

**ÇOK HEDEFLİ SAVUNMA PROBLEMLERİNDE İSTİHBARATIN
DEĞERİ**

Buğra ERSÜ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

TOBB EKONOMİ ve TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ARALIK 2014

ANKARA

Fen Bilimleri Enstitü onayı

Prof. Dr. Osman EROĞUL

Müdür

Bu tezin Yüksek Lisans derecesinin tüm gereksinimlerini sağladığını onaylarım.

Prof. Dr. Tahir HANALİOĞLU

Ana Bilim Dalı Başkanı

Buğra ERSÜ tarafından hazırlanan ÇOK HEDEFLİ SAVUNMA PROBLEMLERİNDE İSTİHBARATIN DEĞERİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Salih TEKİN

Birinci Tez Danışmanı

Doç. Dr. Niyazi Onur BAKIR

İkinci Tez Danışmanı

Tez Jüri Üyeleri

Başkan : Doç. Dr. Kadir ERTOĞRAL

Üye : Yrd. Doç. Dr. İsrail BAHÇECİ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Gültekin KUYZU

Üye : Doç. Dr. Niyazi Onur BAKIR

Üye : Yrd. Doç. Dr. Salih TEKİN

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Buğra ERSÜ

Üniversite : TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi
Enstitü : Fen Bilimleri
Ana Bilim Dalı : Endüstri Mühendisliği
Birinci Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Salih TEKİN
İkinci Tez Danışmanı : Doç. Dr. Niyazi Onur BAKIR
Tez Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans – Aralık 2014

Buğra ERSÜ

ÇOK HEDEFLİ SAVUNMA PROBLEMLERİNDE İSTİHBARATIN DEĞERİ

ÖZET

Bu çalışma, çok hedefli bir savunma probleminde, farklı senaryolar altında istihbaratın değerinin tespitine yönelik analitik bir yaklaşım sunmaktadır. Amaç, karar verici için tüm alternatif stratejileri analiz etmektir. Doğrusal olmayan programlama yöntemi kullanılarak farklı senaryolar modellenmiş ve çözümler yorumlanmıştır. Savunmacının koruması gereken iki farklı bölge ve bu bölgelere saldırma olasılıkları olan iki bağımsız terör örgütü bulunmaktadır. Savunmacı olası terör saldırılarına karşılık tesis etmesi gereken güvenlik seviyesine karar verecektir. Savunmacının katlanması gereken maliyetler, güvenlik seviyesi oluşturma, ek istihbarat alma ve başarılı saldırı sonucunda yaşanacak kayıpların maliyeti olarak tanımlanmıştır. Savunmacı ek istihbarat almadan ya da alarak karar vermeyi seçebilir. Bu çalışmada ek istihbaratın mükemmel ya da kısmi istihbarat olarak gelebileceği varsayımı altında modeller oluşturulmuş ve çözülmüştür.

Anahtar Kelimeler: İstihbaratın değeri, karar destek sistemi, risk analizi, terörizm.

University : TOBB University of Economics and Technology
Institute : Institute of Natural and Applied Sciences
Science Programme : Industrial Engineering
Supervisor : Asst. Prof. Salih TEKİN
Co-Supervisor : Assoc. Prof. Niyazi Onur BAKIR
Degree Awarded and Date : M.Sc. - December 2014

Buğra ERSÜ

**VALUE OF INTELLIGENCE IN HOMELAND SECURITY PROBLEMS
WITH MULTIPLE TARGETS**

ABSTRACT

This paper presents an analytical approach that is intended to determine the value of intelligence in a homeland security problem with multiple targets under different scenarios. We analyze the strategies available to the decision maker and evaluate two separate intelligence resources on the basis of improvements in security resource allocation. Various scenarios that the decision maker might encounter as a result of the intelligence gathering activity were modeled using nonlinear programming. The defender should defend two targets against two independent terrorist organizations and thus decide on the security level that must be maintained to prevent a terrorist attack. The defender will bear the costs of security and receiving additional intelligence as well as the losses of a successful attack. The defender can make a decision with or without receiving additional intelligence. We consider both perfect and imperfect intelligence on terrorist attack preferences. An extensive numerical study is also provided to illustrate the defender behavior under realistic parameter value scenarios. Sensitivity of intelligence gathering and security resource allocation decisions are analyzed as part of our numerical study.

Keywords: Value of intelligence, decision support systems, risk analysis, terrorism.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmam boyunca bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, değerli katkılarıyla tezimi yönlendiren, birlikte düşünmekten ve üretmekten çok büyük keyif aldığım ve ileride çok güzel çalışmalar yapacağımıza inandığım kıymetli danışman hocalarım Doç. Dr. Niyazi Onur Bakır ve Yrd. Doç. Dr. Salih TEKİN'e teşekkür ederim. Tezimi okuyarak tavsiyelerde bulunan jüri üyesi değerli hocalarım Doç. Dr. Kadir ERTOĞRAL, Yrd. Doç. Dr. İsmail BAHÇECİ, Yrd. Doç. Dr. Gültekin KUYUZU, Doç. Dr. Hakan GÜLTEKİN, Doç. Dr. Ali Cafer GÜRBÜZ'e teşekkür ederim. Ruhuma ve aklıma yön veren, bugünlere gelmemde emeği çok büyük olan değerli hocam Prof. Dr. Mustafa DEMİRCİOĞLU'na teşekkürü bir borç bilirim. Her zaman benim yanımda olan değerli kardeşim Orçun ŞENTÜRK'e teşekkür ederim. Bizlere her zaman içtenlikle ve özveriyle yaklaşan tüm hocalarımıza, bizlerden desteğini hiç eksik etmeyen Enstitü sekreterimiz Ülüfer NAYIR'a, kat sorumlumuz Ayşe Abla'ya ve tüm üniversite çalışanlarımıza, dostluklarıyla her zaman yanımda olduklarını hissettiğim tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim. İyi ve kötü günde hep yanımda olan ve benden hiçbir şey esirgemeyen sevgili aileme, eşime ve son olarak okuluma ve "111M010" numaralı projedeki maddi desteği için TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR.....	xi
SEMBOL LİSTESİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KARAR ANALİZİ.....	5
2.1. Kararların Özellikleri.....	6
2.1.1. Karmaşıklık.....	6
2.1.2. Belirsizlik.....	6
2.1.3. Birden fazla kriterin göz önüne alınması.....	7
2.1.4. Riske karşı tutumlar.....	7
2.2. Karar Problemlerinin Çözümü.....	7
2.2.1. Olasılıksız karar analizi.....	7
2.2.2. Olasılıklı karar verme yöntemleri.....	8
2.2.3. Koşullu olasılık.....	9
2.2.4. Bayes teoremi.....	9
2.3. Olasılıklı Karar Modellerinin Çözümü.....	9
2.4. İstihbarat.....	10
2.5. Ek İstihbarat Almadan Belirsizlik Altında Karar Verme.....	12
2.6. Ek İstihbaratın Beklenen Değeri.....	13
3- LİTERATÜR.....	17
4. PROBLEMİN TANIMI ve MODELLER.....	20
4.1. Ek İstihbarat Alınmadığı Durum.....	25
4.2. Ek İstihbaratın Mükemmel Olması Durumu.....	30
4.2.1. Terör örgütlerinin hedef seçimleri ile ilgili mükemmel istihbarat alınması durumu ile ilgili matematiksel modeller.....	30

4.2.2. Mükemmel istihbaratın beklenen değeri.....	34
4.3. Kısmi İstihbaratın Elde Edilmesi Durumu	35
4.4. Koşullu Olasılıkların Hesaplanması	37
4.4.1. İstihbaratın, her iki terör örgütü de 1. Bölge'ye saldırarak şeklinde gelmesi ($A_I \wedge B_I$)	37
4.4.2. İstihbaratın, 1. terör örgütü 2. Bölge'ye, 2. terör örgütü 1. Bölge'ye saldırarak şeklinde gelmesi ($A_{II} \wedge B_I$)	39
4.4.4. İstihbaratın, 1. terör örgütü 1. Bölge'ye, 2. terör örgütü 2. Bölge'ye saldırarak, şeklinde gelmesi ($A_I \wedge B_{II}$)	44
4.4.5. İstihbaratın, her iki örgüt de 2. Bölge'ye saldırarak şeklinde gelmesi ($A_{II} \wedge B_{II}$)	46
4.4.7. İstihbaratın, 1. terör örgütü 1. Bölge'ye saldırarak, 2. terör örgütü saldırmayacak şekilde gelmesi ($A_I \wedge B_X$)	49
4.4.8. İstihbaratın, 1. terör örgütü 2. Bölge'ye saldırarak, 2. terör örgütü saldırmayacak şekilde gelmesi ($A_{II} \wedge B_X$)	51
4.5. Kısmi İstihbarat Durumu İçin Matematiksel Modellerin Oluşturulması	54
4.5.1. İstihbaratın, her iki terör örgütü de 1. Bölge'ye saldırarak şeklinde gelmesi ($A_I \wedge B_I$) durumu matematiksel modeli.....	54
4.6. Kısmi İstihbaratın Beklenen Değeri	56
5. NÜMERİK ÇALIŞMA	57
5.1. Bölge Değerlerindeki Değişimin İstihbaratın Değerine Etkisi.....	58
5.2. α_1 ve α_2 Değerlerindeki Değişimin İstihbaratın Değerine Etkisi.....	61
5.3. S_A ve S_B Değerlerindeki Değişimin İstihbaratın Değerine Etkisi	64
5.4. q_{11} ve q_{21} Değerlerindeki Değişimin İstihbaratın Değerine Etkisi	68
6. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ	71
KAYNAKLAR	73
ÖZGEÇMİŞ	75

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Şekil 2.1. İstihbarat olasılıkları	15
Şekil 4.1. Teröristlerin hedef seçimleri sonucu oluşan durumlar ve koşullu olasılıkları	23
Şekil 4.2. Koşullu olasılıklar	36
Şekil 5.1. Nümerik çalışma değerleri	58

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil 2.1. İstihbarat toplanmadığı durumun karar ağacı gösterimi	12
Şekil 2.2. Mükemmel istihbarat alma durumunda örnek problem karar ağacı gösterimi	14
Şekil 2.3. Kısmi istihbarat alma durumunda karar ağacı modelinin “Ek istihbarat al” bölümü	12
Şekil 5.1. Temel değerlere göre bölge değerlerindeki değişimin istihbarata etkisi ...	58
Şekil 5.2. α_1 değerindeki değişimin $d_1 - d_2$ grafiğine etkisi	59
Şekil 5.3. α_2 değerindeki değişimin $d_1 - d_2$ grafiğine etkisi	59
Şekil 5.4. S_A değerindeki değişimin 1. Bölge'nin istihbaratın değerine etkisini değiştirmesi	60
Şekil 5.5. q_{11} ve q_{21} değerindeki değişimin 1. Bölge'nin istihbaratın değerine etkisini değiştirmesi	61
Şekil 5.6. Temel değerlere göre α_1 ve α_2 değerlerindeki değişimin istihbaratın değerine etkisi	61
Şekil 5.7. Kısıt değerlerindeki değişim ile α_1 ve α_2 değerlerinin istihbaratın değerine etkisi arasındaki ilişki	62
Şekil 5.8. Bölge değerlerindeki değişim ile α_1 ve α_2 değerlerinin istihbaratın değerine etkisi arasındaki ilişki	63
Şekil 5.9. S_A ve S_B değerlerindeki değişim ile α_1 ve α_2 değerlerinin istihbaratın değerine etkisi arasındaki ilişki	64
Şekil 5.10. S_A değerindeki değişimin KİBD'ne etkisi	65
Şekil 5.11. S_A ve S_B değerlerindeki değişimin KİBD'ne etkisi	65
Şekil 5.12. Standart güvenlik seviyeleri ile S_A değerlerindeki değişimin istihbaratın değerine etkisi	65
Şekil 5.13. α_1 ve α_2 değerlerindeki değişimin \bar{P}_1 - S_A grafiğine etkisi	66
Şekil 5.14. d_1 değerlerindeki değişimin \bar{P}_1 - S_A grafiğine etkisi	67
Şekil 5.15. q_{11} ve q_{21} değerlerindeki değişimin istihbaratın değerine etkisi	68
Şekil 5.16. S_A ve S_B değerlerindeki değişimin q_{11} ve q_{21} grafiğine etkisi	70
Şekil 5.17. α_1 ve α_2 değerlerindeki değişimin q_{11} ve q_{21} grafiğine etkisi	71

KISALTMALAR

Kısaltmalar	Açıklama
MİBD	Mükemmel istihbaratın beklenen değeri
İABD	Ek istihbarat almadan beklenen değer
MİABD	Mükemmel istihbarat alındığında beklenen değer
KİABD	Kısmi istihbarat alındığında beklenen değer
KİBD	Kısmi istihbaratın beklenen değeri

SEMBOL LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
d_1	1. Bölge'nin değeri
d_2	2. Bölge'nin değeri
\bar{P}_1	1. Bölge'de tesis edilen standart güvenlik seviyesi
\bar{P}_2	2. Bölge'de tesis edilen standart güvenlik seviyesi
α_1	1. Bölge'ye savunma amaçlı uygulanacak teknolojinin maliyete etkisi
α_2	1. Bölge'ye savunma amaçlı uygulanacak teknolojinin maliyete etkisi
q_{11}	1. Terör örgütünün 1. Bölge'ye saldırma olasılığı
q_{12}	1. Terör örgütünün 2. Bölge'ye saldırma olasılığı
q_{13}	1. Terör örgütünün hiçbir bölgeye saldırı düzenlememe olasılığı
q_{21}	2. Terör örgütünün 1. Bölge'ye saldırma olasılığı
q_{22}	2. Terör örgütünün 2. Bölge'ye saldırma olasılığı
q_{23}	1. Terör örgütünün hiçbir bölgeye saldırı düzenlememe olasılığı

1. GİRİŞ

İnsanlar sürekli bir eylem halindedir ve her eylemin başlangıcında bir karar verme süreci vardır. Bu süreci karar verme problemi olarak tanımlayabiliriz. Bu problemlerin karmaşıklığı görecelidir. Örneğin kimisi için akşam ne yiyeceğine karar vermek çok basit bir problem iken başkaları için bu problem analiz edilmesi gereken çok sayıda etken içeren karmaşık bir problem olabilir. Kararların belirsizlik altında verildiği durumlarda bilgiye erişim, belirsizlik altında verilen kararların daha sağlıklı verilmesini sağlar. Bilgi, belirsizliği azaltarak karar vericinin sonuçları daha net öngörülen kararlar vermesini mümkün kılar. Aşağıdaki örnek problemi ele alalım.

Bir mineral üreticisi, karlı bir doğalgaz tedariki sağlayabileceğine inandığı bir arsayı kiralar. Birkaç verimli kuyu açılır. Fakat üreticinin, alanının potansiyel doğalgaz içeriği hakkında çok az bilgisi vardır. Biraz maliyetle, bunu belirleyebilecek sismik testler yürütebilir; örneğin, alandan aylık olarak 300,000 Mcf'lik bir üretim çıkıp çıkamayacağını araştırabilir. Sismik testler potansiyel içeriği keşfetmek için yeterli hassasiyette değildir, ancak daha kapsamlı ve pahalı olan sismik testleri daha net bilgi sağlayabilir. Bu noktada üretici, alandaki potansiyel hakkındaki belirsizliği azaltmak için sismik testlere yatırım yapmalı mıdır? Yatırımından önce bu bilginin kendisine ne kadar fayda sağlayacağına nasıl karar verebilir [1]?

Bilginin karar veren bireylere sunduğu faydayı sayısal olarak ifade için kişilerin tercihlerini modelleyen birçok farklı yöntem önerilmiştir: beklenen fayda artışı, satış fiyatı, olasılık fiyatı, belirlilik eşleniği ve alış fiyatı. Beklenen fayda artışı, özellikle yönelem araştırması çalışmalarında çok tercih edilen bir yöntem olmuştur. Bu yöntem kişinin bilgi edinerek verdiği kararların beklenen faydasını ne kadar artırdığını ölçer. Matematiksel olarak genel anlamda ifade etmek için öncelikle bir takım notasyonu tanımlayalım [2]. Kişinin aksiyon (ya da karar) kümesinden, A , herhangi bir eleman $a \in A$ ile ifade edilsin. Bu a elemanı yukarıda belirtilen basit karar ortamında mesela 'lotaryayı oynama' kararını temsil edebilir. Ortamdaki belirsizliği örneklem uzayı olan Ω ile belirtelim.

Bu örnek uzay üzerinde tanımlı X rassal değişkeni de bir lotaryanın parasal ödülünü belirtsin. Bu X rassal değişkeninin etkin olduğu ortamda seçilen karar sonucunda elde edilen fayda da $V_a(X)$ ile ifade edilsin. Eğer A kümesinde sadece iki aksiyon varsa (ör. 'lotaryayı oyna' ve 'lotaryayı oynama')

$$V_a(X) = \begin{cases} X & \text{eğer } a = \text{'lotaryayı oyna' } \\ 0 & \text{eğer } a = \text{'lotaryayı oynama' } \end{cases}$$

Tabi $V_a(X)$ de X 'e bağlı başka bir rassal değişkendir. Kişinin tercihlerinin de U ile ifade edilen bir fayda fonksiyonu ile modellendiğini düşünelim. Kişi bu durumda daha sağlıklı bir karar vermek adına X hakkındaki belirsizliği azaltan bir bilgiyi edinme yoluna gidebilir. Bilgi alternatiflerinden birisi de I_X ile gösterilsin. X hakkında hiç bilgi edinilmemesi durumunda kişinin bilgi seviyesi ise I_\emptyset ile ifade edilsin. Bu durumda I_X 'in değeri *beklenen fayda artışı* yöntemine göre aşağıdaki gibidir:

$$EUI(I_X) = E[\max_{a \in A} E[U(V_a(X)) | I_X]] - \max_{a \in A} E[U(V_a(X)) | I_\emptyset]. \quad (1.1)$$

Sözel olarak ifade etmek gerekirse, (1.1) no'lu ifadenin sağ tarafındaki ilk terim kişinin I_X bilgisini edindikten sonra elde ettiği beklenen fayda olduğunu söyleyebiliriz. İkinci ifade de bilgi edinmeden önceki durumu belirtmektedir. Görüldüğü üzere ikinci ifadede kişinin verdiği karar sabittir, ama birinci ifadede kişi I_X bilgisine bağlı olarak kararını değiştirme imkânına sahiptir. Diğer yöntemler arasında yer alan satış fiyatı, olasılık fiyatı ve belirlilik eşleniği artışı yaklaşımları da farklı bilgi alternatiflerinin değerini sıralamada beklenen fayda artışı yöntemiyle uyumluluk gösterir. Satış fiyatı esasen beklenen fayda artışını parasal değere çevirir. Yani bir anlamda satış fiyatı yöntemi beklenen fayda artışı yöntemiyle elde edilen değerlerin parasal eşleniğini hesaplar. Eğer I_X bilgisinin *satış fiyatını* SPI_X ile ifade edersek, SPI_X aşağıdaki eşitliği sağlayan değer olarak önümüze çıkar,

$$E[\max_{a \in A} E[U(V_a(X)) | I_X]] = \max_{a \in A} E[U(V_a(X) + SPI_X) | I_\emptyset]. \quad (1.2)$$

Yukarıdaki (1.2) no'lu ifadeyi sözlü olarak şu şekilde açıklayabiliriz: SPI_X karar vericinin aslında herhangi bir ücret ödemediğinde elde edebileceği bir bilgiyi kullanmasının önüne geçmek için ona verilecek parasal değerdir. Yani karar verici SPI_X miktarını aldığı zaman lotarya ile ilgili bilgi edinmeden verdiği karar onu bilgi edinerek verdiği karar kadar mutlu kılacaktır. Bu ölçüm yöntemi bilginin değerinin nispeten yapay bir şekilde tespitine sebep olmakla birlikte popüler olan beklenen fayda artışı yöntemini parasal değere çevirdiği için önem arz etmektedir. Bir diğer yöntem de bilginin olasılık fiyatını ölçmektir. Bu yöntemde kişinin bilgi edinmek için göze alacağı büyük bir parasal kaybın olasılığı ölçülür. Bu amaçla bir v_0 değerini şu biçimde tanımlayabiliriz: $v_0 = \inf_{\omega \in \Omega} X(\omega)$. Yani kelimelerle ifade edersek v_0 kişinin elinde olabilecek en düşük parasal servet miktarıdır. Başka bir deyişle v_0 ciddi bir servet kaybını ifade eder. Bu bağlamda *olasılık fiyatı*, PPI_X , şu şekilde hesaplanır:

$$PPI_X \cdot U(v_0) + (1 - PPI_X) \cdot E[\max_{a \in A} E[U(V_a(X)) | I_X]] = \max_{a \in A} E[U(V_a(X)) | I_\emptyset] \quad (1.3)$$

Yukarıdaki (1.3) no'lu denklemden de görüleceği üzere PPI_X sadece lotaryanın dağılımına değil, bu belirsizlik altında karşılaşılabilecek en düşük servet seviyesine de bağlıdır. En son olarak *belirlilik eşleniği artışı*, CEI_X , aşağıdaki matematiksel ifade ile hesaplanır.

$$CEI_X = \max_{a \in A} CE[V_a(X) | I_X] - \max_{a \in A} CE[V_a(X) | I_\emptyset] \quad (1.4)$$

Bu ifadede CE bir lotaryanın belirlilik eşleniğini göstermektedir. Tabii (1.4) no'lu denklemin sağ tarafındaki ikinci ifade X lotaryasının belirlilik eşleniğidir. Birinci ifade de bilgi edinimli durumdaki belirsizliğin beklenen faydası kadar fayda getiren servet miktarına işaret etmektedir.

Bu yöntemlerle uyumluluk göstermeyen alış fiyatı ise bilgi için karar öncesi harcanan maksimum miktarı ölçer. Yani bilgi alımı için kişinin daha alınacak bilginin içeriği belli olmadan ödemeyi göze aldığı maksimum fiyat bilginin alış fiyatıdır. Bu bakış gerçek yaşamda karşılaşılabilecek bilgi satın alımı problemlerini iyi tasvir ettiği için bu yöntem ekonomi ve finans alanında ilgi görmüştür. Matematiksel olarak ifadesi aşağıdaki denklemle belirtilebilir.

$$E[\max_{a \in A} E[U(V_a(X) - BPI_X) | I_X]] = \max_{a \in A} E[U(V_a(X)) | I_\emptyset] \quad (1.5)$$

Alış fiyatının diğer yöntemlerle uyum göstermemesinin nedeni fayda kuramında risk toleransının kişinin servet miktarına bağlı olmasıyla açıklanabilir. Mesela beklenen fayda artışı yönteminde kişi bilgi edindikten sonra seçeceği aksiyon (ya da karar), $a \in A$, alış fiyatı yönteminde seçeceği aksiyondan farklı olabilir. Bunun sebebi de (1.5) no'lu denklemden de görüldüğü gibi alış fiyatı yönteminde bilgi için yapılan ödemenin kişinin servetini azaltmasıdır. Kişinin tercihleri bu durumda değişebilir.

Daha önce de belirttiğimiz üzere bilgi her ne kadar riski azaltıcı bir enstrüman olarak görülebilse de bilginin değeri fayda kuramına göre kişinin risk toleransı ile monoton bir etkileşim göstermemektedir. Aslında ilk akla gelen bilginin riski azalttığına göre riske toleransı düşük bireylerce daha çok tercih edildiğidir. Ancak geçmişte yapılan çalışmalar bu tür bir sonuca genel anlamda varılamayacağını göstermiştir. Bu konuda yapılan çalışmalar fayda kuramı ekseninde her ne kadar bu saptamayı yapmış olsa da monoton bir ilişkinin hiçbir koşulda olmadığını düşünmek de mümkün değildir. Gerçek yaşamda karşılaşılabilecek bazı karar ortamlarında ve bazı fayda fonksiyonları için bu biçim bir ilişkinin olduğu rahatlıkla düşünülebilir.

Bu tez çalışması 6 bölümden oluşmakta ve farklı senaryolar altında istihbaratın değerinin tespitine yönelik analitik bir yaklaşım sunmaktadır. Amaç, karar verici için tüm alternatif stratejileri analiz etmektir. Bu çalışmada bilginin değeri beklenen fayda artışı yaklaşımı ile hesaplanmıştır ve kurulan senaryoda karar verici riske karşı duyarsız bir birey olarak kabul edilmiştir. Bölüm 2'de karar analizi konusu hakkında bilgi verilmiştir. Bölüm 3'de konu ile ilgili incelenen literatür çalışmalarına yer verilmiştir. Ardından Bölüm 4'de problemin tanımı yapılmış ve geliştirilen modeller ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Bölüm 5'de Matlab R2011b 7.13 ticari yazılımı kullanılarak kodlanan modellerin, tespit edilen temel değerler ve aralık değerleri kullanılarak farklı senaryolar altındaki çözümleri elde edilmiş, mükemmel ve kısmi istihbaratın beklenen değerleri hesaplanmıştır.

2. KARAR ANALİZİ

Bazen karar vermek bütün etkenlerin analiz edilmesini gerektiren uzun bir süreç iken bazen detaylı analiz gerektirmeyen basit bir süreç olabilir. Aşına olduğumuz rutin eylemler bu tür kararlar grubuna girebilir. Sabah kalkınca yüzümüzü yıkamak, dişlerimizi fırçalamak bu tür durumlara örnek olarak gösterilebilir. Bazen de aniden, zaman kısıtı altında karar vermek durumunda kalabiliriz. Bu tip durumlarda detaylı analiz yapmaya vaktimiz yoktur; içgüdülerimizle ve anlık hislerimizle hareket ederiz. Örneğin karşıdan karşıya geçen bir çocuğu hızla yaklaşan bir arabanın yarattığı tehlikeden kurtarmak istediğimizde iki seçeneğimiz vardır: ya yola atlar çocuğu kurtarırız ya da hiç bir şey yapmadan çocuğun kurtulmasını umabiliriz. Bu tip durumlarda içgüdü ve tecrübe analizin yerini alan iki unsurdur. A.B.D.'de yapılan bir araştırmada, muharebe alanındaki sıcak çatışma anında verilen kararların çoğunun, tecrübelerle dayalı olarak verildiği saptanmıştır [3].

Ancak, bazı kararlar içgüdü ve tecrübe ile verilemeyecek, ne anlık ne de rutin olan kararlardır. Bu kararlar ayrıntılı analiz gerektiren ve sonuçları çok boyutlu olan karmaşık karar problemleri çözmek için alınır.

Bu kararlara örnek olarak:

- Şirketin gelecek 3 yıllık stratejisini belirlemek
- Yeni yatırım kararları
- Saldırılma riski olan alanlara savunma kaynaklarının aktarılması
- Saldırı riskine karşı nükleer silah kullanımı

Bu tip karar problemleri doğru çözülemese şirketleri ya iflas ettirebilir ya da birçok can ve mal kaybı oluşmasına neden olabilir; hatta insanoğlunun geleceğini değiştirebilir.

Karar vermek kısaca kişinin tercihleri ve ortamdaki kısıtlar altında alternatiflerin değerlendirilmesi ve seçimi olarak tanımlanabilir. Bu tanım incelendiğinde aşağıdaki sonuçlara ulaşabiliriz [4].

- Karar vericinin gerçekleştirmek istediği bir amacının bulunması gerekir.
- Karar verici ortaya koyduğu amacını gerçekleştirebilmek ve arasından seçim yapabileceği birden fazla alternatif belirlemelidir.
- Karar verici belirlediği alternatiflerden en etkin olanını seçecektir.

2.1. Kararların Özellikleri

Kendisine etki eden tüm faktörlerin kapsamlı bir analizini gerektiren kararlar aşağıdaki özelliklere sahiptirler [5,6].

- Karmaşıklık
- Belirsizlik
- Birden fazla kriterin göz önüne alınması
- Riske karşı tutumlar

2.1.1. Karmaşıklık

Bir kararın karmaşıklığına, kararın sonuçlarının çok boyutlu olması sebep olur. Örneğin, farklı terör gruplarının saldırı ihtimalinin olduğu farklı bölgeleri olan bir ülke düşünelim. Bu örgütlerden hangisi, hangi bölgeye saldıracaktır? Kısıtlı kaynaklar hangi bölgeye ne ölçüde aktarılmalıdır? Aktarılacak kaynak miktarı örgütlerin başarı oranını nasıl etkileyecektir? Hangi caydırıcı tedbirler uygulanmalıdır?

2.1.2. Belirsizlik

Bütün kararların sonuçları gelecekte meydana gelecek çeşitli olaylardan etkilenir. Karar verici, karar verdiği anda, gelecekte ortaya çıkacak ve seçtiği alternatiflerin sonucunu etkileyecek olayların ne yönde gelişeceğini kesin doğrulukla bilemez. Eğer olaylar karar vericinin lehine gelişirse sonuç olumlu, aleyhine gelişirse sonuç olumsuz olur. Örneğin, birikimlerini hisse senedi olarak değerlendirmek isteyen biri o dönemde piyasanın durumunun ne olacağını kesin olarak bilemez. Piyasa durumunu etkileyen birçok faktör vardır ve bu faktörlerin o andaki etkileri bu günden bilinemez. Ancak öngörüye dayalı analiz yapılabilir.

2.1.3. Birden fazla kriterin göz önüne alınması

Birden fazla kriterin göz önüne alınması gereken durumlarda, karar vericinin önündeki alternatifler bu kriterlerin tümünü istenilen ölçülerde sağlamayabilir. Bu durumda karar verici kriter optimizasyonu yapabilir. Örneğin, gideceği üniversiteye karar verme durumunda olan bir öğrenci için sosyal ortam, akademik kadro, gelecekteki iş imkânları, yurtdışı bağlantıları karar kriterleri olabilir. Ancak tümünü en iyi derecede sağlayan tek bir üniversite bulunmayabilir.

2.1.4. Riske karşı tutumlar

Karar vericinin, içinde bulunduğu durumun oluşturduğu risklere karşı duyarlılığı kararlarını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Bazı karar vericiler yüksek kazançlı ancak aynı oranda yüksek riskli tercihler yerine daha az riskli ve kazançlı alternatifleri tercih ederler. Bu tip kişiler riskten kaçınan bireyler olarak isimlendirilir. Bazı karar vericiler ise yüksek getiriler elde etmek için büyük kayıpları göze alabilirler. Bu tür kişiler ise risk seven bireyler olarak isimlendirilir.

Bir karar problemini çözerken karar verici geleneksel ya da sistematik bir yaklaşımla problem çözmek için geliştirilmiş yöntemleri kullanarak stratejisini belirlemeyi seçebilir. Bu seçim, bilgi ve eğitim seviyesinin yanında verilecek kararın türünden de etkilenebilir.

2.2. Karar Problemlerinin Çözümü

Karar problemlerinin çözümünde kullanılan yöntemler olasılıksız ve olasılıklı olarak ikiye ayrılırlar.

2.2.1. Olasılıksız karar analizi

Karar problemlerinin çözümüyle ilgili ilk yaklaşımları geliştiren Wald, Hurzwich, Savage ve bazı diğer bilim adamları şu temel sorunun cevabını aramışlardır: “Çevresel faktörlerin durumları ile ilgili olasılık değerlerinin bulunmadığı tam belirsizlik ortamında alternatifler arasından seçim nasıl yapılmalıdır [7]?”

Olasılıksız karar modellerini geliştiren bilim adamları çevresel faktörlerin durumlarıyla ilgili belirsizliklerin olasılıklar kullanılarak modellenemeyeceğini öne sürmüşler ve geliştirdikleri yaklaşımları karar teorisi olarak adlandırmışlardır [8]. Bu çalışmalar sonrasında geliştirilen olasılıksız karar verme yöntemleri aşağıda sıralanmıştır:

- Maksimaks karar verme yöntemi
- Maksimin karar verme yöntemi
- Minimaks pişmanlık karar verme yöntemi
- Dengelendirilmiş iyimserlik kötümserlik karar verme yöntemi
- Eş olasılıklar karar verme yöntemi

2.2.2. Olasılıklı karar verme yöntemleri

Belirsizlik altında alınan kararlarda çevresel faktörlerin belirsizlikleri olasılık kavramları kullanarak modellenmektedir. Örneğin, yarınki hava durumunu öğrenmek isteyen bir karar vericinin bu çevresel faktörün alabileceği durumları, açık hava, kapalı hava ve yağışlı hava şeklinde tanımladığını kabul edelim. Burada karar verici bu durumlarla ilgili olasılıkları belirlemek için değişik yöntemleri kullanabilir [8].

1. Her üç durumla ilgili olasılıkları verebilecek, bilimsel yöntemlerle yapılmış bir hava tahmini alabilir.
2. Mevcut verileri kullanarak nispi frekanslara göre olasılıkları hesaplayabilir. Örneğin, geçmiş 30 yılın 10 yılında söz konusu gün yağışlı olmuşsa havanın bu yılda yağışlı olma olasılığı $10/30=0,3$ olarak hesaplanabilir.
3. Karar verici mevcut şartları göz önüne alarak kendi yargı ve sezgisine göre her durumla ilgili olasılıkları sübjektif olarak belirleyebilir.
4. Karar verici, hava tahmininden elde edilen bilgiyi, nispi frekans sonucunda bulunan değerleri ve belirlediği sübjektif olasılıkları yorumlayarak çevresel faktörün durumları ile ilgili olasılıkları belirleyebilir.

Olasılıklı karar verme modellerinde bilginin, çevresel faktörlerin, kişinin birtakım kritik olayların olasılığı konusunda inancına etkisi koşullu olasılık kullanarak modellenmektedir.

2.2.3. Koşullu olasılık

A ve B meydana gelme olasılıkları sıfır olmayan iki olay olup bir S örnek uzayı içinde tanımlansın. B olayı olduktan sonra A olayının olma olasılığı A'nın koşullu olasılığı olarak adlandırılır ve $P(A|B)$ şeklinde gösterilir.

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}, \quad P(B) > 0$$

şeklinde tanımlanır. Burada

$$P(A \cap B) = P(A|B) * P(B)$$

şeklinde ifade edilebilir.

2.2.4. Bayes teoremi

$P(B_i) \neq 0$; $i = 1, 2, \dots, n$ olmak üzere B_1, B_2, \dots, B_n olayları S örnek uzayının bir ayrımını oluşturuyorsa ve herhangi bir A olayı $P(A) \neq 0$ olmak üzere bu örnek uzayın içinde ise

$$P(B_k|A) = \frac{P(B_k \cap A)}{\sum_{i=1}^n P(B_i \cap A)} = \frac{P(B_k)P(A|B_k)}{\sum_{i=1}^n P(B_i)P(A|B_i)}$$

olur. Burada $k=1, 2, \dots, n$ 'dir [9].

2.3. Olasılıklı Karar Modellerinin Çözümü

Olasılıklı karar modellerinde çözüm için kazançlar veya kayıplar birer rassal değişken olarak kabul edilir. Rassal değişken, herhangi bir rassal deneyin sonucuna bağlı olarak değer alan değişkendir. Rassal değişkenin değerinin bağlı olduğu deneyin sonucu belirsiz olup, bu belirsizlik olasılıklarla ifade edilir. Olasılıklı modellerde seçim, alternatiflerin beklenen değerleri karşılaştırılarak yapılır. Kesikli ve X notasyonu ile ifade ettiğimiz bir rassal değişkenin beklenen değeri aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$E(X) = \sum_{i=1}^n P_i \cdot x_i$, burada n çevresel faktörle ilgili durum sayısını ve aynı zamanda rassal değişkenin alabileceği muhtemel sonuçların değerini göstermektedir. Sürekli bir rassal değişkenin, X, beklenen değeri aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$E(X) = \int_L^H xf(x)dx$, burada f(x) sürekli rassal değişkenin olasılık yoğunluk fonksiyonu, H üst sınır, L ise alt sınırdır.

Beklenen değer, ilgili alternatiflerin seçilmesi durumunda oluşacak ortalama getiri veya maliyeti, başka bir ifadeyle matematik ümidi gösterir. Buna göre beklenen getirisi en yüksek olan alternatif veya beklenen maliyeti en düşük olan alternatif seçilir [8].

2.4. İstihbarat

Kişilerin içinde buldukları belirsizlikleri azaltmak veya bir amaca ulaşmak için çeşitli kaynakları kullanarak veri toplaması ve bu verileri analiz etme süreci sonrasında ürettikleri bilgiye istihbarat denmektedir. T.W. Procyshy istihbarat kavramını “istihbarat, insan düşüncesinin mantıksal ilerlemesinin ve çözümlemesinin nihai ürünüdür” olarak tanımlamıştır [10]. Örnek olarak, bir öğrencinin bir problemi çözmek için araştırma yapması bir istihbarat çalışmasıdır. Bunu akademik istihbarat olarak isimlendirebiliriz. Ancak istihbarat kelimesi daha yaygın olarak akılda devlet istihbaratı kavramını çağrıştırmaktadır.

Muazzez Şenel ve Turhan Şenel [11] devlet istihbaratını: “istihbarat, hasım veya hasım olması muhtemel devletlerin niyetleri, planları ve bu planları gerçekleştirme kapasiteleri hakkında her şekilde haber toplama veya bilgi sahibi olmadır” şeklinde tanımlamıştır. Kişiler içinde buldukları belirsizlikleri azaltmak için ek istihbarat kaynaklarından faydalanmayı da seçebilirler. Ek bilgi almanın katlanılması gereken bir maliyeti olacaktır. Bu nedenle ek istihbarat sadece karar vericinin kararını daha iyi yönde değiştirmesine neden oluyorsa değerlidir. Karar vericiler ek istihbarat kaynaklarından aldıkları bilgileri yorumlamak durumundadır. Doğru yorumlar yapabilmek için istihbarat kaynağının verdiği istihbaratın da doğruluğunun karar öncesinde analiz edilmesi gerekmektedir.

İstihbarat kaynağı, bir durumun gerçekleşeceğini söyledikten sonra gerçekten de o durumun gerçekleşip gerçekleşmemesi olayları birbirine bağlı olaylardır ve koşullu olasılık kullanılarak ifade edilirler.

Örnek olarak, A bir piyasanın yükselişe geçmesi olayı olarak, "A" ise ek istihbarat kaynağının bize "piyasa yükselişe geçecek" şeklinde bilgi iletmesi olayı olarak tanımlansın. Ek istihbarat kaynağının piyasa yükselişe geçecek bilgisini vermesi durumunda piyasanın gerçekten yükselişe geçme olayının olasılığı koşullu olasılık olarak aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

$$P(A|A) = \frac{P(A \cap A)}{P(A)}$$

Alınan istihbaratı mükemmel istihbarat ve kısmi istihbarat olarak iki gruba ayırabiliriz. Başvurduğumuz ek istihbarat kaynağı, karşı karşıya olduğumuz durumlardan hangisinin gerçekleşeceğini tam doğrulukla bize söyleyebiliyorsa buna mükemmel istihbarat denmektedir. Kaynağın bize vereceği istihbarat %100 doğrudur ve gerçekleşme olasılığı 1'e eşittir.

$$P(A|A) = \frac{P(A) * P(A|A)}{P(A)} = 1$$

Kaynağın bize vereceği istihbaratın doğruluğundan kesin olarak emin değilsek bu istihbarata kısmi istihbarat denilir. Kaynağın vereceği istihbaratın doğruluğunu Bayes teoremi kullanarak aşağıdaki şekilde hesaplayabiliriz.

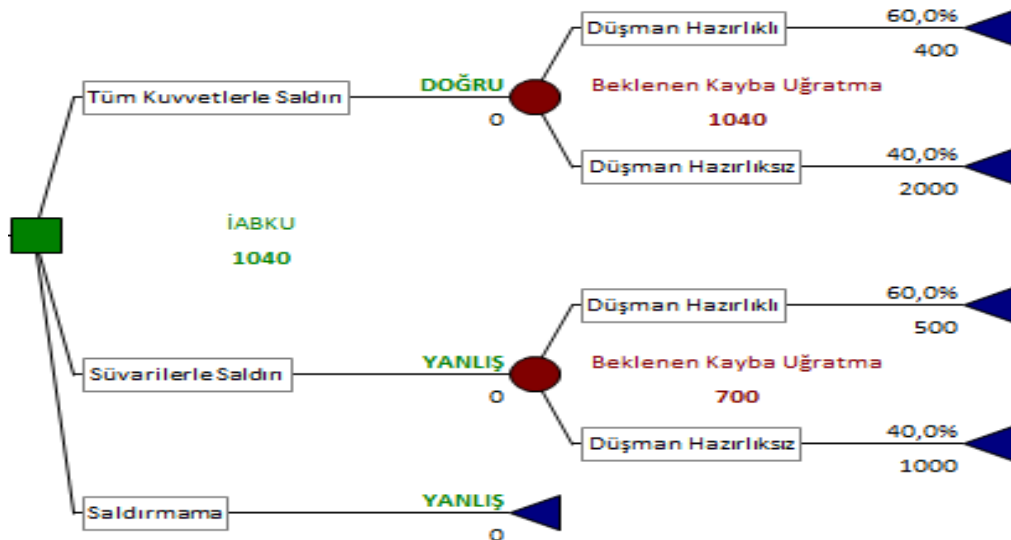
$$P(A|A) = \frac{P(A) * P(A|A)}{P(A)} = \frac{P(A) * P(A|A)}{P(A|A) * P(A) + P(A|\bar{A}) * P(\bar{A})}$$

Burada P(A) olasılığına ön olasılık adı verilir. P(A|A) olasılığına ise son olasılık denmektedir. Ek bilgi kaynağının ne yönde istihbarat vereceğini karar verici başlangıçta bilmemektedir. Bu nedenle ne yönde istihbarat geleceği konusunda karar verici bu ön olasılıkları kullanmaktadır. Bölüm 2.5'te ve Bölüm 2.6'da istihbaratın değerinin nasıl hesaplanacağına dair örnekler sunulmuştur.

2.5. Ek İstihbarat Almadan Belirsizlik Altında Karar Verme

Karar verici çevresel faktörlerle ilgili olasılıkları geçmiş tecrübelerine dayanarak subjektif olarak belirler ve dışarıdan hiç bir ek bilgi kaynağına başvurmadan kararını verir.

Örnek olarak, savaş durumunda düşmanına karşı taarruz planları yapan bir komutanın karar verme problemini ele alalım. Komutan, düşmana tüm kuvvetleriyle saldırma, sadece süvari birlikleriyle saldırma ve saldırmama alternatiflerinden birini seçmek durumundadır. Komutan, saldırma durumunda düşmanın hazırlıklı ya da hazırlıksız olarak yakalanma durumlarıyla karşı karşıya kalacağını ön görmektedir. Komutan, elindeki verilerle durum değerlendirmesi yapmıştır. Bu değerlendirme sonucunda düşmanın hazırlıklı olma olasılığının 0,60, hazırlıksız olma olasılığının ise 0,40 olacağını düşünmektedir. Komutanın amacı, saldırı sonucunda düşmana en fazla kaybı verdirme. Komutan tecrübelerine dayanarak, tüm kuvvetlerle saldırı durumunda düşmanın, hazırlıklı ise 400, hazırlıksız ise 2000 kayıp vereceğini öngörmektedir. Sadece süvari birlikleriyle saldırı durumunda ise düşmanın, hazırlıklı ise 500, hazırlıksız ise 1000 kayıp vereceğini öngörmektedir. Düşmana saldırmama kararı verilir ise de düşman hiç kayıp vermeyecektir. Problemin karar ağacı yöntemiyle modellenmesi aşağıdaki şekildedir.



Şekil 2.1. İstihbarat toplanmadığı durumun karar ağacı gösterimi

Komutan tüm kuvvetleriyle saldırmayı seçerse düşman kaybının beklenen değeri 1040, sadece süvari birlikleriyle saldırmayı seçerse düşman kaybının beklenen değeri 700'dür.

Bu bilgiler ışığında komutan beklenen değeri en yüksek olan tüm kuvvetlerle saldırı seçeneğini seçecektir. Komutanın bu kararı vermesinde kendi kuvvetlerinin uğrayacağı kayıp miktarı da etkili olmuştur.

2.6. Ek İstihbaratın Beklenen Değeri

Ek istihbarat, karar vericinin kararını değiştirmesine neden oluyorsa değerlidir. Ek istihbaratın beklenen değeri mükemmel istihbarat ve kısmi istihbarat alma durumlarında aşağıdaki şekilde hesaplanır.

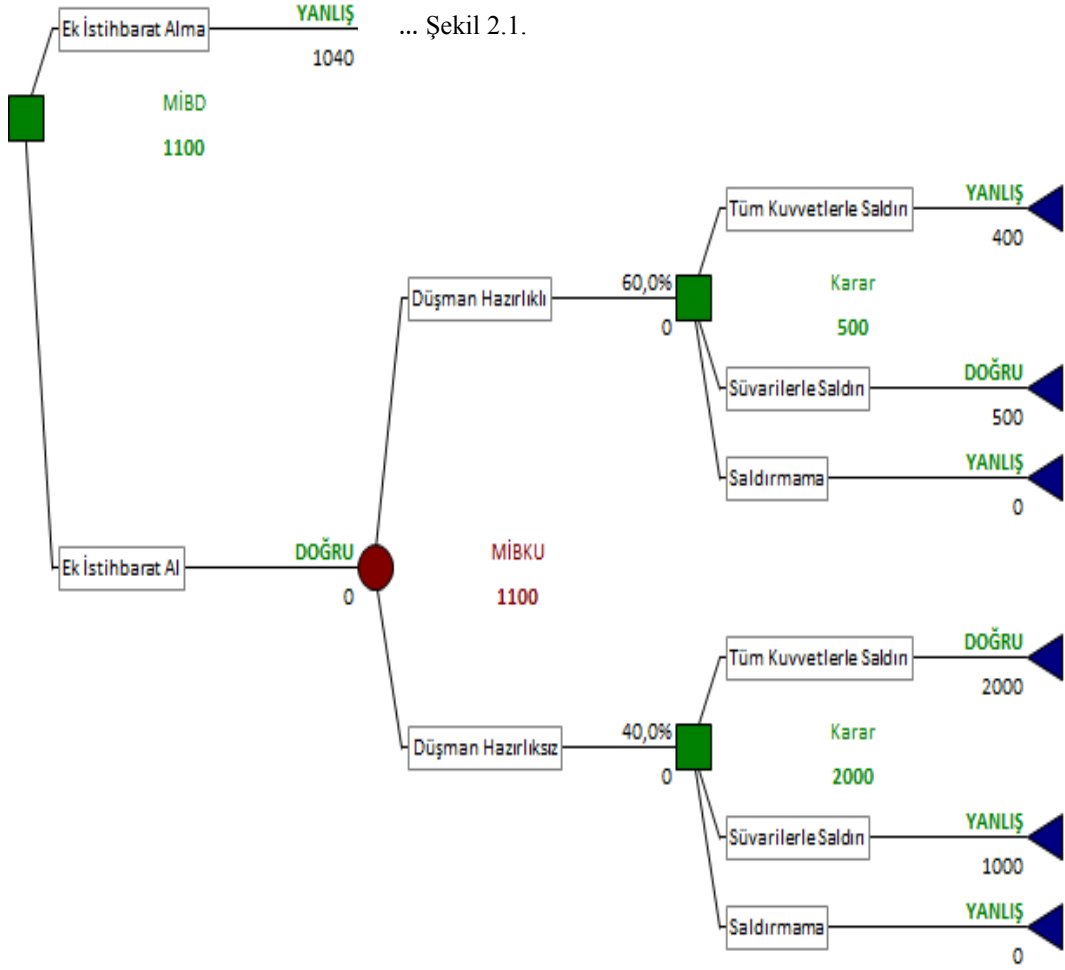
- MİBD: Mükemmel istihbaratın beklenen değeri.
- İABK: Ek istihbarat almadan beklenen kayıp.
- MİABD: Mükemmel istihbarat alındığında beklenen değer.

$$MİBD = İABD - MİABK$$

- KİABK: Kısmi istihbarat alındığında beklenen kayıp.
- KİBD: Kısmi istihbaratın beklenen değeri.

$$KİBD = İABD - KİABK$$

Bir önceki örneğimizde komutanın karar vermeden önce ek istihbarat toplama ya da toplama alternatiflerini değerlendirdiğini düşünelim. Ek istihbarat kaynağının mükemmel istihbarat getireceği durumda problem, karar ağacı yöntemiyle aşağıdaki şekilde modellenabilir (Şekil 2.2.). Ek istihbarat almama alternatifinin karar ağacı modeli Şekil 2.1.'de gösterildiği için mükemmel istihbarat alma durumunun karar ağacında gösterilmemiş, sadece sonucu belirtilmiştir.



Şekil 2.2. Mükemmel istihbarat alma durumunda örnek problem karar ağacı gösterimi

Komutan mükemmel istihbarat aldığı durumda beklenen düşman kaybı (MİBKU) 1100 iken istihbarat almadığı durumda beklenen düşman kaybı (İABKU) 1040'tır. Komutan mükemmel istihbarat aldığı durumda mükemmel istihbaratın değeri (MİBD);

$$MİBD = İABKU - MİBKU = 1100 - 1040 = 60'tır.$$

Görüldüğü gibi mükemmel istihbarat almak komutanı daha iyi bir duruma taşımıştır. Dikkat edilmesi gereken nokta istihbaratın değerinin hiçbir zaman eksi değerler almayacağıdır. Yani istihbarat karar vericinin durumunu kötüleştirmez. Aynı örnek için ek istihbarat kaynağının kısmi istihbarat getireceği durumda problem karar ağacı yöntemiyle aşağıdaki şekilde modellenebilir.

Kaynağın, düşman hazırlıklı şeklinde istihbarat vermesi olayını “DH”, düşman hazırlıksız şeklinde istihbarat vermesi olayını “DHD” şeklinde tanımlayalım. Saldırı durumunda düşmanın gerçekten hazırlıklı çıkması olayını DH, saldırı durumunda düşmanın gerçekten hazırlıksız çıkması olayını DHD şeklinde tanımlayalım. Komutan geçmiş tecrübelerine dayanarak istihbarat kaynağının aktardığı istihbaratların güvenilirliği ile ilgili koşullu olasılıkları aşağıdaki tablodaki gibi belirlemiş olsun.

Çizelge 2.1. İstihbarat olasılıkları

		Ön Olasılıklar	
		p(DH) 0,6	P(DHD) 0,4
Gelen İstihbarat		DH	DHD
	"DH"	0,7	0,2
	"DHD"	0,3	0,8

Bayes teorisini kullanarak son olasılık değerlerini aşağıdaki şekilde elde ederiz.

Çizelge 2.1. Bayes yöntemiyle güncellenmiş istihbarat olasılıkları

P(DH "DH")	P(DHD "DH")	P(DH "DHD")	P(DHD "DHD")
0,84	0,16	0,36	0,64

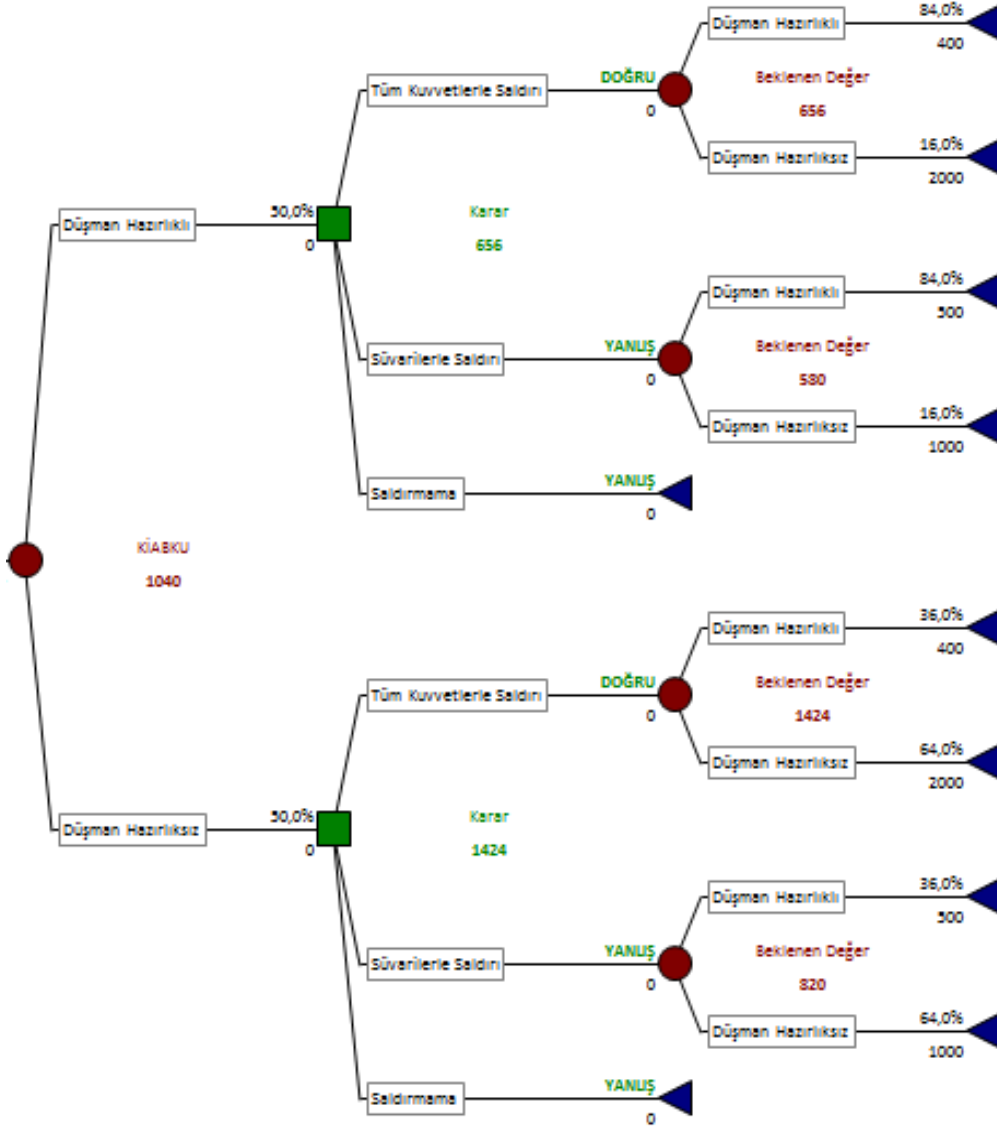
P("DH" DH)	P("DHD" DH)	P("DH" DHD)	P("DHD" DHD)
0,42	0,18	0,08	0,32

Bu durumda,

$$P("DH") = 0,5$$

$$P("DHD") = 0,5 \text{ olarak bulunur.}$$

Elde edilen son olasılıklarla analizci karar ağacı modelinin “Ek İstihbarat A1” bölümünü aşağıdaki şekilde oluşturur.



Şekil 2.3. Kısmi istihbarat alma durumunda karar ağacı modelinin “Ek istihbarat al” bölümü

İstihbarat kısmi istihbarat şeklinde geldiğinde düşmanın uğrayacağı zarar (KİABKU) 1040’tır. Bu değer istihbarat alınmadığı durumda beklenen düşman kaybı değerine (İABKU) eşittir. Bu koşullar altında kısmi istihbaratın beklenen değeri (KİBD);

$$KİBD = İABKU - KİABKU = 1040 - 1040 = 0 \text{ dır.}$$

Yani ek istihbarat almak komutana hiçbir fayda sağlamayacaktır. Eğer istihbarat maliyetli ise komutan ek istihbarat almamayı seçmelidir.

3- LİTERATÜR

Bilginin karar veren bireylere sunduğu faydayı sayısal olarak ifade için kişilerin tercihlerini modelleyen birçok farklı yöntem önerilmiştir: beklenen fayda artışı, satış fiyatı, olasılık fiyatı, belirlilik eşleniği ve alış fiyatı. Bu yöntemlerin ikili ve çoklu karar ortamlarında analizi de ilk olarak Schlaifer [12], Raiffa ve Schlaifer [13], Howard [14] ve Howard [15] tarafından yapılmıştır. Ancak bu yöntemlerin ayrıntılı olarak incelenmesi ve karşılaştırılması olarak analizi La Valle [16]'in üç ayrı parça halinde yayınlanan kapsamlı makalesinde ve Gould [17]'un çalışmalarında görülür.

Bilginin değerini ölçen bütün yöntemlerin ortak sonuçlarından bir tanesi farklı bireylerin karşılıklı etkileşiminin olmadığı durumlarda bilginin eksi değer getirmemesidir. Bilginin karar vericiye artı bir değer getirmesi ancak ve ancak bilgi edinilmeden önce belirsizlik altında verilen kararın değişmesi durumunda mümkündür. Eğer karar değişmiyorsa bilgi, kişinin belirsizlik konusunda değerlendirmesini önemli bir oranda değiştirmemiş, yani karar vericiye herhangi bir artı değer kazandırmamış demektir. Bu durumda bilginin değeri sıfıra eşit olur. Ancak bu noktada şu önemli koşulu da belirtmek gerekir. Bilginin değeri, karşılıklı etkileşimin stratejik biçimde ele alındığı problemlerde eksi değer alabilir. Biz bu çalışmada, savunma problemini terörist örgüt hakkında birtakım varsayımlar yaparak tek karar vericili bir problem olarak ele aldığımız için bilginin değerinin sıfır altına düşmesi mümkün olmamaktadır.

Bilginin değeri, Schlaifer [12], Raiffa ve Schlaifer [13], Howard [14,15] ve Marschak ve Radner'nin [18] çalışmalarından bu yana önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir. Çeşitli yaklaşımlar, beklenen yararlılık artışı, satış fiyatı, olasılık bedeli, belirlilik eşitliği ve satın alma bedeli içerecek biçimde sunulmuştur [16]. Riske duyarsız karar alıcılar ele alındığında, olasılık bedeli yaklaşımı istisnasıyla, tüm yaklaşımlar bilgiye parasal bir değer atamışlardır.

Mükemmel veya kısmi bilginin, riske duyarsızlık durumundaki değeri, bütçe sınırlılıkları altında proje seçme sorununu dikkate alan Mehrez ve Stulman [19] ve Mehrez ve Sethi [20]'nin çalışmalarında; kısmi bilginin üst sınırının elde edildiği Fatti ve diğ. [21]'nin makalesinde ve ardışık bilgi toplama probleminin incelendiği Miller [22]'in çalışmalarında analiz edilmiştir. İki basamaklı karar problemlerinde, riskten kaçınan karar alıcılar için bilgi alternatiflerinin derecelendirilmesi, bilginin değeri üzerine yapılan çalışmalarda son zamanlarda önem arz etmektedir. Bir açıdan, bu çalışmalar ortak bir sonuç taşır: karar alıcılar riskli durumun sonucunu kabul etmekle tamamen reddetmek arasında net bir seçim yapamadığında olduğunda bilginin değeri en üst düzeydedir [1].

Bakır ve Klutke [23]'nin çalışmalarında ise karar vericinin iki alternatif eylem yapabildiği durumlarda bile, satın alma bedeli yaklaşımının sadece sınırlı koşullar altında diğer yaklaşımlarla uyduğu görülmüştür. Abbas ve diğ. [24]'nin çalışmasında ise kişilerin riske duyarlılığı ile bilgiye verdikleri değer arasındaki ilişki incelenmiş ve bu ikisi arasında bilgi almadan verilen karar lotaryayı reddetmek şeklinde ise bir monotonluk tespit edilmiştir. Aynı çalışmada mükemmel bilgi elde edildiği ve lotarya ile ilgili karar olumlu olduğu zaman da riske duyarlılık ve bilginin değeri arasındaki ilişkinin monotonluk arz ettiği gözlenmiştir. Belirli karar verme ortamlarında gerçek hayattaki insan davranışını tamamen karakterize etmedeki eksikliklerine rağmen, beklenen fayda teorisi, tercihlerin tersine dönüşlerini tahmin edebilir. Bu dönüşler, karar veren kişi alternatif bir bilgi için daha az ödemeye yatkın olduğunda ortaya çıkar [23].

Özellikle ülke güvenliği, terörle mücadele ve tehdit altındayken bilginin değeri hakkında geliştirilen teoriler, oyun teorisi gibi, daima olasılık hesaplarını dikkatle incelemek durumundadırlar. Günümüzdeki olumsuz koşullar ve bu koşulların yarattığı tehditkâr durumlar nedeniyle, her bir kuruluş ve kurumun kritik bilgi paylaşımında dikkat etmesi gereken hususlar vardır. Ülkenin uluslararası terör karşısında savunulması, bu senaryonun en uyarıcı halidir. Topraklarına saldırı tehdidi altında olan ülkeler sıklıkla, saldırganları dünya çapında işbirlikçileri olan kişiler olarak görürler.

Tek başına bir ülkenin sürekli olarak her bir şüpheliyi teker teker araştırmak için nadiren gerekli kaynakları bulunur. Bu kaynaklar olsa dahi, bu tehditlerin etkileri tahmin edilemediğinde, yatırımın maliyet-etkin olması da beklenemez. Hükümetlerin birbirleriyle bilgi alışverişi yapmalarının arkasında bunun gibi nedenler mevcuttur.

Amerika'da özellikle 11 Eylül olayından sonra terörist eylemlere karşı harcanan savunma kaynaklarının uygun şekilde aktarımı konusunun önemi ülke savunması açısından daha da artmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalar ve araştırmalar da aynı doğrultuda artmıştır. Rosoff ve Winterfeldt [25] ve Allison [26], Ortadoğu kökenli terörist grupların Amerika'da faaliyetlerine ilişkin çalışmalar yürütmüş ve özellikle radyoaktivite – nükleer tehditler üzerinde durmuşlardır. Bunn ve Wier [27], Martin (2007), Allison [26], Cooper [28], Allison [29], Maerli ve diğ. [30]'nin çalışmalarında terörist gruplar ve bilginin değeri konularında örnekler bulunabilir. Literatürde terör saldırıları ve istihbarat konularının birlikte kalitatif olarak incelendiği görülmektedir. Çalışmamız bu iki konunun kantitatif olarak incelendiği, literatürdeki ilk çalışmalardan biri olma özelliğini taşımaktadır.

4. PROBLEMİN TANIMI ve MODELLER

Oluşturulan problem, savunması gereken iki farklı bölgesi olan bir devlet ve bu bölgelere saldırma eğiliminde olan iki farklı terörist grubu üzerine kurulmuştur. Devlet istihbarat kurumundaki istihbarat analisti incelemekte olduğu bölgede iki yeni terör eğilimli grup hareketi tespit eder ve bunu devletin koruması gereken iki bölge için bir istihbarat uyarısı olarak yorumlar. Analistin ilk olarak görevi, elindeki mevcut bilgilerle problemi tanımlamak, tehdidin gerçekleşme olasılığını, gerçekleştiği zaman ortaya çıkabilecek sonuçları ve mevcut olan standart güvenlik önlemlerinin tehdidi engelleme derecesini tespit etmektir. Daha sonra, standart güvenlik seviyesi tehdidi engellemek için yeterli değilse, tehdidi en aza indirmek veya tamamen ortadan kaldırmak için gerekli ek güvenlik seviyesine karar vermektir. Analizci, riski azaltmak için karşı karşıya olduğu durumlarla ilgili ek istihbarat toplamayı seçebilir. Bu istihbaratın analizciye bir maliyeti olacaktır. Analizcinin bir diğer görevi ise ek istihbarat toplama kararını almadan önce alınacak istihbarat için katlanılacak maliyetin buna değip değmeyeceğini tespit etmektir. Bunun sebebi, ek istihbarat sadece karar vericinin kararını daha iyi yönde değiştirmesine neden oluyorsa değerlidir ve maliyetine katlanılabilir.

İstihbarat analizciye mükemmel istihbarat veya kısmi istihbarat şeklinde gelebilir. Mükemmel istihbarat, terör grupları ile ilgili gelen bilginin kesinlikle doğru olacağı varsayımı altında elde edilir. Kısmi istihbarat ise gelen bilginin hatalı olması ihtimalinin bulunduğu durumda elde edilir. Kısmi istihbarat durumunda analizci, kaynağın hangi durumla ilgili istihbarat vereceğini ve durum ile ilgili gelebilecek istihbaratın doğru olmama olasılığını dikkate alarak beklenen kaybını hesaplamak durumundadır.

Daha sonra analizci bulduğu sonuçları amirlerine sunarak gerekirse amirlerinin isteği doğrultusunda daha önce belirlediği subjektif olasılıkları güncelleyecektir. Devletin elinde savunmaya ayırabileceği sonsuz miktarda kaynak bulunmamaktadır. Hangi bölgelerin ne ölçüde terör saldırısı tehdidi altında olduğu bilgisi, elindeki bu kaynağı eğer gerekiyorsa hangi bölgelere ne ölçüde aktaracağını kararını en etkili şekilde verebilmesi için önemli bir istihbarattır.

Aynı şekilde, bölgelerdeki standart güvenlik önlemlerinin yeterli olup olmayacağına dair istihbarat sahibi olmak da bu kısıtlı kaynağı en etkili şekilde kullanılmasına yardımcı olacaktır. Burada soru: Bu istihbaratın değerinin ne olduğu ve alınmasına gerek olup olmadığıdır? Analizcinin elindeki mevcut bilgiyi kullanarak problemini modellemesi ve mevcut durumda ne gibi bir tehdit ve beklenen kayıpla karşı karşıya olduğunu ortaya koyması gerekmektedir. Ek istihbaratın değerinin, onun mevcut durumu ne kadar iyileştirdiği ile orantılı olması mevcut durumun analizinin karar verici için önemini ortaya koymaktadır. Şimdi analizcinin problemini nasıl modellediğimizi inceleyelim.

Savunulması gereken iki bölge vardır ve bu bölgeler sırasıyla 1. Bölge ve 2. Bölge olarak tanımlanmıştır. Bu bölgelere herhangi bir saldırı olması durumunda yaşanacak olan kayıpların değerini bir şekilde tanımlamamız gerekmektedir. Bu nedenle bölgelerin barındırdığı kıymetlerin toplam maddi değerleri d_j ($j \in \{1,2\}$), parametresi ile ifade edilmiştir. Ancak bölgelerin maddi değerleri yanında sembolik değerlerinin de olabileceği bir gerçektir. Maddi hiçbir değeri olmayan bir obje sembolik olarak çok kıymetli olabilir ve korunması için her türlü güvenlik önlemi alınabilir. Bu gerçekten hareketle çalışmada bölge değerleri ile bölgede tesis edilen güvenlik seviyeleri birbirinden bağımsız olarak ele alınmıştır. Yani yüksek güvenlik seviyesi, yüksek bölge değerini çağrıştırmamalıdır. Bu çalışmada analizcinin karşı karşıya olduğu problem aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır.

Bölgelere saldırma ihtimali olan ve birbirinden bağımsız hareket eden iki farklı terör örgütü bulunmaktadır. Birinci terör örgütü A ve ikinci terör örgütü B olarak tanımlanmıştır. Terör örgütlerinin hedef seçimlerini ve ne şekilde saldıracaklarını tanımlamak analizci için çok önemli bir konudur çünkü bütün analizi bu seçimler sonucunda oluşacak durumlara göre inşa etmek durumundadır. Geçmiş bilgi ve deneyimlerine dayanarak analizci terör örgütlerinin hedef seçimleri ile ilgili olarak; iki terörist grubu birbirinden bağımsız hareket etmesine karşın iki grubun da aynı anda aynı bölgeye saldırma potansiyelinin olduğu fakat aynı grubun aynı anda iki farklı bölgeye kesinlikle saldıramayacağı sonucuna varmıştır.

Bu varsayım sonucunda terör örgütlerinin hedef seçimlerine yönelik olası durumları şu şekilde tanımlamıştır:

Birinci terör örgütü (A) 1. Bölge'ye saldırabilir (A_I), 2. Bölge'ye saldırabilir (A_{II}) ya da hiç bir bölgeye saldırmayabilir (A_x). Aynı şekilde ikinci terör örgütü (B) 1. Bölge'ye saldırabilir (B_I), 2. Bölge'ye saldırabilir (B_{II}) ya da hiç bir bölgeye saldırmayabilir (B_x). Terör örgütlerinin aynı anda aynı bölgeye saldırabileceği kabulü sonucunda, terör örgütlerinin olası hedef seçimleri dokuz farklı durum oluşturmaktadır. Hangi bölgeye hangi terör örgütünün saldıracağı bilgisi, durumlar olarak tanımlanmıştır.

Örneğin, B örgütü 1. Bölge'ye saldırırken A örgütünün de 1. Bölge'ye saldırması 1. Durum olarak tanımlanmıştır ($A_I \wedge B_I$). Her durum bir koşul içermektedir ve koşullu olasılıklar kullanılarak savunmacının farklı saldırı senaryoları hakkında inancı matematiksel olarak hesaplanmıştır. Analizci, terör grupları ile ilgili geçmiş verileri, sezgilerini ve tecrübelerini kullanarak sübjektif olarak bu dokuz durumun koşullu olasılık değerlerini belirlemiştir. Aynı zamanda bu dokuz durum, analizci ek istihbarat toplama kararını aldığı zaman istihbarat toplama işinin olası sonuçlarını temsil etmektedir. Yani analizciye bu dokuz durumla ilgili istihbarat gelecektir ve analizci koşullu olasılıkları gelen istihbaratlar doğrultusunda güncelleyecektir.

Örgütlerin bölgelere yönelme ve saldırı düzenleme olasılıkları q_{ij} parametresi ile tanımlanmıştır. Bu parametre, i. ($i \in \{1,2\}$) örgütün j. ($j \in \{1,2\}$) bölgeye saldırma veya hiçbir yere saldırmama olayının olasılığını göstermektedir. Örnek olarak, q_{11} , birinci terör örgütünün 1. Bölge'ye yönelme ve saldırma olasılığının değerini göstermektedir. Örgütlerin güç farklılıkları ve bu farkların etkileri çalışmada hesaba katılmamıştır.

Çizelge 4.1. Teröristlerin hedef seçimleri sonucu oluşan durumlar ve durumların koşullu olasılıkları

DURUMLAR:	DURUM OLASILIKLARI
$A_I \wedge B_I$	1. DURUM: $(q_{11} \cdot q_{21})$
$A_I \wedge B_{II}$	2. DURUM: $(q_{11} \cdot q_{22})$
$A_I \wedge B_x$	3. DURUM: $[q_{11} \cdot (1 - q_{21} - q_{22})]$
$A_{II} \wedge B_I$	4. DURUM: $(q_{12} \cdot q_{21})$
$A_{II} \wedge B_{II}$	5. DURUM: $(q_{12} \cdot q_{22})$
$A_{II} \wedge B_x$	6. DURUM: $[q_{12} \cdot (1 - q_{21} - q_{22})]$
$A_x \wedge B_I$	7. DURUM: $[q_{21} \cdot (1 - q_{11} - q_{12})]$
$A_x \wedge B_{II}$	8. DURUM: $[q_{22} \cdot (1 - q_{11} - q_{12})]$
$A_x \wedge B_x$	9. DURUM: $[(1 - q_{11} - q_{12}) \cdot (1 - q_{21} - q_{22})]$

Herhangi bir saldırı sonucu bölgelere ne kadar hasar verilebileceği ve saldırı olsun veya olmasın bir bölge için standart güvenlik önlemlerinin tesis edilmesi konuları, beklenen kayıpları ve güvenlik maliyetlerini hesaplamak için gerekli görülmüştür. Çalışmada, terör örgütlerinin saldırdıkları zaman başarılı olması, saldırılan bölgedeki tüm kıymetlerin kaybedilmesi olarak tanımlanmıştır. Hiçbir güvenlik önlemi olmadığı durumda teröristlerin başarılı saldırı düzenleme olasılığı 1 olarak kabul edilmiştir. Çalışmada, örgütlerin tek tek veya bağımsız olarak birlikte saldırmalarının bu değeri etkilemeyeceği varsayılmıştır. Bu durum, güç farklılıklarının çalışmada hesaba katılmamasının bir sonucudur.

Bölgelerin içerdiği ve korunması gereken mali ve sembolik değerlerin bir sonucu olarak uygulanması gereken minimum standart güvenlik seviyesi \bar{P}_j ($j \in \{1,2\}$), parametresi ile ifade edilmiştir. \bar{P}_j değerleri bölgenin sahip olduğu mali ve sembolik kıymetler temel alınarak tespit edildiği için mail açıdan etkin bir güvenlik stratejisi olmayabilir. Aynı zamanda bu standart güvenlik seviyesi, bir tehditle karşı karşıya kalındığında optimal güvenlik seviyesini de temsil etmeyebilir.

Bu nedenle bizim, optimal güvenlik seviyesini temsil eden bir değişkene ihtiyacımız ortaya çıkmaktadır. Optimal güvenlik seviyesi p_j ($j \in \{1,2\}$), değişkeni ile ifade edilmiştir. Analizci p_j değerinin ne olması gerektiğine karar verecektir. \bar{P}_j ve p_j değerleri olasılık değerleri kullanılarak tanımlanmıştır ve bu yüzden $[0,1]$ aralığında değer alırlar.

Analizci, maliyet etkin güvenlik seviyesini bulmak durumundadır. Bu maliyet etkin güvenlik seviyesi standart güvenlik seviyesinden daha yüksek bir güvenlik seviyesini gerektiriyorsa sonuçta analizci standart güvenlik seviyesinin üzerine çıkmalıdır. Örneğin, analizci optimal p_j değerine karar verdikten sonra eğer mevcut güvenlik önlemleri seviyesi değeri \bar{P}_j , optimal p_j değerinden daha düşük ise ek güvenlik önlemleri kullanmanın bir gereği olmaz. Çünkü mevcut güvenlik kesin olmasa da yeterli bir koruma sağlayacaktır. Burada amaç, karşımızda bizden daha zayıf bir düşman varken gereğinden fazla güvenlik önlemi alarak maliyetleri artırmamaktır. Bu yaklaşım, modellere kısıt olarak eklenmiştir.

Savunmacının koruduğu bölgelerindeki ek güvenliği tesis etmek için uygulayacağı savunma teknolojisinin maliyet açısından etkinliği α_j ($j \in \{1, 2\}$), parametresi ile tanımlanmıştır. α_j , j. Bölge'yi savunma zorluğu ve güvenlik seviyesine göre oluşacak maliyet yapısı da bu yüzden α_j 'ye bağlıdır. Örneğin, α_j değeri arttıkça aynı güvenlik seviyesini tesis etmek için harcanacak maliyet de artacaktır. Daha pratik bir örnek vermek gerekirse, sadece kamera sistemi kullanılarak, bölgede bir güvenlik tesis etmek istendiğinde, kamera sistemi için α_j değerinin 2'ye, sadece uçak savar için ise α_j değerinin 9'a eşit olduğunu kabul edelim. Kamera sistemi, saldırganın başarılı olma olasılığını 0,60'dan 0,50'ye 20.000 TL maliyetle düşürüyorsa; aynı güvenlik seviyesini tesis etmek için uçaksavar kullanmamız gereken bir durumda maliyet 20.000 TL'nin çok daha üzerinde olacaktır. Şimdi maliyeti nasıl hesapladığımızı inceleyelim.

Çalışmada, karar vericinin temel maliyet fonksiyonu olarak Bakır [31]'in tanımladığı maliyet fonksiyonu kullanılmıştır.

$$c(p_j) = \frac{1}{p_j^{\alpha_j}} - 1$$

$$\lim_{p_j \rightarrow 0} c(p_j) = +\infty$$

j. Bölge'ye başarılı saldırı düzenleme olasılıkları p_j değerlerini değiştirmek için gereken savunma teknolojisi α_j değeri arttıkça maliyet fonksiyonunun değeri artmaktadır. Aynı α_j değerinde p_j olasılık değeri 0'a yaklaştıkça maliyet fonksiyonunun değeri sonsuza gitmektedir. Yani düşman saldırdığında kesinlikle başarılı olmamasını sağlamanın maliyeti sonsuz bir değere yaklaşmaktadır. Eğer savunmacı bölgesini korumak için hiçbir savunma teknolojisi kullanmazsa maliyet fonksiyonunun değeri 0'a eşit olmaktadır. Bu ifade, o bölgeye saldıran tüm örgütlerin başarılı olacağı anlamını taşımaktadır.

Bütün bu bilgiler ışığında analizci, yukarıda tanımladığımız durum olasılıklarını kullanarak, mevcut durumda hiç bir ek istihbarat toplamadan beklenen kaybı hesaplayacaktır. Daha sonra ek istihbarat sonucu bölgelere savunma amaçlı ilave kaynak aktarımı yapılırsa bir saldırı sonucu beklenen kaybı hesaplayacaktır ve bu değeri kullanarak alacağı ek istihbaratın beklenen değerini hesaplayacaktır. İstihbaratın beklenen değeri hesaplanırken mevcut güvenlik seviyesi kararının değişip değişmeyeceği de ortaya çıkacaktır. Daha önce de belirttiğimiz gibi istihbarat artık bu kararın değiştiği durumlarda değerlidir ve savunmacı ancak bu durumlarda istihbarat toplama kararı alabilir.

Çalışmada, karar vericinin ek istihbarata başvurmadan elde edeceği beklenen kayıp değeri "İABK", ek istihbaratın mükemmel olduğu durumda elde edeceği beklenen kayıp değeri "MİABK", kısmi olduğu durumda elde edeceği beklenen kayıp değeri "KİABK", mükemmel istihbaratın beklenen değeri "MİBD", kısmi istihbaratın beklenen değeri ise "KİBD" kısaltmalarıyla ifade edilmektedir.

4.1. Ek İstihbarat Alınmadığı Durum

Bu senaryoda karar verici ek istihbarat almadan karar vermeyi seçmiştir. Bu durum için matematiksel model aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

Amaç Fonksiyonu,

$$\begin{aligned}
 \text{Min}_{p_1, p_2 \in [0,1]} \text{İABK}(p_1, p_2) &= \frac{1}{p_1^{\alpha_1}} + \frac{1}{p_2^{\alpha_2}} \\
 &+ [q_{11}(1 - q_{21} - q_{22}) + q_{21}(1 - q_{11} - q_{12}) + (q_{11} \cdot q_{21})] p_1 \cdot d_1 \\
 &+ [q_{22}(1 - q_{11} - q_{12}) + q_{12}(1 - q_{21} - q_{22}) + (q_{22} + q_{12})] p_2 d_2 \quad (4.1) \\
 &+ [(q_{11} \cdot q_{22}) p_1 \cdot d_1 + (q_{11} \cdot q_{22}) p_2 d_2 + (q_{12} \cdot q_{21}) p_1 d_1 (q_{12} \cdot q_{21}) p_2 d_2]
 \end{aligned}$$

Öyle ki,

$$\begin{aligned}
 p_1 &\leq \bar{P}_1 \\
 p_2 &\leq \bar{P}_2 \\
 0 &\leq p_1 \leq 1, 0 \leq p_2 \leq 1
 \end{aligned}$$

Çalışmada kurulan tüm modellerde, güvenlik seviyesi kısıtı ve olasılık değeri kısıtları kullanılmıştır. Tüm modeller için amaç fonksiyonları oluşturulduktan sonra fonksiyonların $p_j = p_j^*$ noktasında bir uç değere sahip olup olmadığını tespit etmek için, çok değişkenli ikinci mertebeden türevlenebilir fonksiyonlarda kullanılan Hessian matrisi yöntemi kullanılmıştır. Daha sonra, oluşturulan matrisin 1. ve 2. minörlerinin değerleri incelenerek fonksiyonlar yorumlanmıştır. Örnek olarak aşağıda, ek istihbarat alınmadığı durum için oluşturduğumuz amaç fonksiyonu incelenmiştir. Diğer amaç fonksiyonları için de aynı işlemler uygulanmış ancak çalışma içerisinde gösterilmemiştir. Şimdi, ek istihbarat alınmadığı durumun amaç fonksiyonu (4.1) için Hessian matrisini oluşturalım.

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial \text{İABK}}{\partial p_1} &= -\alpha_1 \cdot p_1^{-(\alpha_1+1)} \\
 &+ [q_{11} - q_{11} q_{21} - q_{11} q_{22} + q_{21} - q_{21} q_{11} - q_{21} q_{12} + q_{11} q_{21} \\
 &+ q_{11} q_{22} + q_{12} q_{21}] \cdot d_1
 \end{aligned}$$

dir.

Sadeleştirme işlemlerini gerçekleştirdikten sonra,

$$\frac{\partial \text{İABK}}{\partial p_1} = -\alpha_1 p_1^{-(\alpha_1+1)} + d_1 (q_{11} [1 - q_{21}] + q_{21})$$

eşitliği elde edilir.

$$\frac{\partial \dot{I}ABK}{\partial p_2} = -\alpha_2 \cdot p_2^{-(\alpha_2+1)} + [q_{12} - q_{12} q_{21} - q_{12} q_{22} + q_{22} - q_{22} q_{11} - q_{22} q_{12} + q_{22} q_{12} + q_{11} q_{22} + q_{12} q_{21}] \cdot d_2$$

dir.

Sadeleştirme işlemlerini gerçekleştirdikten sonra,

$$\frac{\partial \dot{I}ABK}{\partial p_2} = -\alpha_2 p_2^{-(\alpha_2+1)} + (q_{12}[1 - q_{22}] + q_{22}) \cdot d_2$$

eşitliği elde edilir.

İkinci mertebeden türevler ise:

$$\frac{\partial^2 \dot{I}ABK}{\partial p_1^2} = \frac{\alpha_1^2 + \alpha_1}{p_1^{\alpha_1+2}}$$

ve,

$$\frac{\partial^2 \dot{I}ABK}{\partial p_2^2} = \frac{\alpha_2^2 + \alpha_2}{p_2^{\alpha_2+2}}$$

dir.

Daha sonra Hessian matrisi ise aşağıdaki şekilde oluşturulur.

$$H_{IABK} = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \dot{I}ABK}{\partial p_1^2} & \frac{\partial^2 \dot{I}ABK}{\partial p_1 \partial p_2} \\ \frac{\partial^2 \dot{I}ABK}{\partial p_2 \partial p_1} & \frac{\partial^2 \dot{I}ABK}{\partial p_2^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\alpha_1^2 + \alpha_1}{p_1^{\alpha_1+2}} & 0 \\ 0 & \frac{\alpha_2^2 + \alpha_2}{p_2^{\alpha_2+2}} \end{bmatrix}$$

H_{IABK} matrisinin 1. asal minörü:

$$\frac{\alpha_1^2 + \alpha_1}{p_1^{\alpha_1+2}} \text{ 'dır ve } \frac{\alpha_1^2 + \alpha_1}{p_1^{\alpha_1+2}} > 0$$

dir.

H_{IABK} matrisinin 2. asal minörü:

$$\begin{bmatrix} \frac{\alpha_1^2 + \alpha_1}{p_1^{\alpha_1 + 2}} & 0 \\ 0 & \frac{\alpha_2^2 + \alpha_2}{p_2^{\alpha_2 + 2}} \end{bmatrix} = \left(\frac{\alpha_1^2 + \alpha_1}{p_1^{\alpha_1 + 2}} \cdot \frac{\alpha_2^2 + \alpha_2}{p_2^{\alpha_2 + 2}} \right) - 0 > 0$$

dır.

1. ve 2. asal minörlerin 0'dan büyük olması bize incelediğimiz fonksiyonun pozitif tanımlı yani güçlü konveks bir yapısının olduğunu göstermektedir. Şimdi, optimum noktaları nasıl bulduğumuzu inceleyelim.

Birinci ve ikinci terörist grupların birinci ve ikinci bölgeye başarılı saldırı düzenleme olasılıklarının optimal değerleri (p_1^* ve p_2^*) aşağıdaki şekilde bulunur.

$$\begin{aligned} \frac{\partial IABK}{\partial p_1} \Big|_{p_1^*} = 0 \Rightarrow \\ -\alpha_1 \cdot p_1^{*-(\alpha_1+1)} \\ + [q_{11} - q_{11} q_{21} - q_{11} q_{22} + q_{21} - q_{21} q_{11} - q_{21} q_{12} + q_{11} q_{21} \\ + q_{11} q_{22} + q_{12} q_{21}] \cdot d_1 = 0 \end{aligned}$$

dır.

Sadeleştirme işlemlerini gerçekleştirdikten sonra,

$$0 = -\alpha_1 p_1^{*-(\alpha_1+1)} + d_1 (q_{11} [1 - q_{21}] + q_{21}) \quad (4.2)$$

eşitliği elde edilir. (4.2) eşitliği kullanarak p_1^* değeri aşağıdaki şekilde bulunur.

$$\begin{aligned} \alpha_1 p_1^{*-(\alpha_1+1)} &= d_1 (q_{11} [1 - q_{21}] + q_{21}) \Rightarrow \\ p_1^* &= \left[\frac{(q_{11} [1 - q_{21}] + q_{21}) \cdot d_1}{\alpha_1} \right]^{1/-(\alpha_1+1)} \end{aligned}$$

İşlem kolaylığı sağlamak açısından,

$$K_1 = (q_{11} [1 - q_{21}] + q_{21}) \cdot d_1$$

olarak kabul edersek, p_1^* değerini,

$$p_1^* = \left(\frac{\alpha_1}{K_1}\right)^{1/(1+\alpha_1)}$$

olarak elde edebiliriz.

$$\frac{\partial iABK}{\partial p_2} \Big|_{p_2^*} = 0 \Rightarrow$$

$$-\alpha_2 \cdot p_2^{*-(\alpha_2+1)} + [q_{12} - q_{12} q_{21} - q_{12} q_{22} + q_{22} - q_{22} q_{11} - q_{22} q_{12} + q_{22} q_{12} + q_{11} q_{22} + q_{12} q_{21}] \cdot d_2 = 0 \text{ 'dir.}$$

Sadeleştirme işlemlerini gerçekleştirdikten sonra,

$$0 = -\alpha_2 p_2^{*-(\alpha_2+1)} + (q_{12}[1 - q_{22}] + q_{22}) \cdot d_2 \quad (4.3)$$

eşitliği elde edilir. (4.3) eşitliği kullanarak p_2^* değeri aşağıdaki şekilde bulunur.

$$d_2 \cdot (q_{12}[1 - q_{22}] + q_{22}) = \alpha_2 p_2^{*-(\alpha_2+1)} \Rightarrow$$

$$p_2^* = \left[\frac{(q_{12}[1-q_{22}] + q_{22}) \cdot d_2}{\alpha_2} \right]^{1/-(\alpha_2+1)}$$

dir.

İşlem kolaylığı sağlamak açısından,

$$K_2 = (q_{12}[1 - q_{22}] + q_{22}) \cdot d_2$$

olarak kabul edersek, p_2^* değerini,

$$p_2^* = \left(\frac{\alpha_2}{K_2}\right)^{1/(1+\alpha_2)}$$

olarak elde edebiliriz.

p_1^* ve p_2^* değerlerini amaç fonksiyonunda (4.1) yerine koyduğumuz zaman aşağıdaki ifadeyi elde ederiz.

$$\begin{aligned}
\dot{I}ABK &= \frac{1}{\left[\left(\frac{\alpha_1}{K_1}\right)^{1/(1+\alpha_1)}\right]^{\alpha_1}} + \frac{1}{\left[\left(\frac{\alpha_2}{K_2}\right)^{1/(1+\alpha_2)}\right]^{\alpha_2}} \\
&+ [q_{11}(1 - q_{21} - q_{22}) + q_{21}(1 - q_{11} - q_{12}) + (q_{11} \cdot q_{21})] \cdot \left[\left(\frac{\alpha_1}{K_1}\right)^{1/(1+\alpha_1)}\right] \cdot d_1 \\
&+ [q_{22}(1 - q_{11} - q_{12}) + q_{12}(1 - q_{21} - q_{22}) + (q_{22} + q_{12})] \cdot \left[\left(\frac{\alpha_2}{K_2}\right)^{1/(1+\alpha_2)}\right] \cdot d_2 \\
&+ \left[\begin{aligned} &(q_{11} \cdot q_{22}) \cdot \left[\left(\frac{\alpha_1}{K_1}\right)^{1/(1+\alpha_1)}\right] \cdot d_1 + (q_{11} \cdot q_{22}) \cdot \left[\left(\frac{\alpha_2}{K_2}\right)^{1/(1+\alpha_2)}\right] \cdot d_2 \\ &+ (q_{12} \cdot q_{21}) \cdot \left[\left(\frac{\alpha_1}{K_1}\right)^{1/(1+\alpha_1)}\right] \cdot d_1 \cdot (q_{12} \cdot q_{21}) \cdot \left[\left(\frac{\alpha_2}{K_2}\right)^{1/(1+\alpha_2)}\right] \cdot d_2 \end{aligned} \right]
\end{aligned}$$

4.2. Ek İstihbaratın Mükemmel Olması Durumu

Bu senaryoda alınan istihbarat mükemmeldir. Mükemmel istihbarat alındığı durumda maliyet fonksiyonunu hesaplayabilmek için terör örgütlerinin hedef seçimlerinden doğan dokuz farklı durum için gelebilecek istihbarat ayrı ayrı modellenmiş ve çözülmüştür. Daha sonra her durum gerçekleşme olasılıkları ile çarpılarak mükemmel istihbarat alındığı durumda beklenen kayıp (MİBK) için maliyet fonksiyonu oluşturulmuştur.

Dokuz farklı durumu için amaç fonksiyonlarını temsilen L_m ($m \in \{1, \dots, 9\}$) notasyonu kullanılmıştır. p_j değişkenlerinin her bir durumdaki optimal değerleri p_j^b notasyonu ile tanımlanmıştır. Bu notasyon j . ($i \in \{1, 2\}$) bölgesinde uygulanacak güvenlik seviyesinin b . ($b \in \{1, \dots, 9\}$) durumdaki optimal değerini ifade etmektedir.

4.2.1. Terör örgütlerinin hedef seçimleri ile ilgili mükemmel istihbarat alınması durumu ile ilgili matematiksel modeller.

1. DURUM " A_I " \wedge " B_I ": İstihbaratın, 1. terör örgütü 1. Bölge'ye, 2. terör örgütü 1. Bölge'ye saldırarak şeklinde gelmesi.

Amaç Fonksiyonu,

$$\text{Min}_{p_1, p_2 \in [0,1]} L_1(p_1, p_2) = \frac{1}{p_1^{\alpha_1}} + \frac{1}{p_2^{\alpha_2}} + p_1 \cdot d_1$$

Öyle ki,

$$p_1 \leq \bar{P}_1$$

$$p_2 \leq \bar{P}_2$$

$$0 \leq p_1 \leq 1, 0 \leq p_2 \leq 1$$

2. DURUM " A_I " \wedge " B_{II} ": İstihbaratın, 1. terör örgütü 1. Bölge'ye, 2. terör örgütü 2. Bölge'ye saldırarak, şeklinde gelmesi.

Amaç Fonksiyonu,

$$\text{Min}_{p_1, p_2 \in [0,1]} L_2(p_1, p_2) = \frac{1}{p_1^{\alpha_1}} + \frac{1}{p_2^{\alpha_2}} + p_1 \cdot d_1 + p_2 \cdot d_2$$

Öyle ki,

$$p_1 \leq \bar{P}_1$$

$$p_2 \leq \bar{P}_2$$

$$0 \leq p_1 \leq 1, 0 \leq p_2 \leq 1$$

3. DURUM " A_I " \wedge " B_x ": İstihbaratın, 1. terör örgütü 1. Bölge'ye saldırarak, 2. terör örgütünün saldırı yapmayacak şekilde gelmesi.

Amaç Fonksiyonu,

$$\text{Min}_{p_1, p_2 \in [0,1]} L_3(p_1, p_2) = \frac{1}{p_1^{\alpha_1}} + \frac{1}{p_2^{\alpha_2}} + p_1 \cdot d_1$$

Öyle ki,

$$p_1 \leq \bar{P}_1$$

$$p_2 \leq \bar{P}_2$$

$$0 \leq p_1 \leq 1, 0 \leq p_2 \leq 1$$

4. DURUM " A_{II} " \wedge " B_I ": İstihbaratın, 1. terör örgütü 2. Bölge'ye, 2. terör örgütü 1. Bölge'ye saldıracak şeklinde gelmesi.

Amaç Fonksiyonu,

$$\text{Min}_{p_1, p_2 \in [0,1]} L_4(p_1, p_2) = \frac{1}{p_1^{\alpha_1}} + \frac{1}{p_2^{\alpha_2}} + p_1 \cdot d_1 + p_2 \cdot d_2$$

Öyle ki,

$$p_1 \leq \bar{P}_1$$

$$p_2 \leq \bar{P}_2$$

$$0 \leq p_1 \leq 1, 0 \leq p_2 \leq 1$$

5. DURUM " A_{II} " \wedge " B_{II} ": İstihbaratın, 1. terör örgütü 2. Bölge'ye, 2. terör örgütü 2. Bölge'ye saldıracak şeklinde gelmesi.

Amaç Fonksiyonu,

$$\text{Min}_{p_1, p_2 \in [0,1]} L_5(p_1, p_2) = \frac{1}{p_1^{\alpha_1}} + \frac{1}{p_2^{\alpha_2}} + p_2 \cdot d_2$$

Öyle ki,

$$p_1 \leq \bar{P}_1$$

$$p_2 \leq \bar{P}_2$$

$$0 \leq p_1 \leq 1, 0 \leq p_2 \leq 1$$

6. DURUM " A_{II} " \wedge " B_x ": İstihbaratın, 1. terör örgütü 2. Bölge'ye saldıracak, 2. terör örgütünün saldırı yapmayacak şeklinde gelmesi.

Amaç Fonksiyonu,

$$\text{Min}_{p_1, p_2 \in [0,1]} L_6(p_1, p_2) = \frac{1}{p_1^{\alpha_1}} + \frac{1}{p_2^{\alpha_2}} + p_2 \cdot d_2$$

Öyle ki,

$$p_1 \leq \bar{P}_1$$

$$p_2 \leq \bar{P}_2$$

$$0 \leq p_1 \leq 1, 0 \leq p_2 \leq 1$$

7. DURUM " A_x " \wedge " B_I ": İstihbaratın, 1. terör örgütü saldırmayacak, 2. terör örgütü 1. Bölge'ye saldırarak şeklinde gelmesi.

Amaç Fonksiyonu,

$$\text{Min}_{p_1, p_2 \in [0,1]} L_7(p_1, p_2) = \frac{1}{p_1^{\alpha_1}} + \frac{1}{p_2^{\alpha_2}} + p_1 \cdot d_1$$

Öyle ki,

$$p_1 \leq \bar{P}_1$$

$$p_2 \leq \bar{P}_2$$

$$0 \leq p_1 \leq 1, 0 \leq p_2 \leq 1$$

8. DURUM " A_x " \wedge " B_{II} ": İstihbaratın, 1. terör örgütü saldırmayacak, 2. terör örgütü 2. Bölge'ye saldırarak şeklinde gelmesi.

Amaç Fonksiyonu,

$$\text{Min}_{p_1, p_2 \in [0,1]} L_8(p_1, p_2) = \frac{1}{p_1^{\alpha_1}} + \frac{1}{p_2^{\alpha_2}} + p_2 \cdot d_2$$

Öyle ki,

$$p_1 \leq \bar{P}_1$$

$$p_2 \leq \bar{P}_2$$

$$0 \leq p_1 \leq 1, 0 \leq p_2 \leq 1$$

9. DURUM " A_x " \wedge " B_x ": İstihbaratın, iki örgüt de saldırı yapmayacak şeklinde gelmesi.

Amaç Fonksiyonu,

$$\text{Min}_{p_1, p_2 \in [0,1]} L_9(p_1, p_2) = \frac{1}{p_1^{\alpha_1}} + \frac{1}{p_2^{\alpha_2}}$$

Öyle ki,

$$p_1 \leq \bar{P}_1$$

$$p_2 \leq \bar{P}_2$$

$$0 \leq p_1 \leq 1, 0 \leq p_2 \leq 1$$

Dokuz farklı durum için modeller ayrı ayrı çözüldükten sonra mükemmel istihbarat alma durumunda beklenen kaybı aşağıdaki şekilde hesaplayabiliriz.

$$\begin{aligned}
\text{MİBK} &= [(q_{11} \cdot q_{21}) \cdot L_1(p_1^1, p_2^1)] + [(q_{11} \cdot q_{22}) \cdot L_2(p_1^2, p_2^2)] \\
&+ [q_{11} \cdot (1 - q_{21} - q_{22}) \cdot L_3(p_1^3, p_2^3)] + [(q_{12} \cdot q_{21}) \cdot L_4(p_1^4, p_2^4)] \\
&+ [(q_{12} \cdot q_{22}) \cdot L_5(p_1^5, p_2^5)] + [q_{12} \cdot (1 - q_{21} - q_{22}) \cdot L_6(p_1^6, p_2^6)] \\
&+ [q_{21} \cdot (1 - q_{11} - q_{12}) \cdot L_7(p_1^7, p_2^7)] + [q_{22} \cdot (1 - q_{11} - q_{12}) \cdot L_8(p_1^8, p_2^8)] \\
&+ [(1 - q_{11} - q_{12}) \cdot (1 - q_{21} - q_{22}) \cdot L_9(p_1^9, p_2^9)]
\end{aligned}$$

4.2.2. Mükemmel istihbaratın beklenen değeri

Karar vericinin teröristlerin hedef seçimlerine yönelik ek istihbarat almayı seçtiği ve istihbaratın mükemmel olarak geldiği durumdaki beklenen değeri (MİBD) aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\text{MİBD} = \text{İABK} - \text{MİABK}$$

Karar vericinin ek istihbarat için katlanabileceği en fazla maliyet mükemmel istihbaratın beklenen değeridir (MİBD).

Bu durumda,

$$\begin{aligned}
\text{MİBD} &= \left[\frac{1}{p_1^* \alpha_1} + \frac{1}{p_2^* \alpha_2} \right. \\
&+ [q_{11} (1 - q_{21} - q_{22}) + q_{21} (1 - q_{11} - q_{12}) + (q_{11} \cdot q_{21})] p_1^* \cdot d_1 \\
&+ [q_{22} (1 - q_{11} - q_{12}) + q_{12} (1 - q_{21} - q_{22}) + (q_{22} + q_{12})] p_2^* d_2 \\
&+ [(q_{11} \cdot q_{22}) p_1^* \cdot d_1 + (q_{11} \cdot q_{22}) p_2^* d_2 + (q_{12} \cdot q_{21}) p_1^* d_1 (q_{12} \cdot q_{21}) p_2^* d_2] \\
&- [[(q_{11} \cdot q_{21}) \cdot L_1(p_1^1, p_2^1)] + [(q_{11} \cdot q_{22}) \cdot L_2(p_1^2, p_2^2)] \\
&+ [q_{11} \cdot (1 - q_{21} - q_{22}) \cdot L_3(p_1^3, p_2^3)] + [(q_{12} \cdot q_{21}) \cdot L_4(p_1^4, p_2^4)] \\
&+ [(q_{12} \cdot q_{22}) \cdot L_5(p_1^5, p_2^5)] + [q_{12} \cdot (1 - q_{21} - q_{22}) \cdot L_6(p_1^6, p_2^6)] \\
&+ [q_{21} \cdot (1 - q_{11} - q_{12}) \cdot L_7(p_1^7, p_2^7)] + [q_{22} \cdot (1 - q_{11} - q_{12}) \cdot L_8(p_1^8, p_2^8)] \\
&+ [(1 - q_{11} - q_{12}) \cdot (1 - q_{21} - q_{22}) \cdot L_9(p_1^9, p_2^9)] \\
&\left. \right]
\end{aligned}$$

dur.

4.3. Kısmi İstihbaratın Elde Edilmesi Durumu

Bu senaryoda, toplanan istihbaratın yanlış olması olasıdır; yani karar verici kısmi istihbarat elde etmektedir. Terör örgütlerinin hedef seçimleri sonucu ortaya çıkabilecek dokuz durumla ilgili analizciye istihbarat gelebilir. Analizcinin iki farklı soruya cevap vermesi gerekmektedir. İlk olarak, istihbarat kaynağı hangi olasılıkla hangi durumun gerçekleşeceğini söyleyecektir? İkinci olarak, olaylar gerçekten istihbarat kaynağının belirttiği şekilde gerçekleşecek midir? Birinci sorunun cevabı için analizci daha önceden sübjektif olarak belirlediği durumların gerçekleşme olasılıklarını kullanacaktır. Analizci için olayların gerçekleşme olasılıkları, istihbarat kaynağının o yönde bilgi verme olasılığına eşit olmak zorunda değildir. Çünkü istihbarat kaynağının yanılma payı vardır.

Şimdi ikinci sorunun yani istihbarat kaynağından alınan bilginin doğruluğunu nasıl hesapladığımızı inceleyelim. Kısmi istihbarat durumunda alınan istihbaratın yanlış olma olasılığı olduğu için istihbaratın belirttiği durum gerçekleşmeyebilir. Terörist hedef seçimleri sonucu olası dokuz olası durum olması sebebiyle istihbarat kaynağından gelebilecek her 9 farklı bilgi için 9’ar tane koşullu olasılık hesaplamamız gerekmektedir. Sonuç olarak kısmi istihbarat aldığımız senaryoda, toplamda $9 * 9 = 81$ farklı koşullu olasılık hesaplanacaktır.

Ek istihbaratın kısmi istihbarat şeklinde gelmesi durumu ile ilgili kullanılan notasyon aşağıda tanımlanmıştır.

- 1. terör örgütünün hedef seçimleri: A_I, A_{II}, A_X
- 1. terör örgütünün hedef seçimleri için alınan istihbarat: “ A_I ”, “ A_{II} ”, “ A_X ”
- 2. terör örgütünün hedef seçimleri: B_I, B_{II}, B_X
- 2. terör örgütünün hedef seçimleri için alınan istihbarat: “ B_I ”, “ B_{II} ”, “ B_X ”

S_A , 1. terör örgütü ve S_B ise 2. terör örgütü ile ilgili istihbaratçının doğru istihbarat vermesi olayının koşullu olasılığıdır. Bu olasılık örgütlerin tercilerine bağlı değildir.

$$P (“A_I” | A_I) = P (“A_{II}” | A_{II}) = P (“A_X” | A_X) = S_A$$

$$P (“B_I” | B_I) = P (“B_{II}” | B_{II}) = P (“B_X” | B_X) = S_B$$

Kaynağın yanlış istihbarat vermesi durumu ile olasılıklar işlem kolaylığı sağlamak için eşit kabul edilmiştir. Örneğin,

$$P("B_I" | B_x) = \frac{1-S_B}{2}$$

$$P("B_I" | B_{II}) = \frac{1-S_B}{2}$$

$P("B_I" | B_I) = S_B$ olarak tanımlanmıştır.

Çizelge 4.2. Hedef seçimleri ile ilgili istihbaratın gerçekleşme olasılıkları

	A_I	A_{II}	A_x
" A_I "	S_A	$\frac{1-S_A}{2}$	$\frac{1-S_A}{2}$
" A_{II} "	$\frac{1-S_A}{2}$	S_A	$\frac{1-S_A}{2}$
" A_x "	$\frac{1-S_A}{2}$	$\frac{1-S_A}{2}$	S_A

	B_I	B_{II}	B_x
" B_I "	S_B	$\frac{1-S_B}{2}$	$\frac{1-S_B}{2}$
" B_{II} "	$\frac{1-S_B}{2}$	S_B	$\frac{1-S_B}{2}$
" B_x "	$\frac{1-S_B}{2}$	$\frac{1-S_B}{2}$	S_B

Çizelge 4.2. Koşullu olasılıklar

1-	$P(A_I, B_I "A_I", "B_I")$	28-	$P(A_I, B_I "A_I", "B_{II}")$	55-	$P(A_I, B_I "A_I", "B_x")$
2-	$P(A_{II}, B_I "A_I", "B_I")$	29-	$P(A_{II}, B_I "A_I", "B_{II}")$	56-	$P(A_{II}, B_I "A_I", "B_x")$
3-	$P(A_x, B_I "A_I", "B_I")$	30-	$P(A_x, B_I "A_I", "B_{II}")$	57-	$P(A_x, B_I "A_I", "B_x")$
4-	$P(A_I, B_I "A_{II}", "B_I")$	31-	$P(A_I, B_I "A_{II}", "B_{II}")$	58-	$P(A_I, B_I "A_{II}", "B_x")$
5-	$P(A_{II}, B_I "A_{II}", "B_I")$	32-	$P(A_{II}, B_I "A_{II}", "B_{II}")$	59-	$P(A_{II}, B_I "A_{II}", "B_x")$
6-	$P(A_x, B_I "A_{II}", "B_I")$	33-	$P(A_x, B_I "A_{II}", "B_{II}")$	60-	$P(A_x, B_I "A_{II}", "B_x")$
7-	$P(A_I, B_I "A_x", "B_I")$	34-	$P(A_I, B_I "A_x", "B_{II}")$	61-	$P(A_I, B_I "A_x", "B_x")$
8-	$P(A_{II}, B_I "A_x", "B_I")$	35-	$P(A_{II}, B_I "A_x", "B_{II}")$	62-	$P(A_{II}, B_I "A_x", "B_x")$
9-	$P(A_x, B_I "A_x", "B_I")$	36-	$P(A_x, B_I "A_x", "B_{II}")$	63-	$P(A_x, B_I "A_x", "B_x")$
10-	$P(A_I, B_{II} "A_I", "B_I")$	37-	$P(A_I, B_{II} "A_I", "B_{II}")$	64-	$P(A_I, B_{II} "A_I", "B_x")$
11-	$P(A_{II}, B_{II} "A_I", "B_I")$	38-	$P(A_{II}, B_{II} "A_I", "B_{II}")$	65-	$P(A_{II}, B_{II} "A_I", "B_x")$
12-	$P(A_x, B_{II} "A_I", "B_I")$	39-	$P(A_x, B_{II} "A_I", "B_{II}")$	66-	$P(A_x, B_{II} "A_I", "B_x")$
13-	$P(A_I, B_{II} "A_{II}", "B_I")$	40-	$P(A_I, B_{II} "A_{II}", "B_{II}")$	67-	$P(A_I, B_{II} "A_{II}", "B_x")$
14-	$P(A_{II}, B_{II} "A_{II}", "B_I")$	41-	$P(A_{II}, B_{II} "A_{II}", "B_{II}")$	68-	$P(A_{II}, B_{II} "A_{II}", "B_x")$
15-	$P(A_x, B_{II} "A_{II}", "B_I")$	42-	$P(A_x, B_{II} "A_{II}", "B_{II}")$	69-	$P(A_x, B_{II} "A_{II}", "B_x")$
16-	$P(A_I, B_{II} "A_x", "B_I")$	43-	$P(A_I, B_{II} "A_x", "B_{II}")$	70-	$P(A_I, B_{II} "A_x", "B_x")$
17-	$P(A_{II}, B_{II} "A_x", "B_I")$	44-	$P(A_{II}, B_{II} "A_x", "B_{II}")$	71-	$P(A_{II}, B_{II} "A_x", "B_x")$
18-	$P(A_x, B_{II} "A_x", "B_I")$	45-	$P(A_x, B_{II} "A_x", "B_{II}")$	72-	$P(A_x, B_{II} "A_x", "B_x")$
19-	$P(A_I, B_x "A_I", "B_I")$	46-	$P(A_I, B_x "A_I", "B_{II}")$	73-	$P(A_I, B_x "A_I", "B_x")$
20-	$P(A_I, B_x "A_I", "B_{II}")$	47-	$P(A_I, B_x "A_I", "B_{II}")$	74-	$P(A_I, B_x "A_I", "B_x")$
21-	$P(A_x, B_x "A_{II}", "B_I")$	48-	$P(A_x, B_x "A_{II}", "B_{II}")$	75-	$P(A_x, B_x "A_{II}", "B_x")$
22-	$P(A_I, B_x "A_{II}", "B_I")$	49-	$P(A_I, B_x "A_{II}", "B_{II}")$	76-	$P(A_I, B_x "A_{II}", "B_x")$

23-	$P(A_{II}, B_x "A_{II}", "B_I")$	50-	$P(A_{II}, B_x "A_{II}", "B_{II}")$	77-	$P(A_{II}, B_x "A_{II}", "B_x")$
24-	$P(A_x, B_x "A_{II}", "B_I")$	51-	$P(A_x, B_x "A_{II}", "B_{II}")$	78-	$P(A_x, B_x "A_{II}", "B_x")$
25-	$P(A_I, B_x "A_x", "B_I")$	52-	$P(A_I, B_x "A_x", "B_{II}")$	79-	$P(A_I, B_x "A_x", "B_x")$
26-	$P(A_{II}, B_x "A_x", "B_I")$	53-	$P(A_{II}, B_x "A_x", "B_{II}")$	80-	$P(A_{II}, B_x "A_x", "B_x")$
27-	$P(A_x, B_x "A_x", "B_I")$	54-	$P(A_x, B_x "A_x", "B_{II}")$	81-	$P(A_x, B_x "A_x", "B_x")$

4.4. Koşullu Olasılıkların Hesaplanması

4.4.1. İstihbaratın, her iki terör örgütü de 1. Bölge'ye saldırarak şeklinde gelmesi (" A_I " \wedge " B_I ")

Kİ1 (Kısmi istihbarat 1. Durum) - 1. Durum:

$$p(A_I, B_I | "A_I", "B_I") = p(A_I | "A_I", "B_I") \cdot p(B_I | "A_I", "B_I") = \tau_1 ("I", "I")$$

$$= p(A_I | "A_I") \cdot p(B_I | "B_I")$$

$$p("A_I" | A_I) = S_A \text{ ise,}$$

$$p(A_I | "A_I") = \frac{p(A_I \cap "A_I")}{p("A_I")} = \frac{p("A_I" | A_I) \cdot p(A_I)}{p("A_I")}$$

$$p("A_I") = p("A_I" \cap A_I) + p("A_I" \cap A_{II}) + p("A_I" \cap A_x)$$

$$F_1 = p("A_I") = p("A_I" | A_I) \cdot p(A_I) + p("A_I" | A_{II}) \cdot p(A_{II}) + p("A_I" | A_x) \cdot p(A_x)$$

$$F_2 = p(A_I | "A_I") = \frac{S_A q_{11}}{S_A q_{11} + \left(\frac{1-S_A}{2}\right) \cdot q_{12} + \left(\frac{1-S_A}{2}\right) \cdot (1-q_{11}-q_{12})}$$

$$p("B_I" | B_I) = S_B \text{ ise,}$$

$$p("B_I" | "B_I") = \frac{p("B_I" \cap B_I)}{p("B_I")} = \frac{p("B_I" | B_I) \cdot p(B_I)}{p("B_I")}$$

$$F_3 = p("B_I") = p("B_I" | B_I) \cdot p(B_I) + p("B_I" | B_{II}) \cdot p(B_{II}) + p("B_I" | B_x) \cdot p(B_x)$$

$$F_4 = p(B_I | "B_I") = \frac{S_B q_{21}}{S_B q_{21} + \left(\frac{1-S_B}{2}\right) \cdot q_{22} + \left(\frac{1-S_B}{2}\right) \cdot (1-q_{21}-q_{22})}$$

$$\tau_1 ("I", "I") = \frac{S_A q_{11}}{S_A q_{11} + \left(\frac{1-S_A}{2}\right) \cdot q_{12} + \left(\frac{1-S_A}{2}\right) \cdot (1-q_{11}-q_{12})} \cdot \frac{S_B q_{21}}{S_B q_{21} + \left(\frac{1-S_B}{2}\right) \cdot q_{22} + \left(\frac{1-S_B}{2}\right) \cdot (1-q_{21}-q_{22})}$$

$$\tau_1 ("I", "I") = F_2 \cdot F_4$$

Kİ1 - 2. Durum:

$$p(A_{II}, B_I | "A_I", "B_I") = p(A_{II} | "A_I") \cdot p(B_I | "B_I") = \tau_4 ("I", "I")$$

$$p(A_{II} | "A_I") = \frac{p("B_I" \cap B_I)}{p("B_I")} = \frac{p("B_I" | B_I) \cdot p(B_I)}{F_1}$$

$$F_5 = p(A_{II} | "A_I") = \frac{\left(\frac{1-S_A}{2}\right) \cdot q_{12}}{F_1}$$

$$p(B_I | "B_I") = F_4$$

$$\tau_4("I", "I") = \frac{\left(\frac{1-S_A}{2}\right) \cdot q_{12}}{F_1} \cdot F_4 = F_5 \cdot F_4$$

Kİ1 - 3. Durum:

$$p(A_x, B_I | "A_I", "B_I") = p(A_x | "A_I") \cdot p(B_I | "B_I") = \tau_7("I", "I")$$

$$F_6 = p(A_x | "A_I") = \frac{p(A_x \cap "A_I")}{p("A_I")} = \frac{p("A_I" | A_x) \cdot p(A_x)}{p("A_I")} = \frac{\left(\frac{1-S_A}{2}\right) \cdot (1 - q_{11} - q_{12})}{F_1}$$

$$p(B_I | "B_I") = F_4$$

$$\tau_7("I", "I") = \frac{\left(\frac{1-S_A}{2}\right) \cdot (1 - q_{11} - q_{12})}{F_1} \cdot F_4 = F_6 \cdot F_4$$

Kİ1 - 10. Durum:

$$p(A_I, B_{II} | "A_I", "B_I") = p(A_I | "A_I") \cdot p(B_{II} | "B_I") = \tau_2("I", "I")$$

$$F_7 = p(B_{II} | "B_I") = \frac{p(B_{II} \cap "B_I")}{p("B_I")} = \frac{p("B_I" | B_{II}) \cdot p(B_{II})}{p("B_I")} = \frac{p("B_I" | B_{II}) \cdot p(B_{II})}{F_3}$$

$$p(B_I | "B_I") = F_4$$

$$\tau_2("I", "I") = F_2 \cdot \frac{\left(\frac{1-S_B}{2}\right) \cdot q_{22}}{F_3} = F_7 \cdot F_2$$

Kİ1 - 11. Durum:

$$p(A_{II}, B_{II} | "A_I", "B_I") = p(A_{II} | "A_I") \cdot p(B_{II} | "B_I") = \tau_5("I", "I")$$

$$F_7 = p(B_{II} | "B_I") = \frac{p(B_{II} \cap "B_I")}{p("B_I")} = \frac{p("B_I" | B_{II}) \cdot p(B_{II})}{p("B_I")}$$

$$\tau_5("I", "I") = F_5 \cdot F_7$$

Kİ1 - 12. Durum:

$$p(A_x, B_{II} | "A_I", "B_I") = p(A_x | "A_I") \cdot p(B_{II} | "B_I") = \tau_8("I", "I")$$

$$\tau_8("I", "I") = F_6 \cdot F_7$$

Kİ1 - 19. Durum:

$$p(A_I, B_x | "A_I", "B_I") = p(A_I | "A_I") \cdot p(B_x | "B_I") = \tau_3("I", "I")$$

$$F_8 = p(B_x | "B_I") = \frac{p(B_x \cap "B_I")}{p("B_I")} = \frac{p("B_I" | B_x) \cdot p(B_x)}{p("B_I")}$$

$$\tau_3 = F_2 \cdot \frac{\left(\frac{1-S_B}{2}\right) \cdot (1 - q_{21} - q_{22})}{F_3} = F_8 \cdot F_2$$

Kİ1 - 20. Durum:

$$p(A_{II}, B_x | "A_I", "B_I") = p(A_{II} | "A_I") \cdot p(B_x | "B_I") = \tau_6("I", "I")$$

$$\tau_6("I", "I") = F_6 \cdot F_7$$

Kİ1 - 21. Durum:

$$p(A_x, B_x | "A_I", "B_I") = p(A_x | "A_I") \cdot p(B_x | "B_I") = \tau_9("I", "I")$$

$$\tau_9("I", "I") = F_6 \cdot F_8$$

1. Durum "A_I" ∧ "B_I" istihbaratı altında τ ("I", "I") değerleri:

$$\tau_{1|1} = \tau_1("I", "I") = F_2 \cdot F_4$$

$$\tau_{2|1} = \tau_2("I", "I") = F_7 \cdot F_2$$

$$\tau_{3|1} = \tau_3("I", "I") = F_8 \cdot F_2$$

$$\tau_{4|1} = \tau_4("I", "I") = F_5 \cdot F_4$$

$$\tau_{5|1} = \tau_5("I", "I") = F_5 \cdot F_7$$

$$\tau_{6|1} = \tau_6("I", "I") = F_5 \cdot F_8$$

$$\tau_{7|1} = \tau_7("I", "I") = F_6 \cdot F_4$$

$$\tau_{8|1} = \tau_8("I", "I") = F_6 \cdot F_7$$

$$\tau_{9|1} = \tau_9("I", "I") = F_6 \cdot F_8$$

4.4.2. İstihbaratın, 1. terör örgütü 2. Bölge'ye, 2. terör örgütü 1. Bölge'ye saldırarak şeklinde gelmesi ("A_{II}" ∧ "B_I")

Kİ4 - 4. Durum:

$$p(A_I, B_I | "A_{II}", "B_I") = p(A_I | "A_{II}") \cdot p(B_I | "B_I") = \tau_1("II", "I")$$

$$p("A_{II}", "A_I") = \frac{1-S_A}{2}$$

$$p(A_I | "A_{II}") = \frac{p(A_{II} \cap "A_I")}{p("A_{II}")} = \frac{p("A_{II}" | A_I) \cdot p(A_I)}{p("A_{II}")}$$

$$p("A_{II}") = p(A_{II} \cap "A_I") + p(A_{II} \cap "A_{II}") + p(A_{II} \cap "A_x")$$

$$p("A_{II}") = p("A_{II}"|"A_I") \cdot p(A_I) + p("A_{II}"|"A_{II}") \cdot p(A_{II}) + p("A_{II}"|"A_x") \cdot p(A_x)$$

$$F_9 = p("A_{II}") = \frac{1-S_A}{2} \cdot q_{11} \rightarrow S_A \cdot q_{12} + \frac{1-S_A}{2} \cdot q_{13}$$

$$F_{10} = p(A_I | "A_{II}") = \frac{\frac{1-S_A}{2} \cdot q_{11}}{F_9}$$

$$\tau_1 ("II", "I") = \frac{1-S_A}{2} \cdot \frac{q_{11}}{F_9} \cdot F_4 = F_{10} \cdot F_4$$

Kİ4 - 5. Durum:

$$p(A_{II}, B_I | "A_{II}", "B_I") = p(A_{II} | "A_{II}") \cdot p(B_I | "B_I") = \tau_4 ("II", "I")$$

$$p(A_{II} | "A_{II}") = \frac{p(A_{II} \cap "A_I")}{p("A_{II}")} = \frac{p("A_{II}" | A_{II}) \cdot p(A_{II})}{p("A_{II}")}$$

$$F_{11} = p(A_{II} | "A_{II}") = \frac{S_A \cdot q_{12}}{F_9}$$

$$\tau_4 ("II", "I") = \frac{S_A \cdot q_{12}}{F_9} \cdot F_4 = F_{11} \cdot F_4$$

Kİ4 - 6. Durum:

$$p(A_x, B_I | "A_{II}", "B_I") = p(A_x | "A_{II}") \cdot p(B_I | "B_I") = \tau_7 ("II", "I")$$

$$p(A_x | "A_{II}") = \frac{p(A_x \cap "A_{II}")}{p("A_{II}")} = \frac{p("A_{II}" | A_x) \cdot p(A_x)}{p("A_{II}")}$$

$$F_{12} = p(A_x | "A_{II}") = \frac{(\frac{1-S_A}{2}) \cdot (1 - q_{11} - q_{12})}{F_9}$$

$$\tau_7 ("II", "I") = \frac{(\frac{1-S_A}{2}) \cdot (1 - q_{11} - q_{12})}{F_9} \cdot F_4 = F_{12} \cdot F_4$$

Kİ4 - 13. Durum:

$$p(A_I, B_{II} | "A_{II}", "B_I") = p(A_I | "A_{II}") \cdot p(B_{II} | "B_I") = \tau_2 ("II", "I")$$

$$p(B_{II} | "B_I") = \frac{p(B_{II} \cap "B_I")}{p("B_I")} = \frac{p("B_I" | B_{II}) \cdot p(B_{II})}{p("B_I")}$$

$$\tau_2 ("II", "I") = F_{10} \cdot F_7$$

Kİ4 - 14. Durum:

$$p(A_{II}, B_{II} | "A_{II}", "B_I") = \tau_5 ("II", "I")$$

$$\tau_5("II", "I") = p(A_{II}|"A_{II}") \cdot p(B_{II}|"B_I")$$

$$\tau_5("II", "I") = F_{11} \cdot F_7$$

Kİ4 - 15. Durum:

$$p(A_x, B_{II}|"A_{II}", "B_I") = p(A_x|"A_{II}") \cdot p(B_{II}|"B_I") = \tau_8("II", "I")$$

$$\tau_8("II", "I") = F_{12} \cdot F_7$$

Kİ4 - 22. Durum:

$$p(A_I, B_x|"A_{II}", "B_I") = p(A_I|"A_{II}") \cdot p(B_x|"B_I") = \tau_3("II", "I")$$

$$\tau_3("II", "I") = F_{10} \cdot F_8$$

Kİ4 - 23. Durum:

$$p(A_{II}, B_x|"A_{II}", "B_I") = p(A_{II}|"A_{II}") \cdot p(B_x|"B_I") = \tau_6("II", "I")$$

$$\tau_6("II", "I") = F_{11} \cdot F_8$$

Kİ4 - 24. Durum:

$$p(A_x, B_x|"A_{II}", "B_I") = p(A_x|"A_{II}") \cdot p(B_x|"B_I") = \tau_9("II", "I")$$

$$\tau_9("II", "I") = F_{12} \cdot F_8$$

4. Durum " $A_{II} \wedge B_I$ " istihbaratı altında $\tau("II", "I")$ değerleri:

$$\tau_{1|4} = \tau_1("II", "I") = F_{10} \cdot F_4$$

$$\tau_{2|4} = \tau_2("II", "I") = F_{10} \cdot F_7$$

$$\tau_{3|4} = \tau_3("II", "I") = F_{10} \cdot F_8$$

$$\tau_{4|4} = \tau_4("II", "I") = F_{11} \cdot F_4$$

$$\tau_{5|4} = \tau_1("II", "I") = F_{11} \cdot F_7$$

$$\tau_{6|4} = \tau_1("II", "I") = F_{11} \cdot F_8$$

$$\tau_{7|4} = \tau_1("II", "I") = F_{12} \cdot F_4$$

$$\tau_{8|4} = \tau_1("II", "I") = F_{12} \cdot F_7$$

$$\tau_{9|4} = \tau_1("II", "I") = F_{12} \cdot F_8$$

4.4.3. İstihbaratın, 1. terör örgütü saldırmayacak, 2. terör örgütü 1. Bölge'ye saldıracak şeklinde gelmesi ("A_x" ∧ "B_I)

Kİ7 - 7. Durum:

$$p(A_I, B_I | "A_x", "B_I") = p(A_I | "A_x") \cdot p(B_I | "B_I") = \tau_1("X", "I")$$

$$\tau_1("X", "I") = p(A_I | "A_x") \cdot p(B_I | "B_I")$$

$$p(A_I | "A_x") = \frac{p(A_I \cap "A_x")}{p("A_x")} = \frac{p("A_x" | A_I) \cdot p(A_I)}{p("A_x")}$$

$$p("A_x") = p("A_x" | A_I) \cdot p(A_I) + p("A_x" | A_{II}) \cdot p(A_{II}) + p("A_x" | A_x) \cdot p(A_x)$$

$$F_{I3} = p("A_x") = \left(\frac{1-S_A}{2}\right) \cdot q_{11} + \left(\frac{1-S_A}{2}\right) \cdot q_{12} + S_A \cdot q_{13}$$

$$F_{I4} = p("A_I" | "A_x") = \frac{\frac{1-S_A}{2} \cdot q_{11}}{F_{I3}}$$

$$\tau_1("X", "I") = \frac{\left(\frac{1-S_A}{2}\right) \cdot q_{11}}{F_{I3}} \cdot F_4 = F_{I4} \cdot F_4$$

Kİ7 - 8. Durum:

$$p(A_{II}, B_I | "A_x", "B_I") = \tau_4("X", "I")$$

$$\tau_4("X", "I") = p(A_{II} | "A_x") \cdot p(B_I | "B_I")$$

$$F_{I5} = p(A_{II} | "A_x") = \frac{p(A_{II} \cap "A_x")}{p("A_x")} = \frac{p("A_x" | A_{II}) \cdot p(A_{II})}{p("A_x")} = \frac{\left(\frac{1-S_A}{2}\right) \cdot q_{12}}{F_{I3}}$$

$$\tau_4("X", "I") = F_{I5} \cdot F_4$$

Kİ7 - 9. Durum:

$$p(A_x, B_I | "A_x", "B_I") = \tau_7("X", "I")$$

$$\tau_7("X", "I") = p(A_x | "A_x") \cdot p(B_I | "B_I")$$

$$F_{I6} = p(A_x | "A_x") = \frac{p(A_x \cap "A_x")}{p("A_x")} = \frac{p("A_x" | A_x) \cdot p(A_x)}{p("A_x")} = \frac{S_A \cdot (1 - q_{11} - q_{12})}{F_{I3}}$$

$$\tau_7("X", "I") = F_{I6} \cdot F_4$$

Kİ7 - 16. Durum:

$$p(A_I, B_{II} | "A_x", "B_I") = p(A_I | "A_x") \cdot p(B_{II} | "B_I") = \tau_2("X", "I")$$

$$\tau_2("X", "I") = F_{I4} \cdot F_7$$

Kİ7 - 17. Durum:

$$p(A_{II}, B_{II} | "A_x", "B_I") = p(A_{II} | "A_x") \cdot p(B_{II} | "B_I") = \tau_5("X", "I")$$

$$\tau_5("X", "I") = F_{15} \cdot F_7$$

Kİ7 - 18. Durum:

$$p(A_x, B_{II} | "A_x", "B_I") = p(A_x | "A_x") \cdot p(B_{II} | "B_I") = \tau_8("X", "I")$$

$$\tau_8("X", "I") = F_{16} \cdot F_7$$

Kİ7 - 25. Durum:

$$p(A_I, B_x | "A_x", "B_I") = p(A_I | "A_x") \cdot p(B_x | "B_I") = \tau_3("X", "I")$$

$$\tau_3("X", "I") = F_{14} \cdot F_8$$

Kİ7 - 26. Durum:

$$p(A_{II}, B_x | "A_x", "B_I") = \tau_6("X", "I")$$

$$\tau_6("X", "I") = p(A_{II} | "A_x") \cdot p(B_x | "B_I")$$

$$\tau_6("X", "I") = F_{15} \cdot F_8$$

Kİ7 - 27. Durum:

$$p(A_x, B_x | "A_x", "B_I") = p(A_x | "A_x") \cdot p(B_x | "B_I") = \tau_9("X", "I")$$

$$\tau_9("X", "I") = F_{16} \cdot F_8$$

7. Durum " $A_x \wedge B_I$ " istihbaratı altında $\tau("X", "I")$ değerleri:

$$\tau_{1|7} = \tau_1("X", "I") = F_{14} \cdot F_4$$

$$\tau_{2|7} = \tau_2("X", "I") = F_{14} \cdot F_7$$

$$\tau_{3|7} = \tau_2("X", "I") = F_{14} \cdot F_8$$

$$\tau_{4|7} = \tau_4("X", "I") = F_{15} \cdot F_4$$

$$\tau_{5|7} = \tau_5("X", "I") = F_{15} \cdot F_7$$

$$\tau_{6|7} = \tau_6("X", "I") = F_{15} \cdot F_8$$

$$\tau_{7|7} = \tau_7("X", "I") = F_{16} \cdot F_4$$

$$\tau_{8|7} = \tau_8("X", "I") = F_{16} \cdot F_7$$

$$\tau_{9|7} = \tau_9("X", "I") = F_{16} \cdot F_8$$

4.4.4. İstihbaratın, 1. terör örgütü 1. Bölge'ye, 2. terör örgütü 2. Bölge'ye saldıracak, şeklinde gelmesi ("A_I" ∧ "B_{II}")

Kİ2 - 28. Durum:

$$p(A_I, B_I | "A_I", "B_{II}") = p(A_I | "A_I") \cdot p(B_I | "B_{II}") = \tau_1("I", "II")$$

$$p(B_I | "B_{II}") = \frac{p(B_I \cap "B_{II}")}{p("B_{II}")} = \frac{p("B_{II"} | B_I) \cdot p(B_I)}{p("B_{II}")}$$

$$p("B_{II}") = p(B_I \cap "B_{II}") + p(B_{II} \cap "B_{II}") + p(B_X \cap "B_{II}")$$

$$p("B_{II}") = p(B_{II} | "B_I") \cdot p(B_I) + p(B_{II} | "B_{II}") \cdot p(B_{II}) + p(B_{II} | "B_X") \cdot p(B_X)$$

$$F_{17} = p("B_{II}") = \left(\frac{1-S_B}{2}\right) \cdot q_{21} + S_B \cdot q_{22} + \left(\frac{1-S_B}{2}\right) \cdot q_{23}$$

$$F_{18} = p(B_I | "B_{II}") = \frac{\left(\frac{1-S_B}{2}\right) \cdot q_{21}}{F_{17}}$$

$$\tau_1("I", "II") = F_2 \cdot F_{18}$$

Kİ2 - 29. Durum:

$$p(A_{II}, B_I | "A_I", "B_{II}") = p(A_{II} | "A_I") \cdot p(B_I | "B_{II}") = \tau_4("I", "II")$$

$$p(B_I | "B_{II}") = \frac{p(B_I \cap "B_{II}")}{p("B_{II}")}$$

$$\tau_4("I", "II") = F_5 \cdot F_{18}$$

Kİ2 - 30. Durum:

$$p(A_X, B_I | "A_I", "B_{II}") = \tau_7("I", "II")$$

$$\tau_7("I", "II") = p(A_X | "A_I") \cdot p(B_I | "B_{II}")$$

$$\tau_7("I", "II") = F_6 \cdot F_{18}$$

Kİ2 - 37. Durum:

$$p(A_I, B_{II} | "A_I", "B_{II}") = \tau_2("I", "II")$$

$$\tau_2("I", "II") = p(A_I | "A_I") \cdot p(B_{II} | "B_{II}")$$

$$F_{19} = p(B_{II} | "B_{II}") = \frac{p(B_{II} \cap "B_{II}")}{p("B_{II}")} = \frac{p("B_{II"} | B_{II}) \cdot p(B_{II})}{p("B_{II}")} = \frac{S_B \cdot q_{22}}{F_{17}}$$

$$\tau_2("I", "II") = F_2 \cdot F_{19}$$

Kİ2 - 38. Durum:

$$p(A_{II}, B_{II} | "A_I", "B_{II}") = \tau_5("I", "II")$$

$$\tau_5("I", "II") = p(A_{II} | "A_I") \cdot p(B_{II} | "B_{II}")$$

$$\tau_5("I", "II") = F_5 \cdot F_{19}$$

Kİ2 - 39. Durum:

$$p(A_x, B_{II} | "A_I", "B_{II}") = p(A_x | "A_I") \cdot p(B_{II} | "B_{II}") = \tau_8("I", "II")$$

$$\tau_8("I", "II") = F_6 \cdot F_{19}$$

Kİ2 - 46. Durum:

$$p(A_I, B_x | "A_I", "B_{II}") = p(A_I | "A_I") \cdot p(B_x | "B_{II}") = \tau_3("I", "II")$$

$$F_{20} = p(B_x | "B_{II}") = \frac{p(B_x \cap "B_{II}")}{p("B_{II}")} = \frac{p("B_{II}" | B_x) \cdot p(B_x)}{p("B_{II}")} = \frac{\left(\frac{1-S_B}{2}\right) \cdot (1-q_{21}-q_{22})}{F_{17}}$$

$$\tau_3("I", "II") = F_2 \cdot F_{20}$$

Kİ2 - 47. Durum:

$$p(A_{II}, B_x | "A_I", "B_{II}") = p(A_{II} | "A_I") \cdot p(B_x | "B_{II}") = \tau_6("I", "II")$$

$$\tau_6("I", "II") = F_5 \cdot F_{20}$$

Kİ2 - 48. Durum:

$$p(A_x, B_x | "A_I", "B_{II}") = p(A_x | "A_I") \cdot p(B_x | "B_{II}") = \tau_9("I", "II")$$

$$\tau_9("I", "II") = F_6 \cdot F_{20}$$

2. Durum "A_I", "B_{II}" istihbaratı altında τ ("I", "II") değerleri:

$$\tau_{1|2} = \tau_1("I", "II") = F_2 \cdot F_{18}$$

$$\tau_{2|2} = \tau_2("I", "II") = F_2 \cdot F_{19}$$

$$\tau_{3|2} = \tau_3("I", "II") = F_2 \cdot F_{20}$$

$$\tau_{4|2} = \tau_4("I", "II") = F_5 \cdot F_{18}$$

$$\tau_{5|2} = \tau_5("I", "II") = F_5 \cdot F_{19}$$

$$\tau_{6|2} = \tau_6("I", "II") = F_5 \cdot F_{20}$$

$$\tau_{7|2} = \tau_7("I", "II") = F_6 \cdot F_{18}$$

$$\tau_{8|2} = \tau_8(\text{"I"}, \text{"II"}) = F_6. F_{19}$$

$$\tau_{9|2} = \tau_9(\text{"I"}, \text{"II"}) = F_6. F_{20}$$

4.4.5. İstihbaratın, her iki örgüt de 2. Bölge'ye saldırarak şeklinde gelmesi (**"A_{II}"** \wedge **"B_{II}"**)

Kİ5 - 31. Durum:

$$p(A_I, B_I | "A_{II}", "B_{II}") = p(A_I | "A_{II}") \cdot p(B_I | "B_{II}") = \tau_1(\text{"II"}, \text{"II"})$$

$$\tau_1(\text{"II"}, \text{"II"}) = F_{10}. F_{18}$$

Kİ5 - 32. Durum:

$$p(A_{II}, B_I | "A_{II}", "B_{II}") = p(A_{II} | "A_{II}") \cdot p(B_I | "B_{II}") = \tau_4(\text{"II"}, \text{"II"})$$

$$\tau_4(\text{"II"}, \text{"II"}) = F_{11}. F_{18}$$

Kİ5 - 33. Durum:

$$p(A_x, B_I | "A_{II}", "B_{II}") = p(A_x | "A_{II}") \cdot p(B_I | "B_{II}") = \tau_7(\text{"II"}, \text{"II"})$$

$$\tau_7(\text{"II"}, \text{"II"}) = F_{12}. F_{18}$$

Kİ5 - 40. Durum:

$$p(A_I, B_{II} | "A_{II}", "B_{II}") = p(A_I | "A_{II}") \cdot p(B_{II} | "B_{II}") = \tau_2(\text{"II"}, \text{"II"})$$

$$\tau_2(\text{"II"}, \text{"II"}) = F_{10}. F_{19}$$

Kİ5 - 41. Durum:

$$p(A_{II}, B_{II} | "A_{II}", "B_{II}") = p(A_{II} | "A_{II}") \cdot p(B_{II} | "B_{II}") = \tau_5(\text{"II"}, \text{"II"})$$

$$\tau_5(\text{"II"}, \text{"II"}) = F_{11}. F_{19}$$

Kİ5 - 42. Durum:

$$p(A_x, B_{II} | "A_{II}", "B_{II}") = p(A_x | "A_{II}") \cdot p(B_{II} | "B_{II}") = \tau_8(\text{"II"}, \text{"II"})$$

$$\tau_8(\text{"II"}, \text{"II"}) = F_{12}. F_{19}$$

Kİ5 - 49. Durum:

$$p(A_I, B_x | "A_{II}", "B_{II}") = p(A_I | "A_{II}") \cdot p(B_x | "B_{II}") = \tau_3(\text{"II"}, \text{"II"})$$

$$\tau_3(\text{"II"}, \text{"II"}) = F_{10}. F_{20}$$

Kİ5 - 50. Durum:

$$p(A_{II}, B_x | "A_{II}", "B_{II}") = p(A_{II} | "A_{II}") \cdot p(B_x | "B_{II}") = \tau_6("II", "II")$$

$$\tau_6("II", "II") = F_{11} \cdot F_{20}$$

Kİ5 - 51. Durum:

$$p(A_x, B_x | "A_{II}", "B_{II}") = p(A_x | "A_{II}") \cdot p(B_x | "B_{II}") = \tau_9("II", "II")$$

$$\tau_9("II", "II") = F_{12} \cdot F_{20}$$

5. Durum " $A_{II} \wedge B_{II}$ " istihbaratı altında $\tau("II", "II")$ değerleri:

$$\tau_{1|5} = \tau_1("II", "II") = F_{10} \cdot F_{18}$$

$$\tau_{2|5} = \tau_2("II", "II") = F_{10} \cdot F_{19}$$

$$\tau_{3|5} = \tau_3("II", "II") = F_{10} \cdot F_{20}$$

$$\tau_{4|5} = \tau_4("II", "II") = F_{11} \cdot F_{18}$$

$$\tau_{5|5} = \tau_5("II", "II") = F_{11} \cdot F_{19}$$

$$\tau_{6|5} = \tau_6("II", "II") = F_{11} \cdot F_{20}$$

$$\tau_{7|5} = \tau_7("II", "II") = F_{12} \cdot F_{18}$$

$$\tau_{8|5} = \tau_8("II", "II") = F_{12} \cdot F_{19}$$

$$\tau_{9|5} = \tau_9("II", "II") = F_{12} \cdot F_{20}$$

4.4.6. İstihbaratın, 1. terör örgütü saldırmayacak, 2. terör örgütü 2. Bölge'ye saldıracak şeklinde gelmesi (" $A_x \wedge B_{II}$ ")

Kİ8 - 34. Durum:

$$p(A_I, B_I | "A_x", "B_{II}") = p(A_I | "A_x") \cdot p(B_I | "B_{II}") = \tau_1("X", "II")$$

$$\tau_1("X", "II") = F_{14} \cdot F_{18}$$

Kİ8 - 35. Durum:

$$p(A_{II}, B_I | "A_x", "B_{II}") = p(A_{II} | "A_x") \cdot p(B_I | "B_{II}") = \tau_4("X", "II")$$

$$\tau_4("X", "II") = F_{15} \cdot F_{18}$$

Kİ8 - 36. Durum:

$$p(A_x, B_I | "A_x", "B_{II}") = p(A_x | "A_x") \cdot p(B_I | "B_{II}") = \tau_7("X", "II")$$

$$\tau_7("X", "II") = F_{16}. F_{18}$$

Kİ8 - 43. Durum:

$$p(A_I, B_{II} | "A_x", "B_{II}") = \tau_2$$

$$\tau_2 ("X", "II") = p(A_I | "A_x") \cdot p(B_{II} | "B_{II}")$$

$$\tau_2 ("X", "II") = F_{14}. F_{19}$$

Kİ8 - 44. Durum:

$$p(A_{II}, B_{II} | "A_x", "B_{II}") = p(A_{II} | "A_x") \cdot p(B_{II} | "B_{II}") = \tau_5("X", "II")$$

$$\tau_5 ("X", "II") = F_{15}. F_{19}$$

Kİ8 - 45. Durum:

$$p(A_x, B_I | "A_x", "B_{II}") = p(A_x | "A_x") \cdot p(B_I | "B_{II}") = \tau_8("X", "II")$$

$$\tau_8 ("X", "II") = F_{16}. F_{19}$$

Kİ8 - 52. Durum:

$$p(A_I, B_x | "A_x", "B_{II}") = p(A_I | "A_x") \cdot p(B_x | "B_{II}") = \tau_3("X", "II")$$

$$\tau_3 ("X", "II") = F_{14}. F_{20}$$

Kİ8 - 53. Durum:

$$p(A_{II}, B_x | "A_x", "B_{II}") = p(A_{II} | "A_x") \cdot p(B_x | "B_{II}") = \tau_6("X", "II")$$

$$\tau_6 ("X", "II") = F_{15}. F_{20}$$

Kİ8 - 54. Durum:

$$p(A_x, B_x | "A_x", "B_{II}") = p(A_x | "A_x") \cdot p(B_x | "B_{II}") = \tau_9("X", "II")$$

$$\tau_9 ("X", "II") = F_{16}. F_{20}$$

8. Durum " $A_x \wedge B_{II}$ " istihbaratı altında $\tau ("X", "II")$ değerleri:

$$\tau_{1|8} = \tau_1("II", "II") = F_{14}. F_{18}$$

$$\tau_{2|8} = \tau_2("II", "II") = F_{14}. F_{19}$$

$$\tau_{3|8} = \tau_3("II", "II") = F_{14}. F_{20}$$

$$\tau_{4|8} = \tau_4("II", "II") = F_{15}. F_{18}$$

$$\tau_{5|8} = \tau_5("II", "II") = F_{15}. F_{19}$$

$$\tau_{6|8} = \tau_6("II", "II") = F_{15} \cdot F_{20}$$

$$\tau_{7|8} = \tau_7("II", "II") = F_{16} \cdot F_{18}$$

$$\tau_{8|8} = \tau_8("II", "II") = F_{16} \cdot F_{19}$$

$$\tau_{9|8} = \tau_9("II", "II") = F_{16} \cdot F_{20}$$

4.4.7. İstihbaratın, 1. terör örgütü 1. Bölge'ye saldıracak, 2. terör örgütü saldırmayacak şeklinde gelmesi ("A_I" ∧ "B_X")

Kİ3 - 55. Durum:

$$p(A_I, B_I | "A_I", "B_X") = p(A_I | "A_I") \cdot p(B_I | "B_X") = \tau_1("I", "X")$$

$$p(B_I | "B_X") = \frac{p(B_I \cap "B_X")}{p("B_X")} = \frac{p("B_X" | B_I) \cdot p(B_I)}{p("B_X")}$$

$$p("B_X") = p(B_I \cap "B_X") + p(B_{II} \cap "B_X") + p(B_X \cap "B_X")$$

$$p("B_X") = p("B_X" | B_I) \cdot p(B_I) + p("B_X" | B_{II}) \cdot p(B_{II}) + p("B_X" | B_X) \cdot p(B_X)$$

$$F_{21} = p("B_X") = \left(\frac{1-S_B}{2}\right) \cdot q_{21} + \left(\frac{1-S_B}{2}\right) \cdot q_{22} + S_B \cdot (1 - q_{21} - q_{22})$$

$$F_{22} = p(B_I | "B_X") = \frac{\frac{1-S_B}{2} \cdot q_{21}}{F_{21}}$$

$$\tau_1("I", "X") = F_2 \cdot F_{22}$$

Kİ3 - 56. Durum:

$$p(A_{II}, B_I | "A_I", "B_X") = p(A_{II} | "A_I") \cdot p(B_I | "B_X") = \tau_4("I", "X")$$

$$\tau_4("I", "X") = F_5 \cdot F_{22}$$

Kİ3 - 57. Durum:

$$p(A_X, B_I | "A_I", "B_X") = p(A_X | "A_I") \cdot p(B_I | "B_X") = \tau_7("I", "X")$$

$$\tau_7("I", "X") = F_6 \cdot F_{22}$$

Kİ3 - 64. Durum:

$$p(A_I, B_{II} | "A_I", "B_X") = p(A_I | "A_I") \cdot p(B_{II} | "B_X") = \tau_2("I", "X")$$

$$F_{23} \Rightarrow p(B_{II} | "B_X") = \frac{p(B_{II} \cap "B_X")}{p("B_X")} = \frac{p("B_X" | B_{II}) \cdot p(B_{II})}{p("B_X")} = \frac{\left(\frac{1-S_B}{2}\right) \cdot q_{22}}{F_{21}}$$

$$\tau_2("I", "X") = F_2 \cdot F_{23}$$

Kİ3 - 65. Durum:

$$p(A_{II}, B_{II} | "A_I", "B_x") = \tau_5$$

$$\tau_5("I", "X") = p(A_{II} | "A_I") \cdot p(B_{II} | "B_x")$$

$$\tau_5("I", "X") = F_5 \cdot F_{23}$$

Kİ3 - 66. Durum:

$$p(A_x, B_{II} | "A_I", "B_x") = p(A_x | "A_I") \cdot p(B_{II} | "B_x") = \tau_8("I", "X")$$

$$\tau_8("I", "X") = F_6 \cdot F_{23}$$

Kİ3 - 73. Durum:

$$p(A_I, B_x | "A_I", "B_x") = p(A_I | "A_I") \cdot p(B_x | "B_x") = \tau_3("I", "X")$$

$$F_{24} \Rightarrow p(B_x | "B_x") = \frac{p(B_x \cap "B_x")}{p("B_x")} = \frac{p("B_x" | B_x) \cdot p(B_x)}{p("B_x")} = \frac{S_B \cdot (1 - q_{22} - q_{21})}{F_{21}}$$

$$\tau_3("I", "X") = F_2 \cdot F_{24}$$

Kİ3 - 74. Durum:

$$p(A_{II}, B_x | "A_I", "B_x") = p(A_{II} | "A_I") \cdot p(B_x | "B_x") = \tau_6("I", "X")$$

$$\tau_6("I", "X") = F_5 \cdot F_{24}$$

Kİ3 - 75. Durum:

$$p(A_x, B_x | "A_I", "B_x") = p(A_x | "A_I") \cdot p(B_x | "B_x") = \tau_9("I", "X")$$

$$\tau_9("I", "X") = F_6 \cdot F_{24}$$

3. Durum " $A_I \wedge B_x$ " istihbaratı altında $\tau("I", "X")$ değerleri:

$$\tau_{1|3} = \tau_1("I", "X") = F_2 \cdot F_{22}$$

$$\tau_{2|3} = \tau_2("I", "X") = F_2 \cdot F_{23}$$

$$\tau_{3|3} = \tau_3("I", "X") = F_2 \cdot F_{24}$$

$$\tau_{4|3} = \tau_4("I", "X") = F_5 \cdot F_{22}$$

$$\tau_{5|3} = \tau_5("I", "X") = F_5 \cdot F_{23}$$

$$\tau_{6|3} = \tau_6("I", "X") = F_5 \cdot F_{24}$$

$$\tau_{7|3} = \tau_7("I", "X") = F_6 \cdot F_{22}$$

$$\tau_{8|3} = \tau_8("I", "X") = F_6 \cdot F_{23}$$

$$\tau_{9|3} = \tau_9("I", "X") = F_6 \cdot F_{24}$$

4.4.8. İstihbaratın, 1. terör örgütü 2. Bölge'ye saldıracak, 2. terör örgütü saldırmayacak şeklinde gelmesi ("A_{II}" ∧ "B_X")

Kİ6 - 58. Durum:

$$p(A_I, B_I | "A_{II}", "B_x") = p(A_I | "A_{II}") \cdot p(B_I | "B_x") = \tau_1("II", "X")$$

$$\tau_1("II", "X") = F_{10} \cdot F_{22}$$

Kİ6 - 59. Durum:

$$p(A_{II}, B_I | "A_{II}", "B_x") = p(A_{II} | "A_{II}") \cdot p(B_I | "B_x") = \tau_4("II", "X")$$

$$\tau_4("II", "X") = F_{11} \cdot F_{22}$$

Kİ6 - 60. Durum:

$$p(A_x, B_I | "A_{II}", "B_x") = p(A_x | "A_{II}") \cdot p(B_I | "B_x") = \tau_7("II", "X")$$

$$\tau_7("II", "X") = F_{12} \cdot F_{22}$$

Kİ6 - 67. Durum:

$$p(A_I, B_I | "A_{II}", "B_x") = p(A_I | "A_{II}") \cdot p(B_I | "B_x") = \tau_2("II", "X")$$

$$\tau_2("II", "X") = F_{10} \cdot F_{23}$$

Kİ6 - 68. Durum:

$$p(A_{II}, B_I | "A_{II}", "B_x") = p(A_{II} | "A_{II}") \cdot p(B_I | "B_x") = \tau_5("II", "X")$$

$$\tau_5("II", "X") = F_{11} \cdot F_{23}$$

Kİ6 - 69. Durum

$$p(A_x, B_{II} | "A_{II}", "B_x") = p(A_x | "A_{II}") \cdot p(B_{II} | "B_x") = \tau_8("II", "X")$$

$$\tau_8("II", "X") = F_{12} \cdot F_{23}$$

Kİ6 - 76. Durum:

$$p(A_I, B_x | "A_{II}", "B_x") = p(A_I | "A_{II}") \cdot p(B_x | "B_x") = \tau_3("II", "X")$$

$$\tau_3("II", "X") = F_{10} \cdot F_{24}$$

Kİ6 - 77. Durum:

$$p(A_{II}, B_x | "A_{II}", "B_x") = p(A_{II} | "A_{II}") \cdot p(B_x | "B_x") = \tau_6("II", "X")$$

$$\tau_6("II", "X") = F_{11} \cdot F_{24}$$

Kİ6 - 78. Durum:

$$p(A_x, B_x | "A_{II}", "B_x") = p(A_x | "A_{II}") \cdot p(B_x | "B_x") = \tau_9("II", "X")$$

$$\tau_9("II", "X") = F_{12} \cdot F_{24}$$

6. Durum " $A_{II} \wedge B_X$ " istihbaratı altında $\tau("II", "X")$ değerleri:

$$\tau_{1|6} = \tau_1("II", "X") = F_{10} \cdot F_{22}$$

$$\tau_{2|6} = \tau_2("II", "X") = F_{10} \cdot F_{23}$$

$$\tau_{3|6} = \tau_3("II", "X") = F_{10} \cdot F_{24}$$

$$\tau_{4|6} = \tau_4("II", "X") = F_{11} \cdot F_{22}$$

$$\tau_{5|6} = \tau_5("II", "X") = F_{11} \cdot F_{23}$$

$$\tau_{6|6} = \tau_6("II", "X") = F_{11} \cdot F_{24}$$

$$\tau_{7|6} = \tau_7("II", "X") = F_{12} \cdot F_{22}$$

$$\tau_{8|6} = \tau_8("II", "X") = F_{12} \cdot F_{23}$$

$$\tau_{9|6} = \tau_9("II", "X") = F_{12} \cdot F_{24}$$

4.4.9. İstihbaratın, iki örgüt de saldırı yapmayacak şeklinde gelmesi (" $A_X \wedge B_X$ ")

Kİ9 - 61. Durum:

$$p(A_I, B_I | "A_x", "B_x") = p(A_I | "A_x") \cdot p(B_I | "B_x") = \tau_1("X", "X")$$

$$\tau_1("X", "X") = F_{14} \cdot F_{22}$$

Kİ9 - 62. Durum:

$$p(A_{II}, B_I | "A_x", "B_x") = p(A_{II} | "A_x") \cdot p(B_I | "B_x") = \tau_4("X", "X")$$

$$\tau_4("X", "X") = F_{15} \cdot F_{22}$$

Kİ9 - 63. Durum:

$$p(A_x, B_I | "A_x", "B_x") = p(A_x | "A_x") \cdot p(B_I | "B_x") = \tau_7("X", "X")$$

$$\tau_7("X", "X") = F_{16} \cdot F_{22}$$

Kİ9 - 70. Durum:

$$p(A_I, B_{II} | "A_x", "B_x") = p(A_I | "A_x") \cdot p(B_{II} | "B_x") = \tau_2("X", "X")$$

$$\tau_2("X", "X") = F_{14} \cdot F_{23}$$

Kİ9 - 71. Durum:

$$p(A_{II}, B_{II} | "A_x", "B_x") = p(A_{II} | "A_x") \cdot p(B_{II} | "B_x") = \tau_5("X", "X")$$

$$\tau_5("X", "X") = F_{15} \cdot F_{23}$$

Kİ9 - 72. Durum:

$$p(A_x, B_{II} | "A_x", "B_x") = p(A_x | "A_x") \cdot p(B_{II} | "B_x") = \tau_8("X", "X")$$

$$\tau_8("X", "X") = F_{16} \cdot F_{23}$$

Kİ9 - 79. Durum:

$$p(A_I, B_x | "A_x", "B_x") = p(A_I | "A_x") \cdot p(B_x | "B_x") = \tau_3("X", "X")$$

$$\tau_3("X", "X") = F_{14} \cdot F_{24}$$

Kİ9 - 80. Durum:

$$p(A_{II}, B_x | "A_x", "B_x") = p(A_{II} | "A_x") \cdot p(B_x | "B_x") = \tau_6("X", "X")$$

$$\tau_6("X", "X") = F_{15} \cdot F_{24}$$

Kİ9 - 81. Durum:

$$p(A_x, B_x | "A_x", "B_x") = p(A_x | "A_x") \cdot p(B_x | "B_x") = \tau_9("X", "X")$$

$$\tau_9("X", "X") = F_{16} \cdot F_{24}$$

9. Durum " $A_x \wedge B_x$ " istihbaratı altında $\tau("X", "X")$ değerleri:

$$\tau_{1|9} = \tau_1("II", "X") = F_{14} \cdot F_{22}$$

$$\tau_{2|9} = \tau_2("II", "X") = F_{14} \cdot F_{23}$$

$$\tau_{3|9} = \tau_3("II", "X") = F_{14} \cdot F_{24}$$

$$\tau_{4|9} = \tau_4("X", "X") = F_{15} \cdot F_{22}$$

$$\tau_{5|9} = \tau_5("X", "X") = F_{15} \cdot F_{23}$$

$$\tau_{6|9} = \tau_6("X", "X") = F_{15} \cdot F_{24}$$

$$\tau_{7|9} = \tau_7("X", "X") = F_{16} \cdot F_{22}$$

$$\tau_{8|9} = \tau_8("X", "X") = F_{16}, F_{23}$$

$$\tau_{9|9} = \tau_9("X", "X") = F_{16}, F_{24}$$

Problemin, her dokuz durum altında çözümünü elde etmeliyiz. Örneğin bizim elde ettiğimiz istihbarat “A₁”, “B₁” şeklinde olsun. Bu istihbarat altında karar veren kişi artık bütün olası saldırı durumları üzerindeki olasılık dağılımını bu bilgi ışığında koşullayacak ve problemi çözecektir. Yani her dokuz farklı istihbarat için farklı bir L (p₁, p₂) elde edilecek ve karar verici tarafından çözülecektir. Dokuz farklı istihbarat altında çözülen problemde bilginin değerini kesin olarak hesaplamak için aynen mükemmel bilgi durumunda olduğu gibi her bir istihbaratın elde edilme olasılıkları da son adımda göz önünde bulundurulacaktır.

4.5. Kısmi İstihbarat Durumu İçin Matematiksel Modellerin Oluşturulması

Bu bölümde, terör örgütlerinin hedef seçimlerinin bir sonucu olarak ortaya çıkan dokuz durum için matematiksel modellerin nasıl oluşturulduğu açıklanmıştır. 1. durum için matematiksel model örnek olarak oluşturulmuş ve diğer sekiz durum benzer olarak oluşturulduğu için çalışma içerisinde gösterilmemiştir. Dokuz farklı durumu için amaç fonksiyonlarını temsilen $L_{K|e}$ ($e \in \{1, \dots, 9\}$) notasyonu kullanılmıştır. p_j değişkenlerinin her bir durumdaki optimal değerleri p_j^{*b} notasyonu ile tanımlanmıştır. Bu notasyon, $j, (i \in \{1, 2\})$ bölge de uygulanacak güvenlik seviyesinin $b, (b \in \{1, \dots, 9\})$ durumdaki optimal değerini ifade etmektedir.

4.5.1. İstihbaratın, her iki terör örgütü de 1. Bölge’ye saldıracak şekilde gelmesi (“A₁” \wedge “B₁”) durumu matematiksel modeli

Amaç Fonksiyonu,

$$\begin{aligned} \text{Min}_{p_1, p_2 \in [0, 1]} L_{K|1}(p_1, p_2) &= \frac{1}{p_1^{\alpha_1}} + \frac{1}{p_2^{\alpha_2}} + [\tau_{3|1} + \tau_{7|1} + \tau_{1|1}] \cdot p_1 \cdot d_1 \\ &+ [\tau_{8|1} + \tau_{6|1} + \tau_{5|1}] \cdot p_2 \cdot d_2 + [\tau_{2|1} + \tau_{4|1}] \cdot p_1 \cdot d_1 + [\tau_{2|1} + \tau_{4|1}] \cdot p_2 \cdot d_2 \end{aligned} \quad (4.4)$$

Öyle ki,

$$p_1 \leq \bar{P}_1$$

$$p_2 \leq \bar{P}_2$$

$$0 \leq p_1 \leq 1, 0 \leq p_2 \leq 1$$

İstihbarat kaynağının her iki terör örgütünün de 1. Bölge'ye saldıracağı bilgisini ilettiği durumda (Kİ1) birinci ve ikinci terörist grupların bölgelere başarılı saldırı düzenleme olasılıklarının optimal değerleri (p_1^{*1} ve p_2^{*1}) aşağıdaki şekilde bulunur.

$$\left. \frac{\partial L_{Kİ1}}{\partial p_1} \right|_{p_1^{*1}} = 0 \Rightarrow -\alpha_1 \cdot p_1^{*1-(\alpha_1+1)} + [\tau_{3|1} + \tau_{7|1} + \tau_{1|1}] \cdot d_1 + [\tau_{2|1} + \tau_{4|1}] \cdot d_1 = 0 \quad (4.5)$$

dır.

(4.5) eşitliği kullanarak p_1^{*1} değeri aşağıdaki şekilde bulunur.

$$\alpha_1 p_1^{*1-(\alpha_1+1)} = d_1 \cdot [\tau_{3|1} + \tau_{7|1} + \tau_{1|1} + \tau_{2|1} + \tau_{4|1}]$$

İşlem kolaylığı sağlamak açısından,

$$T_{1|1} = d_1 \cdot [\tau_{3|1} + \tau_{7|1} + \tau_{1|1} + \tau_{2|1} + \tau_{4|1}]$$

olarak kabul edersek, p_1^{*1} değerini,

$$p_1^{*1} = \left(\frac{\alpha_1}{T_{1|1}} \right)^{1/(\alpha_1+1)}$$

şeklinde ile ifade edebiliriz.

$$\left. \frac{\partial L_{Kİ1}}{\partial p_2} \right|_{p_2^{*1}} = 0 \Rightarrow -\alpha_2 \cdot p_2^{*1-(\alpha_2+1)} + [\tau_{8|1} + \tau_{6|1} + \tau_{5|1}] \cdot d_2 + [\tau_{2|1} + \tau_{4|1}] \cdot d_2 \quad (4.6)$$

dır.

(4.6) eşitliği kullanarak p_2^{*1} değeri aşağıdaki şekilde bulunur.

$$\alpha_2 p_2^{*1-(\alpha_2+1)} = d_2 \cdot [\tau_{8|1} + \tau_{6|1} + \tau_{5|1} + \tau_{2|1} + \tau_{4|1}]$$

İşlem kolaylığı sağlamak açısından,

$$T_{2|1} = d_2 \cdot [\tau_{8|1} + \tau_{6|1} + \tau_{5|1} + \tau_{2|1} + \tau_{4|1}]$$

olarak kabul edersek, p_2^{*1} değerini,

$$p_2^{*1} = \left(\frac{\alpha_2}{T_{2|1}} \right)^{1/(\alpha_2+1)}$$

şeklinde ifade edebiliriz.

Optimal p_1^{*1} ve p_2^{*1} değerlerini amaç fonksiyonunda (4.3) yerine koyduğumuz zaman aşağıdaki eşitliği elde ederiz.

$$L_{K11} = \left[\left(\frac{T_{1|1}}{\alpha_1} \right)^{\alpha_1/(1+\alpha_1)} \right] + \left[\left(\frac{T_{2|1}}{\alpha_2} \right)^{\alpha_2/(1+\alpha_2)} \right] \\ + T_{1|1}^{\alpha_1/(1+\alpha_1)} \cdot \alpha_1^{1/(1+\alpha_1)} + T_{2|1}^{\alpha_2/(1+\alpha_2)} \cdot \alpha_2^{1/(1+\alpha_2)}$$

Dokuz farklı durum ayrı ayrı çözüldükten sonra kısmi istihbarat alma durumunda beklenen kaybı aşağıdaki şekilde hesaplayabiliriz.

$$KİABK = [F_1 \cdot F_3 \cdot L_{K11}] + [F_1 \cdot F_{17} \cdot L_{K12}] + [F_1 \cdot F_{21} \cdot L_{K13}] + [F_9 \cdot F_3 \cdot L_{K14}] \\ + [F_9 \cdot F_{17} \cdot L_{K15}] + [F_9 \cdot F_{21} \cdot L_{K16}] + [F_3 \cdot F_{13} \cdot L_{K17}] + [F_{17} \cdot F_{13} \cdot L_{K18}] \\ + [F_{13} \cdot F_{21} \cdot L_{K19}]$$

4.6. Kısmi İstihbaratın Beklenen Değeri

Karar vericinin teröristlerin hedef seçimlerine yönelik ek istihbarat almayı seçtiği durumda kısmi istihbaratın beklenen değeri (KİBD) aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$KİBD = İABK - KİABK$$

Karar vericinin ek istihbarat için katlanabileceği en fazla maliyet kısmi istihbaratın beklenen değeridir (KİBD).

Bu durumda,

$$KİBD = \left[İABK = \frac{1}{p_1^* \alpha_1} + \frac{1}{p_2^* \alpha_2} \right. \\ + [q_{11} (1 - q_{21} - q_{22}) + q_{21} (1 - q_{11} - q_{12}) + (q_{11} \cdot q_{21})] p_1^* \cdot d_1 \\ + [q_{22} (1 - q_{11} - q_{12}) + q_{12} (1 - q_{21} - q_{22}) + (q_{22} + q_{12})] p_2^* \cdot d_2 \\ \left. + [(q_{11} \cdot q_{22}) p_1^* \cdot d_1 + (q_{11} \cdot q_{22}) p_2^* \cdot d_2 + (q_{12} \cdot q_{21}) p_1^* \cdot d_1 (q_{12} \cdot q_{21}) p_2^* \cdot d_2] \right] \\ - [KİBK = [F_1 \cdot F_3 \cdot L_{K11}] + [F_1 \cdot F_{17} \cdot L_{K12}] + [F_1 \cdot F_{21} \cdot L_{K13}] \\ + [F_9 \cdot F_3 \cdot L_{K14}] + [F_9 \cdot F_{17} \cdot L_{K15}] + [F_9 \cdot F_{21} \cdot L_{EK16}] + [F_3 \cdot F_{13} \cdot L_{K17}] \\ + [F_{17} \cdot F_{13} \cdot L_{K18}] + [F_{13} \cdot F_{21} \cdot L_{K19}]]$$

dur.

5. NÜMERİK ÇALIŞMA

Bu çalışmada analiz edilmek üzere kurulan senaryoda analizcinin subjektif olarak belirlediğini varsaydığımız parametre değerleri temel değerler olarak ele alınmış ve daha sonra parametreler için tespit edilen aralık değerleri kullanılarak farklı senaryolar altında tüm modeller için çözümler elde edilmiş, mükemmel ve kısmi istihbaratın beklenen değerleri hesaplanmıştır.

Kurulan senaryoda, bölgelerden biri diğerinin yarı değerindedir. Düşük değerli bölgeyi savunmak için kullanılacak teknoloji parametresinin maliyete etkisi yüksek değerli bölge için kullanılacak teknoloji parametresinin etkisinden daha düşük seçilmiştir. Örgütlerin iki bölgeye de yönelme ve saldırma olasılıkları eşit kabul edilmiştir. Düşük değerli bölgede tesis edilecek standart güvenlik seviyesinin değeri yüksek değerli bölgenin standart güvenlik seviyesinden daha düşüktür. Kısmi istihbarat toplama durumunda istihbaratçının, terör örgütlerinin hedef seçimleri ile ilgili olarak doğru istihbarat getirme olasılıkları birbirine eşit ve 0,5 olarak seçilmiştir.

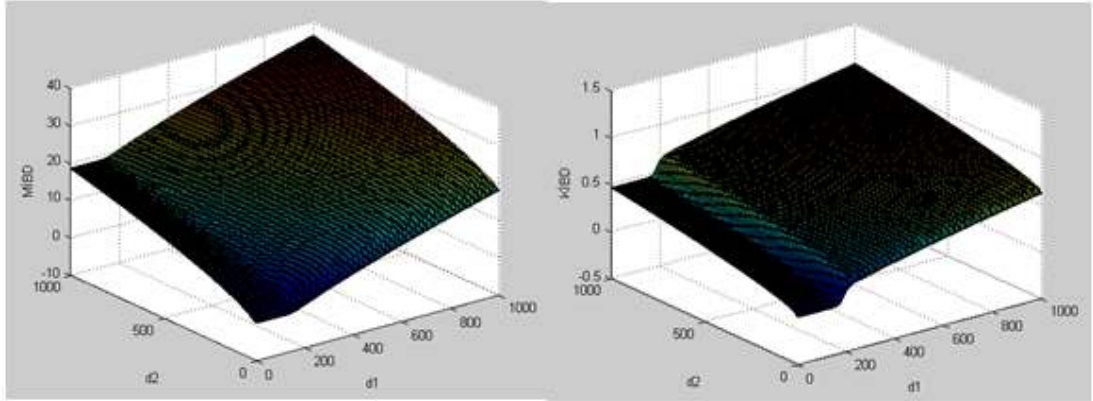
Modellerin kodlanma ve çözüm işlemleri için Matlab R2011b 7.13 ticari yazılımı kullanılmıştır. Kurulan senaryoda, analizci rapor sonuçlarını amirlerine sunacaktır. Daha sonra amirleri analizciden, tüm parametre değerleri için duyarlılık analizi yapmasını talep edecektir. Çizelge 5.1.'de parametrelerin temel ve aralık değerleri gösterilmiştir. Parametrelerin aralık değerleri üzerinden duyarlılık analizleri yapılmış ve istihbaratın değerindeki değişimler, çizdirilen grafikler yardımıyla yorumlanmıştır. Modellediğimiz fonksiyonlar maliyet fonksiyonları olduğu için normalde sonuçlar eksi değerleri ifade etmektedir. Ancak grafikleri daha anlaşılır kılmak amacıyla toplanan istihbaratın maliyetleri düşürmeye yönelik etkisi pozitif alınarak grafikler oluşturulmuştur. İstihbaratın değeri her zaman artı sonuçlar verir çünkü alınan ek bilgi bizi bulunduğumuz konumdan daha kötü bir konuma götüremez. Bu nedenle değeri her zaman pozitifdir.

Çizelge 5.1. Nümerik çalışma değerleri

Notasyon	Temel Değer	Aralıklar
d_1	130	0-1000
d_2	65	0-1000
α_1	3	0-10
α_2	2	0-10
\bar{P}_1	0.4	0-1
\bar{P}_2	0.6	0-1
q_{11}	0.4	0-1
q_{12}	0.4	0-1
q_{13}	0.2	0-1
q_{21}	0.4	0-1
q_{22}	0.4	0-1
q_{23}	0.2	0-1

5.1. Bölge Değerlerindeki Değişimin İstihbaratın Değerine Etkisi

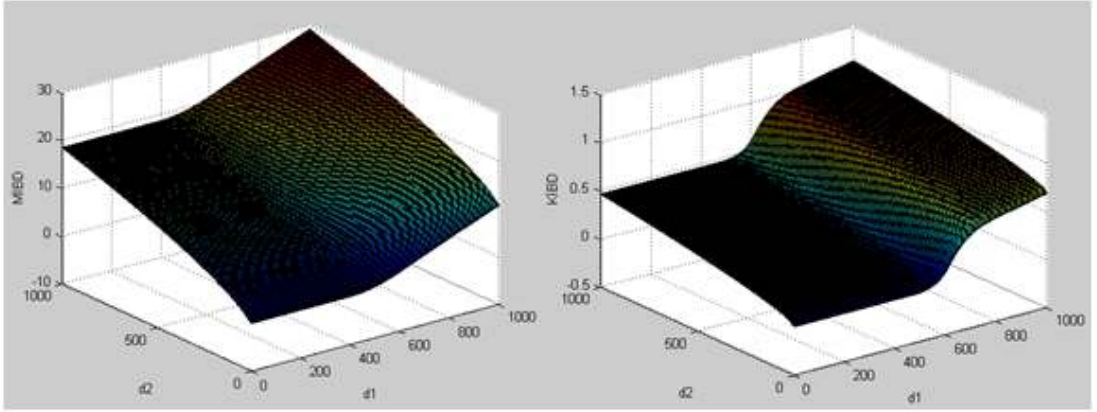
Temel değerler için bölge değerlerindeki değişimin istihbaratın değerine etkisi Şekil 5.1.'de mükemmel istihbarat ve kısmi istihbarat durumları için gösterilmiştir.



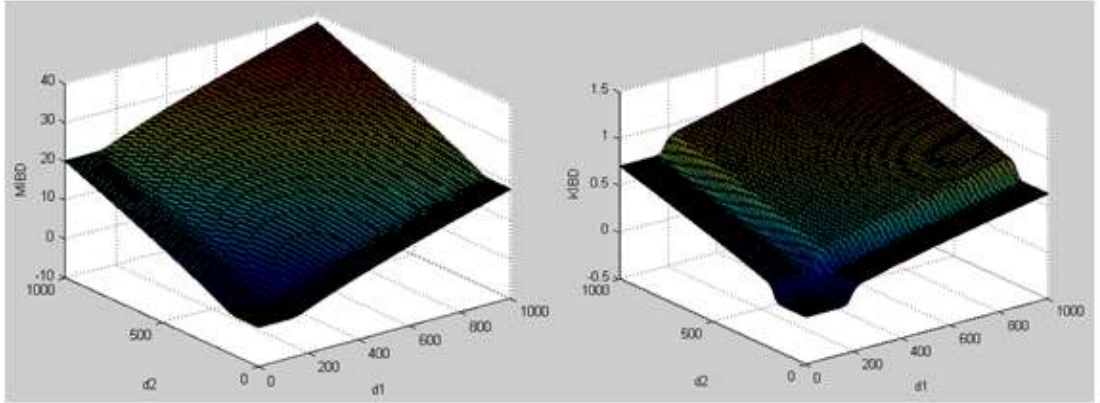
Şekil 5.1. Temel değerlere göre bölge değerlerindeki değişimin istihbarata etkisi

Mükemmel istihbarat toplanan senaryoda MİBD'nin bölge değerlerindeki değişime göre en fazla 40 değerini aldığı görülmektedir. İki bölgenin de mükemmel istihbarat toplama durumunda MİBD'ne etkisi çok fazla olmamaktadır. 1. Bölge'nin değerinin yaklaşık 200 değerini alıncaya kadar MİBD'ne etkisi olmamaktadır.

1. Bölge'yi savunmak için kullanılacak teknoloji parametresinin değerinin ve mevcut güvenlik önlemlerinin değerinin yüksek olması belirli bir değere kadar bölge değerinin MİBD'ne etki etmemesine neden olmaktadır. Şekil 5.2'de bu etki açık bir şekilde görülmektedir. 1. Bölge için α_1 değeri arttıkça, alınacak istihbaratı anlamlı kılması için daha yüksek bölge değerlerine gerek duyulmaktadır. 2. Bölge için α_2 değeri değiştirildiğinde aynı etki 2. Bölge için de gözlemlenmiştir (Şekil 5.3).



Şekil 5.2. α_1 değerindeki değişimin $d_1 - d_2$ grafiğine etkisi

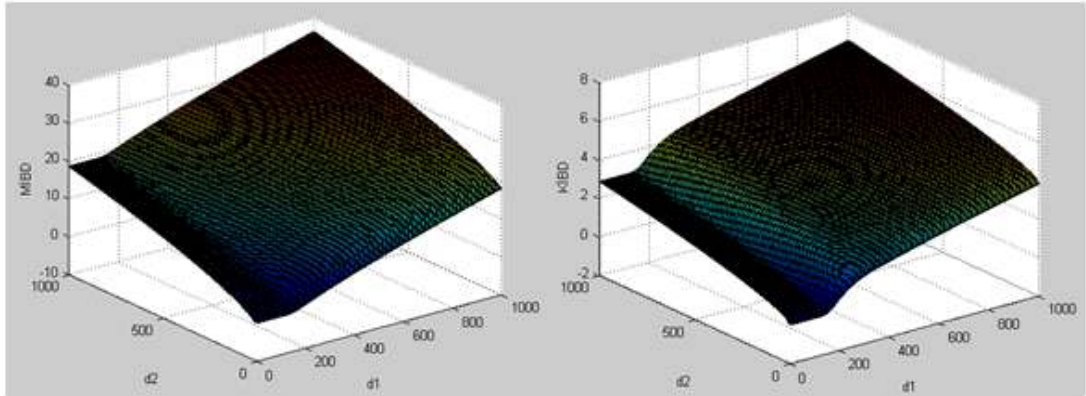


Şekil 5.3. α_2 değerindeki değişimin $d_1 - d_2$ grafiğine etkisi

Analizci için 2. Bölge ile ilgili ilave güvenlik önlemleri maliyetine katlanmak, 200 bölge değerine kadar anlamlı değildir.

2. Bölge değerinin ise 0 değerinden itibaren MİBD'ne etki ettiği görülmektedir. Bu bölgedeki standart güvenlik önlemlerinin daha düşük seviyede olması ve teknoloji parametresi etkisinin daha az maliyetli olmasından dolayı bölge değeri MİBD'ye katkı yapmaktadır. Analizci için bu bölge daha az korunaklı olduğu için bölge ile ilgili gelecek istihbarat değerlidir. İki bölgenin de mükemmel istihbarat toplama durumunda MİBD'ne etkisinin çok fazla olmadığı görülmektedir.

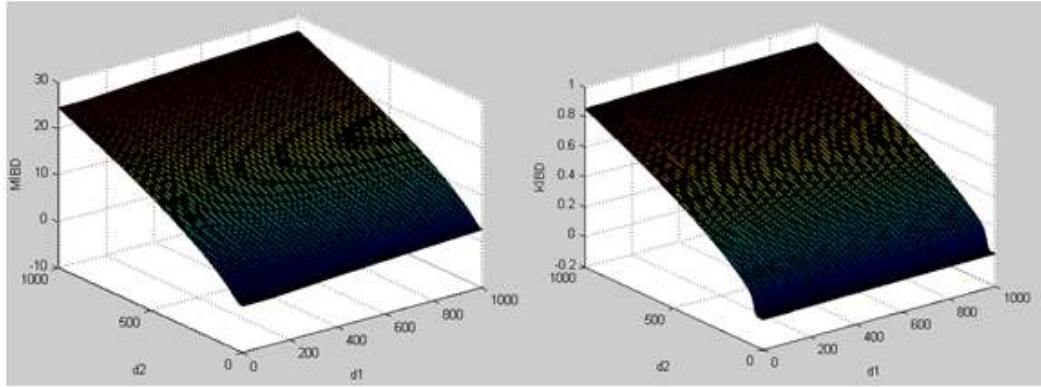
Kısmi istihbarat toplama durumunda, iki bölge değerinin de yine istihbaratın değerine çok fazla etkisinin olmadığını görüyoruz. Ancak kısmi istihbarat alma durumunda KİBD'nin büyük oranda düştüğü ve bölge değerlerindeki değişime göre en fazla 1,5 değeri aldığı görülmektedir. 2. Bölge'nin 200 değerinin bir eşik oluşturduğunu ve KİBD'ni yaklaşık 2 kat artırdığını görüyoruz. Bunun nedeni kısmi istihbarat durumunda 1. Bölge ile ilgili gelecek olan istihbaratın doğru olma olasılığın düşük olmasıdır. α_1 ve α_2 değerlerinin etkisini gösterdiği 1. Bölge'nin 200 değerinde, bölge değeri anlamlı olmaya başladığı noktada alınacak istihbaratın doğruluk derecesi ne kadar yüksek olursa hem KİBD artmakta hem de bölge değerinin KİBD'ne ani etkisi aynı oranda azalmaktadır Bu etki Şekil 5.3'te açıkça gözlenmektedir.



Şekil 5.4. S_A değerindeki değişimin $d_1 - d_2$ grafiğine etkisi

S_A değeri 0.9 değerini aldığı anda MİBD 40 ve KİBD ise 8 değerini almıştır.

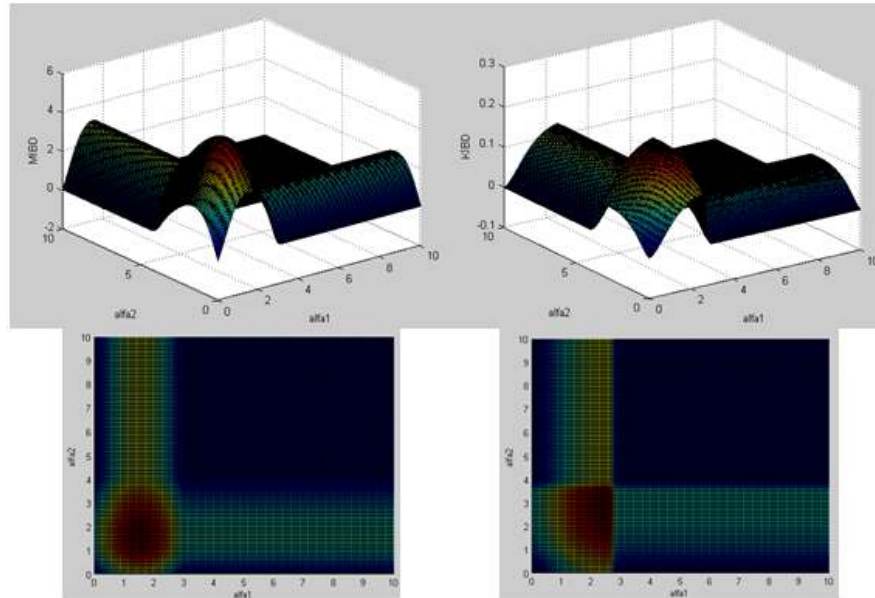
Örgütlerin 1. Bölgeye saldırı amaçlı yönelme olasılıkları çok yüksek olduğu durumda ise 1. Bölge değerinin istihbaratın değerine etkisinin ortadan kalktığı Şekil 5.5'te gözlenmiştir. Bunun nedeni örgütlerin 1. Bölgeye saldıracaklarını zaten biliyor olmamızdır. Bu nedenle 1. Bölge ile ilgili istihbarat almak anlamlı değildir.



Şekil 5.5. q_{11} ve q_{21} değerindeki değişimin $d_1 - d_2$ grafiğine etkisi

5.2. α_1 ve α_2 Değerlerindeki Değişimin İstihbaratın Değerine Etkisi

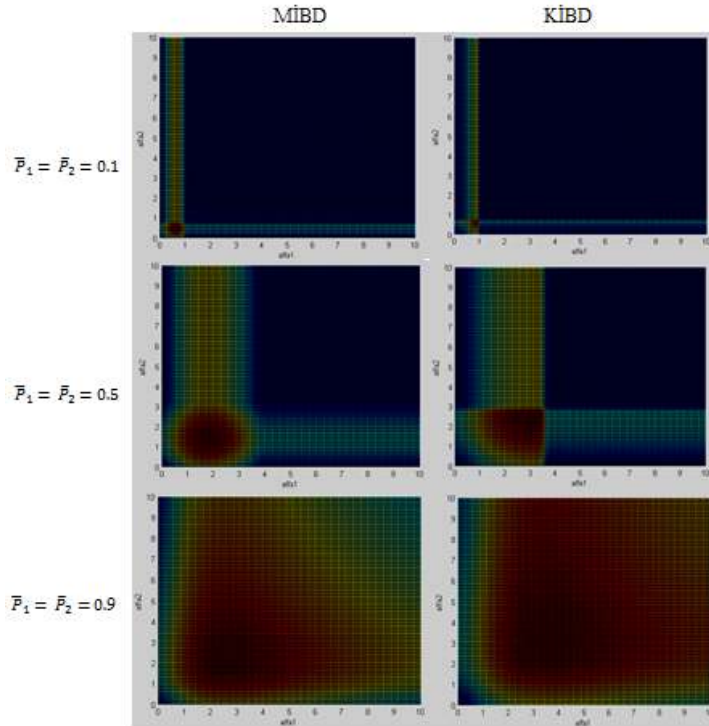
Yapılan analizlerde model sonuçlarını en fazla etkileyen parametrenin α_1 ve α_2 değerleri olduğu gözlenmiştir. Şekil 5.6'da temel değerlere göre α_1 ve α_2 değerlerindeki değişimin istihbaratın değerine nasıl etki ettiği gösterilmiştir.



Şekil 5.6. Temel değerlere göre α_1 ve α_2 değerlerindeki değişimin istihbaratın değerine etkisi

Mükemmel istihbarat alınması durumunda α_1 ve α_2 değerlerindeki değişime göre MİBD'nin en fazla 6 olduğu görülmektedir. α_1 ve α_2 değerleri 0,5 ile 2,5 değerlerini aldığı aralıkta istihbarat en yüksek değerleri almaktadır. Bu bölge dışında α_1 ve α_2 değerlerinin 3,5 değerinden daha yüksek bir değer aldığı durumlarda istihbaratın hiçbir değeri olmamaktadır. Güvenlik seviyesi kısıtı ile α_1 ve α_2 değerleri arasındaki ilişkiyi incelediğimizde α_1 ve α_2 değerlerinin etkili olduğu bölgelerde güvenlik seviyesi kısıtının sağlandığı görülmektedir.

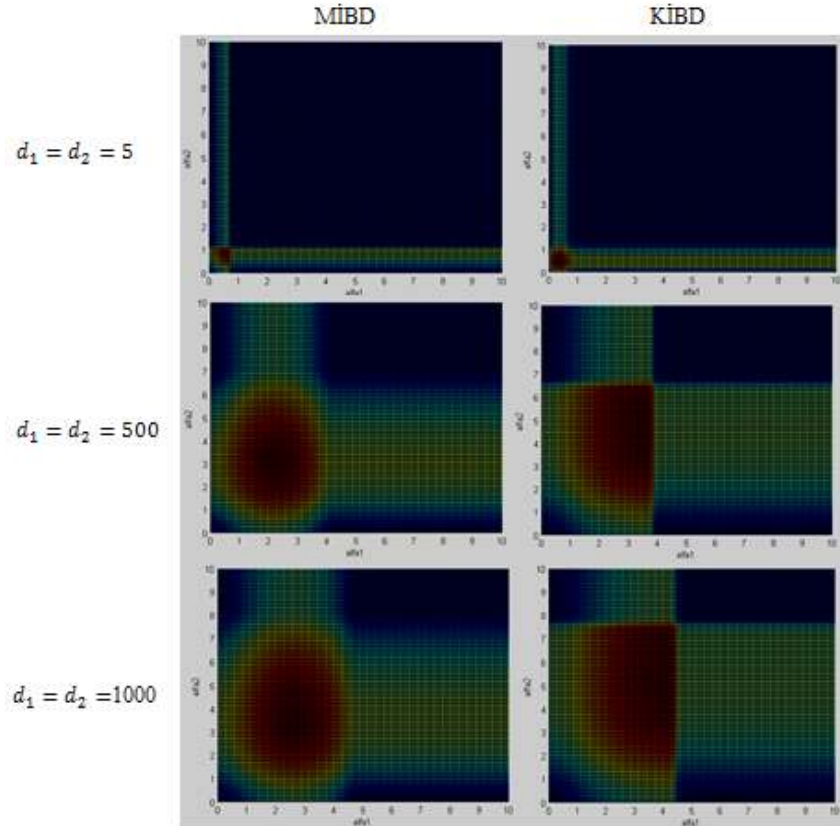
Saldırgana karşı alınması gereken önlemler mevcut güvenlik seviyesi önlemlerinden düşük seviyededir ve katlanılabilir bir değer oluşturmaktadır. α_1 ve α_2 değerlerinin etkisiz olduğu bölgelerdeki güvenliği tesis etmek için uygulanması gereken teknoloji yatırımı maliyetinin katlanılabilecek seviyenin üzerinde olmasından dolayı istihbarat almak anlamını yitirmektedir. Kısıt değerlerini düşürdükçe α_1 ve α_2 'nin etkili olduğu bölgeler de azalmaktadır. Çünkü o bölge için zaten çok seviyede güvenlik tesis edilmiştir ve ekstra güvenlik önlemi almanın maliyeti katlanılabilir seviyenin üzerine çıkmaktadır (Şekil 5.7).



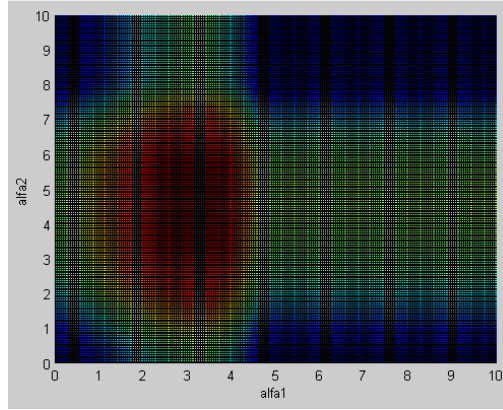
Şekil 5.7 Kısıt değerlerindeki değişim ile α_1 ve α_2 değerlerinin istihbaratın değerine etkisi arasındaki ilişki

MİBD grafiğinde α_1 değerinin etkili olduğu alanın 1. Bölge'nin standart savunma değeri 2. Bölge'ninkinden daha yüksek olmasına karşın α_2 'den daha geniş olmasının nedeni 1. Bölge değerinin 2. Bölge değerinden daha yüksek olmasıdır. Bölge değerlerinin ile α_1 ve α_2 parametreleri arasındaki etkileşimi incelediğimizde ise bölge değerlerindeki artışın sadece α_1 ve α_2 parametrelerinin 0 - 4 aralığındaki değerleri aldığı durumda istihbarat değerini artırdığı görülmektedir. Ancak α_1 ve α_2 değerlerinin etki alanını değiştirmemektedir. (Şekil 5.8).

Kısmi istihbarat durumunda ise α_1 ve α_2 parametrelerinin istihbaratın değerine etkisi α_1 , 4 değerini aldıktan sonra birden ortadan kalkmaktadır. Bunun nedeni S_A ve S_B değerlerinin KİBD'ne etkisidir. Temel değerlerde S_A ve S_B değerleri 0,5 olarak seçilmiştir. S_A ve S_B değerleri arttıkça kısmi istihbarat durumunda aynı bölge değerlerinde olduğu gibi α_1 'in de KİBD'deki ani değişimlerin ortadan kalktığı görülmüştür (Şekil 5.9).



Şekil 5.8. Bölge değerlerindeki değişim ile α_1 ve α_2 değerlerinin istihbaratın değerine etkisi arasındaki ilişki



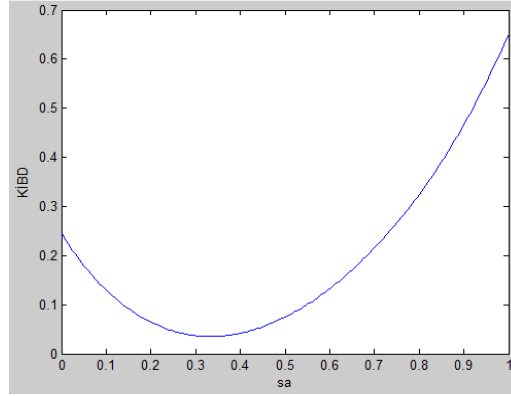
Şekil 5.9 S_A ve S_B değerlerindeki değişim ile α_1 ve α_2 değerlerinin istihbaratın değerine etkisi arasındaki ilişki

5.3. S_A ve S_B Değerlerindeki Değişimin İstihbaratın Değerine Etkisi

S_A ve S_B değerlerinin istihbaratın değerine etkisi incelendiğinde önemli bir sonuç ortaya çıkmaktadır. İstihbarat kaynağının, terör örgütlerinin hedef seçimleri ile ilgili olarak vereceği bilginin doğru olma olasılığının istihbaratın değerine etkisinin en düşük olduğu noktaların 0,3 ve 0,5 arası değerler olduğu gözlemlenmiştir. Bu noktalar analizci için en belirsiz noktalardır.

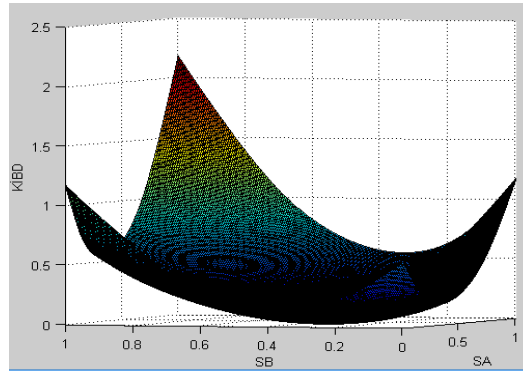
Doğru istihbarat verme olasılığının düşük ve yüksek olduğu noktalarda S_A ve S_B değerlerinin istihbaratın değerine etkisi artmaktadır. Bu sonuç akla yatkın bir sonuçtur. Çünkü eğer analizci istihbarat kaynağının kesin olarak yanlış bilgi vereceğini biliyorsa diğer alternatiflerin gerçekleşme olasılığı yüksek demektir. Ancak alternatif sayısı fazla olabileceği için bu durumun istihbarat değerine etkisi vardır ancak diğer alternatiflerden ötürü çok fazla değildir.

Eğer analizci istihbarat kaynağının doğru istihbarat getireceğini düşünüyorsa da bu analizci için kıymetli bir bilgidir. İstihbaratın doğru olma olasılığı arttıkça sonuçlar mükemmel istihbarat sonuçlarına yakınsamaktadır. S_A değerinin KİBD'ne etkisini iki boyutlu bir grafikte incelediğimizde sonuçlar daha net anlaşılmaktadır (Şekil 5.10).



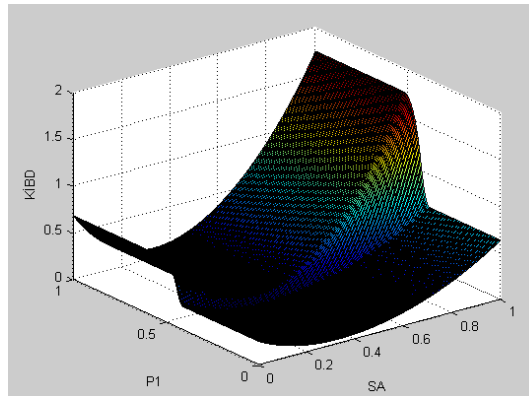
Şekil 5.10. S_A değerindeki değişimin KİBD'ne etkisi

S_A ve S_B değerlerinin birlikte KİBD'ne olan etkisi Şekil 5.11.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.11. S_A ve S_B değerlerindeki değişimin KİBD'ne etkisi

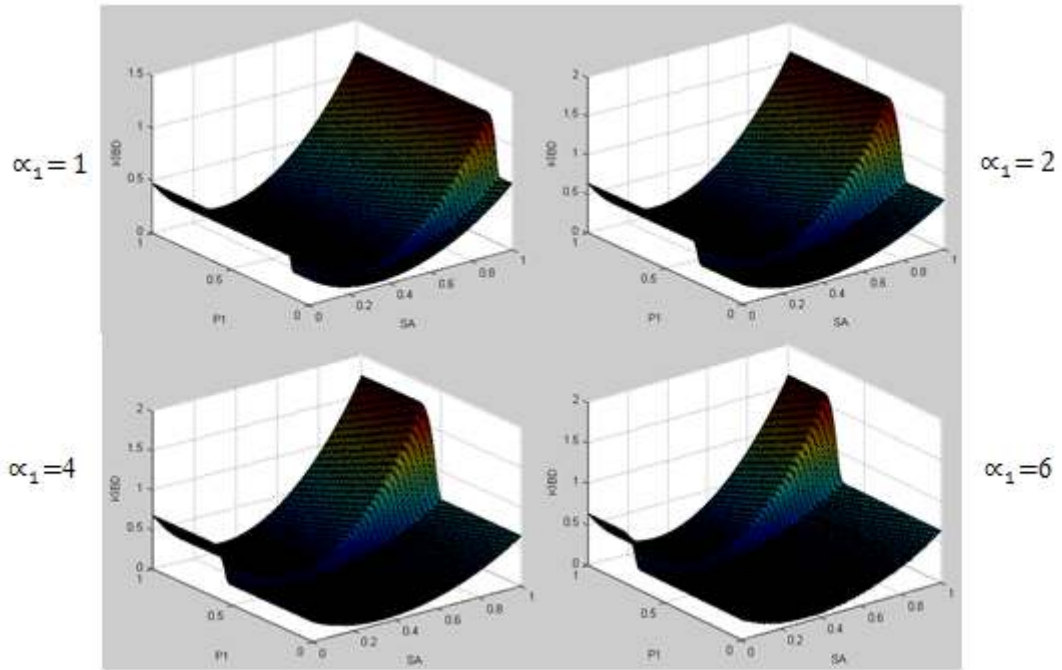
Bölgelerde tesis edilen standart güvenlik önlemleri seviyeleri ile S_A ve S_B değerlerinin istihbaratın değerine olan etkisi Şekil 5.12.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.12. Standart güvenlik seviyeleri ile S_A değerlerindeki değişimin istihbaratın değerine etkisi

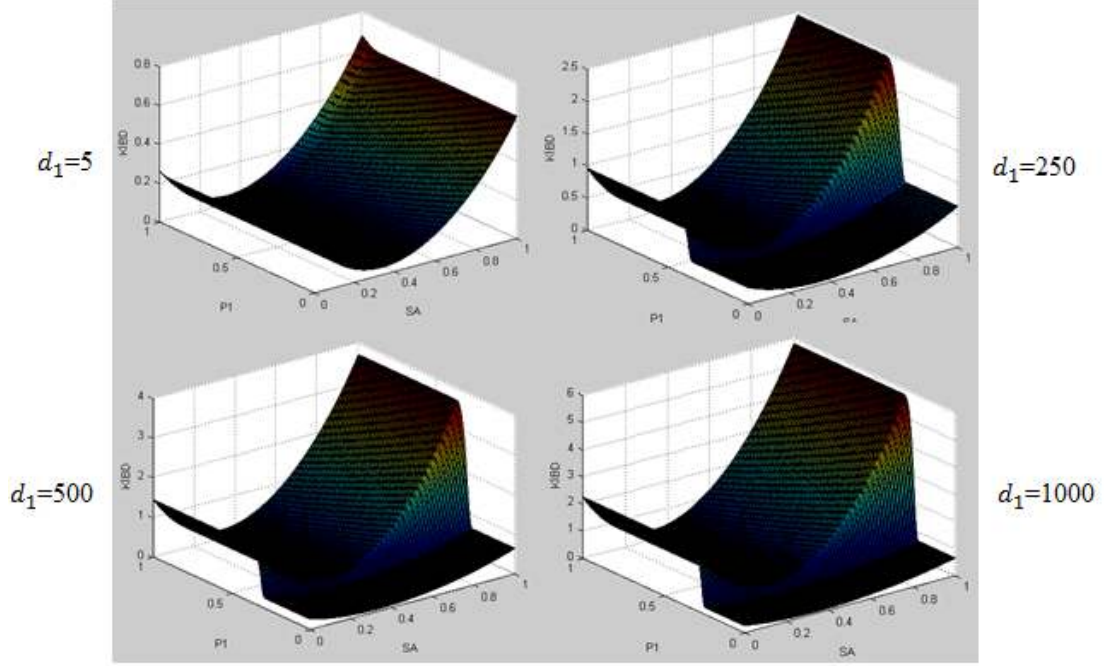
Şekil 5.11.'de standart güvenlik seviyesi kısıtı gevşetildikçe S_A değerinin KİBD üzerindeki etkisinin arttığını, \bar{P}_1 değerinin KİBD üzerinde fazla bir etkisi olmadığını ve Şekil 5.10.'da görülen yapının ortaya çıktığını görmekteyiz. 1. Bölge'deki standart güvenlik seviyesinin değeri arttıkça istihbarat kaynağının teröristlerin hedef seçimleri ile ilgili olarak getireceği istihbaratın bir anlamı olmamaktadır. Bunun nedeni, zaten bölgede tesis edilmiş olan güvenlik seviyesinin teröristleri durdurmak konusunda yeterince etkin olmasıdır.

Şekil 5.11.'de 1. Bölge'nin standart güvenlik seviyesi değeri 0,4'ten daha büyük değerler almaya başladığı noktada S_A 'nın aniden değer kazandığı görülmektedir. Şimdi bu ani artışın ve \bar{P}_1 kısıtının gevşetilmesine bağlı olarak S_A 'nın değer kazanmaya başladığı noktanın hangi parametrelere bağlı olduğu inceleyelim. α_1 değerinin temel değeri 3 olarak tespit edilmiştir. α_1 değerine temel değerden daha düşük ve yüksek değerler verdiğimiz zaman elde ettiğimiz sonuçlar Şekil 5.13'te gösterilmiştir.



Şekil 5.13 α_1 ve α_2 değerlerindeki değişimin $\bar{P}_1 - S_A$ grafiğine etkisi

α_1 ve α_2 değerleri arttıkça giderek daha düşük \bar{P}_1 değerlerinde standart güvenlik kısıtının sağlandığı açıkça görülmektedir. α_1 ve α_2 değerlerindeki değişim KİBD'ni değiştirmemektedir. Şimdi de bölge değerlerindeki değişimin kısıt üzerindeki etkisini inceleyelim (Şekil 5.14).

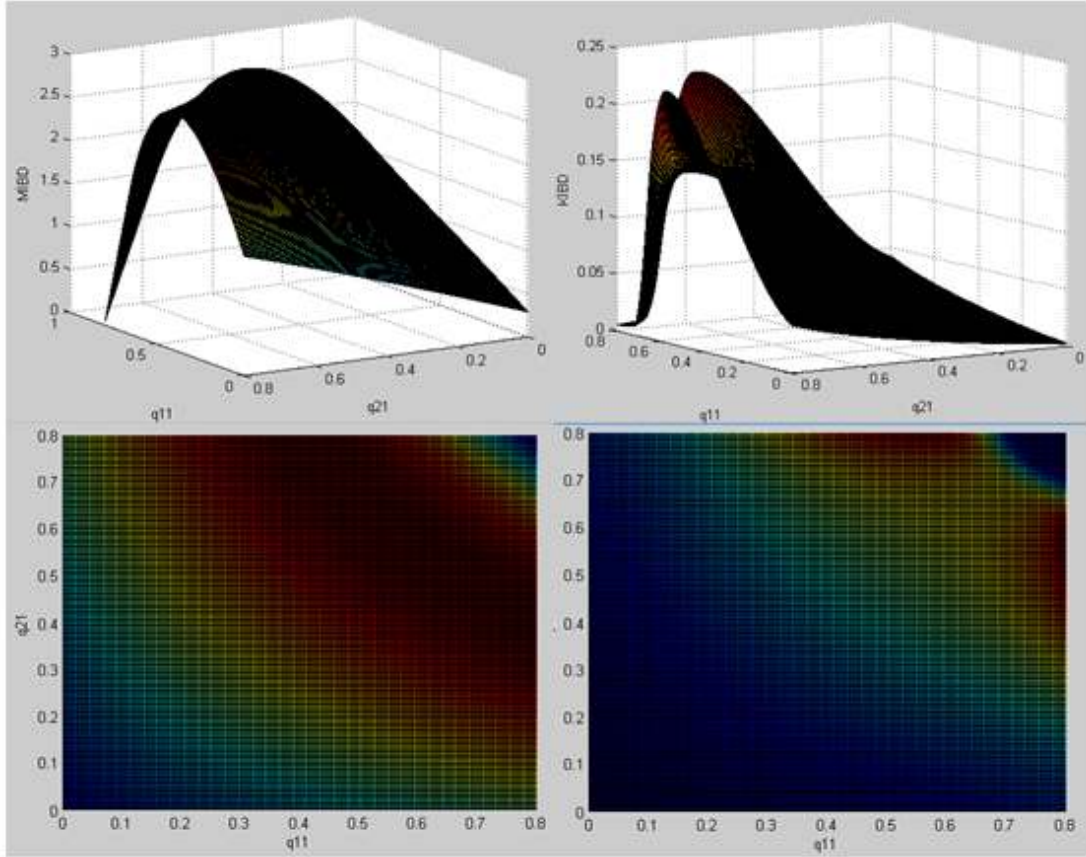


Şekil 5.14 d_1 değerlerindeki değişimin $\bar{P}_1 - S_A$ grafiğine etkisi

d_1 parametresinin temel değeri 130 olarak tespit edilmiştir. d_1 , 5 değerini aldığı anda tüm \bar{P}_1 değerleri için kısıtların sağlandığını görüyoruz. Düşük bölge değerinde \bar{P}_1 'in KİBD üzerinde hiçbir etkisi olmamakta sadece S_A değerleri etkili olmaktadır. Ancak KİBD en fazla 0,8 değerini almaktadır. S_A değerlerindeki değişim KİBD'ni etkiliyor gibi görünse de aslında bu etki yok denecek kadar azdır. Bölge değeri çok düşük olduğu için herhangi bir standart savunma tesis etmek ve istihbarat almak anlamsızlaşmaktadır. Bölge değeri arttıkça 0,26 noktasında \bar{P}_1 değerlerinin pik yaptığı ve S_A 'nın KİBD üzerinde etkili olmaya başladığı görülmektedir. Aynı zamanda bölge değerindeki artışın KİBD'nin en büyük değerini de artırdığı görülmektedir.

5.4. q_{11} ve q_{21} Değerlerindeki Değişimin İstihbaratın Değerine Etkisi

Temel değerler ile q_{11} ve q_{21} değerlerindeki değişimlerin istihbaratın değerine etkisi Şekil 5.15'te gösterilmiştir.



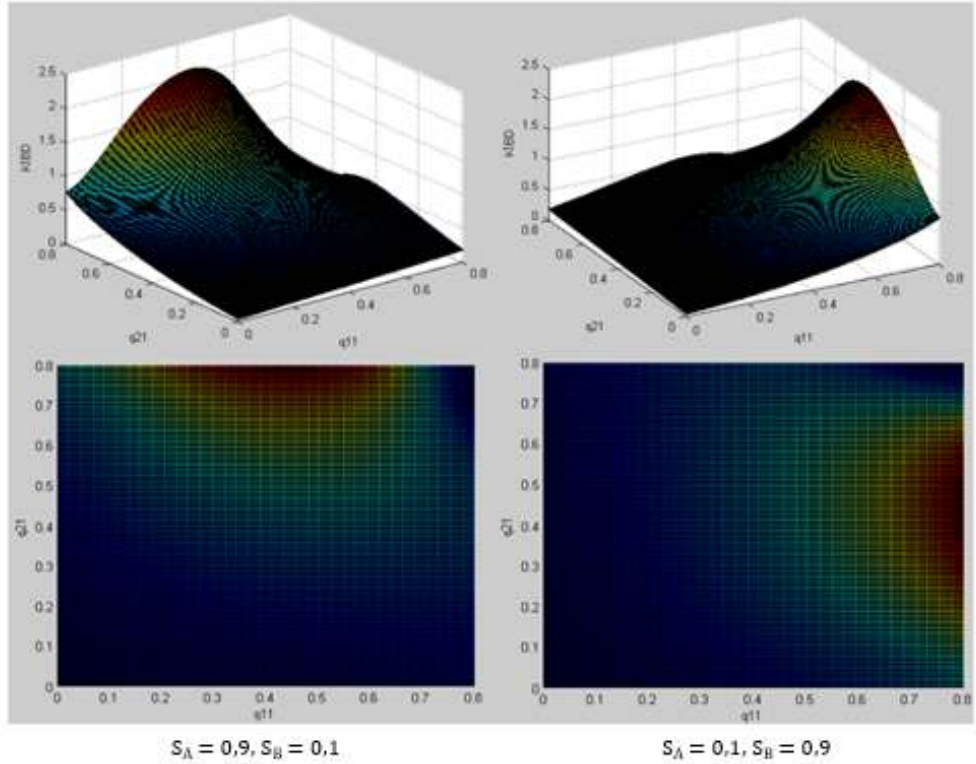
Şekil 5.15. q_{11} ve q_{21} değerlerindeki değişimin istihbaratın değerine etkisi

İstihbaratın mükemmel olarak geldiği durumda örgütlerden bir tanesinin 1. Bölge'ye saldırma olasılığı düşükken diğerinin 1. Bölge'ye saldırma olasılığının arttığı durumda, saldıracak örgüt ile ilgili alınan istihbaratın değerinin giderek arttığı görülmektedir. MİBD'nin en büyük değerinin 3 olduğu görülmektedir. İki örgütün de aynı anda saldıracağı ya da saldırmayacağı istihbaratının bir değerinin olmadığı görülmektedir.

Temel değerlerde iki örgütün de saldırı düzenlememe olasılıkları düşük olduğu için örgütler tarafından 1. Bölge'ye kesin saldırı olması durumunda 2. Bölge'ye saldırı olması olasılığı ortadan kalkmaktadır. Bu durumun tam tersi de geçerlidir.

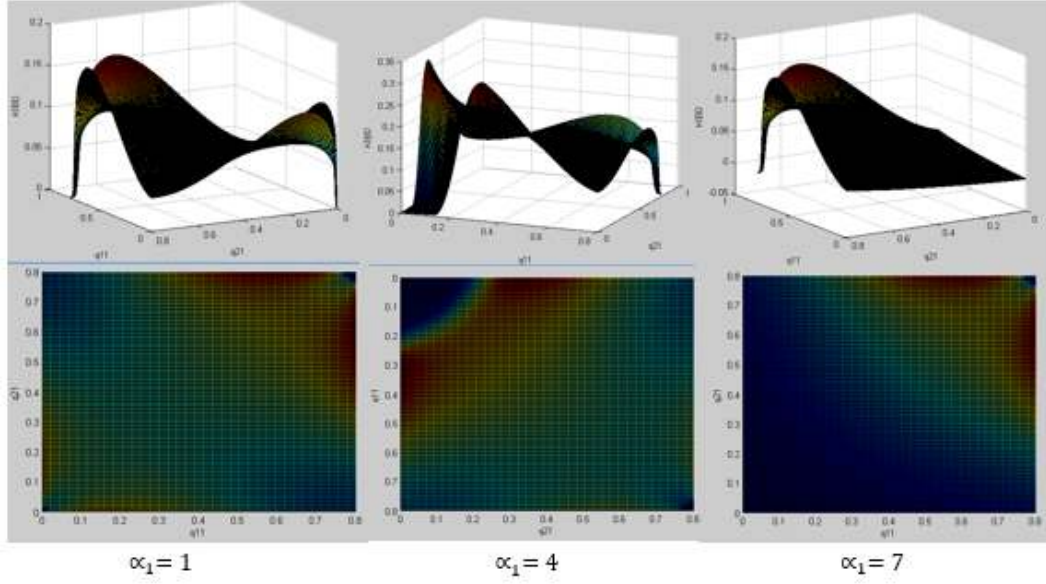
Bu nedenle, uç noktalarda alınacak ek istihbaratın analizeciye hiçbir katkısı olmamaktadır.

Kısmi istihbarat alma durumunda ise KİBD'nin en fazla 0,25 olduğu gözlenmektedir. KİBD yok denecek kadar azdır. Bunun nedeni temel değerlerde S_A ve S_B değerlerinin birbirine eşit ve 0,5 olması olarak yorumlanmıştır. Hatırlanacağı gibi S_A ve S_B değerleri 0,3 - 0,5 aralığında en belirsiz durumu ifade etmektedir ve KİBD'ne etkisi çok düşüktür. Kısmi istihbarat toplanması durumunda q_{11} ve q_{21} değerlerindeki değişimin istihbaratın değerine etkisinin iki bölgede yoğunlaştığı ve en yüksek değerleri aldığını görmekteyiz. Bu durumun nedeni, istihbarat kaynağından gelecek bilginin doğru ya da yanlış olma olasılığının arttığı durumlarda bizim bir örgütün yapacağı hamleyi yüksek olasılıkla doğru biliyor olmamızın ancak diğer örgüt ile ilgili bilgimizin en belirsiz olduğu durumda KİBD'ne en büyük katkıyı yapabilmesidir. Bunu S_A ve S_B değerlerini yükselterek çizeceğimiz grafiklerde daha net görebiliriz (Şekil 5.17.).



Şekil 5.16. S_A ve S_B değerlerindeki değişimin q_{11} ve q_{21} grafiğine etkisi

1. Bölge α_1 değeri azaldıkça istihbaratın daha düşük olasılıklarda etkili olmakta ancak α_1 ve α_2 değeri yükseldikçe istihbaratın daha yüksek olasılık değerlerinde en yüksek değerini almaktadır (Şekil 5.17.).



Şekil 5.17. α_1 ve α_2 değerlerindeki değişimin q_{11} ve q_{21} grafiğine etkisi

6. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Bu çalışmada, çok hedefli bir savunma probleminde, farklı senaryolar altında istihbaratın değerinin tespitine yönelik analitik bir yaklaşım sunulmuştur. Bu çalışmada ele alınan senaryo, savunması gereken iki farklı bölgesi olan bir devlet ve bu bölgelere saldırma eğiliminde olan iki farklı terörist grubu üzerine kurulmuştur. Devlet istihbarat kurumundaki istihbarat analisti incelemekte olduğu bölgede iki yeni terör eğilimli grup hareketi tespit etmiş ve bunu, devletin koruması gereken iki bölge için bir istihbarat uyarısı olarak yorumlamıştır. İçinde bulunduğu durumda, analizcinin ek istihbarat almadan ve alarak karar verdiği durumlardaki kayıpları modellenmiş ve çözümler yorumlanmıştır.

Bu çalışmada analiz edilmek üzere kurulan senaryoda analizcinin subjektif olarak belirlediğini varsaydığımız parametre değerleri temel değerler olarak ele alınmış ve daha sonra parametreler için tespit edilen aralık değerleri kullanılarak farklı senaryolar altında tüm modeller için çözümler elde edilmiş, mükemmel ve kısmi istihbaratın beklenen değerleri hesaplanmıştır. Çizilen iki ve üç boyutlu grafikler yardımıyla parametrelerin bilginin değerine olan etkisi yorumlanmıştır.

Temel değerler üzerinden yapılan çalışmalar sonucunda en etkili parametrelerin α_1 ve α_2 parametreleri olduğu gözlenmiştir. Güvenlik seviyesi kısıtı ile α_1 ve α_2 değerleri arasındaki ilişkiyi incelediğimizde α_1 ve α_2 değerlerinin etkili olduğu bölgelerde güvenlik seviyesi kısıtının sağlandığı görülmektedir. Çalışmada ayrıca istihbaratın değerine en az katkıyı yapan parametrenin ise bölge değerleri parametresi olduğu tespit edilmiştir. S_A ve S_B değerlerinin birlikte KİBD'ne olan etkisi incelendiğinde ise kaynağın doğruyu söyleme oranının 0,3 - 0,5 aralığında en düşük değeri aldığı gözlenmiştir.

Kısmi istihbarat toplanması durumunda q_{11} ve q_{21} değerlerindeki değişimin istihbaratın değerine etkisinin iki bölgede yoğunlaştığı ve en yüksek değerleri aldığını görülmüştür.

Bu durumun nedeni, istihbarat kaynağından gelecek bilginin doğru ya da yanlış olma olasılığının arttığı durumlarda bizim bir örgütün yapacağı hamleyi yüksek olasılıkla doğru biliyorken diğer örgüt ile ilgili bilgimizin en belirsiz olduğu durumda KİBD'ne en büyük katkıyı yapabilmesi olarak yorumlanmıştır.

Çalışmanın devamı niteliğinde, bu çalışma oyun teorisi varsayımları altında çalışılabilir. Terör örgütlerinin güç etkinliklerinin farklı olduğu ve aynı anda iki farklı bölgeye saldırabileceği senaryolar da incelenebilir.

KAYNAKLAR

- [1] Bakır, N.O., Georgia-Ann, K., 'Buying price of event information in two-action decision problems', *Environment Systems and Decisions*, 34 (1), 38-48, 2014.
- [2] Bakır N.O., Bilginin Değerinin Riske Duyarlılığa Bağlı Davranışının Farklı Yaklaşımlarla Analizi, TÜBİTAK projesi, Ankara, 2012.
- [3] Talha, H., Silahlı Kuvvetlerde Karar Verme, K.H.O. Matbaası, Ankara, 1992.
- [4] James, A.F., S., R., Edward F., *Management*, Prentice Hall, New Jersey, 1989.
- [5] Robert, T.C., *Making Hard Decisions*, Duxburry Press, California, 1990.
- [6] Ralph L.K., "Decision Analysis: An Overview", *Operations Research*, 30(5), 803-838, 1982.
- [7] Leonard, J.S., *The Foundations of Statistics*, John Wiley and Sons, New York, 1954.
- [8] Ramazan, A., Türkay, K., Mete, D., Armağan, T., *Karar Analizleri*, K.H.O. Matbaası, Ankara, 2001.
- [9] Semra, O.E., *Olasılık ve İstatistik*, Gazi Kitabevi, Ankara, 2008.
- [10] Ümit, Ö., *İstihbarat Teorisi*, Kripto Kitaplar, Ankara, 2011.
- [11] Muazzez, Ş., Turhan, Ş., *İstihbarat ve Genel Güvenlik Konularımız*, Emniyet Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 1997.
- [12] Schlaifer, R., *Probability and Statistics for Business Decisions*. McGraw-Hill Book Company, Inc, New York, 1959.
- [13] Raiffa, H., R., Schlaifer, *Applied Statistical Decision Theory*. Harvard University, Cambridge, Massachusetts, 1961.
- [14] Howard, R., *Information value theory*. *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics* 2(1) 22–26, 1966.
- [15] Howard, R., *Value of information lotteries*. *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics* 3(1) 54–60, 1967.
- [16] La Valle, I., *On cash equivalents and information evaluation in decisions under uncertainty: Part I: Basic theory*. *Journal of the American Statistical Association* 63(321) 252–276, 1968.

- [17] John P.G., Risk stochastic preference and the value of information, *Journal of Economic Theory*, 8 (1) 64–84, 1974.
- [18] Marschak J, Radner R., *Economic Theory of Teams* (Yale University Press, New Haven, CT), 1972.
- [19] Mehrez A, Stulman A., A note on capital budgeting in the purchase of information, *Manag Decis Econ* 5(4):251–254, 1984.
- [20] Mehrez A, Sethi A., Hierarchical planning of project-selection problems with information purchasing, *J Oper Res Soc* 40(3):267–279, 1989.
- [21] Fatti L, Mehrez A, Pachter M., Bounds and properties of the expected value of sample information for a project-selection problem, *Nav. Res. Logist.* 34:141–150, 1987.
- [22] Miller, A., The value of sequential information, *Manag Sci*, 22(1):1–11, 1975.
- [23] Bakır, N.O., G-A. Klutke, Information and preference reversals in lotteries, *Eur. J. Oper. Res.*, 210(3):752–756, 2011.
- [24] Abbas, A., Bakır N.O., Klutke G.A., Sun, Z., Effects of risk aversion on the value of information in two-action decision problems, *Decis. Anal.*, 10(3):257–275, 2013.
- [25] Rosoff, H., D., von Winterfeldt, A risk and economic analysis of dirty bomb attacks on the ports of Los Angeles and Long Beach, *Risk Anal.*, 27(3) 533–546, 2007.
- [26] Allison, G., The will to prevent. *Harvard Internat, Rev.* 28(3) 50–55, 2006.
- [27] Bunn, M., A. Wier., Terrorist nuclear weapon construction: How difficult? *Ann., Amer., Acad., Political Soc., Sci.* 607:133–149. 2006.
- [28] Cooper, M.H., Nuclear proliferation and terrorism, *CQ Researcher* 14(13) 297–320, 2004.
- [29] Allison, G., *Nuclear Terrorism*, Times Books, New York, 2004.
- [30] Maerli, B. M., A. Schaper, F. Barnaby., The characteristics of nuclear terrorist weapons, *Amer. Behavioral Scientist* 46(6) 727–744, 2003.
- [31] Bakır, N.O., A Stackelberg game model for resource allocation in cargo container security, *Springer New York, Ann. Oper. Res.*, 187 (5) 22, 2010.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ERSÜ, Buğra
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 01.01.1981 Antalya
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 (312) 235 40 01
e-mail : bersu@etu.edu.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Y. Lisans	TOBB ETÜ Endüstri Mühendisliği	2014

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Bugra, E., Bakır, N.O., “Value Of Intelligence On Terrorists’ Target Choice”, Northeast Decision Sciences Institute 2015 Annual Conference, Cambridge, Massachusetts, USA, March 20-22, 2015 (Accepted).