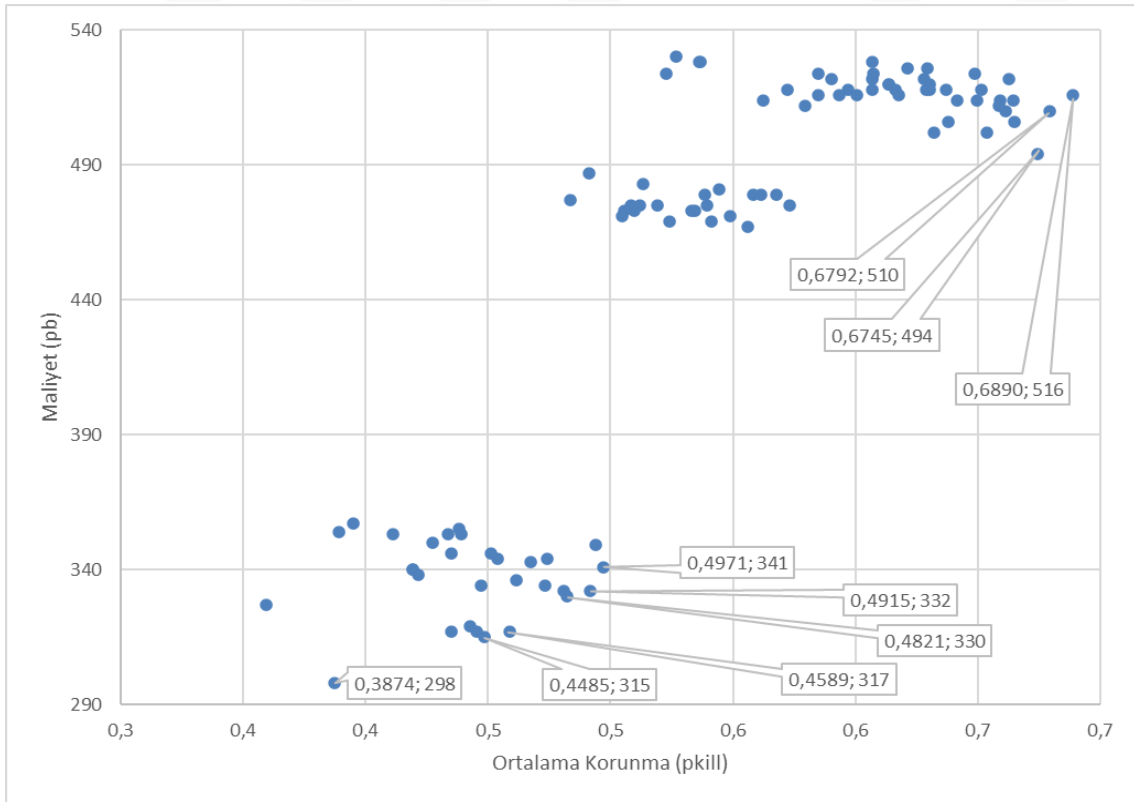
Şekil 4.22. 1. Bölge (Mavi Bölge)



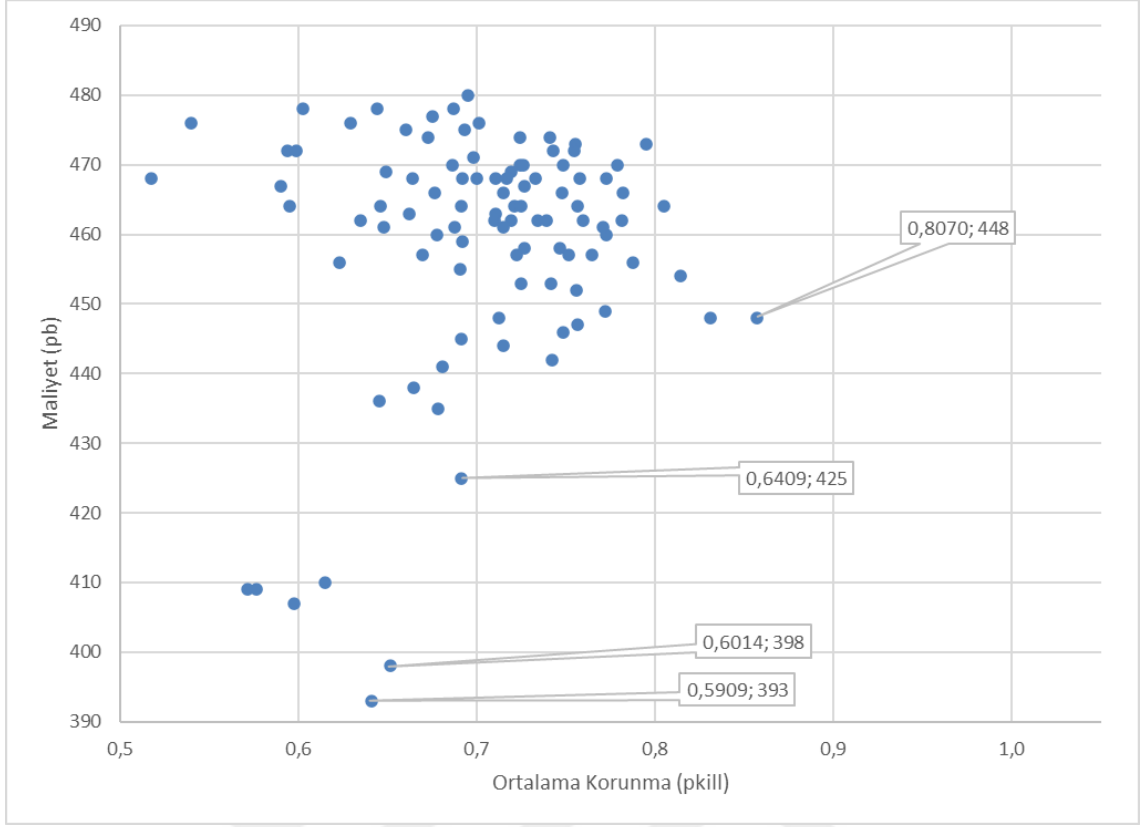
Şekil 4.23. 2. Bölge (Yeşil Bölge)



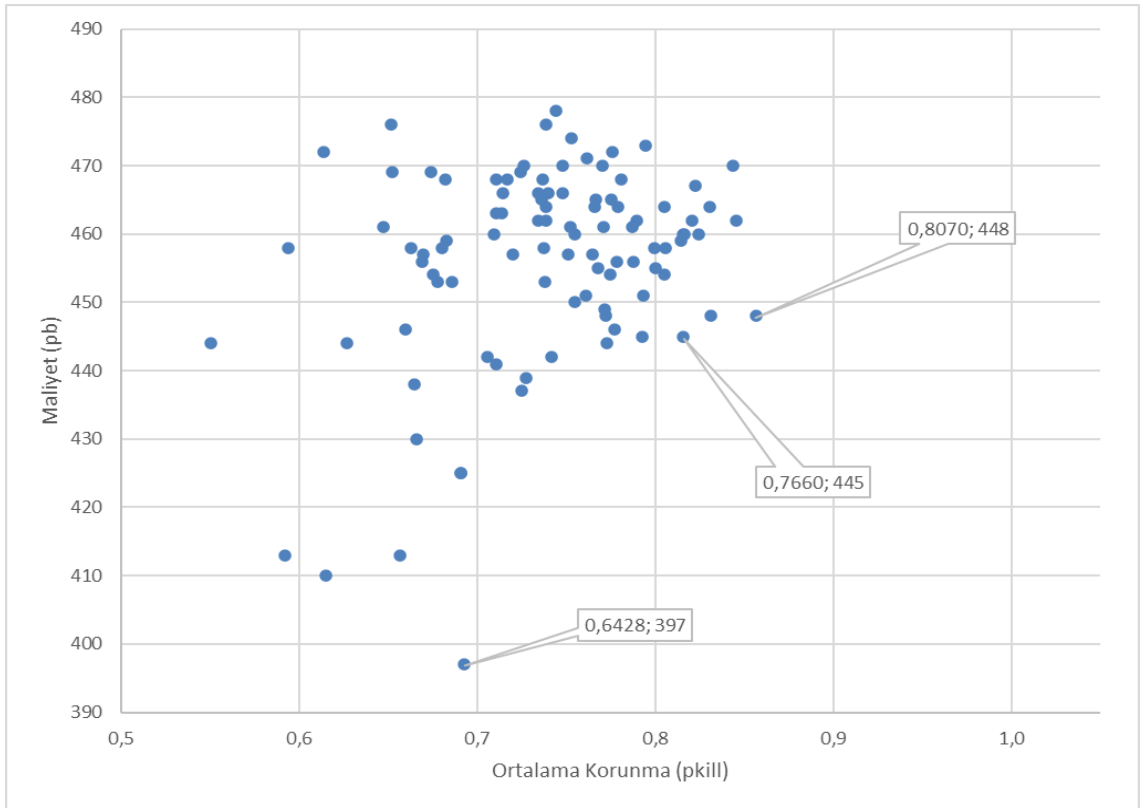
Şekil 4.24. 3. Bölge (Gri Bölge)



Şekil 4.25. 4. Bölge (Pembe Bölge)



Şekil 4.26. 5. Bölge (Turuncu Bölge)



Şekil 4.27. 6. Bölge (Mor Bölge)

Verilen grafikler incelendiğinde karar vericinin her bir bölge için alternatif çözüm önerisi seçme şansının olduğu görülmektedir. Kimi karar verici için maliyet ön planda iken bir diğeri için seçim, maliyet her ne olursa olsun savunmanın ilk planda tutulması olabilecektir. Bu nedenle her bir bölge için radarların yerleştirileceği yerler, bu doğrultuda radarların yerleştirildiği bölgelerde bulunması gereken füze adetleri ve füzelerin menzil bilgileri/konfigürasyonu karar vericinin tercihinine göre değişiklik gösterebilecektir.

Her bölge için yalnızca 100 koşum yaptırılarak elde edilen sonuçların karar vericiyi tatmin etmemesi durumu gözetilerek bu sonuçların eldesi için geliştirilen kod EK-2’de paylaşılmış olup bu sayede karar vericiye göre en makul olan çözüm alternatifinin belirlenebilmesi için sayısız koşumlar gerçekleştirilebilecektir.

4.5. Pkill Fonksiyonu’nun Radar Adetlerine Duyarlılığı

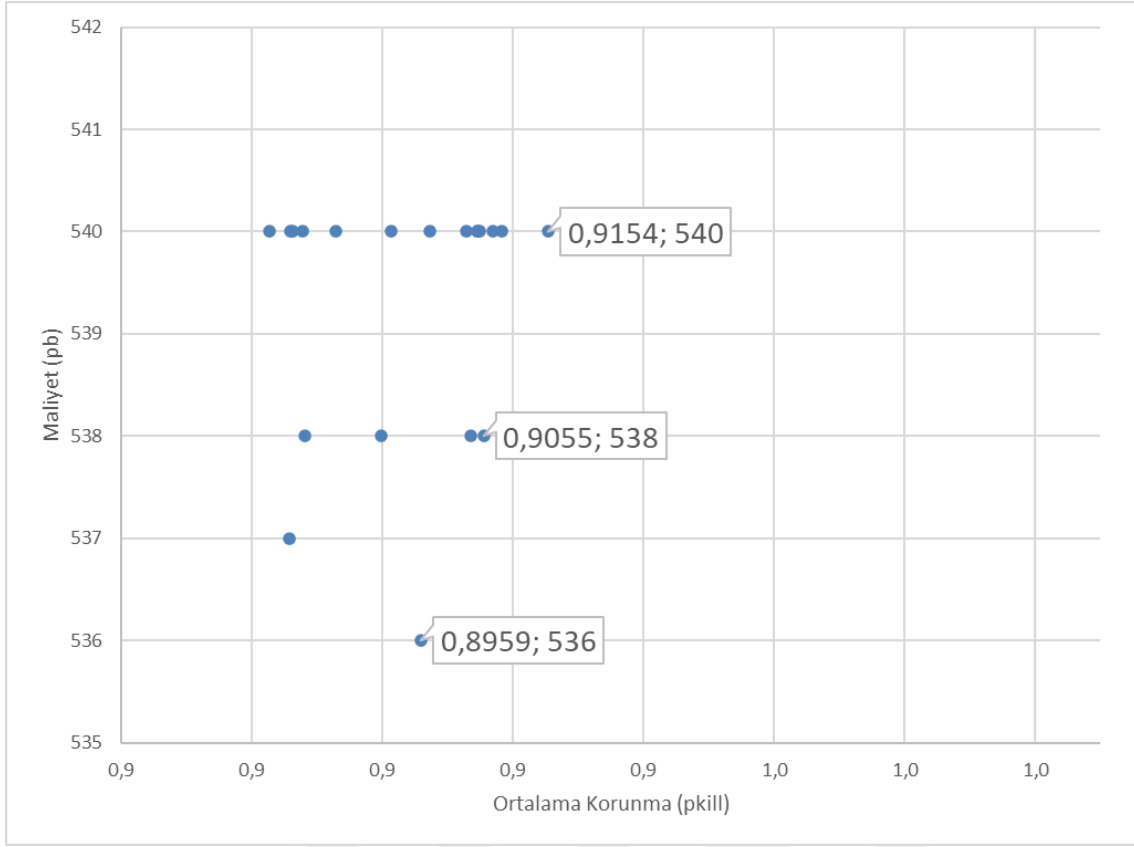
Karar vericinin kısıtlı imkanlar nedeniyle tüm Türkiye için yalnızca 40 radar ile koruma sağlamayı hedeflediği daha önceki bölümde ifade edilmiştir. Ancak karar vericinin daha fazla sayıda radar yerleştirme imkanı olması halinde Şekil (4.22-4.27) ile verilen grafiklerdeki pkill değerlerinde ne gibi değişikliklerin olabileceği de merak edilebilir bir unsurdur. Bunun için bir örnek bölge seçilmiş (1.bölge/mavi bölge) ve bu bölge için farklı radar sayıları ile koşumlar gerçekleştirilerek pkill değerlerinin radar adetlerine duyarlılığı incelenmiştir.

Normalde her bir bölge için 100 koşum gerçekleştirilmiş ve koşuma ilişkin sonuçlar Bölüm 4.4 Şekil (4.22:4.27) ile paylaşılmıştır. Duyarlılık analizinde ise yalnızca 20’şer koşum gerçekleştirilmiştir. Bunun nedeni Şekil (4.28:4.29) ile verilen grafiklerden de anlaşılabileceği üzere bu koşum sayılarının pkill fonksiyonunun davranışını izlemeye yeterli geldiğinin tespit edilmesidir.

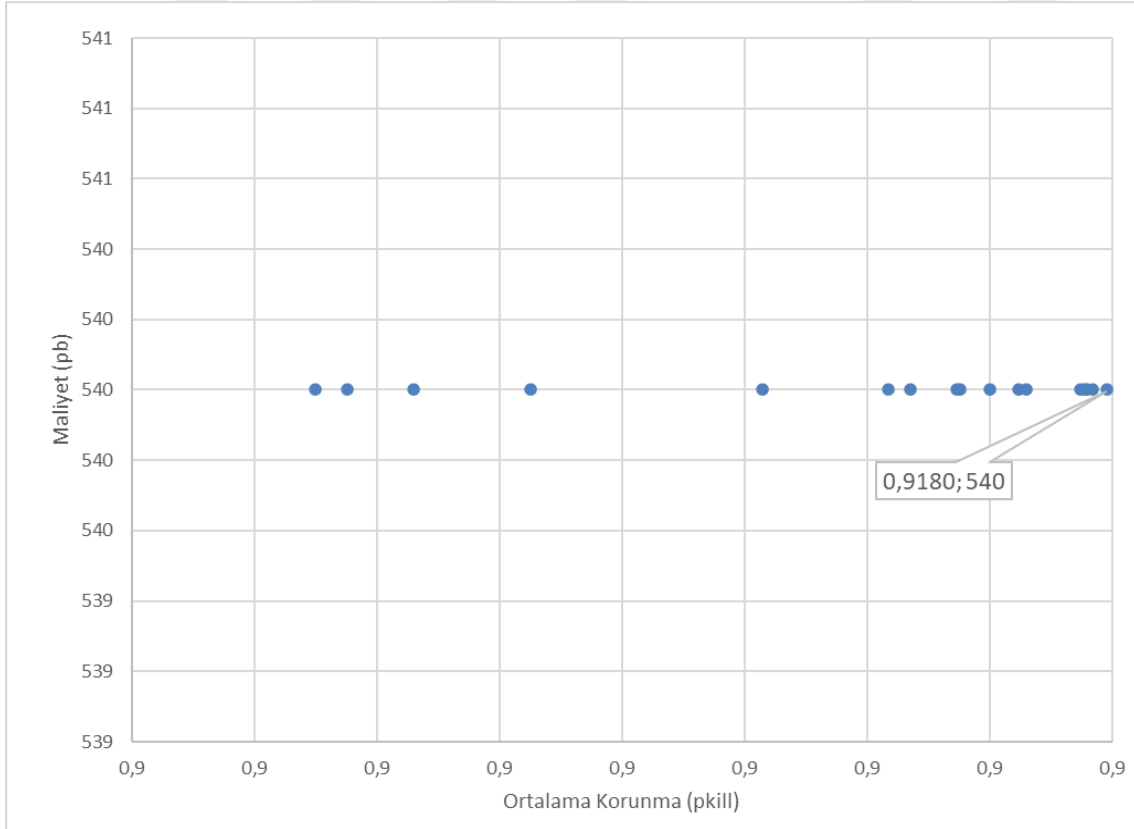
Şekil-4.28’de 1.bölgeye 40 adet radar yerleştirilebildiği Şekil-4.29’da ise 60 adet radar yerleştirilebildiği varsayılmıştır. EK-4’te görülebileceği gibi 1.bölgedeki her bir noktanın kapsanabilmesi için ise toplam 68 adet radara gereksinim vardır. AHP ile elde edilen öncelikler doğrultusunda 12 adet radar ile bölge korunmaya çalışıldığında karşımıza çıkan pkill değerleri ise Şekil-4.22’de görülebilir. 12 radar ile korunma sağlanmaya

çalışıldığında bölgenin en iyi ortalama pkill değerinin %75-%85 aralığında seyretmekte olduğu görülmektedir. Bu sayı 40'a çıkarıldığında ise ortalama korunma değerinin de %89-%92 aralığında seyrettiğini özetle radar sayısındaki artışın pkill değerine etki ettiğini görebilmekteyiz. Ayrıca en iyi çözüm arayışında alternatif çözümlerin birbirine çok yaklaştığını yani en iyi çözümü bulmanın nispeten daha kolay olacağını öngörebilmekteyiz. Bu, 68 radar arasından herhangi 40 radarın enümerasyon ile seçiminden ileri gelmektedir. Seçim alt kümesi daraldığından birbirine yakın çözümler elde edilmektedir ve bu durum 60 adet radar yerleştirilen durumda daha net tespit edilebilirdir. Radar sayısının 60'a çıkarıldığı durumda ise yani neredeyse tüm radarlar kullanımda iken oranın %91'lerde olduğu söylenebilir.

Şekil 4.15'te de görüldüğü üzere aslında beklenen bir sonuçla karşılaşılmıştır. Füze, pkill fonksiyonu gereği hiçbir zaman %100 koruyuculuk sağlayamayacaktır. Her bir noktaya da tek bir füze tahsis edileceğinden her bir noktanın koruyuculuğu en iyi durumda %90'larda bir değer olacağından bölgenin ortalama korunmasının da bu dolaylarda olması olağandır. Ancak çalışma başında da değerlendirildiği üzere eğer bir noktaya birden fazla füze atanması durumu söz konusu olsaydı, pkill fonksiyonu çalışma prensibi gereği EK-5'te görülen sonuçlara ulaşmak da mümkündür. İleriki çalışmalarda bu değerlendirilebilir ancak bu çalışma kapsamında tek füzenin tahsis edilebildiği durum için yukarıda paylaşılanlar değerlendirildiğinde görülmektedir ki radar sayısının bir miktar arttırılması elbette ortalama pkill değerinde artışa neden olacaktır. Çünkü kısıtlı sayıda radar kullanıldığında menzil yetersizliği nedeniyle tamamen korunmasız kalan noktalar da söz konusu olabilmektedir. Fakat 40 radar ile 60 radar kullanımı durumları için de çözümler değerlendirildiğinde çözümlerin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Bunun nedeni ne kadar radar yerleştirilirse yerleştirilsin geliştirilen algoritma gereği bir nokta yalnızca 1 füzeyle korunmaktadır ki bu füze de en fazla koruma oranına sahip füze olarak seçilmektedir. Bu da demektir ki yerleştirilebilir 68 radarın hepsinin yerleştirilmesinin de bir anlamı olmayacaktır. Ancak bilinmelidir ki kod enümerasyon ile değerlendirildiğinden çok fazla koşum yapıldığında 68 adet radar lokasyonu arasından öyle noktalar belirlenir ki en yüksek ortalama pkill değerine erişim sağlanabilir.



Şekil 4.28. 40 Radar için Koşum Sonuçları



Şekil 4.29. 60 Radar için Koşum Sonuçları

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Günümüz şartları, ülkelerin silahlanma rekabeti, füze teknolojilerindeki gelişmeler ve ülkemizin bulunduğu jeopolitik konum değerlendirildiğinde hava savunma alanında yapılması gereken yatırımların ve bu yatırımların doğru şekilde yapılabilmesi için teorik alandaki çalışma sayılarının artırılmasının gerekli olduğu görülmektedir. Bu durum gözetilerek gerçekleştirilen çalışma kapsamında, Türkiye'nin envanterinde yer alması gereken füzelerin menzillerinin ne olabileceği, bu füzelerden kaç adet sağlanması ve fırlatma platformlarının nerelerde konuşlandırılması gerektiğine dair bilgi birikimi, maliyetlerin de olabildiğince düşük seviyelerde olması hedeflenerek oluşturulmaya çalışılmıştır.

İlgili veri setinin elde edilebilmesi için tez kapsamında birden fazla alt probleme çözüm üretilmeye çalışılmış ve her biri Dev C derleyicisinde geliştirilen bir kod vasıtasıyla çözüme kavuşturulmuştur. Radar yerleşimi için bir mantık tasvir edilmiş olup küme kapsama algoritmasından yararlanılarak optimal yerleşim sağlanmıştır. Radar yerleşiminin gerçekleştirilmesinden sonra ise ilgili noktalardan fırlatılacak füzelerin belirlenerek Türkiye'de belirlenen altı bölgenin ortalama korunma değerinin (pkill) mümkün olduğunca yüksek, sahip olunması gereken füzelerin yaratacağı maliyetlerin de mümkün olduğunca düşük tutulması sağlanmaya çalışılmıştır. Birbirine zıt çalışan iki amaç olması nedeniyle (maksimum koruma, minimum maliyet) elde edilen sonuçlar arasında birbirine üstün gelemeyen sonuçlar da söz konusu olmuştur ve bu gibi durumlarda hangi çözümün seçileceği karar vericinin inisiyatifine bırakılmıştır. Kesin bir yargının ifade edilmesi mümkün olmamakla birlikte yapılan koşum sayısı artırılarak edinilen veriler ışığında gerçekleştirilecek ek analizler ile çözüm alternatiflerinde daha da iyi çözümlere gidilmesi muhtemel olabilecektir.

Bu çalışmanın da diğer çalışmalar gibi literatürde yer alacak olan yerli çözümlere katma değer yaratması ve gelecek çalışmalar için yeni fikirler oluşturulmasına destek sağlaması hedeflenmektedir. Bununla birlikte geliştirilen çözüm önerileri içerisinde özellikle füze sistemleri için yerleşimin dinamik olarak belirlenebilme imkanının (günümüz saldırı unsurlarının hızla tespiti ve bertarafının güç olması nedeniyle) askeri alanda hayli önem kazanması nedeniyle gerçekleştirilecek olası gerçek hayat uygulamalarında bu çalışmanın da göz önünde bulundurulabileceği değerlendirilmektedir.

Çalışma kapsamında geliştirilen yöntemin zenginleştirilebilmesi ve gerçek hayat problemlerinde de uygulanabilirliğinin sağlanabilmesi için varsayımı yapılan her bir unsur gelecek çalışmalar kapsamında ilerletilerek bu çalışmaya eklenebilecektir.

Çalışmanın başında da belirtildiği üzere Türkiye'yi temsil eden nokta sayısı 1000 alınmış olmakla birlikte bu sayının arttırılması, daha detaylı analizlerin yapılmasına olanak sağlayacaktır. Bunun yanı sıra radar yerleşim optimizasyonu gerçekleştirilirken kurulan algoritma kapsamında her bir nokta yeryüzü şeklinden bağımsız değerlendirilmiştir. Şayet belirlenen noktalar için yeryüzü şekilleri de modellenenilirse radar kapsamına yönelik geliştirilen kod daha gerçekçi sonuçlar verebilecektir.

Hava savunma füze sistemleri çoğunlukla, füze fırlatma sisteminden aynı hedefe birden fazla füze angaje edilmesi sağlanacak şekilde operasyonunu icra etmektedir. Yani aynı tehdide karşı birden fazla füzenin tahsisi söz konusu olabilmektedir. Lakin bu çalışma kapsamında her bir atıcı platformdan tehdide (ulaşılmaya çalışılan noktaya) yalnızca bir füze tahsisi gerçekleştirilmiştir. İlerleyen çalışmalarda bir noktaya ateşlenen füze sayısı optimize edilerek pkill olarak adlandırılan, tehdidin bertaraf edilme ihtimali daha üst seviyelere çekilebilecektir.

Ayrıca bir şekilde pkill fonksiyonu için elde edilen veri seti genişletilebilir ve denklem düzenlenebilir hale gelirse, füze menzilinin üst sınır değerinin daha yüksek olması sağlanabilir. Bununla birlikte denkleme irtifa, hız vb. parametreler eklenerek daha kompleks bir pkill fonksiyonu da oluşturulabilir. Son olarak, çalışma kapsamında deniz noktalarının korunabileceğine, fakat oralardan füze ateşlenemeyeceğine değinilmiştir. Deniz üzerine konuşlandırılabilir, gemi üzerinden atılabilir füzeleri barındıran hava savunma füze sistemlerinin de ele alınabilmesi ile çalışma daha kapsamlı hale getirilebilecektir.

AHP yöntemi ile belirlenen ağırlıklar doğrultusunda bölgelerin radar ihtiyacı değerlendirilmiştir. Ancak başka bir karar vericinin seçeceği kriterler, çalışma kapsamında ele alınan kriterlerden farklı olabilecektir. Farklı kriterler için ise katsayılar dolayısıyla bölgelerin öncelikleri değişkenlik gösterebilecektir. Bu nedenle farklı kriterlerin de eklenmesi yahut başka kriterlerin göz önüne alınması sonrası duyarlılık analizi

gerçekleştirilerek bölgeler arasında farklı önceliklerin görülmesi söz konusu olabilecektir.

Radarların yerleştirilebileceği tüm uygun noktalar belirlendikten sonra bu noktalardan yalnızca bir kısmına enümerasyon yoluyla radar ve füze konuşlandırılması gerçekleştirilmiş ve bu doğrultuda pkill ve maliyet değerleri hesaplanmıştır. Tıpkı radar algoritmasında olduğu gibi nihai kodda da belirli sayıda radar için de yerleşim optimizasyonu gerçekleştirilip ilgili bölge için en iyi pkill ve maliyet değeri kesin olarak belirlenebilecektir.



6. KAYNAKLAR

1. S. Taşdemir, Nokta Hava Savunma Sistemlerinin Konuş Yeri Seçimi İçin Çok Kriterli Yaklaşımlar, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2021**.
2. Z. Özdemir, Bölgesel Hava Savunma için Çok Amaçlı Konuşlanma Modeli, Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2019**.
3. T. Pietkiewicz, A. Kawalec, B. Wajszczyk, An Optimization Problem of Air Defense Planning for an Area Object, International Conference on Intelligent Decision Technologies, Warszawa, 978-3-319-59420-0, **2017**.
4. T. Tanergüçlü, H. Maraş, C. Gencer, H. Aygüneş, A Decision Support System for Locating Weapon and Radar Positions in Stationary Point Air Defence, Information Systems Frontiers, DOI 10.1007/s10796-010-9269-6, 423-444, **2012**.
5. M.F. Hocaoglu, Weapon Target Assignment Optimization For Land Based Multi-Air Defense Systems: A Goal Programming Approach, Computers & Industrial Engineering, Vol. 128, 321-332, **2019**.
6. H. Lu, H. Zhang, X. Zhang, R. Han, An Improved Genetic Algorithm for Target Assignment, Optimization of Naval Fleet Air Defense, An Improved Genetic Algorithm for Target Assignment, Optimization of Naval Fleet Air Defense, DOI:10.1109/wcica.2006.1712999, **2006**.
7. O. Karasakal, Air Defense Missile-Target Allocation Models For A Naval Task Group, Computers & Operations Research, Vol. 35, 1759-1770, **2008**.
8. K. Gao, X. Yan, Study on the Optimal Strategy of Missile Interception, Study on the Optimal Strategy of Missile Interception, Vol. 9, 22239-22252, DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3054311, **2021**.
9. D.P. Lötter, J.H. Vuuren, Weapon Assignment Decision Support In A Surface-Based Air Defence Environment, **2013**.
10. M. Pant, K. Deep, Building A Better Air Defence System Using Genetic Algorithms, In International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems. Springer, Berlin, Heidelberg, 951-959, **2006**.
11. N. Feghhi, A.R. Kosari, A. Atashgah, A Real-Time Exhaustive Search Algorithm For

The Weapon-Target Assignment Problem, Scientia Iranica, DOI: 10.24200/SCI.2019.52324.2662, 1539-1551, **2021**.

12. K. Gao, H. Xiao, L. Qui, S. Wang, Optimal Interception Strategy of Air Defence Missile System Considering Multiple Targets and Phases, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability, Vol. 236, 138-147, **2021**.

13. E. Ayöperken, M. Ermiş, İnsansız Hava Araçları için Üs Konumlarının Kapsama Alanı Problemi Olarak Modellenmesi ve Eniyilenmesi, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, Cilt 5, 61-71, **2011**.

14. M. A. Badri, Combining the analytic hierarchy process and goal programming for global facility location-allocation problem, International Journal of Production Economics, 62(3):237-248, **1999**.

15. B. Şennaroğlu, G. V. Çelebi, A military airport location selection by AHP integrated PROMETHEE and VIKOR methods, Transportation Research Part D: Transport and Environment, Vol. 59, 160-173, **2018**.

16. C. M. Lai, Integrating simplified swarm optimization with AHP for solving capacitated military logistic depot location problem, Vol 78, 1-12, **2019**.

17. Anonim, Cheolmae II, <https://www.globalsecurity.org/military/world/rok/m-sam.htm>, (Erişim tarihi: **5 Mayıs 2022**).

18. Anonim, Hava Savunma Radarları, <https://www.radartutorial.eu/02.basics/Hava%20Savunma%20Radarlar%C4%B1.tr.html>, (Erişim tarihi: **5 Mayıs 2022**).

19. Anonim, Türkiye'nin Uç Noktaları, https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrkiye%27nin_u%C3%A7_noktalar%C4%B1, (Erişim tarihi: **5 Mayıs 2022**).

20. T. L. Saaty, Decision Making with the Analytic Hierarchy Process, International Journal Of Services Sciences, 1.1: 83-98, **2008**.

EKLER

EK 1 – Radar Yerleşim Algotirması Kodu

```
1.    #include <stdio.h>
2.    #include <math.h>
3.    int rakim[9]={15,18,5,9,20,3,10,12,7};
4.    int
koordinat[9][2]={ {35,25},{35,30},{35,35},{30,25},{30,30},{30,35},{25,25},{25,30},{
25,35}};
5.    int noktalar[9]={1,2,3,4,5,6,7,8,9};
6.    int
mesafeler[9][9]={ {0,3,6,3,4,6,6,6,8},{3,0,3,4,3,4,6,6,6},{6,3,0,6,4,3,8,6,6},{3,4,6,0,3,6,
3,4,6},{4,3,4,3,0,3,4,3,4},{6,4,3,6,3,0,6,4,3},{6,6,8,3,4,6,0,3,6},{6,6,6,4,3,4,3,0,3},{8,6
,6,6,4,3,6,3,0}};
7.    void parmaxrakimbul (int a, int b, int *enb, int *maxnokta){
8.    int i,j=0,k,c,nokta[9]={0},max[9]={0};
9.    for (i=0;i<9;i++){
10.    c = noktalar[i];
11.    if (c!=a && c!=b){
12.    if(koordinat[a-1][0]==koordinat[c-1][0] && koordinat[b-1][0]==koordinat[c-
1][0]){
13.    if((koordinat[a-1][1]<koordinat[c-1][1] && koordinat[b-1][1]>koordinat[c-
1][1]) || (koordinat[a-1][1]>koordinat[c-1][1] && koordinat[b-1][1]<koordinat[c-
1][1])){
14.    max[j]=rakim[c-1];
15.    nokta[j]=c;
16.    j++;
17.    }}}
18.    *enb = max[0];
19.    *maxnokta = nokta[0];
20.    for (k=0;k<9;k++){
21.    if(*enb<max[k]){
22.    *enb=max[k];
23.    *maxnokta=nokta[k];
24.    }}}
25.    void mermaxrakimbul (int a, int b, int *enb, int *maxnokta){
26.    int i,j=0,k,c,nokta[9]={0},max[9]={0};
27.    for (i=0;i<9;i++){
28.    c = noktalar[i];
29.    if (c!=a && c!=b){
30.    if(koordinat[a-1][1]==koordinat[c-1][1] && koordinat[b-1][1]==koordinat[c-
1][1]){
31.    if((koordinat[a-1][0]<koordinat[c-1][0] && koordinat[b-1][0]>koordinat[c-
1][0]) || (koordinat[a-1][0]>koordinat[c-1][0] && koordinat[b-1][0]<koordinat[c-
1][0])){
32.    max[j]=rakim[c-1];
33.    nokta[j]=c;
34.    j++ ;
```

```

35.     }}}}
36.     *enb = max[0];
37.     *maxnokta = nokta[0];
38.     for (k=0;k<9;k++){
39.         if(*enb<max[k]){
40.             *enb=max[k];
41.             *maxnokta=nokta[k];
42.         }}}
43.     void kbgdmaxrakimbul (int a, int b, int *enb, int *maxnokta){
44.         int i,j=0,k,c,nokta[9]={0},max[9]={0};
45.         for (i=0;i<9;i++){
46.             c = noktalar[i];
47.             if (c!=a && c!=b){
48.                 if((koordinat[c-1][1]<koordinat[a-1][1]&&koordinat[c-1][0]<koordinat[a-
49.                     1][0]&&koordinat[c-1][1]>koordinat[b-1][1]&&koordinat[c-1][0]>koordinat[b-
50.                     1][0])||(koordinat[c-1][1]<koordinat[b-1][1]&&koordinat[c-1][0]<koordinat[b-
51.                     1][0]&&koordinat[c-1][1]>koordinat[a-1][1]&&koordinat[c-1][0]>koordinat[a-1][0])){
52.                     if((mesafeler[a-1][b-1] % mesafeler[a-1][c-1] ==0)){
53.                         max[j]=rakim[c-1];
54.                         nokta[j]=c;
55.                         j++ ;
56.                     }}}}
57.     *enb = max[0];
58.     *maxnokta = nokta[0];
59.     for (k=0;k<9;k++){
60.         if(*enb<max[k]){
61.             *enb=max[k];
62.             *maxnokta=nokta[k];
63.         }}}
64.     void kdgbmaxrakimbul (int a, int b, int *enb, int *maxnokta){
65.         int i,j=0,k,c,nokta[9]={0},max[9]={0};
66.         for (i=0;i<9;i++){
67.             c = noktalar[i];
68.             if (c!=a && c!=b){
69.                 if((koordinat[c-1][1]<koordinat[a-1][1]&&koordinat[c-1][0]<koordinat[a-
70.                     1][0]&&koordinat[c-1][1]>koordinat[b-1][1]&&koordinat[c-1][0]>koordinat[b-
71.                     1][0])||(koordinat[c-1][1]<koordinat[b-1][1]&&koordinat[c-1][0]<koordinat[b-
72.                     1][0]&&koordinat[c-1][1]>koordinat[a-1][1]&&koordinat[c-1][0]>koordinat[a-1][0])){
73.                     if((mesafeler[a-1][b-1] % mesafeler[a-1][c-1] ==0)){
74.                         max[j]=rakim[c-1];
75.                         nokta[j]=c;
76.                         j++ ;
77.                     }}}}
78.     *enb = max[0];
79.     *maxnokta = nokta[0];
80.     for (k=0;k<9;k++){
81.         if(*enb<max[k]){
82.             *enb=max[k];
83.             *maxnokta=nokta[k];
84.         }}}

```

```

79.   int main () {
80.   int a, b, c,d ,e , x, toplam, yukseklik, t=0, s=0, totalkapsama[1][9],
radarmenzili=9,kapsama [9][9]={0};
81.   float f;
82.   int i, j, k, l, sayac=0;
83.   int radaryeri[9][9] = { 0 };
84.   int sifirbir[9][9]= {0} ;
85.   int satirelemansay [9] = { 0 } , sutuntoplam[9]={0} ;
86.   for(i=0;i<9;i++){
87.   a = noktalar[i];
88.   for(j=0;j<9;j++){
89.   b = noktalar[j] ;
90.   if(a!=b){
91.   if (rakim[a-1]<=rakim[b-1]){
92.   d=mesafeler[a-1][b-1];
93.   e=abs(rakim[a-1]-rakim[b-1]);
94.   f=sqrt((d*d)+(e*e));
95.   if (f<=radarmenzili){
96.   if (koordinat[a-1][0]==koordinat[b-1][0]){
97.   parmaxrakimbul(a,b, &t, &s);
98.   if(t!=0 && s!=0){
99.   yukseklik=t;
100.  c=s;
101.  if(rakim[a-1]>yukseklik && rakim[b-1]>yukseklik ){
102.  kapsama[a-1][b-1]++; }
103.  else if(((mesafeler[a-1][c-1])/(mesafeler[a-1][b-1]))>=(abs(yukseklik-rakim[a-
11.  1])/abs(rakim[b-1]-rakim[a-1]))){
104.  kapsama[a-1][b-1]++;
105.  }}
106.  else
107.  kapsama[a-1][b-1]++;}
108.  else if (koordinat[a-1][1]==koordinat[b-1][1]){
109.  mermaxrakimbul(a,b, &t, &s);
110.  if(t!=0 && s!=0){
111.  yukseklik=t;
112.  c=s;
113.  if(rakim[a-1]>yukseklik && rakim[b-1]>yukseklik ){
114.  kapsama[a-1][b-1]++;}
115.  else if(((mesafeler[a-1][c-1])/(mesafeler[a-1][b-1]))>=(abs(yukseklik-rakim[a-
11.  1])/abs(rakim[b-1]-rakim[a-1]))){
116.  kapsama[a-1][b-1]++;
117.  }}
118.  else
119.  kapsama[a-1][b-1]++;}
120.  else if (koordinat[a-1][1]>koordinat[b-1][1] && koordinat[a-1][0]<koordinat[b-
11.  1][0]){
121.  kbgdmaxrakimbul(a,b, &t, &s);
122.  if(t!=0 && s!=0){
123.  yukseklik=t;
124.  c=s;

```

```

125. if(rakim[a-1]>yukseklık && rakim[b-1]>yukseklık ){
126. kapsama[a-1][b-1]++;}
127. else if(((mesafeler[a-1][c-1])/(mesafeler[a-1][b-1]))>=(abs(yukseklık-rakim[a-
128. kapsama[a-1][b-1]++;}}
129. else
130. kapsama[a-1][b-1]++;}
131. else if (koordinat[a-1][1]<koordinat[b-1][1] && koordinat[a-1][0]<koordinat[b-
132. kdgbmaxrakimbul(a,b, &t, &s);
133. if(t!=0 && s!=0){
134. yukseklık=t;
135. c=s;
136. if(rakim[a-1]>yukseklık && rakim[b-1]>yukseklık ){

137. kapsama[a-1][b-1]++;}
138. else if(((mesafeler[a-1][c-1])/(mesafeler[a-1][b-1]))>=(abs(yukseklık-rakim[a-
139. kapsama[a-1][b-1]++;}}
140. else
141. kapsama[a-1][b-1]++;}
142. else if (koordinat[a-1][1]>koordinat[b-1][1] && koordinat[a-1][0]>koordinat[b-
143. kdgbmaxrakimbul(a,b, &t, &s);
144. if(t!=0 && s!=0){
145. yukseklık=t;
146. c=s;
147. if(rakim[a-1]>yukseklık && rakim[b-1]>yukseklık ){
148. kapsama[a-1][b-1]++;}
149. else if(((mesafeler[a-1][c-1])/(mesafeler[a-1][b-1]))>=(abs(yukseklık-rakim[a-
150. kapsama[a-1][b-1]++;}}
151. else
152. kapsama[a-1][b-1]++;}
153. else if(koordinat[a-1][1]<koordinat[b-1][1] && koordinat[a-1][0]>koordinat[b-
154. kbgdmaxrakimbul(a,b, &t, &s);
155. if(t!=0 && s!=0){
156. yukseklık=t;
157. c=s;
158. if(rakim[a-1]>yukseklık && rakim[b-1]>yukseklık ){
159. kapsama[a-1][b-1]++;}
160. else if(((mesafeler[a-1][c-1])/(mesafeler[a-1][b-1]))>=(abs(yukseklık-rakim[a-
161. kapsama[a-1][b-1]++;}}
162. else
163. kapsama[a-1][b-1]++;
164. } } } } }
165. for (i = 0; i < 9; i++) {
166. for (j = 0; j < 9; j++) {

```

```

167. if (kapsama[i][j] == 1) {
168.     radaryeri[j][i] = i + 1;
169.     satirelemansay [j]++;
170. } }
171. for (i = 1; i <= 9; i++) {
172.     for (j = 0; j < 9; j++) {
173.         if (satirelemansay[j] == i) {
174.             int satireleman [9] = { 0 };
175.             int count = 0;
176.             for (k = 0; k < 9; k++) {
177.                 if (radaryeri[j][k] != 0) {
178.                     satireleman[count] = k + 1;
179.                     count++;
180.                 } }
181.             for (k = 0; k < 9; k++) {
182.                 if (j != k && satirelemansay [j] <= satirelemansay [k]) {
183.                     for (l = 0; l < 9; l++) {
184.                         if (satireleman [l] == 0) {
185.                             for (t = 0; t < 9; t++) {
186.                                 radaryeri[k][t] = 0; }
187.                             satirelemansay [k] = 0;
188.                             break; }
189.                         else if (radaryeri[k][ satireleman[l]-1] == 0) {
190.                             break;
191.                         } } } } } }
192.             for(i=0;i<9;i++){
193.                 for(j=0;j<9;j++){
194.                     if(radaryeri[i][j] != 0){
195.                         sifirbir[i][j]=1 ;
196.                     } } }
197.                 for(j=0;j<9;j++){
198.                     for(i=0;i<9;i++){
199.                         if(sifirbir[i][j] == 1){
200.                             sutuntoplaml[j]++;
201.                         } } }
202.                 for(j=0;j<9;j++){
203.                     for(k=0;k<9;k++){
204.                         if(j!=k){
205.                             for(i=0;i<9;i++){
206.                                 if(sifirbir[i][j] != 0 && sifirbir[i][k] != 0){
207.                                     if(sifirbir[i][j] == sifirbir[i][k]){
208.                                         sayac++;
209.                                     } } }
210.                                 if (sayac==sutuntoplaml[k]){
211.                                     for(i=0;i<9;i++){
212.                                         sifirbir[i][k] = 0;
213.                                         sutuntoplaml[k] = 0;
214.                                     } }
215.                                 else if(sayac==sutuntoplaml[j]){
216.                                     for(i=0;i<9;i++){

```

```
217.  sifirbir[i][j] = 0;
218.  sutuntoplamlam[j] = 0;
219.  }}
220.  sayac=0;
221.  }}}
222.  for (i = 0; i < 9; i++) {
223.  for (j = 0; j < 9; j++) {
224.  if (sifirbir[i][j]==1){
225.  sifirbir[i][j]=j+1;
226.  }}}
227.  for (i = 0; i < 9; i++) {
228.  for (j = 0; j < 9; j++) {
229.  printf("%d ", sifirbir[i][j]);}
230.  printf("\n");}
```



EK 2 – Nihai Pkill/Maliyet Kodu

```
1.    #include <stdio.h>
2.    #include <math.h>
3.    #include <stdlib.h>
4.    #include <conio.h>
5.    #include <time.h>
6.    int rakim[160]={0};
7.    int noktalar[160]={0};
8.    double mesafeler[160][160]={0};
9.    int koordinatx[160]={0};
10.   int koordinaty[160]={0};
11.   int koordinatz[160]={0};
12.   void enbuyukcbul (int a, int b, int *enb, int *maxnokta){
13.   int i,j=0,k,c,nokta[160]={0}, max[160]={0},random[6]={0};
14.   double kr1=0,kr2=0,kr3=0,kr4=0,kr5=0,kr6=0,kr7=0,kr8=0,kr9=0;
15.   for (i=0;i<160;i++){
16.   c = noktalar[i];
17.   if (c!=a && c!=b){
18.   kr1=(koordinatx[b-1]-koordinatx[a-1]);
19.   kr2=(koordinatx[c-1]-koordinatx[a-1]);
20.   kr3=kr2/kr1;
21.   kr4=(koordinaty[b-1]-koordinaty[a-1]);
22.   kr5=(koordinaty[c-1]-koordinaty[a-1]);
23.   kr6=kr5/kr4;
24.   kr7=(koordinatz[b-1]-koordinatz[a-1]);
25.   kr8=(koordinatz[c-1]-koordinatz[a-1]);
26.   kr9=kr8/kr7;
27.   if( kr3 == kr6 && kr6 <=kr9){
28.   max[j]=rakim[c-1];
29.   nokta[j]=c;
30.   j++;
31.   }}}
32.   *enb = max[0];
33.   *maxnokta = nokta[0];
34.   for (k=0;k<160;k++){
35.   if(*enb<max[k]){
36.   *enb=max[k];
37.   *maxnokta=nokta[k];
38.   }}}
39.   int main () {
40.   srand(time(NULL));
41.   int
sayi=0,rdr=0,g=0,h,m,n,syc1=0,nok1=0,i,ryn=0,ilkdata=0,randomyer[160]={0},radarno
ktasinibul[160]={0},sayac=0, j,l, k, a, b, c,d ,e , x, toplam, yukseklik, t=0, s=0,
totalkapsama[1][160], radarmenzili=164000,kapsama [160][160]={0},rdrbul[70]={0};
42.   float f;
43.   int enbnok=0,kisitliradar[6]={0},radaryeri[160][160] ={0};
44.   int sifirbir[160][160]={0} ;
45.   int rowCount[160] ={0},sutuntoplam[160]={0} ;
```

```

46.    int msl[160]={0},sayikaydet[6]={0};
47.    int s1=0,s2;
48.    int tut=0,r1,r2=0;
49.    double totalpara[160]={0},
deger=0,enbk=0,pktoplam[160][160]={0},koorilkpar[160]={0},koorikipar[160]={0},pk
mesafesi[160]={0},pkill[160]={0};
50.    double k1,k2;
51.    int k3=0;
52.    int n1=0,n2;
53.    double tplmpara=0,mkm=0,mesafebir[160]={0},noktakorumasi[160]={0};
54.    int m1=0,m2=0,m3=0,f1=0,ms1=0,ms2,ms3,ms4;
55.    double kmdeger=0,
fuzeparasi=0,ortkoruma=0,tplmkoruma=0,tpl,koruma=0,km=0,d1=0,d2=0,d3=0,d4=0,m
es1=0,mes2=0,mes3=0;
56.    FILE *dosyamsl;
57.    dosyamsl=fopen("msl.txt","r");
58.    while(fscanf(dosyamsl, "%d\n", &s2) != EOF){
59.        msl[s1]=s2;
60.        s1++;
61.    }
62.    fclose(dosyamsl);
63.    FILE *dosyarakim;
64.    dosyarakim=fopen("rakim.txt","r");
65.    while(fscanf(dosyarakim, "%d\n", &r1) != EOF){
66.        rakim[r2]=r1;
67.        r2++;
68.    }
69.    fclose(dosyarakim);
70.    FILE *dosyanoktalar;
71.    dosyanoktalar=fopen("noktalar.txt","r");
72.    while(fscanf(dosyanoktalar, "%d\n", &n2) != EOF){
73.        noktalar[n1]=n2;
74.        n1++;
75.    }
76.    fclose(dosyanoktalar);
77.    FILE *dosyax;
78.    dosyax=fopen("xyz.txt","r");
79.    while(fscanf(dosyax, "%d %d %d\n", &h, &m, &n) != EOF){
80.        koordinatx[g]=h;
81.        koordinaty[g]=m;
82.        koordinatz[g]=n;
83.        g++;
84.    }
85.    fclose(dosyax);
86.    for(j=0;j<160;j++){
87.        for(t=0;t<160;t++) {
88.            d1= abs(koordinatx[j]-koordinatx[t]);
89.            d2= abs(koordinaty[j]-koordinaty[t]);
90.            d3= abs(koordinatz[j]-koordinatz[t]);
91.            d4= sqrt ((d1*d1)+(d2*d2)+(d3*d3));

```

```

92.  mesafebir[t] = d4  ;
93.  }
94.  for(k=0;k<160;k++)
95.  mesafeler[j][k] = mesafebir[k] ;
96.  }
97.  for(i=0;i<160;i++){
98.  a = noktalar[i];
99.  if (msl[a-1] >= 0){
100.  for(j=0;j<160;j++){
101.  b = noktalar[j] ;
102.  if(a!=b){
103.  if (rakim[a-1]<=rakim[b-1]){
104.  if (mesafeler[a-1][b-1]<=radarmenzili){
105.  enbuyukcbul(a,b, &t, &s);
106.  if(t==0 && s==0){
107.  kapsama[a-1][b-1]++;
108.  }}}}}}
109.  for (i = 0; i < 160; i++) {
110.  for (j = 0; j < 160; j++) {
111.  if (kapsama[i][j] == 1) {
112.  radaryeri[j][i] = i + 1;
113.  rowCount[j]++;
114.  }}}
115.  for (i = 1; i <= 160; i++) {
116.  for (j = 0; j < 160; j++) {
117.  if (rowCount[j] == i) {
118.  int findNumber[160] = { 0 };
119.  int count = 0;
120.  for (k = 0; k < 160; k++) {
121.  if (radaryeri[j][k] != 0) {
122.  findNumber[count] = k + 1;
123.  count++;
124.  }}
125.  for (k = 0; k < 160; k++) {
126.  if (j != k && rowCount[j] <= rowCount[k]) {
127.  for (l = 0; l < 160; l++) {
128.  if (findNumber[l] == 0) {
129.  for (t = 0; t < 160; t++) {
130.  radaryeri[k][t] = 0;
131.  }
132.  rowCount[k] = 0;
133.  break;
134.  }
135.  else if (radaryeri[k][findNumber[l]-1] == 0) {
136.  break;
137.  }}}}}}
138.  for(i=0;i<160;i++){
139.  for(j=0;j<160;j++){
140.  if(radaryeri[i][j] != 0){
141.  sifirbir[i][j]=1 ;

```

```

142.   }}}
143.   for(j=0;j<160;j++){
144.   for(i=0;i<160;i++){
145.   if(sifirbir[i][j] == 1){
146.   sutuntoplam[j]++;
147.   }}}
148.   for(j=0;j<160;j++){
149.   for(k=0;k<160;k++){
150.   if(j!=k){
151.   for(i=0;i<160;i++){
152.   if(sifirbir[i][j] != 0 && sifirbir[i][k] != 0){
153.   if(sifirbir[i][j] == sifirbir[i][k]){
154.   sayac++;
155.   }}}
156.   if (sayac==sutuntoplam[k]){
157.   for(i=0;i<160;i++){
158.   sifirbir[i][k] = 0;
159.   sutuntoplam[k] = 0;
160.   }}
161.   else if(sayac==sutuntoplam[j]){
162.   for(i=0;i<160;i++){
163.   sifirbir[i][j] = 0;
164.   sutuntoplam[j] = 0;
165.   }}
166.   sayac=0;
167.   }}}
168.   for (i = 0; i < 160; i++) {
169.   for (j = 0; j < 160; j++) {
170.   if (sifirbir[i][j]==1)  {
171.   sifirbir[i][j]=j+1;
172.   }}}
173.   for (i = 0; i < 160; i++) {
174.   for (j = 0; j < 160; j++) {
175.   if(sifirbir[i][j]!=0){
176.   radarnoktasinibul[ryn]=sifirbir[i][j];
177.   ryn;
178.   }}}
179.   for (j = 0; j < ryn; j++){
180.   if(radarnoktasinibul[j]!=0){
181.   ilkdata=radarnoktasinibul[j];
182.   rdrbul [rdr]=ilkdata;
183.   rdr++;
184.   for (i = 0; i < ryn; i++){
185.   if(radarnoktasinibul[i]==ilkdata){
186.   radarnoktasinibul[i]=0;
187.   }}}
188.   for (j = 0; j < rdr; j++){
189.   nok1= rdrbul[j];
190.   syc1++;
191.   for (i = 0; i <160; i++){

```

```

192.  pkmesafesi[i]=mesafeler[nok1-1][i];
193.  if(pkmesafesi[i]<=164000){
194.      *****
195.      *****
196.      *****
197.      *****
198.      *****
199.      *****
200.  }
201.  else
202.      pktoplaml[i][syc1-1]=0;
203.  }
204.  nok1=0;
205.  }
206. for (i = 0; i < 6; i++) {
207. while (1) {
208. int findSame = 0;
209. random[i] = rand() % syc1 + 1;
210. for (j = 0; j < i; j++) {
211. if (random[j] == random[i]) {
212. findSame = 1;
213. break;
214. }}
215. if (findSame == 0) {
216. break;
217. }}}
218. for(i=0;i<60;i++){
219. sayikaydet[i]= random[i];
220. kisitliradar[i]= rdrbul[random[i]-1];
221. printf("%d\n",kisitliradar[i]); }
222. for(i=0;i<160;i++){
223. enbk = pktoplaml[i][ rdrbul [sayikaydet[0]-1]];
224. enbnok= rdrbul[sayikaydet[0]-1];
225. for(j=0;j<6;j++){
226. if(pktoplaml[i][sayikaydet[j]-1]!= 0){
227. if(enbk<pktoplaml[i][sayikaydet[j]-1]){
228. enbk=pktoplaml[i][sayikaydet[j]-1];
229. enbnok= rdrbul [sayikaydet[j]-1];
230. }}}
231. printf("%d. noktanin pkill degeri=%.10f\n",i+1,enbk);
232. deger=mesafeler[i][enbnok-1];
233. kmdeger=deger/1000;
234. printf("%d. noktanin korunabilmesi icin %d. radar konumundan %.2f km lik
menzile sahip bir fuze ateslenmelidir\n",i+1,enbnok,kmdeger);
235. if(0 < deger && deger <= 25000)
236. {
237. fuze parasi=0.3;
238. }
239. else if(25000 < deger && deger <= 45000){
240. fuze parasi=1;

```

```
241. }
242. else if(45000 < deger && deger <= 164000){
243.     fuzeparasi=3;
244. }
245. noktakorumasi[i]=enbk;
246. totalpara[i]=fuzeparasi;
247. }
248. for(i=0;i<160;i++){
249.     tplmkoruma=tplmkoruma+noktakorumasi[i];
250.     tplmpara=tplmpara+totalpara[i];
251. }
252. ortkoruma=tplmkoruma/160;
253. printf("Bolgenin toplam maliyeti %.3f\n",tplmpara);
254. printf("Bolgenin ortalama korunmasi %.10f\n",ortkoruma);
255. return 0;
256. }
```



EK 3 – Kodu Besleyen Veri Seti

Nokta	enlem	boylam	rakım (msl)	rakım farkı	rakım (elipsoid)	x	y	z
1	42,105	25,665	169	39,900	209	4271738	2052661	4254426
2	41,774	25,665	299	40,450	339	4294007	2063362	4227124
3	41,442	25,665	256	40,910	297	4316015	2073937	4199566
4	41,111	25,665	47	40,850	88	4337764	2084388	4171760
5	40,779	25,665	-45	40,540	-4	4359446	2094807	4143893
6	40,448	25,665	337	40,080	377	4381306	2105311	4116196
7	40,116	25,665	-19	40,020	21	4402513	2115501	4087885
8	39,785	25,665	-93	40,540	-52	4423765	2125713	4059622
9	39,453	25,665	-291	40,530	-250	4444781	2135812	4031146
10	39,122	25,665	-168	39,890	-128	4465870	2145946	4002740
11	42,105	26,056	-281	39,640	-241	4257335	2081608	4254124
12	41,774	26,056	128	40,120	168	4279716	2092551	4227010
13	41,442	26,056	367	40,570	408	4301841	2103369	4199639
14	41,111	26,056	519	40,660	560	4323763	2114088	4172070
15	40,779	26,056	-19	40,330	21	4345072	2124506	4143910
16	40,448	26,056	-71	39,720	-31	4366563	2135014	4115932
17	40,116	26,056	-67	39,650	-27	4387945	2145469	4087854
18	39,785	26,056	-19	40,250	21	4409211	2155867	4059669
19	39,453	26,056	-151	40,320	-111	4430204	2166131	4031235
20	39,122	26,056	-262	39,850	-222	4451061	2176330	4002681
21	42,105	26,447	185	39,540	225	4243345	2110757	4254437
22	41,774	26,447	155	39,950	195	4265359	2121707	4227028
23	41,442	26,447	144	40,200	184	4287241	2132592	4199492
24	41,111	26,447	54	40,160	94	4308926	2143379	4171764
25	40,779	26,447	31	39,840	71	4330511	2154116	4143942
26	40,448	26,447	-19	39,430	20	4351931	2164771	4115965
27	40,116	26,447	99	39,500	139	4373320	2175410	4087961
28	39,785	26,447	58	40,060	98	4394454	2185923	4059718
29	39,453	26,447	-107	40,220	-67	4415354	2196319	4031263
30	39,122	26,447	43	40,010	83	4436323	2206749	4002873
31	42,105	26,838	279	39,440	318	4228909	2139687	4254500
32	41,774	26,838	173	39,750	213	4250797	2150762	4227040
33	41,442	26,838	51	39,780	91	4272531	2161758	4199430
34	41,111	26,838	49	39,590	89	4294200	2172722	4171760
35	40,779	26,838	165	39,370	204	4315805	2183654	4144029
36	40,448	26,838	-39	39,330	0	4337048	2194402	4115952
37	40,116	26,838	236	39,680	276	4358472	2205242	4088049
38	39,785	26,838	1157	40,260	1197	4380193	2216232	4060422
39	39,453	26,838	-10	40,430	30	4400335	2226423	4031324
40	39,122	26,838	-19	40,200	21	4421122	2236941	4002834
41	42,105	27,229	456	39,340	495	4214330	2168547	4254618

Nokta	enlem	boylam	rakım (msl)	rakım farkı	rakım (elipsoid)	x	y	z
42	41,774	27,229	275	39,670	315	4236093	2179745	4227108
43	41,442	27,229	57	39,620	97	4257688	2190857	4199434
44	41,111	27,229	93	39,290	132	4279307	2201982	4171789
45	40,779	27,229	448	39,060	487	4300998	2213143	4144214
46	40,448	27,229	-48	39,220	-9	4321971	2223935	4115946
47	40,116	27,229	278	39,720	318	4343355	2234938	4088076
48	39,785	27,229	242	40,310	282	4364347	2245740	4059836
49	39,453	27,229	571	40,460	611	4385443	2256595	4031694
50	39,122	27,229	34	40,030	74	4405796	2267068	4002867
51	42,105	27,620	34	39,050	73	4199161	2197101	4254335
52	41,774	27,620	839	39,540	879	4221497	2208788	4227483
53	41,442	27,620	140	39,460	179	4242698	2219881	4199488
54	41,111	27,620	231	38,980	270	4264278	2231172	4171879
55	40,779	27,620	153	38,670	192	4285602	2242329	4144021
56	40,448	27,620	-2	38,830	37	4306730	2253384	4115976
57	40,116	27,620	90	39,280	129	4327879	2264450	4087955
58	39,785	27,620	212	39,800	252	4348904	2275450	4059817
59	39,453	27,620	324	40,010	364	4369777	2286371	4031536
60	39,122	27,620	826	39,620	866	4390771	2297356	4003367
61	42,105	28,011	-54	38,130	-16	4184016	2225665	4254276
62	41,774	28,011	58	38,850	97	4205816	2237262	4226963
63	41,442	28,011	196	38,770	235	4227492	2248792	4199525
64	41,111	28,011	255	38,220	293	4248973	2260219	4171895
65	40,779	28,011	1180	38,020	1218	4270891	2271878	4144691
66	40,448	28,011	88	38,280	126	4291317	2282743	4116034
67	40,116	28,011	20	38,620	59	4312283	2293896	4087909
68	39,785	28,011	231	39,040	270	4333293	2305072	4059828
69	39,453	28,011	397	39,360	436	4354127	2316155	4031582
70	39,122	28,011	351	39,340	390	4374671	2327083	4003067
71	42,105	28,401	-101	36,420	-65	4168704	2254140	4254243
72	41,774	28,401	-88	37,480	-51	4190359	2265849	4226864
73	41,442	28,401	18	37,700	56	4211934	2277515	4199407
74	41,111	28,401	140	37,430	177	4233379	2289111	4171819
75	40,779	28,401	-434	37,520	-396	4254218	2300379	4143637
76	40,448	28,401	-59	37,900	-21	4275546	2311912	4115938
77	40,116	28,401	-52	38,180	-14	4296485	2323234	4087863
78	39,785	28,401	698	38,560	737	4317782	2334750	4060127
79	39,453	28,401	753	39,020	792	4338467	2345935	4031808
80	39,122	28,401	1135	39,330	1174	4359229	2357162	4003562
81	42,105	28,792	-976	34,310	-942	4152659	2282212	4253655
82	41,774	28,792	-454	35,740	-418	4174564	2294251	4226619
83	41,442	28,792	-107	36,730	-70	4196216	2306151	4199323
84	41,111	28,792	163	37,200	200	4217679	2317946	4171833

Nokta	enlem	boylam	rakım (msl)	rakım farkı	rakım (elipsoid)	x	y	z
85	40,779	28,792	-1192	37,560	-1154	4237923	2329072	4143142
86	40,448	28,792	-62	37,820	-24	4259673	2341025	4115936
87	40,116	28,792	476	38,050	514	4280890	2352685	4088203
88	39,785	28,792	793	38,600	832	4301818	2364187	4060188
89	39,453	28,792	854	39,220	893	4322430	2375515	4031873
90	39,122	28,792	863	39,640	903	4342863	2386744	4003390
91	42,105	29,183	-1918	32,430	-1886	4136382	2310147	4253022
92	41,774	29,183	-1642	33,920	-1608	4158041	2322243	4225827
93	41,442	29,183	-96	35,780	-60	4180393	2334727	4199330
94	41,111	29,183	169	37,190	206	4201772	2346667	4171837
95	40,779	29,183	-316	37,740	-278	4222515	2358252	4143714
96	40,448	29,183	332	37,810	370	4243865	2370176	4116192
97	40,116	29,183	1162	38,140	1200	4265198	2382090	4088645
98	39,785	29,183	739	39,010	778	4285554	2393459	4060153
99	39,453	29,183	1024	39,750	1064	4306239	2405011	4031981
100	39,122	29,183	1377	40,100	1417	4326828	2416510	4003715
101	42,105	29,574	1520	31,160	1551	4122743	2339570	4255326
102	41,774	29,574	1920	32,290	1952	4144411	2351866	4228199
103	41,442	29,574	843	34,660	878	4164980	2363538	4199951
104	41,111	29,574	54	36,750	91	4185590	2375234	4171762
105	40,779	29,574	102	37,440	139	4206604	2387159	4143987
106	40,448	29,574	83	37,520	121	4227432	2398978	4116030
107	40,116	29,574	347	38,200	385	4248307	2410824	4088120
108	39,785	29,574	906	39,330	945	4269238	2422702	4060261
109	39,453	29,574	1042	39,980	1082	4289744	2434339	4031993
110	39,122	29,574	1157	40,220	1197	4310093	2445887	4003576
111	42,105	29,965	-2109	30,450	-2079	4104354	2366296	4252893
112	41,774	29,965	-1959	31,240	-1928	4125763	2378639	4225614
113	41,442	29,965	-1386	33,760	-1352	4147311	2391061	4198475
114	41,111	29,965	199	36,090	235	4169383	2403787	4171856
115	40,779	29,965	109	36,820	146	4190225	2415803	4143991
116	40,448	29,965	385	37,080	422	4211167	2427877	4116226
117	40,116	29,965	229	38,080	267	4231683	2439705	4088044
118	39,785	29,965	1047	39,190	1086	4252705	2451824	4060351
119	39,453	29,965	930	39,590	970	4272962	2463504	4031921
120	39,122	29,965	1080	39,780	1120	4293255	2475203	4003527
121	42,105	30,356	-2067	29,790	-2037	4088142	2394256	4252920
122	41,774	30,356	-1889	30,640	-1858	4109485	2406755	4225660
123	41,442	30,356	-120	33,250	-87	4131721	2419778	4199312
124	41,111	30,356	22	35,670	58	4152772	2432106	4171740
125	40,779	30,356	25	36,550	62	4173592	2444300	4143936
126	40,448	30,356	723	37,030	760	4194728	2456678	4116445
127	40,116	30,356	679	38,000	717	4215238	2468690	4088333

Nokta	enlem	boylam	rakım (msl)	rakım farkı	rakım (elipsoid)	x	y	z
128	39,785	30,356	824	38,740	863	4235731	2480692	4060208
129	39,453	30,356	1625	38,930	1664	4256520	2492867	4032362
130	39,122	30,356	1138	39,270	1177	4276308	2504457	4003564
131	42,105	30,747	-2026	28,850	-1997	4071739	2422104	4252947
132	41,774	30,747	-1897	29,920	-1867	4092965	2434731	4225654
133	41,442	30,747	-1296	32,610	-1263	4114359	2447457	4198533
134	41,111	30,747	-29	35,300	6	4136050	2460360	4171706
135	40,779	30,747	149	36,800	186	4156901	2472763	4144017
136	40,448	30,747	944	37,650	982	4178016	2485324	4116589
137	40,116	30,747	827	38,280	865	4198396	2497447	4088429
138	39,785	30,747	899	38,390	937	4218759	2509560	4060255
139	39,453	30,747	1004	38,430	1042	4239002	2521602	4031967
140	39,122	30,747	1447	38,970	1486	4259329	2533694	4003758
141	42,105	31,137	-2020	27,900	-1992	4055124	2449827	4252951
142	41,774	31,137	-1917	29,040	-1888	4076247	2462588	4225640
143	41,442	31,137	-1206	31,670	-1174	4097624	2475503	4198592
144	41,111	31,137	-34	34,760	1	4119166	2488517	4171702
145	40,779	31,137	159	37,140	196	4139942	2501068	4144024
146	40,448	31,137	917	38,460	955	4160947	2513758	4116572
147	40,116	31,137	551	38,690	590	4181080	2525921	4088251
148	39,785	31,137	851	38,160	889	4201509	2538263	4060225
149	39,453	31,137	863	37,950	901	4221608	2550405	4031878
150	39,122	31,137	1153	38,540	1192	4241750	2562573	4003573
151	42,105	31,528	-2127	27,290	-2100	4038249	2477392	4252878
152	41,774	31,528	-1905	28,650	-1876	4059360	2490343	4225648
153	41,442	31,528	-579	31,260	-548	4081041	2503644	4199007
154	41,111	31,528	277	34,540	312	4102293	2516682	4171907
155	40,779	31,528	1065	37,370	1102	4123368	2529611	4144616
156	40,448	31,528	1159	38,800	1198	4143858	2542181	4116729
157	40,116	31,528	618	38,650	657	4163795	2554412	4088295
158	39,785	31,528	842	37,750	880	4184089	2566862	4060219
159	39,453	31,528	1137	37,350	1174	4204291	2579256	4032051
160	39,122	31,528	905	37,810	943	4224005	2591350	4003416
161	42,105	31,919	-2141	26,840	-2114	4021246	2504878	4252869
162	41,774	31,919	-1289	28,880	-1260	4042666	2518221	4226059
163	41,442	31,919	170	31,780	202	4064344	2531724	4199503
164	41,111	31,919	479	35,000	514	4085158	2544690	4172040
165	40,779	31,919	1195	37,580	1233	4106099	2557734	4144701
166	40,448	31,919	1365	38,610	1404	4126552	2570474	4116862
167	40,116	31,919	661	38,140	699	4146300	2582775	4088322
168	39,785	31,919	712	37,230	749	4166395	2595293	4060135
169	39,453	31,919	808	36,880	845	4186381	2607742	4031842
170	39,122	31,919	846	37,230	883	4206189	2620081	4003378

Nokta	enlem	boylam	rakım (msl)	rakım farkı	rakım (elipsoid)	x	y	z
171	42,105	32,310	-2137	26,380	-2111	4004066	2532253	4252871
172	41,774	32,310	-98	29,210	-69	4026144	2546216	4226852
173	41,442	32,310	215	32,440	247	4047007	2559410	4199533
174	41,111	32,310	682	35,460	717	4067833	2572581	4172174
175	40,779	32,310	617	37,600	655	4088185	2585452	4144323
176	40,448	32,310	1168	38,220	1206	4108794	2598485	4116734
177	40,116	32,310	981	37,630	1019	4128790	2611132	4088528
178	39,785	32,310	797	36,930	834	4148649	2623690	4060189
179	39,453	32,310	979	36,750	1016	4168605	2636312	4031950
180	39,122	32,310	857	36,980	894	4188224	2648719	4003385
181	42,105	32,701	2079	26,290	2105,29	3989330	2561200	4255698
182	41,774	32,701	306	29,450	335,45	4008934	2573786	4227122
183	41,442	32,701	434	32,570	466,57	4029591	2587048	4199678
184	41,111	32,701	674	35,220	709,22	4050183	2600268	4172168
185	40,779	32,701	1826	37,090	1863,09	4071222	2613775	4145112
186	40,448	32,701	1227	37,670	1264,67	4091009	2626479	4116772
187	40,116	32,701	1259	37,260	1296,26	4111060	2639352	4088707
188	39,785	32,701	1044	36,830	1080,83	4130813	2652034	4060347
189	39,453	32,701	1131	36,750	1167,75	4150622	2664752	4032047
190	39,122	32,701	1088	36,770	1124,77	4170208	2677326	4003530
191	42,105	33,092	-1040	26,870	-1013,13	3969826	2587092	4253607
192	41,774	33,092	609	29,980	638,98	3991472	2601198	4227324
193	41,442	33,092	932	32,560	964,56	4012161	2614681	4200008
194	41,111	33,092	1299	34,590	1333,59	4032744	2628095	4172579
195	40,779	33,092	1251	36,150	1287,15	4052931	2641250	4144736
196	40,448	33,092	1544	36,770	1580,77	4073197	2654458	4116977
197	40,116	33,092	1065	36,620	1101,62	4092834	2667255	4088581
198	39,785	33,092	1237	36,540	1273,54	4112749	2680233	4060471
199	39,453	33,092	1030	36,640	1066,64	4132282	2692962	4031983
200	39,122	33,092	992	36,530	1028,53	4151784	2705672	4003470
201	42,105	33,483	-786	27,720	-758,28	3952243	2614218	4253778
202	41,774	33,483	921	30,750	951,75	3973828	2628496	4227532
203	41,442	33,483	889	32,770	921,77	3994203	2641973	4199980
204	41,111	33,483	1559	34,160	1593,16	4014885	2655653	4172749
205	40,779	33,483	1205	35,240	1240,24	4034788	2668818	4144706
206	40,448	33,483	1495	35,630	1530,63	4054962	2682162	4116945
207	40,116	33,483	792	35,610	827,61	4074368	2694998	4088405
208	39,785	33,483	719	35,930	754,93	4094036	2708008	4060139
209	39,453	33,483	1158	36,370	1194,37	4113896	2721144	4032064
210	39,122	33,483	867	36,410	903,41	4133148	2733879	4003391
211	42,105	33,874	-92	28,150	-63,85	3934744	2641407	4254243
212	41,774	33,874	1236	30,960	1266,96	3956000	2655675	4227742
213	41,442	33,874	721	32,550	753,55	3975982	2669090	4199868

Nokta	enlem	boylam	rakım (msl)	rakım farkı	rakım (elipsoid)	x	y	z
214	41,111	33,874	2164	33,560	2197,56	3997053	2683234	4173147
215	40,779	33,874	1496	34,380	1530,38	4016670	2696404	4144895
216	40,448	33,874	575	34,640	609,64	4035988	2709372	4116347
217	40,116	33,874	1262	34,700	1296,7	4056186	2722930	4088707
218	39,785	33,874	1104	35,260	1139,26	4075712	2736039	4060385
219	39,453	33,874	1214	35,950	1249,95	4095273	2749170	4032099
220	39,122	33,874	1035	36,250	1071,25	4114510	2762084	4003497
221	42,105	34,264	-98	27,900	-70,1	3916630	2668185	4254239
222	41,774	34,264	1514	30,160	1544,16	3937962	2682717	4227927
223	41,442	34,264	852	31,340	883,34	3957762	2696206	4199954
224	41,111	34,264	1117	32,260	1149,26	3978002	2709995	4172458
225	40,779	34,264	1612	33,320	1645,32	3998254	2723791	4144970
226	40,448	34,264	754	33,930	787,93	4017523	2736918	4116463
227	40,116	34,264	737	34,220	771,22	4037184	2750312	4088368
228	39,785	34,264	801	34,800	835,8	4056760	2763648	4060190
229	39,453	34,264	1378	35,420	1413,42	4076527	2777115	4032203
230	39,122	34,264	1376	35,860	1411,86	4095790	2790237	4003712
231	42,105	34,655	-92	27,090	-64,91	3898339	2694844	4254243
232	41,774	34,655	1017	28,810	1045,81	3919263	2709308	4227595
233	41,442	34,655	838	29,760	867,76	3939267	2723137	4199944
234	41,111	34,655	329	30,820	359,82	3958933	2736731	4171938
235	40,779	34,655	1269	32,310	1301,31	3979365	2750856	4144746
236	40,448	34,655	1254	33,430	1287,43	3999071	2764478	4116787
237	40,116	34,655	1161	34,000	1195	4018594	2777974	4088641
238	39,785	34,655	1133	34,530	1167,53	4038022	2791404	4060403
239	39,453	34,655	1188	35,000	1223	4057366	2804776	4032082
240	39,122	34,655	1132	35,490	1167,49	4076504	2818006	4003557
241	42,105	35,046	-24	26,000	2	3879905	2721404	4254288
242	41,774	35,046	978	27,660	1005,66	3900664	2735965	4227568
243	41,442	35,046	339	28,800	367,8	3920291	2749731	4199613
244	41,111	35,046	1236	30,090	1266,09	3940730	2764067	4172534
245	40,779	35,046	755	31,750	786,75	3960187	2777715	4144409
246	40,448	35,046	924	32,970	956,97	3979913	2791551	4116573
247	40,116	35,046	1211	33,610	1244,61	3999580	2805346	4088673
248	39,785	35,046	1200	34,230	1234,23	4018927	2818915	4060445
249	39,453	35,046	1069	34,760	1103,76	4038062	2832337	4032006
250	39,122	35,046	1122	35,330	1157,33	4057178	2845745	4003551
251	42,105	35,437	-1110	24,990	-1085,01	3860593	2747342	4253559
252	41,774	35,437	-72	26,910	-45,09	3881270	2762057	4226868
253	41,442	35,437	1156	28,320	1184,32	3901940	2776766	4200154
254	41,111	35,437	496	29,680	525,68	3921327	2790563	4172047
255	40,779	35,437	578	31,200	609,2	3941036	2804589	4144293
256	40,448	35,437	557	32,220	589,22	3960549	2818475	4116334

Nokta	enlem	boylam	rakım (msl)	rakım farkı	rakım (elipsoid)	x	y	z
257	40,116	35,437	1228	32,880	1260,88	3980359	2832572	4088684
258	39,785	35,437	1154	33,800	1187,8	3999574	2846246	4060416
259	39,453	35,437	1193	34,600	1227,6	4018724	2859874	4032085
260	39,122	35,437	1252	35,240	1287,24	4037752	2873415	4003633
261	42,105	35,828	-1594	24,190	-1569,81	3841469	2773404	4253234
262	41,774	35,828	-48	26,250	-21,75	3862352	2788481	4226884
263	41,442	35,828	259	27,560	286,56	3882361	2802927	4199559
264	41,111	35,828	945	28,620	973,62	3902472	2817447	4172342
265	40,779	35,828	999	29,920	1028,92	3922069	2831595	4144568
266	40,448	35,828	1183	30,970	1213,97	3941615	2845706	4116739
267	40,116	35,828	1111	31,960	1142,96	3960870	2859608	4088608
268	39,785	35,828	1014	33,370	1047,37	3979976	2873402	4060326
269	39,453	35,828	1943	34,480	1977,48	3999590	2887562	4032562
270	39,122	35,828	1345	35,230	1380,23	4018114	2900936	4003692
271	42,105	36,219	-1819	23,400	-1795,6	3822324	2799447	4253082
272	41,774	36,219	-898	25,370	-872,63	3842727	2814390	4226317
273	41,442	36,219	-17	26,390	9,39	3862981	2829224	4199376
274	41,111	36,219	639	27,060	666,06	3882974	2843867	4172140
275	40,779	36,219	821	28,240	849,24	3902551	2858205	4144450
276	40,448	36,219	1298	29,650	1327,65	3922179	2872580	4116813
277	40,116	36,219	1482	31,180	1513,18	3941498	2886729	4088847
278	39,785	36,219	1192	32,920	1224,92	3960391	2900567	4060439
279	39,453	36,219	1804	34,260	1838,26	3979711	2914716	4032473
280	39,122	36,219	1373	35,260	1408,26	3998248	2928293	4003709
281	42,105	36,610	-488	22,390	-465,61	3803930	2826046	4253974
282	41,774	36,610	-855	24,210	-830,79	3823463	2840558	4226345
283	41,442	36,610	-181	25,350	-155,65	3843491	2855437	4199267
284	41,111	36,610	120	26,070	146,07	3863169	2870056	4171798
285	40,779	36,610	1130	27,280	1157,28	3883149	2884900	4144651
286	40,448	36,610	1531	28,910	1559,91	3902633	2899376	4116964
287	40,116	36,610	1486	30,580	1516,58	3921715	2913552	4088849
288	39,785	36,610	1579	32,130	1611,13	3940750	2927694	4060687
289	39,453	36,610	1355	33,400	1388,4	3959456	2941591	4032187
290	39,122	36,610	1597	34,730	1631,73	3978318	2955604	4003850
291	42,105	37,001	-2035	21,290	-2013,71	3783645	2851239	4252936
292	41,774	37,001	-409	22,870	-386,13	3804261	2866775	4226641
293	41,442	37,001	-122	24,600	-97,4	3823957	2881617	4199305
294	41,111	37,001	344	25,930	369,93	3843634	2896445	4171945
295	40,779	37,001	1476	27,240	1503,24	3863587	2911482	4144877
296	40,448	37,001	1261	28,710	1289,71	3882599	2925808	4116789
297	40,116	37,001	1704	29,990	1733,99	3901881	2940338	4088989
298	39,785	37,001	1348	30,900	1378,9	3920543	2954402	4060538
299	39,453	37,001	1479	31,800	1510,8	3939372	2968591	4032265

Nokta	enlem	boylam	rakım (msl)	rakım farkı	rakım (elipsoid)	x	y	z
300	39,122	37,001	1764	33,220	1797,22	3958165	2982752	4003955
301	42,105	37,391	-2061	20,470	-2040,53	3764090	2876973	4252918
302	41,774	37,391	-1763	21,670	-1741,33	3783812	2892047	4225738
303	41,442	37,391	-1104	23,820	-1080,18	3803625	2907190	4198655
304	41,111	37,391	-2	25,760	23,76	3823578	2922441	4171717
305	40,779	37,391	725	27,210	752,21	3843184	2937426	4144387
306	40,448	37,391	1125	28,450	1153,45	3862467	2952164	4116700
307	40,116	37,391	1533	29,370	1562,37	3881627	2966809	4088878
308	39,785	37,391	1334	29,840	1363,84	3900288	2981072	4060528
309	39,453	37,391	1809	30,360	1839,36	3919230	2995550	4032474
310	39,122	37,391	1648	31,490	1679,49	3937652	3009630	4003880
311	42,105	37,782	-2027	20,130	-2006,87	3744395	2902599	4252941
312	41,774	37,782	-1778	20,860	-1757,14	3763985	2917785	4225728
313	41,442	37,782	-1782	22,800	-1759,2	3783301	2932758	4198205
314	41,111	37,782	102	24,890	126,89	3803614	2948505	4171785
315	40,779	37,782	809	26,540	835,54	3823105	2963614	4144441
316	40,448	37,782	1270	27,880	1297,88	3842324	2978512	4116794
317	40,116	37,782	1607	28,870	1635,87	3861341	2993254	4088926
318	39,785	37,782	1600	29,440	1629,44	3880022	3007735	4060698
319	39,453	37,782	1285	29,840	1314,84	3898383	3021969	4032141
320	39,122	37,782	1885	30,530	1915,53	3917174	3036535	4004029
321	42,105	38,173	-2109	20,020	-2088,98	3724459	2928038	4252886
322	41,774	38,173	-2138	20,380	-2117,62	3743781	2943229	4225487
323	41,442	38,173	-1913	21,710	-1891,29	3763128	2958439	4198118
324	41,111	38,173	-249	23,690	-225,31	3783202	2974220	4171554
325	40,779	38,173	1218	25,720	1243,72	3803042	2989817	4144708
326	40,448	38,173	2374	27,390	2401,39	3822576	3005174	4117510
327	40,116	38,173	1144	28,620	1172,62	3840553	3019307	4088627
328	39,785	38,173	1748	29,500	1777,5	3859502	3034205	4060793
329	39,453	38,173	1892	29,980	1921,98	3878046	3048783	4032526
330	39,122	38,173	1591	30,300	1621,3	3896188	3063046	4003844
331	42,105	38,564	-2077	19,790	-2057,21	3704416	2953393	4252907
332	41,774	38,564	-2121	20,000	-2101	3723625	2968708	4225498
333	41,442	38,564	-2098	21,000	-2077	3742749	2983955	4197995
334	41,111	38,564	-2103	23,100	-2079,9	3761731	2999089	4170334
335	40,779	38,564	952	25,600	977,6	3782399	3015566	4144534
336	40,448	38,564	2114	27,520	2141,52	3801831	3031058	4117341
337	40,116	38,564	2693	28,780	2721,78	3820793	3046176	4089625
338	39,785	38,564	1720	29,790	1749,79	3838697	3060450	4060775
339	39,453	38,564	1268	30,360	1298,36	3856780	3074867	4032130
340	39,122	38,564	1313	30,370	1343,37	3875033	3089419	4003668
341	42,105	38,955	-2039	19,360	-2019,64	3684203	2978613	4252932
342	41,774	38,955	-2060	19,730	-2040,27	3703322	2994070	4225539

Nokta	enlem	boylam	rakım (msl)	rakım farkı	rakım (elipsoid)	x	y	z
343	41,442	38,955	-1960	20,870	-1939,13	3722386	3009483	4198086
344	41,111	38,955	-751	23,360	-727,64	3741977	3025322	4171223
345	40,779	38,955	514	26,220	540,22	3761481	3041091	4144248
346	40,448	38,955	2309	28,180	2337,18	3781180	3057017	4117468
347	40,116	38,955	2228	29,340	2257,34	3799647	3071947	4089326
348	39,785	38,955	1556	30,380	1586,38	3817631	3086487	4060671
349	39,453	38,955	2727	30,930	2757,93	3836590	3101815	4033058
350	39,122	38,955	1647	30,610	1677,61	3854068	3115946	4003879
351	42,105	39,346	-2039	18,980	-2020,02	3663798	3003677	4252932
352	41,774	39,346	-2057	19,550	-2037,45	3682812	3019265	4225541
353	41,442	39,346	-2021	20,930	-2000,07	3701734	3034778	4198046
354	41,111	39,346	-234	23,710	-210,29	3721552	3051026	4171564
355	40,779	39,346	2027	26,660	2053,66	3741534	3067407	4145237
356	40,448	39,346	1225	28,550	1253,55	3759600	3082218	4116765
357	40,116	39,346	1374	29,740	1403,74	3778097	3097383	4088776
358	39,785	39,346	1316	30,810	1346,81	3796344	3112342	4060517
359	39,453	39,346	2259	31,280	2290,28	3815061	3127687	4032760
360	39,122	39,346	1944	30,680	1974,68	3832900	3142312	4004067
361	42,105	39,737	1940	18,720	1958,72	3645491	3030488	4255600
362	41,774	39,737	-1976	19,300	-1956,7	3662175	3044358	4225595
363	41,442	39,737	-2020	20,640	-1999,36	3680945	3059961	4198046
364	41,111	39,737	-850	23,450	-826,55	3700295	3076046	4171158
365	40,779	39,737	1059	26,370	1085,37	3719957	3092392	4144604
366	40,448	39,737	1621	28,250	1649,25	3738717	3107987	4117022
367	40,116	39,737	1560	29,480	1589,48	3756988	3123175	4088896
368	39,785	39,737	3234	30,470	3264,47	3776157	3139110	4061745
369	39,453	39,737	2071	30,810	2101,81	3793524	3153547	4032641
370	39,122	39,737	1659	30,170	1689,17	3811204	3168245	4003887
371	42,105	40,128	-1878	18,460	-1859,54	3622567	3053462	4253039
372	41,774	40,128	-1901	18,940	-1882,06	3641364	3069306	4225644
373	41,442	40,128	-1873	20,110	-1852,89	3660068	3085072	4198143
374	41,111	40,128	-1194	22,980	-1171,02	3679026	3101051	4170932
375	40,779	40,128	704	26,080	730,08	3698569	3117524	4144372
376	40,448	40,128	2370	27,980	2397,98	3717863	3133787	4117508
377	40,116	40,128	1856	29,020	1885,02	3735767	3148878	4089086
378	39,785	40,128	1782	29,750	1811,75	3753801	3164079	4060815
379	39,453	40,128	1121	29,990	1150,99	3771361	3178880	4032036
380	39,122	40,128	1617	29,510	1646,51	3789476	3194150	4003860
381	42,105	40,518	-1346	18,100	-1327,9	3601952	3078360	4253396
382	41,774	40,518	-1743	18,680	-1724,32	3620430	3094152	4225749
383	41,442	40,518	-1796	19,880	-1776,12	3638981	3110006	4198194
384	41,111	40,518	-1049	22,940	-1026,06	3657868	3126148	4171027
385	40,779	40,518	1599	26,360	1625,36	3677731	3143123	4144957

Nokta	enlem	boylam	rakım (msl)	rakım farkı	rakım (elipsoid)	x	y	z
386	40,448	40,518	2216	28,260	2244,26	3696309	3159001	4117408
387	40,116	40,518	2224	28,970	2252,97	3714413	3174473	4089323
388	39,785	40,518	1825	29,430	1854,43	3732153	3189635	4060842
389	39,453	40,518	1508	29,620	1537,62	3749814	3204728	4032282
390	39,122	40,518	1933	29,210	1962,21	3767784	3220086	4004059
391	42,105	40,909	-1101	17,850	-1083,15	3581005	3102979	4253560
392	41,774	40,909	-1437	18,720	-1418,28	3599410	3118928	4225953
393	41,442	40,909	-1653	19,970	-1633,03	3617761	3134829	4198289
394	41,111	40,909	275	22,960	297,96	3637210	3151682	4171898
395	40,779	40,909	2629	26,450	2655,45	3656792	3168650	4145630
396	40,448	40,909	1220	28,300	1248,3	3674100	3183648	4116762
397	40,116	40,909	2633	28,820	2661,82	3692906	3199943	4089587
398	39,785	40,909	2460	29,200	2489,2	3710675	3215340	4061248
399	39,453	40,909	2494	29,340	2523,34	3728439	3230733	4032908
400	39,122	40,909	2324	28,750	2352,75	3745958	3245913	4004305
401	42,105	41,300	-803	18,070	-784,93	3559919	3127483	4253760
402	41,774	41,300	-764	19,260	-744,74	3578427	3143742	4226402
403	41,442	41,300	-378	20,370	-357,63	3597009	3160067	4199133
404	41,111	41,300	2447	22,710	2469,71	3616854	3177502	4173326
405	40,779	41,300	2279	25,700	2304,7	3634891	3193348	4145401
406	40,448	41,300	2463	27,400	2490,4	3653006	3209262	4117567
407	40,116	41,300	2825	27,970	2852,97	3671100	3225158	4089710
408	39,785	41,300	2580	28,470	2608,47	3688723	3240640	4061325
409	39,453	41,300	2306	28,560	2334,56	3706203	3255997	4032789
410	39,122	41,300	1927	27,790	1954,79	3723495	3271189	4004054
411	42,105	41,691	6	18,800	24,8	3538949	3152095	4254303
412	41,774	41,691	-475	20,550	-454,45	3557058	3168225	4226595
413	41,442	41,691	375	21,670	396,67	3575790	3184908	4199632
414	41,111	41,691	1600	23,080	1623,08	3594617	3201677	4172769
415	40,779	41,691	998	25,090	1023,09	3612297	3217425	4144564
416	40,448	41,691	2250	26,460	2276,46	3630906	3234000	4117429
417	40,116	41,691	2374	27,130	2401,13	3648755	3249897	4089419
418	39,785	41,691	2622	27,780	2649,78	3666553	3265750	4061351
419	39,453	41,691	1781	27,880	1808,88	3683601	3280935	4032454
420	39,122	41,691	2339	27,130	2366,13	3701331	3296726	4004314
421	42,105	42,082	8	19,520	27,52	3517365	3176166	4254305
422	41,774	42,082	2125	22,200	2147,2	3536802	3193717	4228329
423	41,442	42,082	2455	23,820	2478,82	3555138	3210274	4201010
424	41,111	42,082	704	24,620	728,62	3572191	3225673	4172181
425	40,779	42,082	1483	25,670	1508,67	3590537	3242239	4144881
426	40,448	42,082	2012	26,530	2038,53	3608625	3258573	4117274
427	40,116	42,082	1752	27,090	1779,09	3626146	3274395	4089018
428	39,785	42,082	2396	27,700	2423,7	3644060	3290571	4061207

Nokta	enlem	boylam	rakım (msl)	rakım farkı	rakım (elipsoid)	x	y	z
429	39,453	42,082	1892	27,810	1919,81	3661197	3306045	4032525
430	39,122	42,082	1447	27,180	1474,18	3678241	3321436	4003751
431	42,105	42,473	34	19,700	53,7	3495630	3200100	4254322
432	41,774	42,473	1878	23,080	1901,08	3514797	3217647	4228165
433	41,442	42,473	2236	25,340	2261,34	3533034	3234342	4200866
434	41,111	42,473	2094	26,010	2120,01	3550876	3250676	4173096
435	40,779	42,473	2342	26,550	2368,55	3568815	3267098	4145443
436	40,448	42,473	2469	27,040	2496,04	3586568	3283350	4117571
437	40,116	42,473	1648	27,250	1675,25	3603666	3299002	4088951
438	39,785	42,473	2234	27,460	2261,46	3621435	3315270	4061103
439	39,453	42,473	1763	27,450	1790,45	3638484	3330877	4032443
440	39,122	42,473	1564	27,080	1591,08	3655564	3346513	4003825
441	42,105	42,864	237	19,570	256,57	3473828	3223975	4254458
442	41,774	42,864	1946	22,750	1968,75	3492802	3241584	4228210
443	41,442	42,864	2321	25,140	2346,14	3510934	3258412	4200923
444	41,111	42,864	1968	25,880	1993,88	3528548	3274759	4173013
445	40,779	42,864	2316	26,400	2342,4	3546430	3291355	4145426
446	40,448	42,864	1831	26,830	1857,83	3563730	3307411	4117157
447	40,116	42,864	2207	26,610	2233,61	3581389	3323800	4089311
448	39,785	42,864	1685	26,190	1711,19	3598425	3339610	4060751
449	39,453	42,864	1848	26,020	1874,02	3615724	3355665	4032496
450	39,122	42,864	1751	26,230	1777,23	3632755	3371471	4003942
451	42,105	43,255	369	19,620	388,62	3451825	3247665	4254547
452	41,774	43,255	952	21,990	973,99	3470066	3264828	4227547
453	41,442	43,255	1735	24,050	1759,05	3488303	3281987	4200534
454	41,111	43,255	2125	24,780	2149,78	3506211	3298835	4173115
455	40,779	43,255	1669	25,410	1694,41	3523536	3315136	4145002
456	40,448	43,255	2352	25,830	2377,83	3541372	3331916	4117494
457	40,116	43,255	1296	25,290	1321,29	3558123	3347677	4088723
458	39,785	43,255	2082	24,380	2106,38	3575779	3364289	4061003
459	39,453	43,255	2471	24,200	2495,2	3593097	3380582	4032891
460	39,122	43,255	1843	25,130	1868,13	3609722	3396224	4004000
461	42,105	43,645	801	19,540	820,54	3429821	3271359	4254836
462	41,774	43,645	1529	21,220	1550,22	3448024	3288721	4227931
463	41,442	43,645	3105	23,080	3128,08	3466575	3306415	4201440
464	41,111	43,645	2293	23,850	2316,85	3483716	3322764	4173225
465	40,779	43,645	1563	24,390	1587,39	3500780	3339040	4144932
466	40,448	43,645	1463	24,590	1487,59	3518069	3355530	4116917
467	40,116	43,645	967	23,870	990,87	3535020	3371698	4088510
468	39,785	43,645	2666	22,960	2688,96	3553069	3388913	4061376
469	39,453	43,645	2085	22,980	2107,98	3569735	3404809	4032645
470	39,122	43,645	2413	24,240	2437,24	3586788	3421075	4004359
471	42,105	44,036	707	18,540	725,54	3407373	3294632	4254773

Nokta	enlem	boylam	rakım (msl)	rakım farkı	rakım (elipsoid)	x	y	z
472	41,774	44,036	1692	19,720	1711,72	3425595	3312251	4228038
473	41,442	44,036	1488	21,710	1509,71	3443066	3329144	4200369
474	41,111	44,036	2173	22,850	2195,85	3460902	3346389	4173146
475	40,779	44,036	2012	23,420	2035,42	3478164	3363080	4145225
476	40,448	44,036	2762	23,330	2785,33	3495806	3380139	4117759
477	40,116	44,036	855	22,570	877,57	3511873	3395675	4088437
478	39,785	44,036	1498	22,010	1520,01	3529222	3412449	4060628
479	39,453	44,036	1816	22,280	1838,28	3546275	3428938	4032473
480	39,122	44,036	2055	23,370	2078,37	3563166	3445270	4004132
481	42,105	44,427	1499	16,780	1515,78	3385237	3318211	4255303
482	41,774	44,427	1488	17,210	1505,21	3402809	3335435	4227901
483	41,442	44,427	613	19,220	632,22	3419805	3352095	4199788
484	41,111	44,427	1584	21,090	1605,09	3437674	3369610	4172757
485	40,779	44,427	2424	22,200	2446,2	3455362	3386948	4145493
486	40,448	44,427	1835	22,170	1857,17	3472161	3403414	4117157
487	40,116	44,427	869	21,450	890,45	3488634	3419560	4088445
488	39,785	44,427	1386	21,160	1407,16	3505798	3436385	4060556
489	39,453	44,427	1416	21,520	1437,52	3522579	3452834	4032219
490	39,122	44,427	1915	22,290	1937,29	3539502	3469421	4004043
491	42,105	44,818	1368	15,200	1383,2	3362452	3341158	4255214
492	41,774	44,818	512	14,530	526,53	3379458	3358057	4227249
493	41,442	44,818	379	16,110	395,11	3396732	3375221	4199631
494	41,111	44,818	1052	18,700	1070,7	3414321	3392700	4172406
495	40,779	44,818	2001	20,740	2021,74	3431948	3410215	4145216
496	40,448	44,818	2062	21,170	2083,17	3448984	3427143	4117303
497	40,116	44,818	1080	20,630	1100,63	3465338	3443393	4088581
498	39,785	44,818	1075	20,430	1095,43	3482104	3460052	4060357
499	39,453	44,818	1094	20,640	1114,64	3498765	3476608	4032013
500	39,122	44,818	1312	21,050	1333,05	3515419	3493157	4003662
501	38,790	25,665	-372	39,780	-332,22	4486581	2155898	3973996
502	38,459	25,665	-676	39,780	-636,22	4507069	2165743	3945059
503	38,127	25,665	-452	38,960	-413,04	4527777	2175693	3916321
504	37,796	25,665	-685	38,300	-646,7	4548010	2185416	3887170
505	37,464	25,665	-166	38,290	-127,71	4568627	2195322	3858351
506	37,133	25,665	-104	37,860	-66,14	4588765	2204999	3829122
507	36,801	25,665	-243	36,660	-206,34	4608603	2214532	3799646
508	36,470	25,665	-112	34,730	-77,27	4628482	2224084	3770205
509	36,138	25,665	-672	31,690	-640,31	4647701	2233319	3740230
510	35,807	25,665	-1293	28,310	-1264,69	4666717	2242457	3710100
511	38,790	26,056	-310	39,950	-270,05	4471812	2186476	3974035
512	38,459	26,056	636	39,970	675,97	4493113	2196890	3945876
513	38,127	26,056	-134	38,970	-95,03	4513054	2206641	3916517
514	37,796	26,056	-825	38,070	-786,93	4532896	2216342	3887084

Nokta	enlem	boylam	rakım (msl)	rakım farkı	rakım (elipsoid)	x	y	z
515	37,464	26,056	-579	37,900	-541,1	4553249	2226294	3858099
516	37,133	26,056	-346	37,360	-308,64	4573442	2236167	3828976
517	36,801	26,056	-485	36,050	-448,95	4593214	2245835	3799501
518	36,470	26,056	-381	34,010	-346,99	4613006	2255512	3770045
519	36,138	26,056	-750	30,710	-719,29	4632300	2264946	3740183
520	35,807	26,056	-858	26,830	-831,17	4651626	2274395	3710354
521	38,790	26,447	-217	40,180	-176,82	4456857	2216964	3974093
522	38,459	26,447	-1	40,060	39,06	4477574	2227269	3945479
523	38,127	26,447	-137	38,990	-98,01	4497894	2237376	3916515
524	37,796	26,447	-1040	38,020	-1001,98	4517518	2247138	3886952
525	37,464	26,447	-187	37,560	-149,44	4538234	2257443	3858337
526	37,133	26,447	-283	36,600	-246,4	4558125	2267337	3829014
527	36,801	26,447	-551	34,940	-516,06	4577738	2277093	3799460
528	36,470	26,447	-408	32,680	-375,32	4597492	2286919	3770028
529	36,138	26,447	-559	29,150	-529,85	4616878	2296563	3740295
530	35,807	26,447	-9	24,740	15,74	4636617	2306381	3710849
531	38,790	26,838	-101	40,050	-60,95	4441710	2247358	3974166
532	38,459	26,838	-48	39,670	-8,33	4462243	2257746	3945450
533	38,127	26,838	32	38,750	70,75	4482644	2268069	3916619
534	37,796	26,838	-431	37,980	-393,02	4502513	2278122	3887325
535	37,464	26,838	-72	37,300	-34,7	4522809	2288391	3858407
536	37,133	26,838	82	35,780	117,78	4542810	2298511	3829233
537	36,801	26,838	-170	33,560	-136,44	4562369	2308407	3799688
538	36,470	26,838	-459	30,960	-428,04	4581746	2318211	3769997
539	36,138	26,838	-1002	27,290	-974,71	4600783	2327843	3740033
540	35,807	26,838	-1444	22,570	-1421,43	4619735	2337432	3710009
541	38,790	27,229	371	39,440	410,44	4426602	2277774	3974461
542	38,459	27,229	849	38,800	887,8	4447361	2288456	3946007
543	38,127	27,229	48	38,020	86,02	4467078	2298602	3916629
544	37,796	27,229	-68	37,430	-30,57	4487121	2308915	3887548
545	37,464	27,229	22	36,660	58,66	4507159	2319226	3858464
546	37,133	27,229	-78	34,770	-43,23	4526910	2329389	3829136
547	36,801	27,229	-398	32,010	-365,99	4546351	2339393	3799550
548	36,470	27,229	-323	29,010	-293,99	4565920	2349463	3770076
549	36,138	27,229	-1052	25,340	-1026,66	4584758	2359156	3740002
550	35,807	27,229	153	20,690	173,69	4604832	2369485	3710942
551	38,790	27,620	132	39,000	171	4410795	2307833	3974311
552	38,459	27,620	127	38,260	165,26	4431144	2318480	3945558
553	38,127	27,620	178	37,270	215,27	4451383	2329070	3916709
554	37,796	27,620	18	36,380	54,38	4471325	2339504	3887600
555	37,464	27,620	632	35,480	667,48	4491660	2350144	3858834
556	37,133	27,620	44	33,410	77,41	4510999	2360262	3829209
557	36,801	27,620	-18	30,060	12,06	4530554	2370494	3799777

Nokta	enlem	boylam	rakım (msl)	rakım farkı	rakım (elipsoid)	x	y	z
558	36,470	27,620	-642	26,370	-615,63	4549557	2380436	3769885
559	36,138	27,620	-1046	22,510	-1023,49	4568560	2390379	3740004
560	35,807	27,620	-466	18,200	-447,8	4588114	2400610	3710578
561	38,790	28,011	341	39,160	380,16	4395092	2337946	3974442
562	38,459	28,011	329	38,550	367,55	4415364	2348730	3945684
563	38,127	28,011	135	37,070	172,07	4435361	2359367	3916682
564	37,796	28,011	80	35,530	115,53	4455304	2369975	3887637
565	37,464	28,011	1103	34,310	1137,31	4475853	2380906	3859120
566	37,133	28,011	967	31,940	998,94	4495441	2391326	3829765
567	36,801	28,011	-19	27,690	8,69	4514275	2401345	3799775
568	36,470	28,011	-436	22,730	-413,27	4533355	2411494	3770005
569	36,138	28,011	184	18,100	202,1	4553020	2421955	3740727
570	35,807	28,011	-2003	14,090	-1988,91	4570527	2431268	3709676
571	38,790	28,401	383	39,590	422,59	4379070	2367891	3974469
572	38,459	28,401	140	39,100	179,1	4399109	2378726	3945567
573	38,127	28,401	844	37,130	881,13	4419653	2389835	3917120
574	37,796	28,401	560	34,920	594,92	4439366	2400494	3887931
575	37,464	28,401	1021	33,290	1054,29	4459448	2411353	3859070
576	37,133	28,401	780	30,580	810,58	4478891	2421867	3829652
577	36,801	28,401	456	25,610	481,61	4498121	2432265	3800058
578	36,470	28,401	-661	19,530	-641,47	4516637	2442277	3769870
579	36,138	28,401	-3496	13,900	-3482,1	4533775	2451544	3738554
580	35,807	28,401	-4040	9,860	-4030,14	4552378	2461603	3708482
581	38,790	28,792	774	39,980	813,98	4363082	2397856	3974714
582	38,459	28,792	913	39,350	952,35	4383310	2408973	3946047
583	38,127	28,792	549	36,930	585,93	4403043	2419818	3916937
584	37,796	28,792	1284	34,110	1318,11	4423387	2430999	3888374
585	37,464	28,792	766	32,030	798,03	4442716	2441621	3858914
586	37,133	28,792	1165	29,340	1194,34	4462533	2452512	3829883
587	36,801	28,792	21	24,870	45,87	4481118	2462726	3799797
588	36,470	28,792	-1516	19,150	-1496,85	4499268	2472701	3769361
589	36,138	28,792	-3398	13,280	-3384,72	4517014	2482454	3738611
590	35,807	28,792	-3540	8,840	-3531,16	4535834	2492797	3708774
591	38,790	29,183	686	40,340	726,34	4346562	2427532	3974659
592	38,459	29,183	852	39,550	891,55	4366732	2438796	3946010
593	38,127	29,183	385	36,810	421,81	4386320	2449736	3916836
594	37,796	29,183	321	33,480	354,48	4406035	2460747	3887784
595	37,464	29,183	1242	30,980	1272,98	4426285	2472056	3859203
596	37,133	29,183	814	28,700	842,7	4445453	2482762	3829671
597	36,801	29,183	1072	25,750	1097,75	4464949	2493650	3800427
598	36,470	29,183	1144	21,630	1165,63	4484164	2504382	3770944
599	36,138	29,183	1222	16,280	1238,28	4503233	2515031	3741338
600	35,807	29,183	-3150	11,350	-3138,65	4519001	2523838	3709004

Nokta	enlem	boylam	rakım (msl)	rakım farkı	rakım (elipsoid)	x	y	z
601	38,790	29,574	1134	40,480	1174,48	4330205	2457300	3974940
602	38,459	29,574	818	39,790	857,79	4349970	2468516	3945989
603	38,127	29,574	812	37,210	849,21	4369798	2479768	3917100
604	37,796	29,574	847	33,850	880,85	4389507	2490953	3888106
605	37,464	29,574	1147	31,140	1178,14	4409252	2502158	3859145
606	37,133	29,574	952	29,160	981,16	4428508	2513085	3829755
607	36,801	29,574	1152	27,230	1179,23	4447890	2524084	3800476
608	36,470	29,574	1973	23,990	1996,99	4467557	2535244	3771438
609	36,138	29,574	153	18,710	171,71	4485222	2545269	3740709
610	35,807	29,574	-2759	13,370	-2745,63	4501955	2554765	3709234
611	38,790	29,965	1368	40,160	1408,16	4313498	2486874	3975086
612	38,459	29,965	953	39,710	992,71	4333120	2498187	3946073
613	38,127	29,965	897	37,690	934,69	4352838	2509555	3917153
614	37,796	29,965	1770	34,870	1804,87	4373044	2521204	3888672
615	37,464	29,965	1248	32,260	1280,26	4392150	2532220	3859207
616	37,133	29,965	1677	30,140	1707,14	4411763	2543527	3830193
617	36,801	29,965	1471	27,920	1498,92	4430789	2554496	3800667
618	36,470	29,965	1224	24,000	1248	4449635	2565362	3770993
619	36,138	29,965	1122	17,940	1139,94	4468431	2576198	3741280
620	35,807	29,965	-2299	12,370	-2286,63	4484745	2585603	3709502
621	38,790	30,356	1063	39,690	1102,69	4296227	2516122	3974895
622	38,459	30,356	1623	39,240	1662,24	4316429	2527954	3946489
623	38,127	30,356	1630	37,680	1667,68	4336114	2539483	3917605
624	37,796	30,356	869	35,540	904,54	4355129	2550619	3888121
625	37,464	30,356	1144	33,100	1177,1	4374703	2562082	3859144
626	37,133	30,356	831	30,470	861,47	4393726	2573224	3829682
627	36,801	30,356	2089	27,350	2116,35	4413686	2584913	3801037
628	36,470	30,356	992	22,560	1014,56	4431869	2595562	3770854
629	36,138	30,356	-1634	16,140	-1617,86	4448831	2605496	3739653
630	35,807	30,356	-2566	10,770	-2555,23	4466813	2616028	3709345
631	38,790	30,747	1065	39,390	1104,39	4278963	2545373	3974896
632	38,459	30,747	1301	38,810	1339,81	4298866	2557213	3946288
633	38,127	30,747	942	37,510	979,51	4318224	2568727	3917180
634	37,796	30,747	1790	35,820	1825,82	4338253	2580642	3888685
635	37,464	30,747	335	33,400	368,4	4356571	2591539	3858652
636	37,133	30,747	294	30,140	324,14	4375702	2602919	3829358
637	36,801	30,747	-551	26,240	-524,76	4394131	2613882	3799455
638	36,470	30,747	-1631	21,410	-1609,59	4412246	2624657	3769294
639	36,138	30,747	-2695	15,880	-2679,12	4430216	2635347	3739027
640	35,807	30,747	-2376	11,220	-2364,78	4448996	2646518	3709457
641	38,790	31,137	1523	39,010	1562,01	4261805	2574689	3975182
642	38,459	31,137	1755	38,600	1793,6	4281625	2586663	3946571
643	38,127	31,137	1349	37,610	1386,61	4300874	2598292	3917432

Nokta	enlem	boylam	rakım (msl)	rakım farkı	rakım (elipsoid)	x	y	z
644	37,796	31,137	1536	36,230	1572,23	4320376	2610074	3888530
645	37,464	31,137	2191	33,930	2224,93	4340052	2621961	3859782
646	37,133	31,137	884	30,400	914,4	4358246	2632952	3829714
647	36,801	31,137	-8	25,980	17,98	4376569	2644022	3799780
648	36,470	31,137	-1459	21,280	-1437,72	4394356	2654768	3769396
649	36,138	31,137	-2482	16,820	-2465,18	4412282	2665598	3739154
650	35,807	31,137	-2535	12,990	-2522,01	4430729	2676741	3709365
651	38,790	31,528	1134	38,400	1172,4	4243882	2603544	3974938
652	38,459	31,528	965	38,400	1003,4	4263352	2615489	3946079
653	38,127	31,528	1745	37,710	1782,71	4283314	2627735	3917676
654	37,796	31,528	1122	36,550	1158,55	4302191	2639316	3888276
655	37,464	31,528	1266	34,810	1300,81	4321438	2651124	3859220
656	37,133	31,528	1181	31,950	1212,95	4340385	2662747	3829895
657	36,801	31,528	126	27,670	153,67	4358523	2673874	3799862
658	36,470	31,528	-1744	22,800	-1721,2	4375949	2684565	3769228
659	36,138	31,528	-2527	18,500	-2508,5	4393965	2695618	3739128
660	35,807	31,528	-2538	15,170	-2522,83	4412364	2706905	3709364
661	38,790	31,919	923	37,840	960,84	4225882	2632348	3974806
662	38,459	31,919	1133	38,070	1171,07	4245522	2644582	3946183
663	38,127	31,919	1693	37,440	1730,44	4265253	2656872	3917644
664	37,796	31,919	1373	36,310	1409,31	4284254	2668708	3888430
665	37,464	31,919	1421	35,280	1456,28	4303357	2680608	3859314
666	37,133	31,919	1982	33,770	2015,77	4322662	2692633	3830379
667	36,801	31,919	989	30,650	1019,65	4340769	2703912	3800380
668	36,470	31,919	-433	26,110	-406,89	4358430	2714914	3770009
669	36,138	31,919	-2351	21,600	-2329,4	4375597	2725607	3739234
670	35,807	31,919	-2493	18,540	-2474,46	4393829	2736964	3709392
671	38,790	32,310	1043	37,410	1080,41	4207905	2661165	3974881
672	38,459	32,310	1031	37,590	1068,59	4227314	2673440	3946120
673	38,127	32,310	1807	36,970	1843,97	4247104	2685956	3917714
674	37,796	32,310	1423	35,840	1458,84	4265981	2697894	3888460
675	37,464	32,310	1267	35,060	1302,06	4284866	2709837	3859220
676	37,133	32,310	1319	34,420	1353,42	4303746	2721778	3829979
677	36,801	32,310	2015	32,750	2047,75	4322918	2733902	3800996
678	36,470	32,310	306	29,440	335,44	4340312	2744902	3770450
679	36,138	32,310	-557	25,300	-531,7	4358128	2756169	3740294
680	35,807	32,310	-749	22,540	-726,46	4376253	2767632	3710415
681	38,790	32,701	1154	36,860	1190,86	4189725	2689856	3974950
682	38,459	32,701	1043	36,930	1079,93	4208985	2702221	3946127
683	38,127	32,701	1171	36,530	1207,53	4228260	2714596	3917321
684	37,796	32,701	1000	35,630	1035,63	4247196	2726753	3888201
685	37,464	32,701	1053	34,690	1087,69	4266137	2738913	3859090
686	37,133	32,701	1268	33,870	1301,87	4285044	2751052	3829948

Nokta	enlem	boylam	rakım (msl)	rakım farkı	rakım (elipsoid)	x	y	z
687	36,801	32,701	1760	32,880	1792,88	4303995	2763219	3800844
688	36,470	32,701	1749	30,900	1779,9	4322463	2775075	3771309
689	36,138	32,701	729	27,540	756,54	4340099	2786398	3741054
690	35,807	32,701	-1509	25,070	-1483,93	4356754	2797091	3709972
691	38,790	33,092	914	36,350	950,35	4171120	2718273	3974799
692	38,459	33,092	959	36,280	995,28	4190397	2730835	3946074
693	38,127	33,092	1009	36,050	1045,05	4209536	2743308	3917221
694	37,796	33,092	1041	35,460	1076,46	4228522	2755681	3888226
695	37,464	33,092	1248	34,450	1282,45	4247482	2768037	3859208
696	37,133	33,092	1061	33,210	1094,21	4266038	2780130	3829823
697	36,801	33,092	1056	32,130	1088,13	4284571	2792208	3800421
698	36,470	33,092	1395	30,640	1425,64	4303192	2804343	3771098
699	36,138	33,092	147	27,880	174,88	4320596	2815685	3740711
700	35,807	33,092	1106	25,720	1131,72	4339348	2827905	3711502
701	38,790	33,483	905	36,220	941,22	4152473	2746661	3974793
702	38,459	33,483	910	36,000	946	4171638	2759337	3946043
703	38,127	33,483	1013	35,590	1048,59	4190726	2771963	3917223
704	37,796	33,483	1043	35,080	1078,08	4209626	2784465	3888227
705	37,464	33,483	1007	34,370	1041,37	4228341	2796844	3859062
706	37,133	33,483	1247	33,150	1280,15	4247096	2809250	3829935
707	36,801	33,483	1688	31,550	1719,55	4265845	2821651	3800800
708	36,470	33,483	289	29,560	318,56	4283219	2833143	3770440
709	36,138	33,483	-19	27,070	8,07	4301175	2845020	3740612
710	35,807	33,483	-1034	25,620	-1008,38	4318508	2856485	3710250
711	38,790	33,874	1241	36,340	1277,34	4133857	2775071	3975004
712	38,459	33,874	949	36,150	985,15	4152742	2787749	3946068
713	38,127	33,874	1101	35,520	1136,52	4171776	2800526	3917277
714	37,796	33,874	1618	35,010	1653,01	4190909	2813371	3888579
715	37,464	33,874	1015	34,650	1049,65	4209168	2825628	3859067
716	37,133	33,874	1904	33,390	1937,39	4228268	2838450	3830332
717	36,801	33,874	1633	30,800	1663,8	4246460	2850662	3800766
718	36,470	33,874	842	27,750	869,75	4264159	2862544	3770768
719	36,138	33,874	-93	25,530	-67,47	4281616	2874262	3740568
720	35,807	33,874	-1026	25,170	-1000,83	4298925	2885882	3710255
721	38,790	34,264	1057	36,330	1093,33	4114711	2803127	3974889
722	38,459	34,264	1171	36,410	1207,41	4133771	2816112	3946206
723	38,127	34,264	1997	35,880	2032,88	4153156	2829318	3917831
724	37,796	34,264	1052	35,530	1087,53	4171250	2841644	3888233
725	37,464	34,264	1517	35,170	1552,17	4190123	2854501	3859372
726	37,133	34,264	2384	33,180	2417,18	4209122	2867444	3830622
727	36,801	34,264	1145	29,340	1174,34	4226590	2879344	3800473
728	36,470	34,264	-116	25,630	-90,37	4243894	2891132	3770197
729	36,138	34,264	-787	23,980	-763,02	4261444	2903088	3740157

Nokta	enlem	boylam	rakım (msl)	rakım farkı	rakım (elipsoid)	x	y	z
730	35,807	34,264	-716	24,460	-691,54	4279345	2915283	3710436
731	38,790	34,655	1168	36,240	1204,24	4095563	2831181	3974958
732	38,459	34,655	1679	36,550	1715,55	4114791	2844473	3946522
733	38,127	34,655	1736	36,140	1772,14	4133589	2857468	3917670
734	37,796	34,655	1280	35,840	1315,84	4151916	2870137	3888373
735	37,464	34,655	1466	35,020	1501,02	4170519	2882997	3859341
736	37,133	34,655	678	32,020	710,02	4188343	2895318	3829591
737	36,801	34,655	1	27,570	28,57	4206094	2907589	3799787
738	36,470	34,655	-231	24,260	-206,74	4223995	2919964	3770128
739	36,138	34,655	-708	23,300	-684,7	4241592	2932128	3740204
740	35,807	34,655	-113	23,750	-89,25	4259760	2944687	3710788
741	38,790	35,046	1109	36,210	1145,21	4076116	2859029	3974921
742	38,459	35,046	1592	36,530	1628,53	4095235	2872439	3946468
743	38,127	35,046	1431	35,910	1466,91	4113803	2885463	3917481
744	37,796	35,046	1551	35,200	1586,2	4132414	2898517	3888538
745	37,464	35,046	1126	33,810	1159,81	4150532	2911225	3859134
746	37,133	35,046	102	30,420	132,42	4168117	2923559	3829242
747	36,801	35,046	2	26,460	28,46	4186161	2936215	3799787
748	36,470	35,046	-74	24,180	-49,82	4204080	2948784	3770221
749	36,138	35,046	-330	23,420	-306,58	4221740	2961171	3740427
750	35,807	35,046	-1186	22,960	-1163,04	4238859	2973178	3710160
751	38,790	35,437	1057	36,190	1093,19	4056484	2886746	3974889
752	38,459	35,437	1923	36,490	1959,49	4075755	2900459	3946674
753	38,127	35,437	1279	35,500	1314,5	4093925	2913390	3917387
754	37,796	35,437	859	34,220	893,22	4112098	2926323	3888114
755	37,464	35,437	545	32,550	577,55	4130199	2939204	3858780
756	37,133	35,437	138	29,620	167,62	4148098	2951942	3829264
757	36,801	35,437	9	26,690	35,69	4166037	2964708	3799791
758	36,470	35,437	-47	25,090	-21,91	4183884	2977408	3770238
759	36,138	35,437	-312	23,960	-288,04	4201453	2989911	3740438
760	35,807	35,437	-1255	22,630	-1232,37	4218432	3001994	3710119
761	38,790	35,828	1601	36,280	1637,28	4037040	2914600	3975230
762	38,459	35,828	1397	36,690	1433,69	4055539	2927956	3946347
763	38,127	35,828	1771	35,520	1806,52	4074269	2941477	3917691
764	37,796	35,828	757	33,880	790,88	4091974	2954260	3888051
765	37,464	35,828	175	32,290	207,29	4109814	2967140	3858554
766	37,133	35,828	25	30,080	55,08	4127791	2980119	3829196
767	36,801	35,828	86	27,850	113,85	4145766	2993096	3799838
768	36,470	35,828	-82	26,360	-55,64	4163453	3005865	3770218
769	36,138	35,828	-246	25,050	-220,95	4181002	3018535	3740477
770	35,807	35,828	64	23,870	87,87	4198722	3031328	3710892
771	38,790	36,219	1699	36,520	1735,52	4017125	2942118	3975291
772	38,459	36,219	2215	37,050	2252,05	4035988	2955933	3946856

Nokta	enlem	boylam	rakım (msl)	rakım farkı	rakım (elipsoid)	x	y	z
773	38,127	36,219	1508	35,880	1543,88	4053941	2969081	3917529
774	37,796	36,219	1730	34,190	1764,19	4072345	2982561	3888648
775	37,464	36,219	339	32,740	371,74	4089582	2995185	3858654
776	37,133	36,219	96	30,890	126,89	4107411	3008243	3829239
777	36,801	36,219	51	28,790	79,79	4125229	3021292	3799817
778	36,470	36,219	725	27,210	752,21	4143374	3034582	3770698
779	36,138	36,219	386	26,300	412,3	4160725	3047290	3740851
780	35,807	36,219	524	26,030	550,03	4178247	3060123	3711162
781	38,790	36,610	1781	36,250	1817,25	3997011	2969492	3975342
782	38,459	36,610	1823	36,810	1859,81	4015482	2983214	3946612
783	38,127	36,610	1749	35,770	1784,77	4033743	2996781	3917678
784	37,796	36,610	1406	34,260	1440,26	4051698	3010120	3888449
785	37,464	36,610	1479	32,890	1511,89	4069780	3023554	3859348
786	37,133	36,610	1302	31,090	1333,09	4087565	3036767	3829967
787	36,801	36,610	395	28,980	423,98	4104743	3049529	3800024
788	36,470	36,610	383	27,460	410,46	4122356	3062614	3770495
789	36,138	36,610	524	26,940	550,94	4139930	3075670	3740932
790	35,807	36,610	636	27,180	663,18	4157348	3088610	3711228
791	38,790	37,001	1808	34,830	1842,83	3976677	2996702	3975358
792	38,459	37,001	1370	35,440	1405,44	3994753	3010324	3946329
793	38,127	37,001	1241	34,690	1275,69	4012886	3023988	3917363
794	37,796	37,001	972	33,500	1005,5	4030795	3037484	3888183
795	37,464	37,001	572	32,220	604,22	4048483	3050814	3858796
796	37,133	37,001	1072	30,510	1102,51	4066607	3064471	3829828
797	36,801	37,001	452	28,710	480,71	4083880	3077487	3800058
798	36,470	37,001	472	27,490	499,49	4101424	3090708	3770548
799	36,138	37,001	342	27,020	369,02	4118734	3103752	3740825
800	35,807	37,001	247	26,940	273,94	4135928	3116710	3711000
801	38,790	37,391	1832	32,910	1864,91	3956154	3023772	3975372
802	38,459	37,391	1763	33,580	1796,58	3974367	3037692	3946573
803	38,127	37,391	1390	33,130	1423,13	3992255	3051364	3917454
804	37,796	37,391	1416	32,120	1448,12	4010257	3065123	3888454
805	37,464	37,391	995	30,860	1025,86	4027842	3078564	3859052
806	37,133	37,391	883	29,390	912,39	4045486	3092049	3829713
807	36,801	37,391	611	28,110	639,11	4062891	3105353	3800152
808	36,470	37,391	522	27,340	549,34	4080276	3118640	3770577
809	36,138	37,391	347	26,860	373,86	4097468	3131780	3740828
810	35,807	37,391	428	26,350	454,35	4114686	3144941	3711106
811	38,790	37,782	1768	31,570	1799,57	3935394	3050659	3975331
812	38,459	37,782	1235	32,210	1267,21	3953224	3064480	3946243
813	38,127	37,782	1419	31,780	1450,78	3971363	3078541	3917471
814	37,796	37,782	1119	30,540	1149,54	3989067	3092265	3888271
815	37,464	37,782	623	29,190	652,19	4006513	3105789	3858825

Nokta	enlem	boylam	rakım (msl)	rakım farkı	rakım (elipsoid)	x	y	z
816	37,133	37,782	724	28,050	752,05	4024197	3119497	3829616
817	36,801	37,782	493	27,220	520,22	4041537	3132939	3800081
818	36,470	37,782	526	26,750	552,75	4058908	3146405	3770579
819	36,138	37,782	350	26,360	376,36	4076009	3159661	3740829
820	35,807	37,782	321	25,760	346,76	4093067	3172884	3711043
821	38,790	38,173	1319	30,910	1349,91	3914216	3077218	3975050
822	38,459	38,173	801	31,340	832,34	3931959	3091167	3945973
823	38,127	38,173	1809	30,600	1839,6	3950510	3105751	3917711
824	37,796	38,173	849	28,950	877,95	3967710	3119274	3888104
825	37,464	38,173	945	27,620	972,62	3985432	3133206	3859020
826	37,133	38,173	778	26,940	804,94	4002855	3146904	3829648
827	36,801	38,173	427	26,420	453,42	4020028	3160404	3800041
828	36,470	38,173	405	25,990	430,99	4037272	3173961	3770507
829	36,138	38,173	350	25,640	375,64	4054359	3187394	3740829
830	35,807	38,173	352	25,070	377,07	4071346	3200749	3711061
831	38,790	38,564	1042	30,450	1072,45	3892963	3103714	3974876
832	38,459	38,564	675	30,470	705,47	3910702	3117857	3945894
833	38,127	38,564	1697	29,440	1726,44	3929161	3132574	3917642
834	37,796	38,564	1285	27,650	1312,65	3946607	3146483	3888371
835	37,464	38,564	530	26,540	556,54	3963706	3160115	3858767
836	37,133	38,564	744	26,210	770,21	3981272	3174120	3829627
837	36,801	38,564	542	25,800	567,8	3998446	3187812	3800110
838	36,470	38,564	425	25,270	450,27	4015537	3201438	3770519
839	36,138	38,564	345	24,920	369,92	4032517	3214976	3740826
840	35,807	38,564	328	24,450	352,45	4049400	3228436	3711046
841	38,790	38,955	1128	30,050	1158,05	3871751	3130242	3974929
842	38,459	38,955	1671	29,550	1700,55	3889947	3144953	3946513
843	38,127	38,955	1963	28,480	1991,48	3907861	3159436	3917805
844	37,796	38,955	530	27,020	557,02	3924586	3172958	3887908
845	37,464	38,955	761	26,060	787,06	3942198	3187197	3858907
846	37,133	38,955	457	25,580	482,58	3959348	3201062	3829454
847	36,801	38,955	361	24,980	385,98	3976492	3214924	3800001
848	36,470	38,955	322	24,410	346,41	3993539	3228705	3770457
849	36,138	38,955	272	24,150	296,15	4010444	3242373	3740782
850	35,807	38,955	365	23,880	388,88	4027305	3256004	3711068
851	38,790	39,346	957	29,580	986,58	3850203	3156497	3974822
852	38,459	39,346	1239	28,600	1267,6	3868139	3171202	3946244
853	38,127	39,346	1062	27,700	1089,7	3885668	3185572	3917248
854	37,796	39,346	806	26,770	832,77	3903017	3199796	3888077
855	37,464	39,346	765	25,830	790,83	3920366	3214018	3858909
856	37,133	39,346	640	24,830	664,83	3937531	3228091	3829564
857	36,801	39,346	465	23,970	488,97	3954532	3242029	3800062
858	36,470	39,346	343	23,540	366,54	3971432	3255884	3770469

Nokta	enlem	boylam	rakım (msl)	rakım farkı	rakım (elipsoid)	x	y	z
859	36,138	39,346	332	23,420	355,42	3988268	3269687	3740817
860	35,807	39,346	233	23,250	256,25	4004915	3283335	3710990
861	38,790	39,737	1166	28,880	1194,88	3828705	3182793	3974952
862	38,459	39,737	1642	27,570	1669,57	3846658	3197717	3946494
863	38,127	39,737	801	26,740	827,74	3863687	3211874	3917087
864	37,796	39,737	1158	26,240	1184,24	3881311	3226525	3888292
865	37,464	39,737	957	25,340	982,34	3898466	3240785	3859026
866	37,133	39,737	510	24,000	534	3915337	3254810	3829485
867	36,801	39,737	450	23,110	473,11	3932313	3268923	3800053
868	36,470	39,737	435	22,980	457,98	3949185	3282948	3770523
869	36,138	39,737	401	22,900	423,9	3965912	3296854	3740857
870	35,807	39,737	275	22,560	297,56	3982449	3310601	3711014
871	38,790	40,128	1290	28,280	1318,28	3806976	3208900	3975030
872	38,459	40,128	1197	26,670	1223,67	3824486	3223660	3946216
873	38,127	40,128	665	25,620	690,62	3841604	3238088	3917002
874	37,796	40,128	783	25,310	808,31	3858982	3252736	3888062
875	37,464	40,128	978	24,610	1002,61	3876279	3267315	3859038
876	37,133	40,128	456	23,230	479,23	3893008	3281417	3829452
877	36,801	40,128	366	22,360	388,36	3909869	3295629	3800002
878	36,470	40,128	453	22,360	475,36	3926708	3309822	3770533
879	36,138	40,128	396	22,220	418,22	3943326	3323829	3740854
880	35,807	40,128	353	21,600	374,6	3959820	3337732	3711059
881	38,790	40,518	1088	27,920	1115,92	3784877	3234694	3974903
882	38,459	40,518	1445	25,990	1470,99	3802553	3249801	3946370
883	38,127	40,518	762	24,600	786,6	3819482	3264269	3917061
884	37,796	40,518	666	24,310	690,31	3836632	3278926	3887989
885	37,464	40,518	1043	23,910	1066,91	3853938	3293716	3859077
886	37,133	40,518	466	22,650	488,65	3870538	3307903	3829457
887	36,801	40,518	396	21,620	417,62	3887313	3322240	3800020
888	36,470	40,518	398	21,430	419,43	3904003	3336504	3770500
889	36,138	40,518	328	21,190	349,19	3920517	3350617	3740813
890	35,807	40,518	300	20,450	320,45	3936924	3364640	3711028
891	38,790	40,909	2299	27,330	2326,33	3763435	3261057	3975661
892	38,459	40,909	960	25,360	985,36	3780007	3275417	3946068
893	38,127	40,909	807	23,800	830,8	3797150	3290272	3917089
894	37,796	40,909	596	23,380	619,38	3814131	3304986	3887946
895	37,464	40,909	995	23,200	1018,2	3831349	3319906	3859048
896	37,133	40,909	491	22,180	513,18	3847896	3334244	3829472
897	36,801	40,909	363	21,030	384,03	3864538	3348664	3800000
898	36,470	40,909	328	20,580	348,58	3881107	3363022	3770458
899	36,138	40,909	345	20,290	365,29	3897577	3377293	3740823
900	35,807	40,909	249	19,570	268,57	3913847	3391391	3710997
901	38,790	41,300	1354	26,540	1380,54	3740547	3286169	3975069

Nokta	enlem	boylam	rakım (msl)	rakım farkı	rakım (elipsoid)	x	y	z
902	38,459	41,300	984	25,020	1009,02	3757588	3301140	3946083
903	38,127	41,300	640	23,510	663,51	3774517	3316013	3916985
904	37,796	41,300	873	22,660	895,66	3791660	3331073	3888115
905	37,464	41,300	938	22,280	960,28	3808577	3345935	3859012
906	37,133	41,300	767	21,490	788,49	3825225	3360561	3829638
907	36,801	41,300	354	20,450	374,45	3841598	3374945	3799994
908	36,470	41,300	468	19,840	487,84	3858159	3389494	3770541
909	36,138	41,300	363	19,450	382,45	3874457	3403813	3740833
910	35,807	41,300	297	18,720	315,72	3890649	3418038	3711025
911	38,790	41,691	1321	26,290	1347,29	3718022	3311593	3975048
912	38,459	41,691	1845	25,390	1870,39	3735484	3327146	3946618
913	38,127	41,691	724	23,900	747,9	3751857	3341729	3917037
914	37,796	41,691	771	22,300	793,3	3768787	3356809	3888053
915	37,464	41,691	840	21,220	861,22	3785604	3371787	3858952
916	37,133	41,691	544	20,350	564,35	3802077	3386460	3829503
917	36,801	41,691	360	19,400	379,4	3818488	3401076	3799997
918	36,470	41,691	493	18,630	511,63	3834960	3415748	3770555
919	36,138	41,691	350	18,070	368,07	3851138	3430157	3740825
920	35,807	41,691	273	17,390	290,39	3867226	3444486	3711010
921	38,790	42,082	1828	26,610	1854,61	3695638	3337145	3975366
922	38,459	42,082	2031	25,970	2056,97	3712808	3352650	3946734
923	38,127	42,082	1693	24,360	1717,36	3729539	3367758	3917636
924	37,796	42,082	972	22,110	994,11	3745917	3382547	3888176
925	37,464	42,082	1388	20,280	1408,28	3762836	3397825	3859285
926	37,133	42,082	497	19,070	516,07	3778858	3412293	3829474
927	36,801	42,082	388	18,010	406,01	3795213	3427061	3800013
928	36,470	42,082	496	17,040	513,04	3811570	3441831	3770556
929	36,138	42,082	306	16,360	322,36	3827621	3456325	3740798
930	35,807	42,082	266	15,850	281,85	3843632	3470784	3711005
931	38,790	42,473	1915	26,760	1941,76	3672836	3362325	3975420
932	38,459	42,473	1692	26,140	1718,14	3689654	3377721	3946524
933	38,127	42,473	1157	24,470	1181,47	3706166	3392837	3917305
934	37,796	42,473	2163	22,090	2185,09	3723449	3408658	3888905
935	37,464	42,473	1113	19,970	1132,97	3739408	3423268	3859117
936	37,133	42,473	370	18,440	388,44	3755416	3437924	3829397
937	36,801	42,473	347	17,160	364,16	3771721	3452850	3799988
938	36,470	42,473	441	15,960	456,96	3787968	3467723	3770523
939	36,138	42,473	254	15,120	269,12	3803921	3482327	3740766
940	35,807	42,473	224	14,600	238,6	3819840	3496900	3710980
941	38,790	42,864	1652	26,600	1678,6	3649662	3387163	3975255
942	38,459	42,864	1645	26,270	1671,27	3666499	3402788	3946495
943	38,127	42,864	2815	24,750	2839,75	3683890	3418929	3918329
944	37,796	42,864	2358	22,620	2380,62	3700222	3434085	3889025

Nokta	enlem	boylam	rakım (msl)	rakım farkı	rakım (elipsoid)	x	y	z
945	37,464	42,864	1899	20,590	1919,59	3716425	3449123	3859596
946	37,133	42,864	600	18,840	618,84	3732010	3463588	3829536
947	36,801	42,864	373	17,290	390,29	3748093	3478514	3800003
948	36,470	42,864	326	15,850	341,85	3764155	3493421	3770454
949	36,138	42,864	369	14,590	383,59	3780144	3508259	3740834
950	35,807	42,864	224	13,610	237,61	3795894	3522877	3710979
951	38,790	43,255	1645	26,390	1671,39	3626466	3411978	3975251
952	38,459	43,255	1645	26,540	1671,54	3643200	3427722	3946495
953	38,127	43,255	2688	25,230	2713,23	3660409	3443913	3918251
954	37,796	43,255	2701	23,390	2724,39	3676906	3459434	3889236
955	37,464	43,255	1928	21,500	1949,5	3692826	3474413	3859614
956	37,133	43,255	1592	19,550	1611,55	3708872	3489509	3830135
957	36,801	43,255	871	17,800	888,8	3724566	3504276	3800302
958	36,470	43,255	288	16,210	304,21	3740214	3518997	3770432
959	36,138	43,255	200	14,480	214,48	3756023	3533872	3740734
960	35,807	43,255	218	12,760	230,76	3771769	3548687	3710975
961	38,790	43,645	2079	25,820	2104,82	3603350	3436871	3975522
962	38,459	43,645	2425	26,140	2451,14	3620173	3452917	3946980
963	38,127	43,645	2548	25,010	2573,01	3636749	3468727	3918164
964	37,796	43,645	3005	23,500	3028,5	3653394	3484603	3889422
965	37,464	43,645	2165	21,800	2186,8	3669174	3499654	3859758
966	37,133	43,645	1286	19,760	1305,76	3684804	3514561	3829951
967	36,801	43,645	487	17,990	504,99	3700351	3529391	3800072
968	36,470	43,645	474	16,490	490,49	3716228	3544535	3770542
969	36,138	43,645	261	14,490	275,49	3731864	3559447	3740770
970	35,807	43,645	340	12,130	352,13	3747544	3574403	3711046
971	38,790	44,036	2047	24,620	2071,62	3579801	3461355	3975502
972	38,459	44,036	2367	24,840	2391,84	3596500	3477501	3946943
973	38,127	44,036	2419	23,960	2442,96	3612928	3493385	3918084
974	37,796	44,036	2494	22,900	2516,9	3629247	3509165	3889109
975	37,464	44,036	2690	21,610	2711,61	3645514	3524893	3860078
976	37,133	44,036	1178	19,770	1197,77	3660680	3539557	3829885
977	36,801	44,036	1135	18,150	1153,15	3676561	3554913	3800460
978	36,470	44,036	539	16,770	555,77	3691999	3569840	3770581
979	36,138	44,036	418	14,520	432,52	3707586	3584911	3740863
980	35,807	44,036	437	11,640	448,64	3723128	3599940	3711103
981	38,790	44,427	3099	23,170	3122,17	3556690	3486269	3976160
982	38,459	44,427	2096	23,360	2119,36	3572541	3501806	3946773
983	38,127	44,427	2630	22,740	2652,74	3589130	3518067	3918213
984	37,796	44,427	2848	22,080	2870,08	3605422	3534037	3889325
985	37,464	44,427	2308	21,320	2329,32	3621166	3549468	3859845
986	37,133	44,427	1514	20,040	1534,04	3636639	3564636	3830088
987	36,801	44,427	1165	18,710	1183,71	3652242	3579929	3800479

Nokta	enlem	boylam	rakım (msl)	rakım farkı	rakım (elipsoid)	x	y	z
988	36,470	44,427	847	17,210	864,21	3667737	3595118	3770765
989	36,138	44,427	747	14,580	761,58	3683233	3610307	3741057
990	35,807	44,427	482	11,360	493,36	3698509	3625280	3711129
991	38,790	44,818	1572	21,710	1593,71	3531979	3509612	3975202
992	38,459	44,818	1616	21,940	1637,94	3548301	3525831	3946474
993	38,127	44,818	1374	21,420	1395,42	3564345	3541773	3917437
994	37,796	44,818	2302	20,900	2322,9	3580923	3558246	3888990
995	37,464	44,818	2696	20,600	2716,6	3597085	3574306	3860081
996	37,133	44,818	3113	20,060	3133,06	3613141	3590260	3831054
997	36,801	44,818	1730	19,190	1749,19	3628056	3605080	3800817
998	36,470	44,818	1664	17,570	1681,57	3643592	3620518	3771250
999	36,138	44,818	491	14,700	505,7	3658371	3635204	3740906
1000	35,807	44,818	403	11,500	414,5	3673646	3650382	3711083

EK 4 – Bölgelerin Radar İhtiyaçları

1(mavi)	2(yeşil)	3(gri)	4(pembe)	5(turuncu)	6(mor)
25	24	5	43	24	25
33	25	25	36	25	33
34	33	46	50	33	34
43	34	40	104	34	43
51	43	35	105	43	6
6	26	45	114	26	26
35	35	54	123	35	35
44	44	55	115	44	44
27	36	64	124	27	36
45	45	73	125	36	45
53	46	76	133	45	28
28	56	65	134	37	46
37	57	74	135	46	38
38	30	83	144	47	47
47	65	75	145	53	20
48	66	85	128	54	30
52	67	86	154	55	48
54	54	87	155	20	40
62	55	84	109	63	50
55	63	93	157	64	53
64	64	94	119	56	54
65	73	95		66	55
73	74	96		73	56
50	75	97		65	63
74	83	104		74	64
57	76	105		75	65
66	77	106		76	60
67	84	107		83	73
84	85	113		84	74
94	86	114		85	57
78	87	115		86	66
87	94	116		93	75
96	95	117		94	58
88	96	124		95	67
97	97	125		96	76
103	104	126		104	68
104	105	127		105	77
105	115	134		106	83
106	116	135		113	84
98	108	136		114	85
107	117	137		115	86

	1(mavi)	2(yeşil)	3(gri)	4(pembe)	5(turuncu)	6(mor)
	114	70	90		116	78
	115	125	146		117	87
	116	126	120		124	88
	108	127	140		125	93
	117	80	160		126	94
	90	100			127	95
	118	128			134	96
	124	134			135	97
	125	135			136	80
	126	138			137	100
	127	150			155	105
	110	160			90	106
	128				120	107
	120					113
	135					114
	136					115
	137					116
	138					117
	146					118
	147					123
	148					124
	154					125
	155					126
	157					127
	158					134
	160					135
	170					136
						137
						120
Toplam Radar İhtiyacı	68 adet	53 adet	46 adet	21 adet	54 adet	70 adet

EK 5 – Tüm Radarlar Yerleştirilebilirse Bölgelerin Korunma Seviyeleri

Nokta	Korunma	Nokta	Korunma	Nokta	Korunma	Nokta	Korunma	Nokta	Korunma	Nokta	Korunma
1	0.9900540728	31	1,00000000000	61	0.9999999997	91	0.9999999985	121	0.9999796520	151	0.9999994461
2	0.9999017500	32	1,00000000000	62	1,00000000000	92	1,00000000000	122	0.9999999950	152	0.9999972985
3	0.9999992052	33	1,00000000000	63	1,00000000000	93	1,00000000000	123	1,00000000000	153	0.9999999994
4	0.9999999986	34	1,00000000000	64	1,00000000000	94	1,00000000000	124	1,00000000000	154	0.9999999999
5	0.9999999988	35	1,00000000000	65	1,00000000000	95	1,00000000000	125	1,00000000000	155	1,00000000000
6	1,00000000000	36	1,00000000000	66	1,00000000000	96	1,00000000000	126	1,00000000000	156	1,00000000000
7	0.9999999999	37	1,00000000000	67	1,00000000000	97	1,00000000000	127	1,00000000000	157	1,00000000000
8	0.9999998620	38	1,00000000000	68	1,00000000000	98	1,00000000000	128	1,00000000000	158	1,00000000000
9	0.9999921305	39	1,00000000000	69	1,00000000000	99	1,00000000000	129	1,00000000000	159	1,00000000000
10	0.9969014198	40	0.9999998645	70	0.9999999995	100	1,00000000000	130	1,00000000000	160	0.9999993392
11	0.9998560185	41	1,00000000000	71	0.9999999999	101	0.9999998672	131	0.9999585395	161	0.9998416922
12	0.9999992451	42	1,00000000000	72	1,00000000000	102	0.9999999989	132	0.9999998057	162	0.9979845821
13	0.9999999996	43	1,00000000000	73	1,00000000000	103	1,00000000000	133	1,00000000000	163	0.9999934148
14	1,00000000000	44	1,00000000000	74	1,00000000000	104	1,00000000000	134	1,00000000000	164	0.9999999388
15	1,00000000000	45	1,00000000000	75	1,00000000000	105	1,00000000000	135	1,00000000000	165	1,00000000000
16	1,00000000000	46	1,00000000000	76	1,00000000000	106	1,00000000000	136	1,00000000000	166	1,00000000000
17	1,00000000000	47	1,00000000000	77	1,00000000000	107	1,00000000000	137	1,00000000000	167	1,00000000000
18	0.9999999990	48	1,00000000000	78	1,00000000000	108	1,00000000000	138	1,00000000000	168	1,00000000000
19	0.9999999980	49	1,00000000000	79	1,00000000000	109	1,00000000000	139	1,00000000000	169	0.9999999548
20	0.9999929656	50	0.9999999949	80	0.9999999910	110	1,00000000000	140	1,00000000000	170	0.9999595585
21	0.9999996717	51	0.9999999998	81	0.9999999995	111	0.9999994281	141	0.9999898611	171	0.9998132136
22	0.9999999996	52	1,00000000000	82	1,00000000000	112	0.9999999986	142	0.9999977566	172	0.9921759633
23	1,00000000000	53	1,00000000000	83	1,00000000000	113	1,00000000000	143	1,00000000000	173	0.9999886773
24	1,00000000000	54	1,00000000000	84	1,00000000000	114	1,00000000000	144	1,00000000000	174	0.9999995134
25	1,00000000000	55	1,00000000000	85	1,00000000000	115	1,00000000000	145	1,00000000000	175	0.9999990989
26	1,00000000000	56	1,00000000000	86	1,00000000000	116	1,00000000000	146	1,00000000000	176	0.9999994200
27	1,00000000000	57	1,00000000000	87	1,00000000000	117	1,00000000000	147	1,00000000000	177	0.9999999293
28	0.9999999999	58	1,00000000000	88	1,00000000000	118	1,00000000000	148	1,00000000000	178	0.9999999824
29	0.9999999999	59	1,00000000000	89	1,00000000000	119	1,00000000000	149	1,00000000000	179	0.9999986180
30	0.9999998995	60	0.9999999958	90	0.9999999985	120	1,00000000000	150	0.9999999999	180	0.9998747222

EK 6 – Mavi Bölge Koşum Sonuçları

Koşum (Run)	Bölgenin Ortalama Korunması	Kümüle Maliyet	Radarların Bulunduğu Noktalar	Radarın Koordinatları
1	0,763	527		
2	0,808	534		
3	0,842	524		
4	0,856	522	34,103,155,84, 117,37,148,90, 33,88,120,28	41,1108040947368 26,8378937662858 41,4422953231579 29,5739977342858 40,7793128663158 31,5283577114287 41,1108040947368 28,7922537434287 40,1163304094737 29,9648697297144 40,1163304094737 26,8378937662858 39,7848391810526 31,1374857160001 39,1218567242105 28,7922537434287 41,4422953231579 26,8378937662858 39,7848391810526 28,7922537434287 39,1218567242105 29,9648697297144 39,7848391810526 26,4470217708572
5	0,722	515	57,97,108,37,1 28,104,138,160 ,106,50,147,65	40,1163304094737 27,6196377571429 40,1163304094737 29,1831257388572 39,7848391810526 29,5739977342858 40,1163304094737 26,8378937662858 39,7848391810526 30,3557417251429 41,1108040947368 29,5739977342858 39,7848391810526 30,7466137205715 39,1218567242105 31,5283577114287 40,4478216378947 29,5739977342858 39,1218567242105 27,2287657617144 40,1163304094737 31,1374857160001 40,7793128663158 28,0105097525715
6	0,780	517	135,97,128,157 ,103,62,50,37,1 37,57,116,126	40,7793128663158 30,7466137205715 40,1163304094737 29,1831257388572 39,7848391810526 30,3557417251429 40,1163304094737 31,5283577114287 41,4422953231579 29,5739977342858 41,773786551579 28,0105097525715 39,1218567242105 27,2287657617144 40,1163304094737 26,8378937662858 40,1163304094737 30,7466137205715 40,1163304094737 27,6196377571429 40,4478216378947 29,9648697297144 40,4478216378947 30,3557417251429
7	0,789	528		
8	0,740	522		
9	0,818	529		
10	0,829	528		

EK 7 – Yeşil Bölge Koşum Sonuçları

Koşum (Run)	Bölgenin Ortalama Korunması	Kümüle Maliyet	Radarların Bulunduğu Noktalar	Radarın Koordinatları
1	0,466	437		
2	0,401	379	76,94,96	40,4478216378947 35,4370776657144 41,1108040947368 36,2188216565715 40,4478216378947 36,2188216565715
3	0,411	421		
4	0,526	425	54,138,135	41,1108040947368 34,6553336748572 39,7848391810526 37,7823096382858 40,7793128663158 37,7823096382858
5	0,439	383	74,70,96	41,1108040947368 35,4370776657144 39,1218567242105 35,0462056702858 40,4478216378947 36,2188216565715
6	0,462	397	94,64,80	41,1108040947368 36,2188216565715 41,1108040947368 35,0462056702858 39,1218567242105 35,4370776657144
7	0,487	430		
8	0,467	450		
9	0,320	357	86,87,80	40,4478216378947 35,8279496611429 40,1163304094737 35,8279496611429 39,1218567242105 35,4370776657144
10	0,519	458		

EK 8 – Gri Bölge Koşum Sonuçları

Koşum (Run)	Bölgenin Ortalama Korunması	Kümüle Maliyet	Radarların Bulunduğu Noktalar	Radarın Koordinatları
1	0,687	455	90,95,117,35,124,135	39,1218567242105 42,081901588 40,7793128663158 42,4727735834286 40,1163304094737 43,2545175742857 40,7793128663158 40,1275416108572 41,1108040947368 43,6453895697143 40,7793128663158 44,0362615651429
2	0,509	412		
3	0,634	468		
4	0,633	477		
5	0,634	474		
6	0,577	409	104,93,117,87,64,105	41,1108040947368 42,8636455788572 41,4422953231579 42,4727735834286 40,1163304094737 43,2545175742857 40,1163304094737 42,081901588 41,1108040947368 41,3001575971429 40,7793128663158 42,8636455788572
7	0,612	468		
8	0,610	435	135,84,106,136,107,54	40,7793128663158 44,0362615651429 41,1108040947368 42,081901588 40,4478216378947 42,8636455788572 40,4478216378947 44,0362615651429 40,1163304094737 42,8636455788572 41,1108040947368 40,9092856017143
9	0,666	465		
10	0,670	471		

EK 9 – Pembe Bölge Koşum Sonuçları

Koşum (Run)	Bölgenin Ortalama Korunması	Kümüle Maliyet	Radarların Bulunduğu Noktalar	Radarın Koordinatları
1	0,595	514		
2	0,526	524		
3	0,568	471	119,133,123,50, 105,155	36,1384356684211 43,2545175742857 38,1273830389474 44,0362615651429 38,1273830389474 43,6453895697143 35,80694444 40,5184136062857 37,4644005821053 42,8636455788572 37,4644005821053 44,818005556
4	0,639	508		
5	0,573	522		
6	0,474	353	135,128,104,109, 133,119	37,4644005821053 44,0362615651429 36,4699268968421 43,6453895697143 37,7958918105263 42,8636455788572 36,1384356684211 42,8636455788572 38,1273830389474 44,0362615651429 36,1384356684211 43,2545175742857
7	0,616	518		
8	0,630	506		
9	0,675	502	157,36,105,119, 104,144	36,8014181252632 44,818005556 37,1329093536842 40,1275416108572 37,4644005821053 42,8636455788572 36,1384356684211 43,2545175742857 37,7958918105263 42,8636455788572 37,7958918105263 43,2545175742857
10	0,516	479		

EK 10 – Turuncu Bölge Koşum Sonuçları

Koşum (Run)	Bölgenin Ortalama Korunması	Kümüle Maliyet	Radarların Bulunduğu Noktalar	Radarın Koordinatları
1	0,652	456		
2	0,657	476		
3	0,653	468		
4	0,678	451	105,120,135,26 ,155,74	37,4644005821053 36,6096936520001 35,80694444 37,0005656474286 37,4644005821053 37,7823096382858 37,1329093536842 33,4827176885715 37,4644005821053 38,5640536291429 37,7958918105263 35,4370776657144
5	0,487	409		
6	0,703	454	114,83,24,95, 127,90	37,7958918105263 37,0005656474286 38,1273830389474 35,8279496611429 37,7958918105263 33,4827176885715 37,4644005821053 36,2188216565715 36,8014181252632 37,3914376428572 35,80694444 35,8279496611429
7	0,509	347	94,114,84,120, 127,155	37,7958918105263 36,2188216565715 37,7958918105263 37,0005656474286 37,7958918105263 35,8279496611429 35,80694444 37,0005656474286 36,8014181252632 37,3914376428572 37,4644005821053 38,5640536291429
8	0,685	460		
9	0,680	462		
10	0,593	471		

EK 11 – Mor Bölge Koşum Sonuçları

Koşum (Run)	Bölgenin Ortalama Korunması	Kümüle Maliyet	Radarların Bulunduğu Noktalar	Hangi Noktanın Savunması için Kaç Km Menzile Sahip Füze Yer Almalı	Radarların Koordinatları
1	0,581	371	78	38. için 140,14 kmlik 39. için 145,17 kmlik 40. için 158,80 kmlik 48. için 105,10 kmlik 49. için 111,56 kmlik 50. için 128,66 kmlik 58. için 70,07 kmlik 59. için 79,27 kmlik 60. için 101,80 kmlik 69. için 50,85 kmlik 70. için 81,55 kmlik 76. için 73,58 kmlik 79. için 36,79 kmlik 80. için 73,57 kmlik 86. için 81,43 kmlik 87. için 50,75 kmlik 89. için 50,85 kmlik 90. için 81,55 kmlik	(36,4699268968421 41,6910295925715) (37,1329093536842 43,2545175742857) (37,1329093536842 41,6910295925715) (37,1329093536842 42,081901588) (36,4699268968421 43,2545175742857) (38,1273830389474 42,4727735834286)
				116	(36,8014181252632 44,0362615651429)
				76	
				86	
				118	
				93	
				137	
2	0,631	472	97, 115, 77, 105, 78, 33, 65		
3	0,696	459	85, 28, 38, 137, 106, 118, 134		
4	0,632	474	73, 38, 96, 65, 26, 34, 84		
5	0,746	456	117, 134, 25, 58, 116, 84, 86		
6	0,696	460	53, 114, 64, 66, 84, 87, 47		
7	0,656	476	54, 114, 57, 83, 43, 93, 35		
8	0,632	459	93, 96, 58, 30, 20, 35, 47		
9	0,634	397	120, 66, 68, 126, 64, 83, 74		
10	0,608	459	116, 68, 96, 48, 105, 57, 93		