



PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

IENG 326 YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI-II
DERS PROJESİ

TÜRKİYE'DEKİ BÖLGELERDEN SINIRDIŞI ASKERİ ÜSLERE
ASKER VE MÜHİMMAT TAŞIMA PROBLEMİ

BAHAR 2020-2021

18255061 Miray ÇOŞKUN
18255021 Berfin AYATA
18255010 Sacide Sena YORULMAZ
18255013 Tuğçe TUNA
18255060 Gizem ÖZDEMİR
18255029 İlayda EYMİR

Doç. Dr. Özcan MUTLU

Denizli, 2021

ÖZET

Yöneylem araştırması; bir organizasyon içinde operasyonların koordinasyonu ve yürütmesi ile ilgili dünyanın gerçek karmaşık sorunları için fikir üretmede matematiksel modelleme, istatistik ve algoritma gibi bilimsel yöntemleri kullanan disiplinler arası bir bilimdir. Organizasyonun doğası maddi değildir. Soruna bilimsel olarak en uygun çözümü sağlamak için bu bilimi kullandıktan sonraki hedef organizasyonun performansını iyileştirmek ve optimize etmektir.

Bu çalışmada yöneylem araştırması metotları kullanılarak Türkiye’deki yedi bölgeden sınır dışı askeri üslere asker ve mühimmat yardımını gerekli kısıtlar dahilinde sağlayan model kurulmuş ve GAMS ile çözümü sağlanmıştır.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Askeri Yöneylem Araştırması.....	1
1.2. Konu ile İlgili Litaretür Bilgisi.....	1
1.2.1. Silah Hedef Atama Problemi için Tavlama Benzetimle Bir Hibrit Yapay Arı Kolonisi Algoritması	1
1.2.2. Çadırkent Yer Seçimi Problemi İçin Bir Atama Modeli: Isparta Örneği.....	2
1.3. Problemin Tanımı.....	4
2. MODELİN OLUŞTURULMASI.....	5
2.1. Parametreler.....	5
2.2. Karar Değişkenleri.....	8
2.3. Kısıtlar.....	8
2.3.1 Kapasite Kısıtları.....	8
2.3.2. Talep Kısıtları.....	9
2.3.3. Atama Kısıtı.....	9
2.3.4. Ağırlık Kısıtı.....	10
2.3.5 Risk Kısıtı.....	10
2.3.6 İşaret Kısıtı.....	10
2.4. Amaç Fonksiyonu.....	10
3. MODELİN ÇÖZÜLMESİ.....	11
3.1. Modelin GAMS Kodunun Yazılması ve Yorumlanması.....	11
4. SONUÇ.....	15
4.1. Senaryo 1	16
4.2. Senaryo 2.....	17
3. KAYNAKÇA	18

1. GİRİŞ

1.1. Askeri Yöneylem Araştırması

Yöneylem Araştırması'nın modern alanı 2. Dünya Savaşı sırasında ortaya çıktı. İngiltere'de (Patrick Blackett, Cecil Gordon, C. H. Waddington, Owen Wansbrough-Jones ve Frank Yates de aralarındaydı) ve ABD'deki (George Dantzig) bilimciler lojistik ve talim çizelgelerinde daha iyi kararlar verebilmek için yollar aramaya başladılar. Savaşın sona ermesinden sonra endüstrideki benzer problemlere uygulanmaya başladı.

Askeri Yöneylem Araştırması kapsamlı bir uygulama disiplini, modern askeri bilimin önemli bir parçası olan karar verme yöntemi dizi için bilimsel bir temel sağlamak için, askeri konuların kantitatif analiz için matematiksel araçlar ve hesaplama tekniklerinin uygulanmasıdır.

1.2. Konu ile İlgili Literatür Bilgisi

1.2.1. Silah Hedef Atama Problemi için Tavlama Benzetimle Bir Hibrit Yapay Arı Kolonisi Algoritması

Yapılan Çalışmanın Genel Özeti: Bu çalışmada, sadece savunma alanında uygulamaları olmayıp iş dünyasında da uygulamaları olan çok zor kombinatoriyel optimizasyon problemlerinden statik silah hedef atama problemini ele alınmaktadır. Silah hedef atama probleminin amacı, hedeflerin minimum toplam hayatta kalma değeri ile silahların hedeflere atanmasını bulmaktır. Silah hedef atama probleminin NP-tam problemi olduğu bilinmektedir. Bu makalede, silah hedef atama problemine etkili bir çözüm sağlamak için tavlama benzetimi algoritması kullanarak hibrit bir yapay arı kolonisi algoritması önerilmekte ve uygulanmaktadır. Önerilen algoritma problem örnekleri ile test edilip, literatürdeki diğer meta-sezgisel yöntemler ile karşılaştırılmıştır. Hesaplamalı testler, algoritmanın rekabetçi ve tatmin edici olduğunu göstermektedir.

Giriş: Kaynak tahsisi probleminin özel bir durumu olan Silah Hedef Atama (SHA) problemi, gerçek hayatta uygulamalarını görebildiğimiz ilgi çekici bir kombinatoriyel optimizasyon problemidir. SHA probleminin amacı hedeflerdeki beklenen toplam hayatta kalma değerini minimize etmek veya hedeflerdeki tahribatı maksimize etmek için silahları hedeflere doğru bir şekilde atamaktır.

SHA'nın Matematiksel Modeli: SHA probleminin matematiksel modelinde kullanılan parametreler aşağıda verilmiştir:

n: hedef sayısı,

m: silah tipi,

v_j : j hedefinin değeri,

w_i : i tipinde mevcut silah sayısı,

p_{ij} : i tipindeki tek bir silah ile j hedefinin imha edilme olasılığı,

q_{ij} : i tipindeki tek bir silah j hedefine atanırsa hedefin hayatta kalma olasılığı, yani:

$$q_{ij}=1-p_{ij}$$

Modelde kullanılan karar değişkeni ise şu şekilde tanımlanmıştır:

x_{ij} = j hedefine atanan i tipindeki silahların sayısı, $i = 1, \dots, n$ ve $j = 1, \dots, m$.

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq W_i, \quad i = 1, \dots, m$$

$x_{ij} \geq 0$ ve tamsayı, $i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$.

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min} \sum_{j=1}^n \left(\prod_{i=1}^m q_{ij}^{x_{ij}} \right)$$

Kaynak: Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt 22, Özel Sayı, 263-269, 2018

1.2.2. Çadır Kent Yer Seçimi Problemi İçin Bir Atama Modeli: Isparta Örneği

Yapılan Çalışmanın Genel Özeti: Toplumun geniş bir kesiminin günlük yaşamını etkileyen, ani gelişen, büyük kayıplara yol açan ve toplumun kendi kaynakları ile başa çıkamayacağı olaylar afet olarak tanımlanmaktadır. Zamanı önceden kestirilemeyen bu tür olayların en az can ve mal kaybı ile atlatılabilmesi, yapılacak iş ve işlemlerin olay öncesi etkili bir şekilde planlanmasıyla mümkündür. Olası bir afet sonrasında afetzedelerin acil barınma ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılacak geçici iskân alanlarının belirlenmesi bir yer seçimi problemi olup bu planlar çerçevesinde gerçekleştirilen faaliyetlerden biridir. Yer seçimi önemli bir karar problemidir.

Problemin gerçek hayatta uygulanabilirliğini arttırmak için çeşitli kısıtlar eklemek suretiyle bugüne kadar birçok uzantısı tanımlanmıştır. Bu çalışmada, Isparta ilinde meydana gelecek olası bir deprem sonrası kullanılacak geçici iskân alanlarının ve bu alanlara atanacak mahallerin belirlenmesi için problem p-medyan problemi olarak modellenmiş ve GAMS paket programı ile çözülmüştür. Altı aday alandan dört tanesinin geçici iskân alanı olarak kullanılmasının uygun olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Giriş: Bu çalışmanın amacı, Isparta İlinde yaşanabilecek olası bir deprem sonrası afetzedelerin geçici barınma ihtiyaçlarının karşılanması için kurulacak olan çadır kent alanlarının ve bu çadır kentlere atanacak mahallerin belirlenmesidir. Bu kapsamda, 2015 yılında İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü tarafından hazırlanan İl Afet Müdahale Planı kapsamında çadır kent kurulabilecek alanlar olarak belirlenen altı aday bölgeden hangilerinin kullanımının uygun olacağı ve bu alanlara hangi mahallelerin atanacağı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu bölümde ülkemizde afet ve afet yönetimi ile ilgili özet bilgiler sunulmuştur.

Matematiksel Modeli:

Karar Değişkenleri ve Parametreler:

i: mahalle no, $i = 1, 2, 3, \dots, m$

j: olası geçici iskan alanları, $j = 1, 2, 3, \dots, n$

a_i : i. mahallede oluşacak talep, $i = 1, 2, 3, \dots, m$

d_{ij} : i. mahalle ile j. çadır kent arasındaki mesafe

C_j : j. çadır kent alanının toplam kapasitesi (kişi sayısı)

p: kurulacak çadırkent sayısı

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{i. mahalle j. alana atandıysa} \\ 0, & \text{aksi halde} \end{cases}$$

$$y_j = \begin{cases} 1, & \text{j. alan çadır kent kurmak için seçilmişse} \\ 0, & \text{aksi halde} \end{cases}$$

Kısıtlar:

$$\sum_j x_{ij} = 1, \quad \forall i$$

$$x_{ij} - y_j \leq 0, \quad \forall i, j$$

$$\sum_j y_j = p,$$

$$\sum_i \sum_j a_i x_{ij} y_j \leq C_j,$$

$$\sum_i \sum_j a_i x_{ij} y_j - 0,5 C_j \geq 0,$$

$$x_{ij}, y_j \in \{0, 1\} \quad \forall i, j$$

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min } z = \sum_i \sum_j a_i d_{ij} x_{ij}$$

Kaynak: Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt :8
Sayı:16

1.3. Problemin Tanımı

Bu problemi seçmemizdeki temel amaç yöneylemin çıkış noktalarından birinin İkinci Dünya Savaşı sırasında yaşanan askeri problemlerin çözümünde kullanılmasıdır. Bu projede bundan esinlenerek askeri bir konuyu ele almaya karar verilmiştir.

Yapılan çalışmada Türkiye'nin bölgelerini ve sınır dışı askeri üslerini ele alınmıştır. Amaç, bu bölgeler ve üsler arasında silah ve asker taşınmasını en küçük ortalama risk seviyesi ve toplam kat edilen yolu elde edebilmektir. Detaylı inceleme yapıldığında;

- Sınır dışı askeri üsler belirlenirken Türkiye'nin hali hazırda var olan sınır dışı askeri üsler ele alınmıştır. Bunlar;
Bosna Hersek, Balkanlar, Arnavutluk, Lübnan, KKTC (Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti), Suriye, Irak, Katar, Somali, Azerbaycan ve Afganistan

- Her bölgenin elinde bulundurduğu asker kapasitesi bellidir. (Türkiye'nin güncel asker sayısını bölgelerde bulunan kolordu ve ordu sayısını dikkate alarak paylaştırdık.)
- Her bölgenin elinde bulundurduğu silah türü miktarı bellidir. (Silah türleri ve ağırlıkları TSK envanterinde bulunan gerçek verilerdir.)
- Sınır dışı askeri üslerin ihtiyacı olan asker sayısı bellidir. (Türkiye'nin sınır dışı askeri üslerinde bulunan gerçek asker sayıları kullanılmıştır.)
- Sınır dışı askeri üslerin ihtiyacı olan her bir tür silah sayısı bellidir. (Bölgelerin asker ihtiyacı ile orantılı olarak oluşturulmuştur.)
- Bölgeler ve sınır dışı askeri üsler arası mesafeler gerçek mesafelerdir (km).
- Bölgeler ve sınır dışı askeri üsler arasındaki silah taşınması için her yolun taşıyabileceği belirli bir ağırlık (kg) sınırı vardır.
- Bölgeler ve sınır dışı askeri üsler arasındaki risk seviyeleri bellidir. (Bölgeler ile sınır dışı askeri üsler arasındaki mesafeler ve bulunduğu konumdaki riskler göz önüne alınarak belirlenmiştir.)

2. MODELİN OLUŞTURULMASI

Bu modeldeki indisler;

$i : 1,2,3,\dots,7$ (Türkiye'deki bölgeler)

$j : 1,2,3,\dots,11$ (Sınır dışındaki askeri üsler)

$k : 1,2,3,\dots,15$ (Silah türü)

2.1. Parametreler

- c_i : i. bölgede bulunan asker miktarı

Bölgelerde Bulunan Asker Sayıları (c_i)	
MARMARA	65
EGE	299
AKDENİZ	40400
KARADENİZ	60
İÇ ANADOLU	240
GÜNEYDOĞU ANADOLU	2400
DOĞU ANADOLU	7650

Türkiye’deki her bölgede bulunan kolordu ve ordu sayılarına ulaşılmıştır ve güncel asker sayısına göre orantılı bir şekilde askerler paylaştırılmıştır.

- d_{ij} : i. bölge ile j. üs arasındaki mesafe

Bölgeler ve Üsler Arası Mesafeler (dij)											
Bölge/Üs	Bosna -Hersek	Balkanlar	Arnavutluk	Lübnan	KKTC	Suriye	Irak	Katar	Somali	Azerbaycan	Afganistan
MARMARA	1156	810	946	1476	1042	1460	2198	3637	7208	2069	4495
EGE	1636	1041	1177	1451	815	1436	2173	3612	7183	2428	4854
AKDENİZ	1853	1365	1501	1159	359	1144	1882	3321	6892	2079	4501
KARADENİZ	2214	1866	2001	1188	1146	1060	1369	2830	6920	948	3529
İÇ ANADOLU	1768	1253	1389	1043	752	1027	1765	3204	6775	1718	4144
GÜNEYDOĞU ANADOLU	2600	2252	2388	760	847	489	848	2310	6492	1126	3379
DOĞU ANADOLU	2385	2036	2172	1075	1162	804	1112	2573	6807	847	3270

Sınır dışı askeri üslerin bulunduğu koordinat ile bölgelerden seçilen şehirler arasındaki uzaklıklar Google Maps aracılığıyla km cinsinden hesaplanmıştır.

- v_k : k silah türünün ağırlığı

Silahlar	k	Ağırlık
Yavuz 16	1	0,969
Kılınç 200 Mega	2	1
TP9 SP Elite-S	3	0,8
SAR 9	4	0,79
MP5	5	2,7
SAR109T	6	2,265
G3 Piyade Tüfeği	7	4,25
HK33 Piyade Tüfeği	8	3,9
AKM Piyade	9	3,1
MPT-76 Piyade Tüfeği	10	4,2
PKM Makineli Tüfek	11	4,2
MG3 Makineli Tüfek	12	11,5
Uçaksavar	13	38
Dragunov Keskin Nişan	14	4,55
BORA12 Keskin Nişan	15	6,4

TSK’nın envanterinde bulunan silahlardan birkaçı ele alınıp aynı şekilde TSK’nın sitesinde bulunan silahların gerçek ağırlıkları kullanılmıştır.

- t_{ij} : i. bölgeden j. üsse taşınabilecek maksimum ağırlık (kg)

Bölgeler ve Üsler Arasındaki Yollarda Taşınabilecek Max Ağırlık (kg) (t _{ij})											
Bölge/Üs	Bosna -Hersek	Balkanlar	Arnavutluk	Lübnan	KKTC	Suriye	Irak	Katar	Somali	Azerbaycan	Afganistan
MARMARA	610	633	395	276	77346	10936	3669	388	431	247	2534
EGE	546	613	318	290	73735	10747	4898	498	448	197	2594
AKDENİZ	647	730	356	257	76258	10628	3632	385	381	172	2423
KARADENİZ	542	718	316	274	74689	10024	3502	360	419	173	2582
İÇ ANADOLU	688	578	383	373	72497	10156	4101	417	412	153	2377
GÜNEYDOĞU ANADOLU	622	667	323	353	74968	10570	4903	463	394	237	2348
DOĞU ANADOLU	627	697	334	361	74024	10874	3848	479	369	219	2470

Diğer parametrelerle doğru orantılı olarak oluşturulmuştur.

- r_{ij} : Risk seviyesi

Bölgeler ve Üsler Arası Yolların Risk Seviyeleri (%) (r_{ij})											
Bölge/Üs	Bosna -Hersek	Balkanlar	Arnavutluk	Lübnan	KKTC	Suriye	Irak	Katar	Somali	Azerbaycan	Afganistan
MARMARA	41	10	45	40	41	30	14	10	41	26	40
EGE	53	24	38	10	20	39	10	21	20	23	36
AKDENİZ	42	41	38	20	12	18	14	20	37	16	10
KARADENİZ	32	34	30	10	41	62	40	29	64	12	37
İÇ ANADOLU	66	40	51	22	16	30	33	24	32	45	50
GÜNEYDOĞU ANADOLU	10	20	26	10	44	10	12	42	37	21	42
DOĞU ANADOLU	10	16	10	29	12	30	14	34	45	14	48

Bölgeler ile sınır dışı askeri üsler arasındaki mesafeler belirlenmiştir. Ve ulaşmak için kullanılacak güzergahların barındırdığı riskler göz önüne alınarak belirlenmiştir.

- g_j : j. üssün asker talebi

Bölgelerin Asker Talepleri (g_i)	
Bölge	Talep
Bosna -Hersek	250
Balkanlar	400
Arnavutluk	100
Lübnan	100
KKTC	40000
Suriye	5000
Irak	2500
Katar	300
Somali	200
Azerbaycan	70
Afganistan	2000

TSK'nın sınır dışı askeri üslerinde hali hazırda bulunan asker sayıları kullanılmıştır.

- m_{ik} : i. bölgede bulunan k silahı miktarı

Bölgelerde Bulunan Silah Türü Miktarı (mik)															
Bölgeler/Silahlar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
MARMARA	3442	915	1986	1028	2067	1201	2049	712	947	1256	1315	497	13	731	964
EGE	1174	987	1918	49	1539	1595	2044	346	121	478	907	711	8	1276	2785
AKDENİZ	986	551	1237	492	644	981	2441	549	853	535	1157	401	4	704	398
KARADENİZ	413	224	1453	451	1190	1453	2066	1136	500	24	79	698	11	395	2090
İÇ ANADOLU	597	167	2844	1004	1532	1211	2588	1121	766	245	11	731	7	386	1101
GÜNEYDOĞU ANADOLU	883	82	2616	538	1363	852	1710	204	201	388	226	677	8	1011	407
DOĞU ANADOLU	1081	661	1516	484	1665	1696	590	1094	95	256	96	979	19	2037	2629

Diğer parametreler ile doğru orantılı olacak şekilde oluşturulmuştur.

- n_{jk} : j. üssün k silahı talebi

Üslerin Silah Türü Talebi (n_{jk})															
Üs/Silah	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Bosna -Hersek	10	16	12	6	7	11	3	13	10	15	7	10	3	14	12
Balkanlar	6	14	13	19	28	16	3	12	5	28	2	10	1	12	9
Arnavutluk	9	5	6	7	5	6	4	9	3	3	4	5	2	4	6
Lübnan	8	3	9	9	4	8	5	7	2	6	6	3	1	10	7
KKTC	89	236	261	353	361	153	216	192	301	117	253	192	5	209	236
Suriye	180	149	67	60	189	274	187	120	202	232	340	229	4	101	234
Irak	18	50	82	38	42	77	56	99	48	63	61	32	2	39	70
Katar	9	11	16	2	2	5	8	19	10	10	1	9	1	9	11
Somali	5	4	8	13	6	7	6	11	8	13	9	10	1	3	2
Azerbaycan	1	2	2	4	4	5	5	2	3	2	1	3	1	3	4
Afganistan	101	65	112	56	97	21	36	14	31	53	23	29	2	36	12

Sınır dışı askeri üslerden talep edilen asker sayısı ile orantılı olarak oluşturulmuştur.

2.2. Karar Değişkenleri

a_{ij} : i. bölgeden j. üsse gönderilen asker miktarı

x_{ijk} : i. bölgeden j. üsse gönderilen k silahı miktarı

$$y_{ij} = \begin{cases} \text{i. bölgeden j. üsse asker taşınması olmuşsa} , & 1 \\ \text{diğer durumlarda} & , 0 \end{cases}$$

$$e_{ijk} = \begin{cases} \text{i. bölgeden j. üsse k silahı taşınması olmuşsa} , & 1 \\ \text{diğer durumlarda} & , 0 \end{cases}$$

$$f_{ij} = \begin{cases} \text{i. bölgeden j. üsse silah taşınması olmuşsa} , & 1 \\ \text{diğer durumlarda} & , 0 \end{cases}$$

2.3. Kısıtlar

2.3.1. Kapasite Kısıtları

Asker için;

- Türkiye sınırları içerisinde talep edilen asker sayısı o bölgenin asker kapasitesini geçmemelidir.

$$a_{ij} \leq y_{ij} * c_{ij} \quad (\forall i, j \text{ için})$$

Silah için;

- Türkiye sınırları içerisinde talep edilen silah türü o bölgenin asker kapasitesini geçmemelidir.

$$x_{ijk} \leq m_{ijk} * e_{ijk} \quad (\forall i, j \text{ ve } k \text{ için})$$

2.3.2. Talep Kısıtları

Asker için;

- Sınır dışındaki herhangi bir üssün asker talebi Türkiye'deki bölgelerden sadece birinden karşılanabilir.

$$\sum_{i=1}^7 y_{ij} = 1 \quad (\forall j = 1, 2, \dots, 11)$$

- Sınır dışındaki her üssün asker ihtiyacı eksiksiz karşılanmalıdır.

$$\sum_{i=1}^7 a_{ij} = g_j \quad (\forall j = 1, 2, \dots, 11)$$

Silah için;

- Sınır dışındaki herhangi bir üssün silah talebi Türkiye'deki bölgelerden sadece birinden karşılanabilir.

$$\sum_{i=1}^7 f_{ij} = 1 \quad (\forall j = 1, 2, \dots, 11)$$

- Sınır dışındaki her üssün silah ihtiyacı eksiksiz karşılanmalıdır.

$$\sum_{i=1}^7 x_{ijk} = n_{jk} \quad (\forall j, k \text{ için})$$

2.3.3. Atama Kısıtı

- Herhangi bir bölge ve üs arasında k silahı taşınması gerçekleşmişse o yol kullanılmıştır.

$$\sum_{k=1}^{15} e_{ijk} \leq 15f_{ij} \quad (\forall i, j \text{ için})$$

2.3.4. Ağırlık Kısıtı

- Herhangi bir bölge ve üs arasındaki yolda taşınacak silah ağırlıkları toplamı o yolun kapasitesini aşmamalıdır.

$$\sum_{k=1}^{15} x_{ijk} v_k \leq t_{ij} \quad (\forall i, j \text{ için})$$

2.3.5. Risk Kısıtı

- Kullanılan yolların ortalama risk seviyesi %25'i geçmemelidir.

$$\frac{\sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^{11} (y_{ij} * r_{ij} + f_{ij} * r_{ij})}{\sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^{11} (y_{ij} + f_{ij})} \leq 25$$

2.3.6 İşaret Kısıtları

$$a_{ij}, x_{ijk} \geq 0 \quad \text{ve} \quad y_{ij}, e_{ijk}, f_{ij} \in \{0,1\}$$

2.4. Amaç Fonksiyonu

- Toplam yolu minimum yapmak.

$$Enk z = \sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^{11} (y_{ij} * d_{ij} + f_{ij} * d_{ij})$$

3. MODELİN ÇÖZÜLMESİ

3.1. Modelin GAMS Kodunun Yazılması ve Yorumlanması

Öncelikle modelde kullanılan karar değişkenleri ile kısıtları doğru oluşturabilmek adına tablo biçiminde yazılması gereken iki parametrede değişiklik yapıldı. İlk olarak bölgelerde bulunan asker miktarlarını gösteren c_i parametresinin indisleri düzenlenerek c_{ij} (i. bölgeden j. bölgeye taşınabilir asker miktarı) olarak değiştirildi. Ardından bölgelerde bulunan k silahı miktarlarını gösteren m_{ik} parametresi ise m_{ikj} (i. bölgeden j. bölgeye taşınabilir k silahı miktarı) olarak değiştirildi. Bu değişimler GAMS üzerinde modeli daha rahat yazabilmek adına yapılmıştır.

Modelin çözümü için oluşturulan GAMS modeli şu şekildedir;

```
1 option optcr=0;
2 sets
3 i Turkiyedeki yedi bolge /1*7/
4 j Sinir disindaki askeri usler /1*11/
5 k Silah turu /1*15/;
6 variables
7 a(i,j) i. bolgeden j. usse tasinacak asker miktari
8 x(i,j,k) i. bolgeden j. usse tasinacak k silah turu miktari
9 y(i,j) i. bolgeden j. usse asker tasinmissa 1 dd 0
10 e(i,j,k) i. bolgeden j. usse k silah turu tasinmissa 1 dd 0
11 f(i,j) i. bolgeden j. usse silah tasinmissa 1 dd 0
12 z;
13 binary variables
14 y,e,f;
15 integer variables
16 a,x;
17 parameters
18 d(i,j)
19 t(i,j)
20 r(i,j)
21 n(j,k)
22 m(i,j,k)
23 v(k) k silahinin agirligi kg
24 /1 0.969, 2 1, 3 0.8, 4 0.79, 5 2.7, 6 2.265, 7 4.25, 8 3.9, 9 3.1, 10 4.2, 11 4.2, 12 11.5, 13 38, 14 4.55, 15 6.4/
25 g(j) j. ussun asker talebi
26 /1 250, 2 400, 3 100, 4 100, 5 40000, 6 5000, 7 2500, 8 300, 9 200, 10 70, 11 2000/;
27 table
28 c(i,j) i. bolgeden j. bolgeye gonderilebilir asker sayisi
29
30 1 65 65 65 65 65 65 65 65 65 65
31 2 299 299 299 299 299 299 299 299 299 299
32 3 40400 40400 40400 40400 40400 40400 40400 40400 40400 40400
33 4 60 60 60 60 60 60 60 60 60 60
34 5 240 240 240 240 240 240 240 240 240 240
35 6 2400 2400 2400 2400 2400 2400 2400 2400 2400 2400
36 7 7650 7650 7650 7650 7650 7650 7650 7650 7650 7650;
```

```

37
38 table
39 d(i,j) i. bolge ile j. us arası mesafe km
40
41 1 1156 810 946 1476 1042 1460 2198 3637 7208 2069 4495
42 2 1636 1041 1177 1451 815 1436 2173 3612 7183 2428 4854
43 3 1853 1365 1501 1159 359 1144 1882 3321 6892 2079 4501
44 4 2214 1866 2001 1188 1146 1060 1369 2830 6920 948 3529
45 5 1768 1253 1389 1043 752 1027 1765 3204 6775 1718 4144
46 6 2600 2252 2388 760 847 489 848 2310 6492 1126 3379
47 7 2385 2036 2172 1075 1162 804 1112 2573 6807 847 3270;
48
49 table
50 t(i,j) i. bolgeden j. usse tasınabilecek max kg
51
52 1 610 633 395 276 77346 10936 3669 388 431 247 2534
53 2 546 613 318 290 73735 10747 4898 498 448 197 2594
54 3 647 730 356 257 76258 10628 3632 385 381 172 2423
55 4 542 718 316 274 74689 10024 3502 360 419 173 2582
56 5 688 578 383 373 72497 10156 4101 417 412 153 2377
57 6 622 667 323 353 74968 10570 4903 463 394 237 2348
58 7 627 697 334 361 74024 10874 3848 479 369 219 2470;
59
60 table
61 r(i,j) i. bolge ile j. us arasındaki yolun risk seviyesi yüzde
62
63 1 41 10 45 40 41 30 14 10 41 26 40
64 2 53 24 38 10 20 39 10 21 20 23 36
65 3 42 41 38 20 12 18 14 20 37 16 10
66 4 32 34 30 10 41 62 40 29 64 12 37
67 5 66 40 51 22 16 30 33 24 32 45 50
68 6 10 20 26 10 44 10 12 42 37 21 42
69 7 10 16 10 29 12 30 14 34 45 14 48;
70
71
72 table
73 m(i,j,k) i. bolgeden j. usse gonderilebilir k silahi sayisi
74
75 1.1 3442 915 1986 1028 2067 1201 2049 712 947 1256 1315 497 13 731 964
76 1.2 3442 915 1986 1028 2067 1201 2049 712 947 1256 1315 497 13 731 964
77 1.5 3442 915 1986 1028 2067 1201 2049 712 947 1256 1315 497 13 731 964
78 1.6 3442 915 1986 1028 2067 1201 2049 712 947 1256 1315 497 13 731 964
79 1.7 3442 915 1986 1028 2067 1201 2049 712 947 1256 1315 497 13 731 964
80 1.8 3442 915 1986 1028 2067 1201 2049 712 947 1256 1315 497 13 731 964
81 1.9 3442 915 1986 1028 2067 1201 2049 712 947 1256 1315 497 13 731 964
82 1.10 3442 915 1986 1028 2067 1201 2049 712 947 1256 1315 497 13 731 964
83 1.11 3442 915 1986 1028 2067 1201 2049 712 947 1256 1315 497 13 731 964
84 2.1 1442 915 1986 1028 2067 1201 2049 712 947 1256 1315 497 13 731 964
85 1.3 3442 915 1986 1028 2067 1201 2049 712 947 1256 1315 497 13 731 964
86 1.4 3174 987 1918 49 1539 1595 2044 346 121 478 907 711 8 1276 2785
87 2.2 1174 987 1918 49 1539 1595 2044 346 121 478 907 711 8 1276 2785
88 2.3 1174 987 1918 49 1539 1595 2044 346 121 478 907 711 8 1276 2785
89 2.4 1174 987 1918 49 1539 1595 2044 346 121 478 907 711 8 1276 2785
90 2.5 1174 987 1918 49 1539 1595 2044 346 121 478 907 711 8 1276 2785
91 2.6 1174 987 1918 49 1539 1595 2044 346 121 478 907 711 8 1276 2785
92 2.7 1174 987 1918 49 1539 1595 2044 346 121 478 907 711 8 1276 2785
93 2.8 1174 987 1918 49 1539 1595 2044 346 121 478 907 711 8 1276 2785
94 2.9 1174 987 1918 49 1539 1595 2044 346 121 478 907 711 8 1276 2785
95 2.10 1174 987 1918 49 1539 1595 2044 346 121 478 907 711 8 1276 2785
96 2.11 1174 987 1918 49 1539 1595 2044 346 121 478 907 711 8 1276 2785
97 3.1 986 551 1237 492 644 981 2441 549 853 535 1157 401 9 704 398
98 3.2 986 551 1237 492 644 981 2441 549 853 535 1157 401 9 704 398
99 3.3 986 551 1237 492 644 981 2441 549 853 535 1157 401 9 704 398
100 3.4 986 551 1237 492 644 981 2441 549 853 535 1157 401 9 704 398
101 3.5 986 551 1237 492 644 981 2441 549 853 535 1157 401 9 704 398
102 3.6 986 551 1237 492 644 981 2441 549 853 535 1157 401 9 704 398
103 3.7 986 551 1237 492 644 981 2441 549 853 535 1157 401 9 704 398
104 3.8 986 551 1237 492 644 981 2441 549 853 535 1157 401 9 704 398
105 3.9 986 551 1237 492 644 981 2441 549 853 535 1157 401 9 704 398
106 3.10 986 551 1237 492 644 981 2441 549 853 535 1157 401 9 704 398
107 3.11 986 551 1237 492 644 981 2441 549 853 535 1157 401 9 704 398
108 4.1 413 224 1453 451 1190 1453 2066 1136 500 24 79 698 11 395 2090
109 4.2 413 224 1453 451 1190 1453 2066 1136 500 24 79 698 11 395 2090
110 4.3 413 224 1453 451 1190 1453 2066 1136 500 24 79 698 11 395 2090
111 4.4 413 224 1453 451 1190 1453 2066 1136 500 24 79 698 11 395 2090
112 4.5 413 224 1453 451 1190 1453 2066 1136 500 24 79 698 11 395 2090
113 4.6 413 224 1453 451 1190 1453 2066 1136 500 24 79 698 11 395 2090

```

114	4.7	413	224	1453	451	1190	1453	2066	1136	500	24	79	698	11	395	2090
115	4.8	413	224	1453	451	1190	1453	2066	1136	500	24	79	698	11	395	2090
116	4.9	413	224	1453	451	1190	1453	2066	1136	500	24	79	698	11	395	2090
117	4.10	413	224	1453	451	1190	1453	2066	1136	500	24	79	698	11	395	2090
118	4.11	413	224	1453	451	1190	1453	2066	1136	500	24	79	698	11	395	2090
119	5.1	597	167	2844	1004	1532	1211	2588	1121	766	245	11	731	7	386	1101
120	5.2	597	167	2844	1004	1532	1211	2588	1121	766	245	11	731	7	386	1101
121	5.3	597	167	2844	1004	1532	1211	2588	1121	766	245	11	731	7	386	1101
122	5.4	597	167	2844	1004	1532	1211	2588	1121	766	245	11	731	7	386	1101
123	5.5	597	167	2844	1004	1532	1211	2588	1121	766	245	11	731	7	386	1101
124	5.6	597	167	2844	1004	1532	1211	2588	1121	766	245	11	731	7	386	1101
125	5.7	597	167	2844	1004	1532	1211	2588	1121	766	245	11	731	7	386	1101
126	5.8	597	167	2844	1004	1532	1211	2588	1121	766	245	11	731	7	386	1101
127	5.9	597	167	2844	1004	1532	1211	2588	1121	766	245	11	731	7	386	1101
128	5.10	597	167	2844	1004	1532	1211	2588	1121	766	245	11	731	7	386	1101
129	5.11	597	167	2844	1004	1532	1211	2588	1121	766	245	11	731	7	386	1101
130	6.1	883	82	2616	538	1363	852	1710	204	201	388	226	677	8	1011	407
131	6.2	883	82	2616	538	1363	852	1710	204	201	388	226	677	8	1011	407
132	6.3	883	82	2616	538	1363	852	1710	204	201	388	226	677	8	1011	407
133	6.4	883	82	2616	538	1363	852	1710	204	201	388	226	677	8	1011	407
134	6.5	883	82	2616	538	1363	852	1710	204	201	388	226	677	8	1011	407
135	6.6	883	82	2616	538	1363	852	1710	204	201	388	226	677	8	1011	407
136	6.7	883	82	2616	538	1363	852	1710	204	201	388	226	677	8	1011	407
137	6.8	883	82	2616	538	1363	852	1710	204	201	388	226	677	8	1011	407
138	6.9	883	82	2616	538	1363	852	1710	204	201	388	226	677	8	1011	407
139	6.10	883	82	2616	538	1363	852	1710	204	201	388	226	677	8	1011	407
140	6.11	883	82	2616	538	1363	852	1710	204	201	388	226	677	8	1011	407
141	7.1	1081	661	1516	484	1665	1696	590	1094	95	256	96	979	19	2037	2629
142	7.2	1081	661	1516	484	1665	1696	590	1094	95	256	96	979	19	2037	2629
143	7.3	1081	661	1516	484	1665	1696	590	1094	95	256	96	979	19	2037	2629
144	7.4	1081	661	1516	484	1665	1696	590	1094	95	256	96	979	19	2037	2629
145	7.5	1081	661	1516	484	1665	1696	590	1094	95	256	96	979	19	2037	2629
146	7.6	1081	661	1516	484	1665	1696	590	1094	95	256	96	979	19	2037	2629
147	7.7	1081	661	1516	484	1665	1696	590	1094	95	256	96	979	19	2037	2629
148	7.8	1081	661	1516	484	1665	1696	590	1094	95	256	96	979	19	2037	2629
149	7.9	1081	661	1516	484	1665	1696	590	1094	95	256	96	979	19	2037	2629
150	7.10	1081	661	1516	484	1665	1696	590	1094	95	256	96	979	19	2037	2629
151	7.11	1081	661	1516	484	1665	1696	590	1094	95	256	96	979	19	2037	2629;

152	table															
153	n(j,k) j. ussun k silahi talebi															
154		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
155	1	10	16	12	6	7	11	3	13	10	15	7	10	3	14	12
156	2	6	14	13	19	28	16	3	12	5	28	2	10	1	12	9
157	3	9	5	6	7	5	6	4	9	3	3	4	5	2	4	6
158	4	8	3	9	9	4	8	5	7	2	6	6	3	1	10	7
159	5	89	236	261	353	361	153	216	192	301	117	253	192	5	209	236
160	6	180	149	67	60	189	274	187	120	202	232	340	229	4	101	234
161	7	18	50	82	38	42	77	56	99	48	63	61	32	2	39	70
162	8	9	11	16	2	2	5	8	19	10	10	1	9	1	9	11
163	9	5	4	8	13	6	7	6	11	8	13	9	10	1	3	2
164	10	1	2	2	4	4	5	5	2	3	2	1	3	1	3	4
165	11	101	65	112	56	97	21	36	14	31	53	23	29	2	36	12;
166																

```

167 equations
168 kapasite_asker(i,j) tasinan asker sayisi bolgede bulunan asker sayisini gecemez
169 kapasite_silah(i,j,k) tasinan silah sayisi bolgede bulunan asker sayisini gecemez
170 talep_asker1(j) talep edilen askerler tek bir bolgeden karsilanmali (talep bolunemez)
171 talep_asker2(j) uslerin asker talepleri eksiksiz karsilanmalidir
172 talep_silah1(j) talep edilen silahlar tek bir bolgeden karsilanmali (talep bolunemez)
173 talep_silah2(j,k) uslerin silah talepleri eksiksiz karsilanmalidir
174 agirlik(i,j) i. bolge ile j. us arasinda tasinan toplam silah agirligi o yolda tasinabilecek max agirligi gecmemelidir
175 risk tasima gerceklesen yollarin ortalama risk seviyesi yuzde 25 in altinda olmalidir
176 amac toplam kat edilen yol min olmalidir
177 atama i-j arasi k silahi tasimasi olmussa o yol kullanilmistir
178 ;
179
180 kapasite_asker(i,j).. a(i,j)=L*y(i,j)*c(i,j);
181 kapasite_silah(i,j,k).. x(i,j,k)=L*m(i,j,k)*e(i,j,k);
182 talep_asker1(j).. sum(i,y(i,j))=E=1;
183 talep_asker2(j).. sum(i,a(i,j))=E=g(j);
184 talep_silah1(j).. sum(i,f(i,j))=E=1;
185 talep_silah2(j,k).. sum(i,x(i,j,k))=E=n(j,k);
186 agirlik(i,j).. sum(k,x(i,j,k)*v(k))=L=t(i,j);
187 risk.. sum(k,e(i,j,k))=L=15*f(i,j);
188 risk.. sum((i,j),(y(i,j)*r(i,j)+f(i,j)*r(i,j)))=L=25*sum((i,j),y(i,j)+f(i,j));
189 amac.. sum((i,j),d(i,j)*y(i,j)+d(i,j)*f(i,j))=E=z;
190
191 model askeriyoneylem /all/;
192 solve askeriyoneylem using mip minimizing z
193 display x.L,e.L,f.L,a.L,y.L,risk.L,z.L
194

```

GAMS için kullanılan demo lisans çözüm için yeterli olmadığına Neos yardımı ile çözüme ulaşıldı.

GAMS ile bulunan sonuçlar aşağıdaki gibidir;

----	197	VARIABLE	x.L	i.	bolgeden	j.	usse	tasinacak	k	silah	туру	miktari
				1	2	3	4	5	6			
1.2		6.000		14.000		13.000		19.000		28.000		16.000
1.3		9.000		5.000		6.000		7.000		5.000		6.000
2.8		9.000		11.000		16.000		2.000		2.000		5.000
2.9		5.000		4.000		8.000		13.000		6.000		7.000
3.1		10.000		16.000		12.000		6.000		7.000		11.000
3.5		89.000		236.000		261.000		353.000		361.000		153.000
3.6		180.000		149.000		67.000		60.000		189.000		274.000
6.4		8.000		3.000		9.000		9.000		4.000		8.000
6.7		18.000		50.000		82.000		38.000		42.000		77.000
7.10		1.000		2.000		2.000		4.000		4.000		5.000
7.11		101.000		65.000		112.000		56.000		97.000		21.000
+		7		8		9		10		11		12
1.2		3.000		12.000		5.000		28.000		2.000		10.000
1.3		4.000		9.000		3.000		3.000		4.000		5.000
2.8		8.000		19.000		10.000		10.000		1.000		9.000
2.9		6.000		11.000		8.000		13.000		9.000		10.000
3.1		3.000		13.000		10.000		15.000		7.000		10.000
3.5		216.000		192.000		301.000		117.000		253.000		192.000
3.6		187.000		120.000		202.000		232.000		340.000		229.000
6.4		5.000		7.000		2.000		6.000		6.000		3.000
6.7		56.000		99.000		48.000		63.000		61.000		32.000
7.10		5.000		2.000		3.000		2.000		1.000		3.000
7.11		36.000		14.000		31.000		53.000		23.000		29.000
+		13		14		15						
1.2		1.000		12.000		9.000						
1.3		2.000		4.000		6.000						
2.8		1.000		9.000		11.000						
2.9		1.000		3.000		2.000						
3.1		3.000		14.000		12.000						
3.5		5.000		209.000		236.000						
3.6		4.000		101.000		234.000						
6.4		1.000		10.000		7.000						
6.7		2.000		39.000		70.000						
7.10		1.000		3.000		4.000						
7.11		2.000		36.000		12.000						

---- 197 VARIABLE e.L i. bolgeden j. usse k silah turu tasinmissa 1 dd 0

	1	2	3	4	5	6
1.2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1.3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2.8	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2.9	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
3.1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
3.5	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
3.6	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
6.4	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
6.7	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
7.10	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
7.11	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
+	7	8	9	10	11	12
1.2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1.3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2.8	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2.9	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
3.1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
3.5	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
3.6	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
6.4	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
6.7	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
7.10	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
7.11	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
+	13	14	15			
1.2	1.000	1.000	1.000			
1.3	1.000	1.000	1.000			
2.8	1.000	1.000	1.000			
2.9	1.000	1.000	1.000			
3.1	1.000	1.000	1.000			
3.5	1.000	1.000	1.000			
3.6	1.000	1.000	1.000			
6.4	1.000	1.000	1.000			
6.7	1.000	1.000	1.000			
7.10	1.000	1.000	1.000			
7.11	1.000	1.000	1.000			

---- 197 VARIABLE f.L i. bolgeden j. usse silah tasınmissa 1 dd 0

	1	2	3	4	5	6
1		1.000	1.000			
3	1.000				1.000	1.000
6				1.000		
+	7	8	9	10	11	
2		1.000	1.000			
6	1.000					
7				1.000	1.000	

---- 197 VARIABLE a.L i. bolgeden j. usse tasınacak asker miktari

	1	2	3	4	5	6
2			100.000			
3		400.000			40000.000	
6				100.000		
7	250.000					5000.000
+	7	8	9	10	11	
6		300.000	200.000			
7	2500.000			70.000	2000.000	

---- 197 VARIABLE y.L i. bolgeden j. usse asker tasınmissa 1 dd 0

	1	2	3	4	5	6
2			1.000			
3		1.000			1.000	
6				1.000		
7	1.000					1.000
+	7	8	9	10	11	
6		1.000	1.000			
7	1.000			1.000	1.000	

---- 197 EQUATION risk.L = -2.000 tasima gerceklesen y
ollarin ortalama ris
k seviyesi yuzde 25
in altinda olmalidir
VARIABLE z.L = 42513.000

4. SONUÇ

GAMS sonuçlarına bakıldığı zaman asker silah taşımalarının eksiksiz ve talep bölünmeden taşındığı görülmektedir.

Asker taşıması yapılırken en çok taşıma 7. bölge olan Doğu Anadolu'dan 5 adet sınır dışı üsse, en az taşıma ise 2. bölge olan Ege Bölgesi'nden 1 adet sınır dışı üsse gerçekleşmiştir. Bunun yanında 1, 4 ve 5. bölgelerden herhangi bir taşıma gerçekleşmemiştir.

Silah taşıması yapılırken en çok taşıma 3. Bölge olan Akdeniz Bölgesi'nden 3 adet sınır dışı üsse yapılmıştır. Geriye kalan 1, 2, 6 ve 7. bölgelerden ikişer tane sınır dışı üsse taşıma gerçekleşmiştir. Bunun yanında 4 ve 5. Bölgelerden herhangi bir taşıma gerçekleşmemiştir.

Bu gerçekleşen taşımalar sonucunda toplam kat edilen yol 42513 km olarak bulunmuştur. Aynı zamanda bu taşımalarda kullanılan yolların ortalama risk seviyesi ise %24,9 olarak bulunmuştur.

Ardından modelde bazı değişiklikler yaparak 2 farklı senaryo oluşturuldu.

4.1. Senaryo 1

En az atamanın olduğu 2. bölgede bulunan asker sayısını 299'dan 1000'e çıkararak sonuçlar incelenmiştir.

table											
c(i,j) i. bolgeden j. bolgeye gonderilebilir asker sayısı											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
2	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
3	40400	40400	40400	40400	40400	40400	40400	40400	40400	40400	40400
4	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
5	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
6	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400
7	7650	7650	7650	7650	7650	7650	7650	7650	7650	7650	7650

```

---- 197 VARIABLE a.L i. bolgeden j. usse tasinacak asker miktarı

      1      2      3      4      5      6
2  250.000  400.000  100.000
3
6      100.000  40000.000  5000.000
+
      7      8      9      10     11
6      300.000  200.000      2000.000
7  2500.000      70.000

---- 197 VARIABLE y.L i. bolgeden j. usse asker tasinmissa 1 dd 0

      1      2      3      4      5      6
2  1.000  1.000  1.000
3
6      1.000  1.000  1.000
+
      7      8      9      10     11
6      1.000  1.000  1.000  1.000  1.000
7  1.000

---- 197 EQUATION risk.L = 0.000 tasima gerceklesen y
                                ollarin ortalama ris
                                k seviyesi yuzde 25
                                in altinda olmalidir
VARIABLE z.L = 41998.000

```

Asker taşınması yapılırken en çok taşıma 6. bölge olan Güneydoğu Anadolu' dan 4 adet sınır dışı üsse, en az taşıma ise 3 ve 7. Bölgelerden ikiyeşer tane üsse gerçekleşmiştir. Bunun yanında 1, 4 ve 5. bölgelerden herhangi bir taşıma gerçekleşmemiştir. Bu gerçekleşen taşımalar sonucunda toplam kat edilen yol 41998 km olarak bulunmuştur. Aynı zamanda bu taşımalarda kullanılan yolların ortalama risk seviyesi ise %25 olarak bulunmuştur.

İlk model ile karşılaştırıldığında asker taşınması yapan bölgelerin yaptıkları taşıma sayıları birbirine daha yakın hale gelmiştir. Daha önce 2. bölgeden sadece 3. üsse asker taşınması yapılırken Senaryo 1'de 1, 2 ve 3. Üsse asker taşınması gerçekleşmiştir. Aynı zamanda önceki modelde 3. bölgeden 2 ve 5. üsse asker taşınması olurken Senaryo 1'de 2. üssün asker talebi 2. bölgeden karşılandığı için 5 ve 6. üsse asker taşıma gerçekleşmiştir. Önceki modelde 11. üssün asker talebi 7. bölgeden karşılanırken Senaryo 1'de üssün talebi 6. bölgeden karşılanmıştır.

Son olarak risk ve toplam kat edilen yol incelendiğinde ortalama risk değeri %25'e yükselirken, toplam kat edilen yol ise 41998 km'ye düşmüştür.

4.2. Senaryo 2

5. üs olan Kıbrıs'ın asker talebi en fazla olduğu için silah talebi de bununla doğru orantılı olarak artabilir. Bu senaryoda böyle bir durum olduğunda taşımanın nasıl gerçekleşeceği gözlemlenmiştir.

table
n(j,k) j. ussun k silahi talebi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	10	16	12	6	7	11	3	13	10	15	7	10	3	14	12
2	6	14	13	19	28	16	3	12	5	28	2	10	1	12	9
3	9	5	6	7	5	6	4	9	3	3	4	5	2	4	6
4	8	3	9	9	4	8	5	7	2	6	6	3	1	10	7
5	389	536	661	553	761	353	416	692	301	317	253	492	8	409	236
6	180	149	67	60	189	274	187	120	202	232	340	229	4	101	234
7	18	50	82	38	42	77	56	99	48	63	61	32	2	39	70
8	9	11	16	2	2	5	8	19	10	10	1	9	1	9	11
9	5	4	8	13	6	7	6	11	8	13	9	10	1	3	2
10	1	2	2	4	4	5	5	2	3	2	1	3	1	3	4
11	101	65	112	56	97	21	36	14	31	53	23	29	2	36	12;

---- 197 VARIABLE f.L i. bolgeden j. usse silah tasinmissa 1 dd 0

	1	2	3	4	5	6
1		1.000	1.000		1.000	
3	1.000					1.000
6				1.000		
+	7	8	9	10	11	
2		1.000	1.000			
6	1.000				1.000	
7				1.000		

---- 197 EQUATION risk.L

= -4.000 tasima gerceklesen y
ollarin ortalama ris
k seviyesi yuzde 25
in altinda olmalidir

VARIABLE z.L

= 43976.000

Silah taşınması yapılırken en çok taşıma 1 ve 6. Bölgelerden üçer tane üsse, en az taşıma ise 7. Bölgeden 1 adet üsse gerçekleşmiştir. Bunun yanında 4 ve 5. bölgelerden herhangi bir taşıma gerçekleşmemiştir.

İlk model ile karşılaştırıldığında silah taşınması yapan bölgelerin yaptıkları taşıma sayıları birbirine daha yakın hale gelmiştir. Daha önce 5. Üssün silah talebi karşılanırken talep miktarı artınca 1. Bölgeden karşılanır duruma gelmiştir. Bu durumla beraber 11. Üssün silah talebi 7. Bölgeden karşılanırken 6. Bölgeden karşılanır duruma gelmiştir.

Son olarak risk ve toplam kat edilen yol incelendiğinde ortalama risk değeri %24,8'ya düşerken, toplam kat edilen yol ise 43976 km'ye yükselmiştir.

5. KAYNAKÇA

<https://www.ssb.gov.tr/urunkatalog/tr/256/>

<http://www.jandarmaforum.com/tr/silah-bilgileri>

<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/227350>