



# Ardahan Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/aruibfdergisi>



## Ulusal güvenlik karar problemlerinde karşıtsal risk analizi: Doğu Akdeniz problemi örnek modelleme\*

*Adversarial risk analysis in national security decision problems: a hypothetical case of Eastern Mediterranean conflict*

Gülşah Bozcu<sup>a</sup>, Esmâ Nur Çinicioğlu<sup>b\*\*</sup>

<sup>a</sup> Doktora Öğrencisi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye, [gulsah.bozcu@ogr.iu.edu.tr](mailto:gulsah.bozcu@ogr.iu.edu.tr), ORCID: 0000-0003-2894-6036

<sup>b</sup> Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye, [esmanurc@istanbul.edu.tr](mailto:esmanurc@istanbul.edu.tr), ORCID: 0000-0002-4465-495X

### MAKALE BİLGİSİ

#### Makale geçmişi:

Başvuru: 04 Şubat 2023

Kabul: 23 Mart 2023

#### Anahtar kelimeler:

Karşıtsal Risk Analizi,  
Etki Diyagramları,  
Doğu Akdeniz Problemi,  
Savunma-Saldırı Modeli

#### Makale türü:

Araştırma makalesi

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received: 04 February 2023

Accepted: 23 March 2023

#### Keywords:

Adversarial Risk Analysis,  
Influence Diagrams,  
Eastern Mediterranean Conflict,  
Defense-Attack Problem

#### Article type:

Research article

### ÖZET

Karşıtsal risk analizi (KRA) akıllı rakipleri barındıran problemlerde karar vericiye sağladığı, rakibin karar verme sürecini ve düşünme sistematüğünü analiz etme, rakibin atması muhtemel adımları öngörme ve bu doğrultuda beklenen faydasını maksimize edecek karar seçeneğini belirleme gibi özellikleri ile stratejik karar problemlerine başarılı bir şekilde uygulanabilecek etkin bir modelleme yöntemidir. KRA'nın, klasik oyun teorisinin aksine ortak bilgi varsayımını benimsememesi ve rakip tarafın karar ve faydaları için öznal bir olasılık dağılımı kullanması, KRA ile modellenen problemlerin gerçekçi bir şekilde çözümüne imkân tanımaktadır. Milli güvenliği ilgilendiren stratejik karar problemlerinde sistematik bir bakış açısı ve değerlendirme imkânı sağlayan analitik modellerin kullanılması önem taşımaktadır. Bu çalışmada Türkiye'nin Doğu Akdeniz problemi ele alınmış ve konu çerçevesinde oluşturulan hipotetik bir örneğin KRA ile modellemesi ve çözümü yapılmıştır. Oluşturulan model, hem rakip tarafın düşünce sistematüğünün analiz edilmesine imkân vermekte hem de model çerçevesinde gözlemler dâhilinde senaryo analizlerini mümkün kılmaktadır. Stratejik bakımdan önemi büyük, milli güvenliğe dair problemlerin değerlendirilmesi için, farklı, etkin analitik modellerin uygulanabilirliğinin gösterilmesi önemlidir. Bu çalışma, bir ulusal güvenlik stratejik karar problemi olan Doğu Akdeniz meselesini konu alması ve çalışmada oluşturulan alan hipotetik modeli KRA ile çözmesi bakımından bir ilk niteliğindedir.

### ABSTRACT

Adversarial risk analysis (ARA), with its capabilities to analyze the opponent's decision-making process, predict the possible steps that the opponent may follow and choose the decision choice to maximize the analyst's expected utility, is an effective model to be used in strategic decision problems involving an intelligent opponent. In contrast to classical game theory adversarial risk analysis does not employ the common knowledge assumption and instead uses a subjective probability distribution over the opponent's decisions and the utilities. Consequently, problems modelled using ARA can be solved realistically. In strategic decision problems concerning national security, using analytical models which can offer a systematic view and evaluation process becomes important. In this work, a hypothetical problem regarding Turkey's Eastern Mediterranean conflict is modeled and solved using ARA. The ARA model exemplified in this work has the capability both to analyze the opponent's decision-making process and also to make scenario analyses based on the evidence observed on the model. This research is the first to theme the Eastern Mediterranean conflict, a strategically important decision-making problem concerning national security and to solve its hypothetical model created using the Adversarial Risk Analysis.

\* Çalışma, Gülşah Bozcu'nun 2023 yılındaki doktora tezinden üretilmiştir.

\*\* Sorumlu yazar / Corresponding author

E-posta / E-mail: [esmanurc@gmail.com](mailto:esmanurc@gmail.com)

Atf / Citation: Bozcu, G. ve Çinicioğlu, E. N. (2023). Ulusal güvenlik karar problemlerinde karşıtsal risk analizi: Doğu Akdeniz problemi örnek modelleme. *Ardahan Üniversitesi İİBF Dergisi*, 5(1), 62-73. <http://doi.org/10.58588/aru-jfeas.1247679>

## 1. Giriş

Geleneksel risk analizi incelendiğinde çalışma konularının çoğunlukla nükleer tehlike, sigorta ve doğal afetler gibi akıllı bir rakibi barındırmayan problemleri konu aldığı görülmektedir. Bu doğrultuda geleneksel risk analizindeki baskın yaklaşım; problem içeriğinin akıllı rakip barındırıp barındırmamasından bağımsız bir şekilde, risk analizini sadece riske maruz kalan kişinin seçimleri ve ilgili risk düzeyi değerlendirmesi açısından sınırlamaktır. Oysaki güvenlik, terör, stratejik karar gibi üst seviyede risk yaratan birçok problem akıllı rakip ya da rakipleri barındırmaktadır. Bu sebeple rakibi pasif olarak konumlandıran problemlerin ve bu doğrultuda oluşturulacak modellerin gerçekçi değerlendirmeler yapması beklenemez. 2008’de yayınlanan Amerika Ulusal Araştırma Konseyi’nin (National Research Council, 2008) raporunda terörizm ile olan savaş için oluşturulacak analiz, tahmin, karar verme ve risk modellerinin, doğal afetlerde kullanılan model ve tekniklerden farklılaşması gerektiği vurgulanmıştır. Aynı durum ülkelerin alacağı stratejik kararlar ve bu kararların doğrultusunda yapılacak olan risk analizi için de geçerlidir.

Akıllı rakip ve akıllı rakibin hareketlerinin yaratacağı olası sonuçların modelleme ve risk analizine dâhil edilmesi oyun teorisinin kapsamı içerisinde olsa da oyun teorisindeki ortak bilgi varsayımının öngördüğü şekilde oyundaki tüm bilginin, rakibin olası hareketleri ve bunun yaratacağı fayda fonksiyonunun taraflar tarafından bilinmesi gerçek hayat koşullarında mümkün değildir ve bu nedenle de gerçekçi bir modellemeyi mümkün kılmaz. Bu kapsamda Karşıtsal Risk Analizi (KRA), sonucu belirsiz olan ve bir veya daha fazla rakip barındıran karar problemlerinde, karar vericinin olasılık dağılımları yoluyla rakibin stratejisini belirlemek için model oluşturmasını amaçlayan bir yaklaşımdır (Banks vd., 2016). Bu çalışmanın amacı rakip stratejisini ve bu stratejinin içerdiği belirsizliği göz önüne alan KRA modelini tanıtmak ve bu ve bunun gibi analitik modellerin ulusal güvenlik problemlerini konu alan stratejik karar ve durum analizlerinde uygulanabilirliğini ortaya koymaktır. Bu amaçla örnek bir stratejik karar problemi olarak ilk önce Türkiye’nin güncelliğini koruyan Doğu Akdeniz problemi ortaya konacak ve bu problemin içerebileceği olası hipotetik bir durum KRA aracılığıyla modellenerek, çözüm aşamaları ve sonuçları incelenecektir. Makalenin ikinci bölümünde KRA ve etki diyagramları hakkında bilgi verilmekte, üçüncü bölümünde KRA ile ilgili geniş bir literatür taraması yer almaktadır. Bölüm 4’te Doğu Akdeniz bölgesi ve stratejik önemi ele alınmakta ve Bölüm 5’te oluşturulan hipotetik modelin KRA çerçevesiyle incelenmesine yer verilmektedir. Makalenin son bölümü çalışmanın sonuçlarına dair sonuç ve tartışmaları ortaya koymaktadır. Şekil 1 makalenin akış şemasını göstermektedir.



Şekil 1. Makale akış şeması

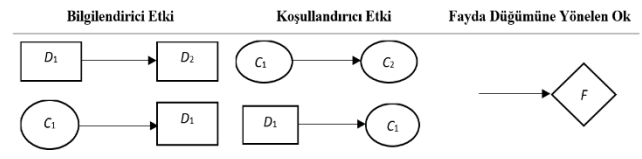
## 2. Karşıtsal Risk Analizi ve Etki Diyagramları

Karşıtsal risk analizi kavramı ilk olarak Insua vd. (2009) tarafından ortaya atılmıştır. KRA rakibin eylem seçenekleri üzerinde olasılıksal bir dağılım yaratılması ve bu doğrultuda karar vericinin beklenen faydasını en iyileyen seçeneği belirlemesi esasına dayanır. Bu model oyun teorisine dayanan ya da Bayes Nash dengesini barındıran bir modeldir. Karşıtsal risk analizinin geleneksel oyun teorisinden temel farkı ortak bilgi varsayımının benimsenmemesidir. Yani bir karar problemindeki rakip tarafların yalnızca

kendi tercih ve inançlarını bilebileceği ve de bu tercih ve inançların karşı tarafça bilinmeyeceği varsayılır. Bu yaklaşım doğrultusunda karar problemi iki rakip arasından desteklenen taraf açısından çözülür ve bu doğrultuda beklenen faydayı eniyileyen seçenek uyarınca ilerlemesi amaçlanır (Banks vd., 2016). Normal hayat şartlarında her sorun sistematik olarak kurallara uygun değildir ve rakipler karşılaştıkları sorunlarla ilgili bütün bilgilere sahip olamaz. Bu nedenle gerçek dünya problemlerinde rakipler belirsizlik içindedir. KRA’nın karşı tarafın fayda ve olasılıkları için kullandığı özel olasılık dağılımları geleneksel oyun teorisinin bakış açısını esnetmektedir. KRA’nın uygulamasında modelleme aracı olarak etki diyagramları kullanılmaktadır. Etki diyagramları ise karar problemlerinin gösterimi ve çözümünü amacıyla kullanılan grafiksel modellerdir (Banks vd., 2016). Etki diyagramları karar verme probleminin yapısını belirlemekte ve problemi basitleştirerek karar analizi yapılması için etkili bir model oluşturmaktadır. Etki diyagramları, ilk olarak Miller vd. (1976) tarafından ortaya atılmış ve daha sonra Howard ve Matheson (1984) tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntem ile kurulan karar problemlerinde amaç beklenen maksimum kazancı sağlayacak karar alternatifini seçmektir. Etki diyagramları aracılığıyla karar problemlerinin karar ağaçlarına kıyasla dallanmaya ihtiyaç duymadan, daha yalın bir şekilde gösterimi mümkündür. Böylelikle özellikle simetrik karar problemlerinde karar probleminin çok daha az adım ve hesaplama ile çözümü mümkün olmaktadır.

Etki Diyagramlarında karar değişkeni, rassal değişken ve fayda değişkeni olmak üzere üç tip düğüm vardır ve bunların grafiksel sunumu sırasıyla dikdörtgen, oval ve de düzgün dörtgenler (veya altgenler) aracılığıyla yapılır. Düğümler arasında yer alan yönlü oklar oluşturdukları etkilere göre bilgilendirici ve koşullandırıcı olmak üzere ikiye ayrılır. Tablo 1’de sunulduğu üzere, rassal değişkenlere yönelen oklar koşullandırıcı, karar düğümlerine yönelen oklar ise bilgilendirici etkiye sahiptirler. Fayda düğümlerine giden oklar ise fayda fonksiyonunun tanım kümesini belirtmektedir.

Tablo 1. Etki diyagramlarında okların yönelindikleri düğüme göre etkisi



Etki diyagramlarında karar verme her bir karar alternatifi için beklenen faydanın hesaplanması esasına dayanır.  $X$  bir karar değişkeni ve  $X$ ’in seçenekleri  $x_1, x_2, \dots, x_m$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) olsun.  $h_1, h_2, \dots, h_n$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ )  $H$  hipotezinin durumlarını, gözlemler sonucu elde edilmiş  $\varepsilon$  ise kanıtı ifade etsin. Buna göre  $U(x_i, h_j)$  her karar hipotez kombinasyonu ile ilgili faydayı gösterirken,  $P(h_j | \varepsilon)$  ise  $\varepsilon$  gözlemi yapıldığında  $H$  hipotezinin alacağı olasılığı gösterir. Bu doğrultuda beklenen fayda (BF) aşağıdaki formül aracılığıyla hesaplanmaktadır (Kjaerulff ve Madsen, 2008):

$$BF(x_i) = \sum_{j=1}^n U(x_i, h_j)P(h_j | \varepsilon) \quad (1)$$

Ayrıca  $x^*$  optimum karar olmak üzere;

$$x^* = \underset{x \in X}{\text{arg maks}} BF(x) \quad (2)$$

KRA’da, karar verme problemleri çok ajanlı etki diyagramları aracılığıyla modellenmektedir. Etki diyagramları Bayes ağlarına karar

değişkenleri ve fayda fonksiyonlarının eklenmesiyle oluşturulmakta ve olasılıksal çıkarımın yanı sıra karar problemi modellemesi ve çözümü de yapabilen genelleştirilmiş bir olasılıksal grafiksel model olarak tanımlanmaktadır. Bayes ağları rassal değişkenler arasındaki ilişkileri, etki diyagramları ise rassal süreçler ve bu süreçler arasındaki ilişkilerin karar değişkenlerine etkisini incelemekte ve karar vericinin en fazla kâr elde edebileceği karar değişkenini seçmesini amaçlamaktadır (Howard ve Matheson, 1984). Bir modelleme aracı olarak KRA'nın başlıca avantajları, rakibi barındıran karar verme problemlerinde karar verme sürecini risk analizine dâhil etmesi ve problem kümesindeki değişkenler arasındaki nedenselliği resmederek karmaşık problemlerin anlaşılabilmesini kolaylaştırmasıdır. KRA'da çözüm, problemin muhalif taraf açısından analiz edilmesi ve muhalif tarafın hareketleri için öznel bir olasılık dağılımı kullanarak, analist için faydayı eniyeleyecek hareket seçiminin yapılması esasına dayanır. Problem çözümünde öngörülen karar derinliği (adım sayısı) problem çözücünün tercihine göre belirlenir. Son yıllarda karşıtsal risk analizinin ekonomi (Cano vd., 2014), yönetim (Velu ve Iyer, 2008), mühendislik (Wortman ve Chandy, 2020), askeri analiz (Roponen ve Salo, 2015) gibi birçok farklı alanda uygulandığı görülmektedir. Bölüm 3'te KRA'nın uygulama alanları ile ilgili kapsamlı bir literatür taraması verilmiştir.

### 3. Karşıtsal Risk Analizi Literatür Taraması

Karşıtsal risk analizinin akıllı rakip barındıran bir karar modeli olması sebebiyle, literatürde KRA'yı kullanan çalışmaların çoğunluğu terörle mücadele, düşman saldırısı analizi gibi konuları içermektedir. Rios ve Insua (2012) farklı çalışmalarında KRA'nın eşzamanlı savunma-saldırı, ardışık savunma-saldırı-savunma ve özel bilgi dâhilinde ardışık savunma-saldırı gibi terörle mücadelede kullanılan bazı standart modellerde uygulanabilirliğini incelemiştir. Sevillano vd. (2012) Somali sahillerindeki korsanlık eylemleri için uluslararası kurumları, gemicileri ya da balıkçıları desteklemek adına KRA kullanarak karar vericinin güvenlik kaynaklarını en doğru şekilde tahsis etmesini amaçlayan bir model oluşturmuşlardır.

KRA modelinin geliştirilmesi adına Rothschild vd. (2012) ise stratejik oyunu benimseyen *k*-seviyeli oyun teorisinin KRA'ya uygulanmasını önermiş ve böylelikle KRA'ya Bayesçi bir yaklaşım getirmişlerdir.

Terörizmle bağlantılı olarak aynı zamanda kurumsal firmaların da uygulayabileceği, KRA analizinin kullanıldığı diğer bir alan ise güvenli yol seçme problemidir. Bu problemlerde taraflardan biri yol üzerinde kendisi için en faydalı olacak noktaları seçerek rakibinin geçiş güzergâhını engelleyecek şekilde tuzaklama işlemi yapmaktadır. Buna karşılık uygulamanın da desteklediği taraf kendisini en güvenli, en az zararlı gideceği yere ulaştırarak rotaya karar vermek zorundadır. Wang ve Banks (2011) rakibin stratejisini yansıtma yöntemiyle modelleyip karar analizi ile birleştirerek sonuca KRA yöntemiyle ulaşmak için bu problemi incelemiştir. Yansıtma metodu, rakibin eylemleri hakkında sahip olunan belirsizliği ortadan kaldırmak için desteklenen tarafın rakibin uyguladığı stratejiyi taklit ederek rakibin eylemleri üzerinde bir olasılık dağılımı elde etmesidir. Oyun teorisinde yansıtma metodunu kullanarak incelenen diğer bir çalışma ise Borel oyunlarıdır. Borel oyunu bir tür basit poker oyunu gibi düşünülebilir. Banks vd. (2011) yaptıkları çalışmada risk analizi ile oyun teorisinin yansıtma modelini birleştirerek klasik Borel oyununa bir KRA yaklaşımı sunmuşlardır (Banks vd., 2011). Esteban vd. (2012) ise şimdiye kadar yapılan iki rakipli problemleri tek bir karar vericinin, birden çok rakiple etkileşime girdiği andaki davranışlarını incelediği bir probleme

dönüştürmüşler ve karar vericinin kararını desteklemek için KRA kullanarak çok özellikli model tanımlamışlardır.

Rakibin eylemlerinin belirsizlik seviyesinin yüksek olduğu problemlerde yapılan KRA'yı sağlamlaştırmak için duyarlılık analizi yapılmaktadır. McLay vd. (2012) bu problemler için *k*-seviye oyun teorisi modelini de göz önüne alarak sağlam optimizasyon anlayışına yeni bir sağlam KRA yaklaşımı sunmuşlardır. Önsel olasılık değeri, bir karar probleminde savunmacı ve saldırgan taraflar açısından rakibin eylemlerini belirsizlik altında önceden tahmin etmek için önemlidir. McLay vd. (2012) çalışmasında basit bir savunma-saldırı örneği üzerinde *k*-seviye düşünme modelini kullanarak savunmacı ve saldırgan tarafın seçeceği eylemlerin geriye doğru çözümleme ile önsel olasılık değerlerini bulmayı amaçlamışlardır.

Havaalanları yoğun insani, ticari ve ekonomik faaliyetler gerektiren kritik altyapılardır. Her yıl, dünya çapındaki havaalanı otoriteleri, sınırlı kaynaklarla, farklı rakiplerden kaynaklanan saldırılarla karşı karşıya kalmaktadır. Cano vd. (2014) çalışmalarında hava trafik kontrol kulesine yönelik terörist tehditlerle ilgili endişelerin olduğu bir havaalanının güvenlik durumunu KRA aracılığıyla modellemişlerdir.

Havaalanlarına yapılan tehditler fiziksel saldırılarla da sınırlı değildir. Siber terörizm, günümüzde birçok hükümete veya kuruma büyük bir tehdit oluşturmakta ve kritik altyapıları siber saldırılara karşı korumak ve etkilerini gidermek için milyarlarca avro harcanmaktadır. Cano vd. (2016) havalimanı operasyonlarını ele geçirmek olan örgütlü grupların başlattığı siber saldırıları konu eden bir KRA modeli oluşturmuş ve sundukları açıklayıcı vaka çalışmasıyla en uygun önlemleri analiz etmişlerdir.

Sadece sahil kıyılarında, havaalanı gibi kritik alt yapılarında ya da kırsal alanlarda güvenlik problemleri oluşmaz. Gil vd. (2016) kentel alanlardaki güvenlik problemlerini de düşünerek kaynak tahsisi için KRA yaklaşımı ile polis gibi koruma kuvvetlerini, çete, mafya gibi saldırganlara karşı desteklemeyi amaçlamışlardır. Ayrıca askeri güvenlik için de Roponen ve Salo (2015) KRA metodolojisinin askeri muharebe modellemesi ile arasındaki bağlantıyı incelemiş ve bu metodolojinin nasıl uygulanabileceğine dair somut örnekler sunmuşlardır. Bu çerçevede Roponen ve Salo, KRA'yı askeri muharebe modellemesiyle birleştirmenin, savaş modelleme araçlarını geliştirmek için gerekli olduğunu savunmuştur. Kimyasal tesisler de askeri açıdan büyük risk taşıyan bölgelerdir. Zhang ve Reniers (2018) kimyasal tesislerin güvenliği ile ilgili bir çalışma yapmış ve bu çalışmada KRA yaklaşımını kullanarak kimyasal bir tesisin korunmasına ve güvenliğinin artırılmasına yönelik iki-oyunculu bir model geliştirmişlerdir.

Daha önce bahsedildiği üzere günümüzde siber saldırıların güvenlik konusunda büyük bir öneme sahip olduğu görülmektedir ve bu konuda KRA uygulayan farklı çalışmalar mevcuttur. Bu konuda, Vieira vd. (2014) petrol sondaj sistemlerinin siber güvenliğini ele almıştır. Niyaz vd. (2015) siber saldırıların, SDN (yazılım tanımlı ağ) üzerinden çalışan ağ hizmetlerinin performansı üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. Insua vd. (2021) siber sigortalıların benimsenmesi de dâhil olmak üzere siber güvenlik kaynak tahsisine ilişkin kararları destekleyecek yöntemler geliştirmeyi hedeflemişler ve optimizasyonu KRA yaklaşımıyla birleştiren alternatif bir çerçeve önermişlerdir. Wang vd. (2019) siber saldırılara karşı güvenliği arttırmak, farklı alanlardaki siber-fiziksel sistemlerin korunmasını ve bütünlüğünü desteklemek amacıyla siber güvenlik optimum kaynak tahsisi için bir KRA yaklaşımı önermişlerdir.

Wortman vd. (2018) çalışmalarında yalnızca savunucunun riskini değil, aynı zamanda düşmanın motivasyonundan kaynaklanan bir saldırı olasılığını da dikkate alan bir güvenlik ölçütü elde etmek için yeni bir

yöntem önermiş, hem saldıran hem de savunan taraflar için yeni, anlamlı güvenlik ve riske dayalı metrikler geliştirmişlerdir. Kurumsal rekabet

(Banks vd., 2011), ve güvenlik konuları (Insua vd., 2021) dışında KRA'nın kullanıldığı farklı alanlar da mevcuttur. Bunlara bir örnek, yeniden imalat ve fiyatlandırma stratejisi için KRA'nın kullanıldığı Deng ve Ma (2015)'nin çalışmasıdır.

KRA modelinin geliştirilmesi birçok farklı çalışmaya dayanmaktadır. Bu amaçla Koller ve Milch (2003)'in oluşturduğu çoklu ajan etki diyagramlarını Gonzáles-Ortega vd. (2019) ikili karar vericiye sahip etki diyagramlarına (BAID) uyarlamışlardır. Oluşturulan BAID etki diyagramı bir kritik altyapı koruması örneği çerçevesinde verilmiş ve çözümde 2 seviyeli bir düşünce modeli sunulmuştur.

Daha önce incelenen çalışmalarda, çeşitli algoritmalar kullanılmış olsa da KRA'nın çözümüne ilişkin bir algoritma oluşturulmamıştır. Bu konuda, Perry ve El-Amine (2019) KRA'da hızlı hesaplama ve optimal seçimin doğrulukla tespitine yönelik bir algoritma geliştirmişlerdir.

Günümüzde yapay zekâ ve derin öğrenmenin önemi her geçen gün artmaktadır. Ren vd. (2020) çalışmalarında derin öğrenme modellerinin kullanıldığı örneklerin karşı taraf fark etmeden bozulabildiğini ve bunun sonucunda derin öğrenme modellerinin kolayca yanıltılabildiğini göstermişlerdir.

Teröristlerin siber saldırılar için interneti kullanmasına benzer bir şekilde, güvenlik güçlerinin de olası teröristleri ve terörist aktiviteleri tespit edebilmek için internet üzerinden tespit ve gözetleme işlemleri yaptığı bilinmektedir. Gil ve Arnau (2019) çalışmalarında bu konuyu işleyen bir örneği ele almıştır. Oluşturulan örnekte terörist olması muhtemel kullanıcı profillerinin tespiti amaçlanmakta ve bu amaçla belirli web sitelerini ziyaret eden kullanıcılar belirlenmektedir. Örnek, ilk olarak klasik oyun teorisi ve uzman görüşünün harmanlandığı bir model, daha sonra KRA'nın uygulandığı otomatik bir sistem aracılığıyla çözümlenmekte ve oluşturulan KRA modelinin çok daha etkin olduğu gösterilmektedir.

Olası dış tehditler gibi uluslararası güvenlik, jeo-politik, iş dünyası, ticaret ve siber güvenlik gibi hemen her alanda iç tehditler de önemli bir güvenlik problemi oluşturmaktadır. Bu konuyu ele alan Joshi vd. (2019) çalışmalarında, içeriden gelen tehditlere karşı en uygun stratejileri belirlemek için KRA tabanlı modeller geliştirmiş ve bu modelleri bir veri güvenliği örneği çerçevesinde uygulamışlardır. Güvenli sistemlere olan ihtiyaç büyümeye devam ettikçe, bu sistemlerin güvenlik açıklarının belirlenmesi ve değerlendirilmesine olan ihtiyaç da artmaktadır. Wortman ve Chandy (2020) çalışmalarında sistem güvenliği tasarım değerlendirmesi için KRA'ya dayalı bir güvenlik modeli oluşturmuşlardır. Siber güvenliği hedef alan saldırılarda kötü amaçlı yazılımların gölgeleme tekniği ile gizlenmesi birçok saldırgan tarafından kullanılmaktadır. Redondo ve Insua (2020) bu tip saldırılara karşı KRA'yı kullanan melez bir savunma yapısı önermişlerdir. Insua vd. (2021) çalışmalarında, sadece kasıtsız değil kasıtlı da olmak üzere tüm riskleri KRA aracılığıyla modele dâhil eden kapsamlı bir siber güvenlik çerçevesi oluşturmuşlardır. Ejaz vd. (2021) kapalı zarf açık arttırmalar için daha önce önerilmiş KRA modellerinin varsayımlarını esnetmiş ve bu şekilde daha gerçekçi bir KRA modeli oluşturmuşlardır. Banks vd. (2022) KRA alanına dair geliştirilmiş çalışmalar ve uygulamalar içeren kapsamlı bir literatür taraması sunmaktadır. Tablo 2 KRA'nın uygulandığı çeşitli makaleleri uygulandıkları alan ve ele aldıkları konular eşliğinde listelemektedir.

**Tablo 2.** KRA kullanılan çalışmalar ve uygulama alanları

Yazarlar	Uygulanan Alan	Konu
Rios ve Insua (2012)	Güvenlik	Klasik terörle mücadele modeline KRA yaklaşımının uygulanması
Rothschild, McLay, Guikema (2012)	Güvenlik	<i>k</i> -seviyeli oyun teorisinin KRA'ya uygulanması
Wang ve Banks (2011)	Güvenlik	Oyun teorisinin yansıtma modelini kullanarak geçiş güzergâhı güvenliği problemini modelleme
McLay, Rothschild, Guikema (2012)	Güvenlik	<i>k</i> -seviye oyun teorisi modeli ile sağlam KRA modelini kurma
Insua vd. (2016)	Güvenlik	<i>k</i> -seviye oyun teorisi modelinin sıralı ve eşzamanlı oyunlar için terörizm konusuyla alakalı örnekler üzerinde uygulanması
Sevillano, Insua, Rios (2012)	Güvenlik	Somali sahillerindeki gemici, balıkçı ve uluslararası kurumların korsanlara karşı güvenliği için karar vericinin en doğru şekilde kaynakları tahsis etmesi
Cano vd. (2014)	Güvenlik	Hava trafik kontrol kulesine yönelik saldırıların önlenmesi adına KRA kullanılarak güvenlik kaynağı tahsis planı oluşturma
Ortega, Insua, Cano (2019)	Güvenlik	Kritik altyapı sistemlerine yönelik saldırıları <i>k</i> -seviye modeliyle analiz etme ve koruma sağlama
Vieira, Houbm, Insua (2014)	Siber Güvenlik	Operasyonel teknoloji ve sondaj sistemlerine yönelik siber saldırıların KRA ile modellenmesi
Niyaza, Sunb, Alama (2015)	Siber Güvenlik	Ağ tabanlı saldırıların web hizmetleri üzerindeki etkisi
Insua vd. (2019)	Siber Güvenlik	Siber güvenlik için optimizasyon ile KRA'yı birlikte kullanarak konuya yeni bir çerçeve önerme
Wang, Maio, Zio (2019)	Siber Güvenlik	Siber-fiziksel sistemlerin korunması için güvenlik kaynaklarının optimum tahsisi
Deng ve Ma (2015)	Ekonomi	Yeniden imalat ile fiyatlandırma stratejisinde KRA uygulaması
Ren vd. (2020)	Teknoloji	Yapay zekâ ve derin öğrenme modellerine karşı yapılan saldırıların incelenmesi
Gil ve Arnau (2019)	Teknoloji	Güvenlik güçlerinin olası terörist ve terörist aktiviteleri internet üzerinden belirlemesi amaçlı, bir tespit ve gözetleme modelinin oyun teorisi ve KRA ile incelenmesi
Joshi, Rios, Insua (2019)	Veri Güvenliği	İçeriden gelen tehditlere karşı en uygun stratejileri KRA ile belirleme
Wortman ve Chandy (2020)	Sistem Güvenliği	Sistem güvenliği tasarım değerlendirmesi için KRA'ya dayalı bir güvenlik modeli
Insua vd. (2021)	Siber Güvenlik	Kasıtlı ve kasıtsız olmak üzere tüm riskleri KRA ile modele dâhil eden geniş bir siber güvenlik çerçevesi oluşturma
Banks vs. (2022)	Literatür Çalışması	KRA alanıyla ilgili çalışmaları ve uygulamaları içeren literatür taraması

Görüldüğü üzere KRA'nın uygulama alanları özellikle güvenlik alanı olmak üzere akıllı rakip barındıran tüm problemler olarak özetlenebilir. Ancak, bu çalışmada yapılan kapsamlı literatür taramasının da gösterdiği gibi, milli güvenlik ve çıkara yönelik problemlerde sistematik bir bakış açısı ve değerlendirme imkânı sağlayan modellerin kullanılması büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle bu çalışmada; Türkiye'nin güncel stratejik problemlerinden Doğu Akdeniz sorununu temel alan hipotetik bir problemin KRA ile çözümü yapılacaktır. Çalışmanın geri kalanında, bölüm 4'te Doğu Akdeniz problemi ana hatları ile ele alınarak bölgedeki kıyıdaş ülkeler arasında yaşanan çekişmeler özetlenecektir. Bölüm 5'te Türkiye'nin sahip olduğu münhasır ekonomik bölge (MEB) üzerinde gerçekleştirilecek hipotetik bir problem çerçevesinde ilgili KRA modelleri oluşturulacak ve bu modeller üzerinde senaryo analizi yapılacaktır. Bölüm 6 çalışmanın sonuçları ve tartışmayı içermektedir.

#### 4. Doğu Akdeniz Problemi: Doğu Akdeniz Bölgesi ve Türkiye

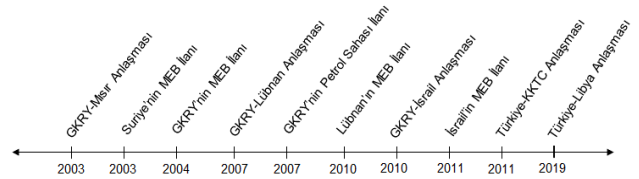
Doğu Akdeniz hem coğrafi konum hem de sahip olduğu yer altı enerji kaynakları sebebiyle hem kıyıdaş ülkelerin hem de dünya güçlerinin ilgi odağı haline gelmiş, bölgeye kıyaslı olan ülkeler bu bölgede daha fazla hak sahibi olabilmek amacıyla birbirleriyle mücadele içine girmişlerdir. Şekil 2'de verilmiş olan haritada görüldüğü üzere; bölgeye kıyaslı olan ülkeler İtalya, Slovenya, Hırvatistan, Bosna-Hersek, Arnavutluk, Karadağ, Yunanistan, Suriye, Türkiye, Lübnan, İsrail, Filistin, Libya, Mısır ve Tunus'tur.



Şekil 2. Doğu Akdeniz haritası

Kaynak: Google maps (2023)

Doğu Akdeniz bölgesindeki kıyıdaş ülkelerin aralarındaki çekişmenin temel sebebi ülkelerin bölgedeki zengin yer altı kaynaklarına olabildiğince fazla sahip olmak istemesidir. Günümüze kadar uzanan bu çekişmelerin başlangıç noktalarından biri 2. Dünya Savaşı'ndan sonra, İtalya'nın on iki adaların kontrolünü 1947 Paris Barış Antlaşması'yla Yunanistan'a bırakmasıdır. Doğu Akdeniz'e kıyaslı olan ülkelerin aralarındaki anlaşmazlıklar ve bölge üstünde hâkimiyet kurma çabaları 2003 yılından itibaren Güney Kıbrıs Rum Yönetimi'nin (GKRY) hem bağımsız olarak haklarını ilan etmesi hem de diğer kıyıdaş ülkelerle resmi olarak anlaşmalar yapmasıyla birlikte şiddetini artırmaktadır. Problemin gelişim sürecinin ve kilometre taşlarının okuyucuya hatırlatılması için Şekil 3'te bir zaman çizelgesi hazırlanmış ve Doğu Akdeniz'de yaşanan çekişmeler doğrultusunda ilgili ülkelerin yaptıkları hamleler bu zaman çizelgesi eşliğinde listelenmiştir.



Şekil 3. Doğu Akdeniz bölgesi için yapılan anlaşmalar

- **GKRY-Mısır Anlaşması, 17 Şubat 2003:** GKRY, Mısır ile MEB sınırlandırma anlaşması imzalamıştır. Mısır, Doğu Akdeniz'de GKRY'ye nazaran iki kat daha fazla kıyı şeridinde sahip olduğu halde söz konusu anlaşma GKRY'ye 21.800 kilometrekare daha fazla alan tanınmasına yol açmıştır (Alpar, 2019).

- **Suriye'nin MEB İlanı, 19 Kasım 2003:** Suriye kendi karasularına ilişkin bir yasayı onaylamış ve BM'ye (Birleşmiş Milletler) MEB ilanında bulunmuştur. Bu bildiri ile bölgedeki karasularının 12 deniz mili, bitişik bölgesinin 24 deniz mili, münhasır ekonomik bölgesinin ise 200 deniz mili olduğunu ilan etmiştir (Yaycı, 2012).

- **GKRY'nin MEB İlanı, 2 Nisan 2004:** GKRY Doğu Akdeniz'deki enerji kaynaklarından daha fazla yararlanabilmek için tek başına Kıbrıs adına MEB ilanında bulunmuştur.

- **GKRY-Lübnan Anlaşması, 17 Ocak 2007:** GKRY Mısır ile imzaladığı sınırlandırma anlaşmasının ardından Lübnan ile de sınırlandırma anlaşması yapmıştır. Fakat bu anlaşma Türkiye'nin protestoları ve girişimleri nedeniyle Lübnan iç hukukunda onaylanmamıştır (Yaycı, 2012).

- **GKRY'nin Petrol Arama Sahası İlanı, 26 Ocak 2007:** GKRY Kıbrıs adası adına, adanın güneyinde 13 adet petrol arama ruhsat sahaları ilan edip ve daha sonra bu sahaları arama çalışmalarının hemen başlaması için ihale etmiştir (Yaycı, 2012).

- **Lübnan'ın MEB İlanı, 17 Ağustos 2010:** Lübnan denizde araştırma yapılması hakkında bir kanunu onaylayıp daha sonra deniz yetki alanlarını belirleyen bir bildiriye BM'ye sunmuştur. Bu bildiri GKRY ve Lübnan arasında yapılan 2007'deki anlaşmayı önemsiz hale getirmiştir (Yaycı, 2012).

- **GKRY-İsrail Anlaşması, 17 Aralık 2010:** GKRY, İsrail ile anlaşma imzalamıştır. İsrail bu sayede çıkarmaya başladığı hidrokarbon kaynaklarını Yunanistan ve GKRY üzerinden Avrupa'ya aktarmayı planlamıştır. Yunanistan ise bölgedeki adalarını birleştiren bir hattı göz önüne alarak Mısır ve Libya ile MEB anlaşması yapmayı amaçlamıştır (Yaycı, 2012).

- **İsrail'in MEB İlanı, 12 Temmuz 2011:** İsrail, GKRY ile MEB sınırlandırma anlaşması imzaladıktan sonra başka hiçbir ülkeyle anlaşmadan BM'ye MEB ilanını bildirmiştir.

- **Türkiye-KKTC Anlaşması, 21 Eylül 2011:** Türkiye, GKRY'nin adanın güneyinde daha önce ilan ettiği 13 adet petrol arama ruhsat sahalarında sondaj faaliyetlerine başlaması üzerine Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti ile kıta sahanlığı sınırlandırma anlaşması imzalamıştır. Fakat bu anlaşma da GKRY'nin sondaj faaliyetlerini durduramamıştır.

- GKRY'nin diğer kıyıdaş ülkelerle imzaladığı anlaşmalar, kıyıdaş ülkelerin Doğu Akdeniz'e sınırlarının daha fazla olmasına rağmen bölge üzerinde daha az hakka sahip olmalarına sebep olmuştur. Bu anlaşmalar ile GKRY Suriye, Lübnan ve İsrail ile neredeyse eşit, Mısır'a kıyasla ise daha fazla yetki alanına sahip olmayı başarmıştır (Yaycı, 2012).

• **Türkiye-Libya Anlaşması, 27 Kasım 2019:** Türkiye ile Libya arasında Akdeniz’de, Anadolu ile Afrika kıtası sahilleri arasındaki ortam hat esas alınarak deniz yetki alanlarının sınırlandırılmasına ilişkin muhtıra imzalanmıştır. Bununla birlikte Yunanistan’ın adaları ve GKRY çizilen ortay hattın ters tarafında kaldıkları için uluslararası hukuka göre sadece kendi karasuları kadar deniz yetki alanlarına sahip olabilecektir. Dolayısıyla bu muhtıra ile Yunanistan’ın Mısır ve GKRY ile anlaşma yapma ihtimali bitmiş ve bölgenin batı sınırı uluslararası hukuka uygun şekilde belirlenmiştir (Yaycı, 2012).

Kıyıdaş ülkeler arasında oluşan askeri ve ticari problemlerin tümü, çok oyunculu ve karşı tarafın mümkün adımlarının analiz edilmesini gerektiren, belirsizlik barındıran ve bu özellikleri ile de karmaşık bir yapı sergileyen problemlerdir. Bu çalışmada Türkiye’nin Doğu Akdeniz problemi ele alınmakta ve problemin değerlendirilmesi için KRA uygulanmaktadır. KRA akıllı rakipleri barındıran problemlerde karar vericiye sağladığı, rakibin karar verme sürecini ve düşünme sistematikliğini analiz etme, rakibin atması muhtemel adımları öngörme ve bu doğrultuda beklenen faydasını maksimize edecek karar seçeneğini belirleme özellikleri ile ülkelerin Doğu Akdeniz bölgesindeki ekonomik ve siyasi üstünlük kurma doğrultusundaki çekişmeleri değerlendirmek için uygun bir yöntemdir. Ülkeler rakip olarak varsayıldığında, rakiplerin birbirleri için oluşturduğu riskler, stratejik planlar, kendi aralarında yaptıkları anlaşmalar ve bu rakiplerin akıllı oluşu, Doğu Akdeniz bölgesinde meydana gelen çekişmelerin KRA ile incelenebileceğini ortaya koymaktadır. Bölüm 5, Doğu Akdeniz problemini konu alan hipotetik problemi ve onun KRA modellemesi ve analizini içermektedir.

## 5. Doğu Akdeniz Probleminin Karşıtsal Risk Analizi Örnek Modellemesi

Çalışmanın bu kısmında Türkiye’nin Doğu Akdeniz’de yaşayabileceği olası bir güvenlik sorununu konu alan hipotetik bir problemin KRA uygulaması yapılacaktır. Oluşturulan problemde *Insua vd. (2021)*’nin çalışmasından yola çıkılmakta, ancak siber güvenlik problemini konu alan bu model Doğu Akdeniz problemi çerçevesinde işlenmektedir. Bu çalışma ile Türkiye’nin Doğu Akdeniz probleminde karşılaşılabileceği tehdit ve saldırıları yansıtan ve bu tehditlere yönelik önlemlerle, olası sonuçları arasındaki ilişkiyi ekonomik açıdan değerlendiren bir model oluşturulacaktır. Oluşturulan problem çerçevesinde KRA model ve senaryolarının geliştirilmesi, milli güvenlik ve çıkara yönelik problemlerde sistematik bir bakış açısı ve değerlendirme imkânı sağlayan modellerin oluşturulması amaçlanmaktadır. Böylelikle ülkemizde milli güvenlik ve stratejik bakımdan önemi büyük problemlerin değerlendirilmesi için, farklı ve etkin modellerin uygulanabilirliğinin gösterilmesi ve yapılan çalışmanın bu kapsamda bir örnek teşkil etmesi istenmektedir. Bu doğrultuda oluşturulan model bölüm 5.1’de verilmektedir.

### 5.1. Doğu Akdeniz Savunma Problemi

Doğu Akdeniz’e kıyısı olan Ortadoğu ülkelerinin bulunduğu bölge dünya petrol rezervlerinin % 45’ine, doğalgaz rezervlerinin ise % 65’ine sahiptir (Onder ve Akıncı, 2020). Bu durumun tespit edilmesi ile sadece kıyıdaş ülkelerin değil, tüm Dünya’nın gözü bu kaynakların nasıl paylaşılacağı ve kimin daha çok pay sahibi olacağı konusuna yönelmiştir. Bu konuda, Bölüm 4’te özetlendiği üzere, Türkiye’nin MEB’inde yer alan kaynaklara yönelik diğer ülkelerin tehdit ve saldırıları söz konusudur. Bu tehdit ve saldırılar, siyasi tehditler ve fiziki tehditler olarak çeşitlenebilir. Burada siyasi tehditlere örnek olarak diğer ülkelerin uygulayabileceği

ekonomik yaptırımlar, fiziki tehditlere de örnek olarak Türkiye’nin sondaj kuyu ve gemileri gibi operasyonel varlıklarına yönelik saldırılar veya rakip ülkelerin Türkiye’nin MEB’ine yapacağı fiziki saldırı/taciz atışları düşünülebilir. Gerçekleştirilen her eylem, hem tehdidi/saldırıyı gerçekleştiren ülke için hem de tehdidin/saldırının uygulanacağı ülke için belli bir maliyete sebep olmaktadır. Dolayısıyla; olası saldırıları caydırmak ve önlemek amacıyla, Türkiye’nin çeşitli güvenlik önlemleri alması yerindedir ve Türkiye’nin alacağı karara göre fiziki ve siyasi tehdit yaşama ihtimali farklılaşacaktır. Siyasi ve fiziki tehdit gibi; güvenlik önlemlerinin alınması da bir maliyet getirecektir. Ayrıca normal şartlar altında herhangi bir tehdit ve saldırı olmasa bile, karar verici ülkenin bölgeyi korumak adına çeşitli maliyetleri olacaktır. Örnek problem bu şartlar çerçevesinde oluşturulmuştur, modelin ilgili etki diyagramı Şekil 4’te yer almaktadır.

Şekil 4’te yer alan etki diyagramı ile Türkiye’nin Doğu Akdeniz’de karşılaşılabileceği tehdit ve saldırıların meydana getireceği olası sonuç ve maliyetler modellenmektedir. Ele alınan problemin ulusal güvenlik ile ilgili olması sebebiyle oluşturulan modelde kullanılan değişkenlerin ilgili parametrelerinin belirlenmesi için erişime açık bir kaynak bulunmamaktadır. Bu nedenle Türkiye’nin 13 milyar dolar olan 2021 yılı savunma bütçesi referans alınmış ve bu bütçenin bir kısmının Doğu Akdeniz bölgesi için ayrılacağı göz önünde bulundurulmuş, modelde kullanılan maliyet değerleri belirlenmiştir. Bu doğrultuda oluşturulan hipotetik modelde kullanılan değişkenlerin varsayımsal olarak belirlenmiş dağılım ve durumları Tablo 3’te listelenmektedir.

Şekil 4’te bulunan güvenlik kontrol noktası düğümü (*g*) Türkiye’nin fiziki ve siyasi tehditlere karşı yer altı ve operasyonel varlıklarını korumak için alması gereken önlemleri göstermektedir. Güvenlik kontrol noktası düğümü (*g*) “var” ve “yok” şeklinde iki durumlu olarak modellenmiştir. Karar verici ülke olan Türkiye gerekli güvenlik önlemlerini aldığı durumda hem yer altı kaynaklarını hem de bu kaynakları elde edilebilir için kullandığı operasyonel varlıklarını korumuş olacaktır. Böylelikle arzulanan diğer rakip kıyıdaş ülkelere gelebilecek tehdit ve saldırılardan kaynaklanacak olası kaybı en aza indirecektir.

Modelde yer alan fiziki tehdit ve siyasi tehdit unsurları etki diyagramında sırasıyla *F* ve *S* rassal değişkenleri aracılığıyla gösterilmektedir. Bu düğümler, güvenlik kontrol noktasına benzer bir şekilde, siyasi ve fiziki tehdit değişkenleri, ilgili tehdidin “var” ya da “yok” olmasını gösterecek şekilde kesikli olarak modellenmiştir. Her iki değişkenin ortak ebeveyni güvenlik kontrol noktası düğümüdür ve dolayısıyla fiziki tehdit  $F, p(f | g)$ , siyasi tehdit  $S, p(s | g)$  koşullu olasılıklarına sahiptirler. İlgili koşullu olasılık tablosunda kullanılan olasılıkların belirlenmesi için, her iki değişkenin *n* deneme sayısını ve *p* başarı olasılığını göstermek üzere *Bin* (*n*, *p*), binom dağılımı izlediği varsayılmıştır. *X* saldırının gözlemlenme sayısını göstermek üzere oluşturulan benzetim modelinin 10,000 koşturumunda elde edilen ortalama  $P(X = 0) P(FT = yok | GK=var)$  durumunun olasılığını belirlemekte kullanılmıştır. İlgili dağılımda kullanılan başarı olasılığının belirlenebilmesi amacıyla Türkiye’nin Doğu Akdeniz bölgesinde karşılaştığı tehditlerin başlama tarihi olarak 10 Şubat 1947 Paris Antlaşması temel alınmıştır. Bilindiği üzere 2. Dünya Savaşı sonrası İtalya, Paris Antlaşması ile Ege adalarını Yunanistan lehine terk etmiştir. Bu durum sonrasında Ege ve Doğu Akdeniz sularındaki hak sahipliğine ilgin Türkiye ile Yunanistan arasında gerginlikler baş göstermeye başlamıştır. Doğu Akdeniz’de Türkiye’ye karşı fiziki tehdit ya da saldırı bağlamında örnek gösterilebilecek olaylar ise 1. Kıbrıs Harekâtı, 2. Kıbrıs Harekâtı ve Kardak Harekâtı şeklinde sıralanabilir. Bu bilgiler doğrultusunda modelde kullanılan saldırı başarı olasılığı *p*, toplam harekât gün sayısı/Paris Antlaşması’ndan itibaren geçen toplam gün sayısı uyarınca belirlenmiştir.

Modelde yer alan diğer parametrelerin belirlenmesinde aynı çerçeve izlenmiş, ancak yukarıda açıklanan binom dağılımda kullanılan başarı olasılığı  $\hat{p}$  olmak üzere  $P(FT = \text{yok} | GK = \text{yok})$  olasılığını belirlemede kullanılan binom dağılımda başarı olasılığı  $2 * \hat{p}$ ,  $P(ST = \text{yok} | GK = \text{var})$ 'da  $3 * \hat{p}$ ,  $P(ST = \text{yok} | GK = \text{yok})$ 'da  $6 * \hat{p}$  olarak kullanılmıştır. Bu varsayımın nedeni güvenlik kontrolünün var olmaması durumunda saldırı başarı olasılığının artacağı ve siyasi saldırının fiziksel saldırıya göre daha muhtemel olduğu düşüncesidir.

Şekil 4'te verilen, modelde oluşturulan etki diyagramında da görülebileceği üzere ağda kullanılan maliyet düğümleri fayda düğümleridir ve tümü sürekli dağılımları izlemektedirler. Güvenlik kontrol noktası nedeniyle ortaya çıkacak maliyetler  $m_{GK}$ , yer altı kaynaklarının güvenliği için katlanılan maliyet,  $m_y$ , operasyonel varlıkların güvenliği için katlanılan maliyet  $m_o$  ve normal şartlar altında katlanılan maliyet  $m_n$  değişkenleri aracılığıyla gösterilmektedir. Daha önce bahsedildiği üzere çalışmada ele alınan konunun milli güvenliğe dair olması nedeniyle ilgili parametrelere yönelik bilgiler açık erişimde yer almamaktadır. Bu sebeple çalışmada varsayımsal olarak belirlenmiş olan söz konusu maliyetlerin  $m_{GK}$ ,  $m_y$ ,  $m_o$ ,  $m_n$  daha gerçekçi bir şekilde yansıtılabilmesi amacıyla her birinin normal dağılımı izlediği varsayılmıştır. Değişkenlerin izledikleri dağılımlar Tablo 3'te listelenmektedir. Yer altı, operasyonel ve güvenlik kontrolünden doğan maliyetlerin dağılım grafikleri Şekil 4b-d'de yer almaktadır. Maliyet değişkenlerinin Şekil 4b-d'de sergilenen momentleri, ilgili dağılımdan 10,000 çekim sonucunda ortaya çıkan ortalama değeri yansıtmaktadır. Modelde yer alan birleşmiş düğüm adlı değişken beş seviyeli deterministik bir değişkendir ve modelde yer alan fiziki, siyasi tehdit ve güvenlik kontrol değişkenlerinin durumlarına göre oluşacak operasyonel ve yer altı kaynaklarının güvenliği için olan maliyetlerin seviyesini belirler.

Çalışmada oluşturulan modellerin kurulmasında Genie 4.0 (BayesFusion, 2022) programı kullanılmıştır. Programda, ağda gözlem sonrası sonsal olasılıkların tespiti için kesiklileştirme algoritması uygulanmakta ve kullanılan algoritma uyarınca sürekli değişkenler de kesikliye dönüşmektedir. Bu sebeple Tablo 3'te, sürekli değişkenlerin ağda yapılan bir gözlem sonrası kullanılmak üzere belirlenmiş durumları da yer almaktadır.

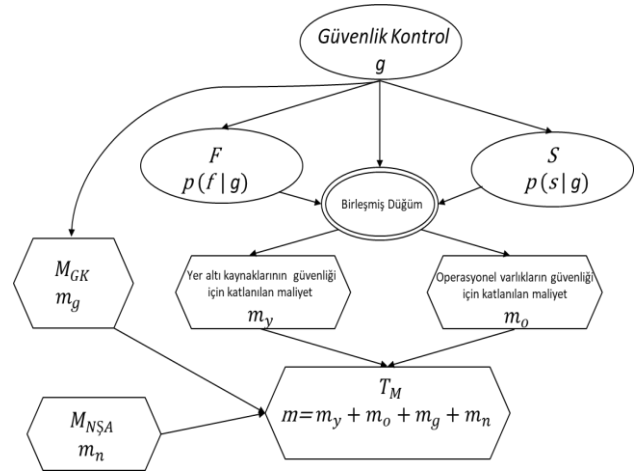
Savunmacı taraf açısından toplam maliyet  $T_M$ , bir fayda düğümü kullanılarak, savunmacının tüm maliyetlerinin,  $m_y$ ,  $m_o$ ,  $m_{GK}$  ve  $m_n$  toplamı olan fonksiyonla ifade edilmektedir.

Şekil 4.a, oluşturulan modelin gösterimini dağılımlar eşliğinde yapmaktadır.

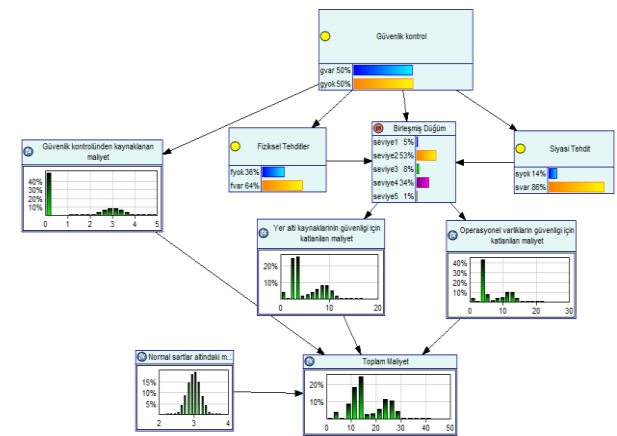
**Tablo 3.** Doğu Akdeniz modeli'nde kullanılan değişkenler, dağılımları ve durumları

Değişken	Düğüm Tipi	Dağılım	Değişken Durumları
$g$ : Güvenlik Kontrol	Rassal	-	gvar, gyok
$m_g$ : Güvenlik Kontrolünden Kaynaklanan Maliyet	Fayda	$\sim N(3,0.5)$	-
$F$ : Fiziki Tehditler	Rassal	-	fvar, fyok
$S$ : Siyasi Tehditler	Şekil 4: Rassal Şekil 5: Karar	-	svar, syok
$m_y$ : Yer Altı Kaynaklarının Güvenliği için Katlanılan Maliyet	Fayda	$\sim N(3,0.5)$	en düşük maliyet, düşük maliyet, orta maliyet, yüksek maliyet, en yüksek maliyet

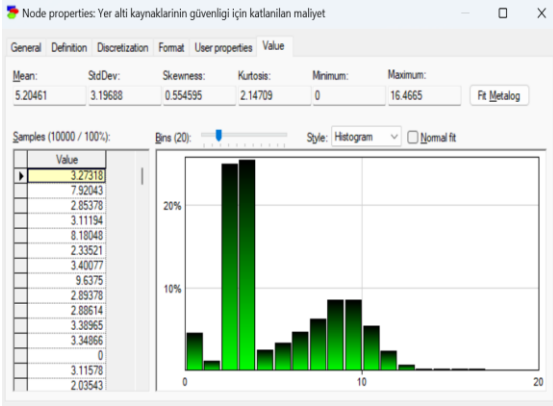
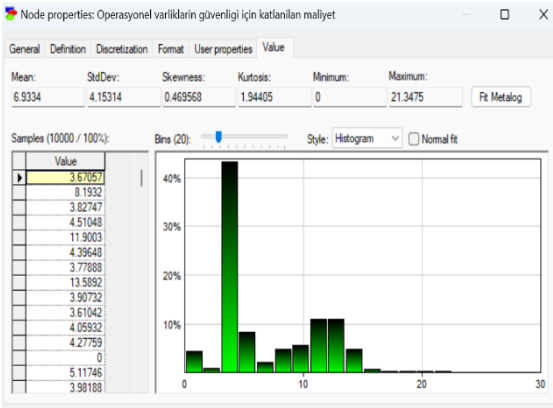
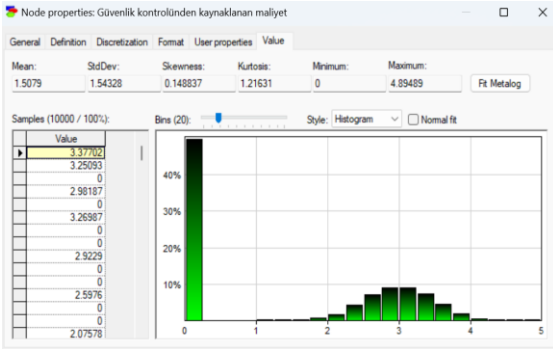
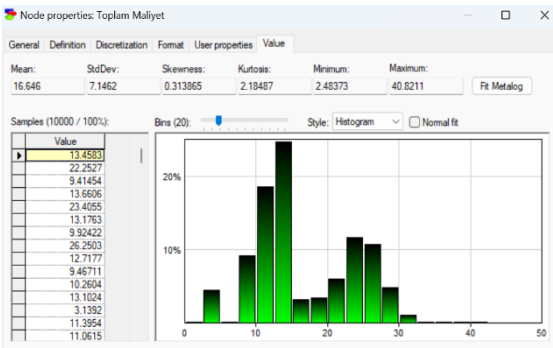
$m_o$ : Operasyonel Varlıkların Güvenliği için Katlanılan Maliyet	Fayda	$\sim N(4,0.5)$	en düşük maliyet, düşük maliyet, orta maliyet, yüksek maliyet, en yüksek maliyet
Birleşmiş Düğüm	Deterministik	-	Seviye (1-5)
$m_n$ : Normal Şartlar Altında Katlanılan Maliyet	Fayda	$\sim N(3,0.2)$	-
$m_s$ : Siyasi Tehditten Kaynaklanan Maliyet	Fayda	$\sim N(2,0.1)$	en düşük maliyet, düşük maliyet, orta maliyet, yüksek maliyet, en yüksek maliyet
$T_M$ : Toplam Maliyet	Fayda	Fonksiyon	en düşük maliyet, düşük maliyet, orta maliyet, yüksek maliyet, en yüksek maliyet



**Şekil 4.** Örnek problemin etki diyagramı gösterimi



**Şekil 4.a.** Doğu Akdeniz örnek problemi ve değişken dağılımları

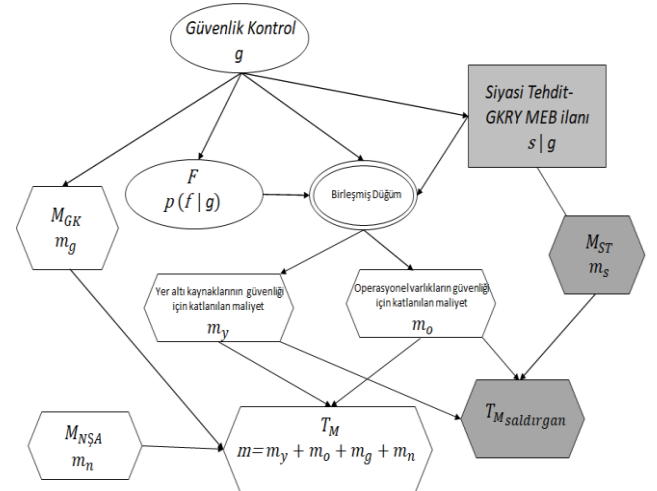
Şekil 4.b. Yer altı kaynaklarının güvenliği için katlanılan maliyet,  $m_y$ Şekil 4.c. Operasyonel varlıkların güvenliği için katlanılan maliyet,  $m_o$ Şekil 4.d. Güvenlik kontrolünden kaynaklanan maliyet,  $m_g$ Şekil 4.e. Toplam maliyet,  $T_M$ 

Kurulan modelde yer alan maliyet düğümlerinin bu koşullar altında ortaya çıkan dağılımları Şekil 4.a-4.e'de verilmektedir. Örneğin, Şekil 4.e'de gösterildiği üzere, mevcut koşullar altında toplam maliyet düğümünün dağılımı 16,6460 milyar dolar ortalama ve 7,1462 milyar dolar standart sapmaya sahiptir. Oluşturulan modelin bu aşamaya kadar olan adımları problemin savunmacı tarafından değerlendirildiği ve saldırgan tarafın karar ve değerlendirme sürecinin modele dâhil edilmediği kısımdır ve örnek bir etki diyagramı olarak ele alınarak üzerinde senaryo analizlerinin yapılması mümkündür. Başlangıç olarak Türkiye'nin plan ve stratejilerini inceleyen bu modele, bir sonraki adımda rakip ülkelerin saldırı ve tehdit stratejileri eklenmektedir. Modelin bölüm 5.2'de detaylandırılan bir sonraki adımında siyasi tehdit değişkeni kullanılarak, rassal olarak ortaya çıkacağı düşünülen siyasi tehdit durumu rakip/saldırgan tarafın belirleyeceği bir karar durumuna dönüşecek ve böylelikle KRA savunma-saldırı modeli oluşturulacaktır. Bölüm 5.3'te ise elde edilen son modeldeki saldırganın kararını gösteren siyasi tehdit değişkenine kanıt eklenmekte ve sonuçları gözlemlenmektedir.

## 5.2. Doğu Akdeniz Savunma-Saldırı Problemi

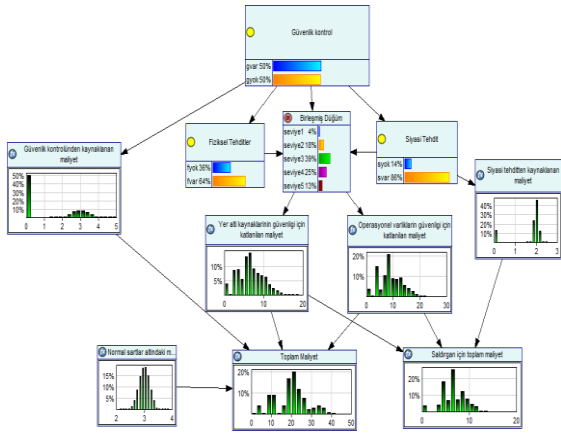
Bölüm 4'te özetlenen rakip ülkeler arasındaki çekişmelere paralel olarak siyasi tehdit unsuru, GKRY'nin MEB ilanı düşünülerek oluşturulacaktır. Siyasi bir saldırı olarak düşünülen GKRY MEB ilanı düğümünün saldırgan olarak kendi katlanacağı maliyetler için bir maliyet düğümü ( $m_s$ ) mevcuttur. GKRY'nin MEB ilanı, Türkiye'nin bölgedeki operasyonel ve yer altı kaynakları için katlanmakta olduğu maliyetleri etkileyecektir. Bu maliyetler ise Türkiye'nin toplam maliyetine direkt etmesinin yanı sıra saldırganın da toplam maliyetinin beklenen değerini belli oranda artıracaktır. Bu nedenle saldırganın toplam maliyetinin beklenen değerinin Türkiye'nin yer altı kaynaklarının güvenliği için katlandığı maliyetten 0,2 oranında, operasyonel varlıklarının güvenliği için katlandığı maliyetten ise 0,4 oranında etkilendiği varsayılacaktır.

Siyasi tehdit düğümü kasıtlı hale getirilmiş ve buna bağlı olarak siyasi tehditlerden kaynaklanan maliyet değişkeni eklenmiştir. Eklenen bu sürekli değişkenin 2 milyar dolar ortalama ve 0,1 milyar dolar standart sapma ile normal dağılım gösterdiği varsayılmıştır.



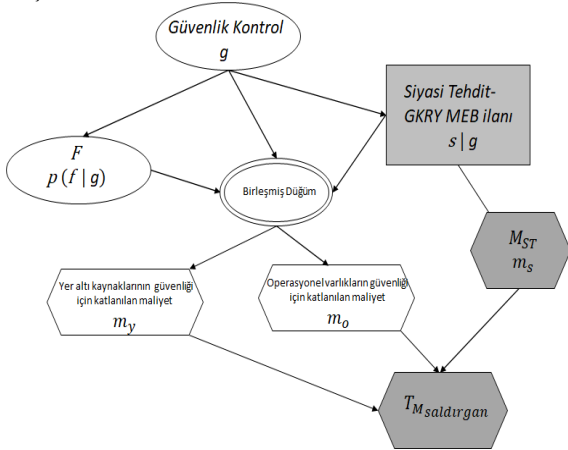
Şekil 5. Savunma-saldırı modelinde saldırgan açısından Doğu Akdeniz problemi etki diyagramı-1





Şekil 5.a. Savunma-saldırı: değişken dağılımları ile saldırın açısından Doğu Akdeniz problemi-1

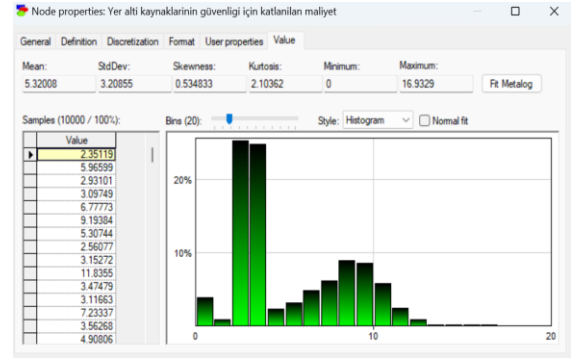
Oluşturulan bu sıralı savunma-saldırı modelinde  $M_{GK}$ ,  $M_{NSA}$  ve  $TM$  düğümlerinin saldırın açısından bir rolü ve saldırının karar ve maliyetine etkisi yoktur, bu nedenle bu düğümler model savunmacı tarafından saldırın açısından değerlendirilmeden modelden çıkarılır. Şekil 6'da gösterildiği üzere, karar düğümü olan güvenlik kontrol düğümü problemin bu adımda saldırın taraf değerlendirilmesi yapıldığı için artık rassal bir değişkendir. Bu adımlar sonrası elde edilen ağ ve dağılımları Şekil 6 ve 6.a'da yer almaktadır. Şekil 6.b-6.e.'de ise savunma-saldırı modelinde yer alan ve saldırın açısından önem taşıyan maliyetlerin dağılımları verilmiştir.



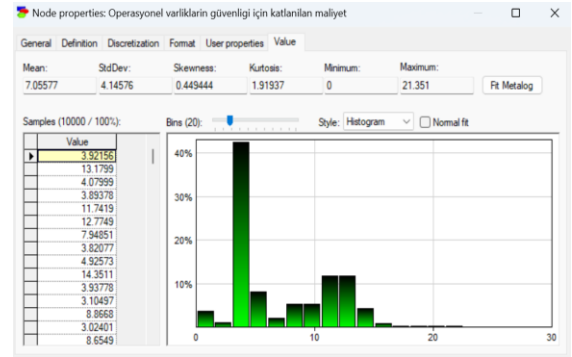
Şekil 6. Savunma-saldırı modelinde saldırın açısından Doğu Akdeniz problemi etki diyagramı-2



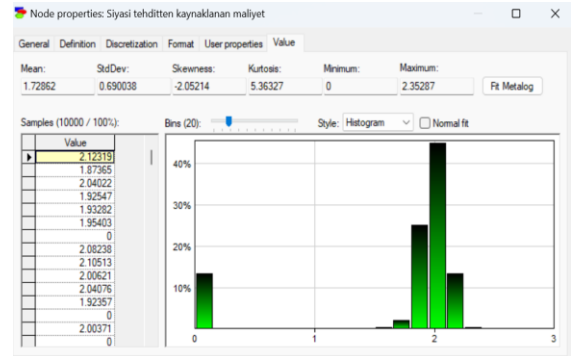
Şekil 6.a. Savunma-saldırı: değişken dağılımları ile saldırın açısından Doğu Akdeniz problemi-2



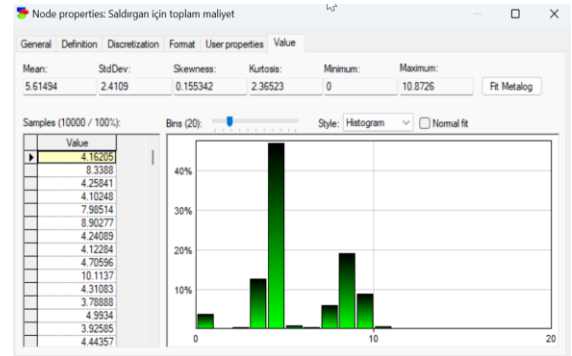
Şekil 6.b. Yer altı kaynaklarının güvenliği için katılan maliyet



Şekil 6.c. Operasyonel varlıkların güvenliği için katılan maliyet



Şekil 6.d. Siyasi tehditten kaynaklanan maliyet

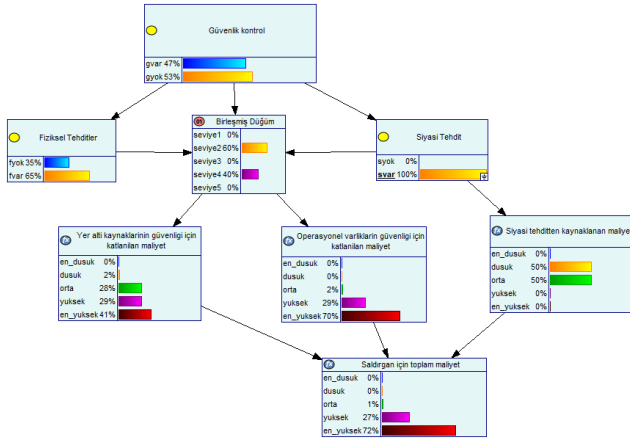


Şekil 6.e. Saldırgan için toplam maliyet

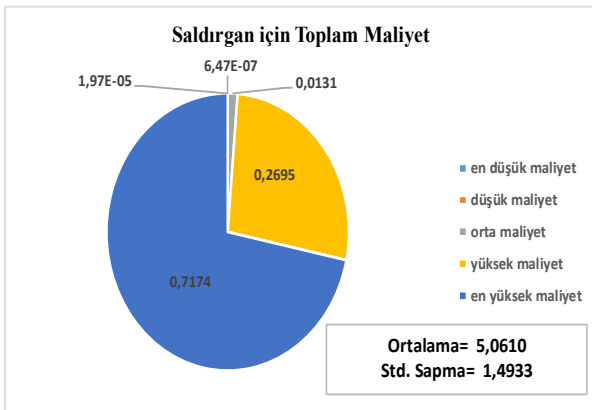
### 5.3. Doğu Akdeniz Savunma-Saldırı Problemi Senaryo Analizleri

Bayes ağları, Bayes ağları'nın genişletilmiş hali olan etki diyagramları ve etki diyagramlarını kullanması dolayısıyla KRA'nın önemli avantajlarından bir tanesi, ağda gözlemler yapılabilmesi ve gözlemler sonucunda ağın yenilenerek oluşan sonsal dağılımların incelenebilmesine imkân tanınmasıdır. Böylelikle oluşturulan modellerde senaryo analizlerinin yapılması mümkündür. Çalışmanın bu aşamasında Bölüm 5.2'de oluşturulan KRA savunma saldırı modeli üzerinde senaryo analizleri yapılacaktır. Bölüm 5.2'de yer alan Şekil 6.e, modelde herhangi bir gözlem yapılmadan önce saldırganın sahip olduğu toplam maliyet dağılımını yansıtmaktadır. Buna göre, savunmacının saldırgan taraf için hesapladığı toplam maliyetin ortalaması 5,6149 ve standart sapması 2,4109 milyar dolardır.

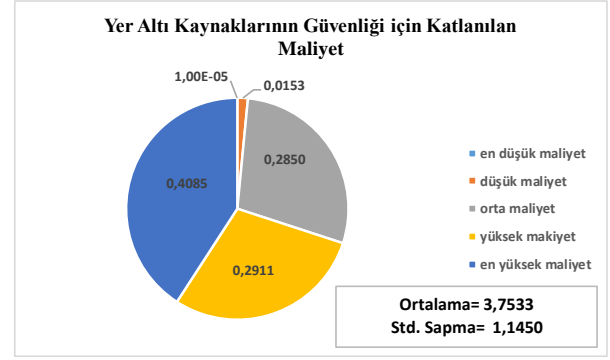
Analizin sonraki aşamasında siyasi tehdit durumunun gözlemlendiği varsayılarak ağda siyasi tehdit değişkeninin ilgili durumuna kanıt uygulanmaktadır. Ağın gözlem yapılmış hali, yenilenen ağ uyarınca değişkenlerin sonsal olasılıkları Şekil 8'de gösterilmektedir. Daha önce belirtildiği üzere, programda uygulanan kesikleşirme algoritması melez ya da sürekli modellerde, modelde yer alan ebeveynsiz düğümler dışındaki düğümlerde gözlem yapılması durumunda ağı kesikli bir Bayes ağına (dolayısıyla etki diyagramına) dönüştürmektedir. Bu durum orijinal ağda herhangi bir değişikliğe sebep olmaz, fakat ağda güncelleme yapıldıktan sonra elde edilen sonsal olasılıklar kesikli olarak verilir.



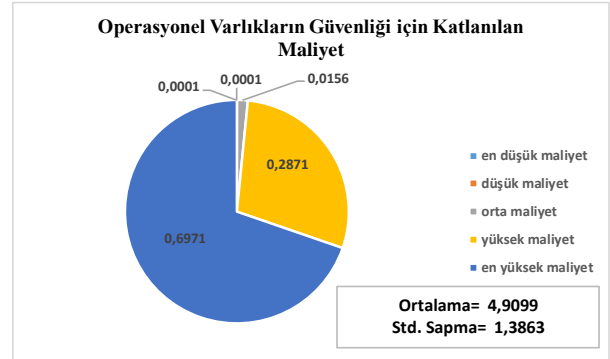
Şekil 8. Saldırgan açısından Doğu Akdeniz problemi-2: siyasi tehdit değişkeninde yapılan gözlem ve ağın sonsal dağılımları



Şekil 8.a. Gözlem sonrası saldırgan için toplam maliyet



Şekil 8.b. Gözlem sonrası yer altı kaynaklarının güvenliği için katlanılan maliyet



Şekil 8.c. Gözlem sonrası operasyonel varlıkların güvenliği için katlanılan maliyet

Şekil 8'de görülebileceği üzere, gözlem sonrası saldırganın toplam maliyet düğümü kesikli bir değişkene dönüşmüştür. Bu çalışmada oluşturulan modelde toplam maliyet değişkeninin kesikli durumu için beş durum oluşturulmuştur. Bunlar sırasıyla, 1 milyar dolara kadar en düşük, 1-2 düşük, 2-3 orta, 3-4 yüksek, 4 milyar dolar ve sonrası en yüksek maliyet olarak belirlenmiştir. Siyasi tehdit için yapılan gözlem sonrası yenilenen ağda, saldırgan için toplam maliyet % 72 olasılıkla en yüksek maliyet seviyesinde olmaktadır. Şekil 8.a-8.c gözlem sonrası maliyetlerin sonsal dağılımlarını vermektedir. Görüldüğü üzere gözlem yapılmadan önce savunmacının saldırgan için hesapladığı maliyet 5,6149 milyar dolar iken, siyasi tehdidin % 100 var olduğu durumda saldırganın maliyeti Şekil 8.a'da gösterildiği üzere 5,0610 milyar dolara düşmektedir. Savunmacı kendi açısından, saldırganın kesin saldırı düşündüğü durumda maliyetinin düşeceğini değerlendirmiştir, ama yine de % 72 olasılıkla en yüksek maliyete katlanması gerektiğini görmektedir. Maliyetlerdeki en yüksek düşüş ise operasyonel varlıkların güvenliği için katlanılan maliyet değişkeninde meydana gelmiştir.

## 6. Sonuçlar ve Tartışma

Ulusal güvenliği ele alan stratejik karar problemlerinde analitik modellerin kullanılması karar vericilere objektif bir değerlendirme imkânı tanınması bakımından önemlidir. Ancak ülkemizde ulusal güvenliğe dair çalışmaların büyük çoğunluğunun analitik karar modelleri değil, mevcut durum değerlendirmeleri düzeyinde kaldığı görülmektedir. Mevcut bu eksikliğe bir örnek model oluşturması bakımından bu çalışmada Türkiye'nin Doğu Akdeniz probleminde karşılaşılabileceği tehdit ve saldırıları yansıtan ve bu tehditlere yönelik önlemlerle, olası sonuçları arasındaki ilişkiyi ekonomik açıdan değerlendiren hipotetik bir model oluşturulmuş ve model Karşıtsal Risk Analizi aracılığıyla çözülmüştür.

Çalışmada tanımlanan KRA modeli, çözüm ve modelleme aracı olarak etki diyagramlarını kullanan olasılıksal bir modeldir. Bayes ağlarının fayda fonksiyonlarıyla genişletilmiş hali olan etki diyagramları karmaşık problemlerin yalnız bir şekilde gösterimi ve çözümünü mümkün kılar. Bu özellikle simetrik karar problemlerinin karar ağaçlarına nispeten az sayıda hesap adımı ile çözülmesini sağlar. Ancak KRA'nın avantajları olasılıksal analitik bir model olması ve de çözüm ve modelleme aracı olarak etki diyagramlarını kullanması ile sınırlı değildir. KRA'nın özellikle stratejik karar problemlerinde etkin bir modelleme aracı olarak kullanılabilmesinin ana nedeni akıllı rakip barındıran modellere imkân vermesi ve de klasik oyun teorisinin aksine ortak bilgi varsayımını benimsememesidir. Tarafların yalnızca kendi tercih ve inançlarını bilebileceği ve de bu tercih ve inançların karşı tarafça bilinemeyeceği varsayımı, problem modellemesi ve çözümünün daha gerçekçi bir şekilde yapılmasına imkân sağlamaktadır.

Bu çalışma Doğu Akdeniz gibi ulusal güvenlik stratejik karar problemlerinde analitik modelleme bakış açısının getirilmesine örnek teşkil etmesi ve de çalışmada oluşturulan Doğu Akdeniz meselesini konu alan hipotetik modeli KRA ile çözmesi bakımından bir ilk niteliğindedir. Konunun erişime açık olmayan bilgiler barındırması sebebiyle modelde kullanılan parametreler benzetim ile varsayımsal olarak üretilmiştir. Oluşturulan problem çerçevesinde KRA model ve senaryolarının geliştirilmesi, milli güvenlik ve çıkara yönelik problemlerde sistematik bir bakış açısı ve değerlendirme imkânı sağlayan modellerin oluşturulması mümkündür. Böylelikle ülkemizde milli güvenlik ve stratejik bakımdan önemi büyük problemlerin değerlendirilmesi için, farklı ve etkin modellerin uygulanabilirliğinin gösterilmesi ve yapılan çalışmanın bu kapsamda bir örnek teşkil etmesi istenmektedir.

Bunu izleyen çalışmalarda modelin kapsamının ve analiz adımlarının derinleştirilmesi amaçlanmaktadır.

## Yazar Katkı Oranı Beyanı

Çalışmanın Karşıtsal Risk Analizi literatür taraması, Doğu Akdeniz'de yaşanan çatışmaların kısa özeti, KRA örnek modelinin oluşturulması ve analizler birinci yazar Gülşah Bozcu tarafından gerçekleştirilmiştir. Makale konu ve yönteminin belirlenmesi, makalenin genel yazımı ve akışının oluşturulması, sonuç ve tartışmaların yazımı ikinci yazar Esmâ Nur Çinicioğlu tarafından yapılmıştır. Model çözümü ve değerlendirilmesi yazarların ortak ürünüdür.

## Çatışma Beyanı

Çalışmada yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

## Destek Beyanı

Bu çalışma için herhangi bir kurumdan destek alınmamıştır.

## Kaynaklar

Alpar, G. (2019). *Rum-Yunan İkili Mısır, İsrail ve Lübnan'ın Akdeniz'deki Haklarını Gasp Ediyor*. <https://www.sde.org.tr/guray-alpar/gene/rum-yunan-ikilisi-misir-israil-ve-lubnanin-akdenizdeki-haklarini-gasp-ediyor-kose-yazisi-14308>

Banks, D., Gallego, V., Naveiro, R. ve Ríos Insua, D. (2022). Adversarial risk analysis: An overview. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 14(1), 1–16. <https://doi.org/10.1002/wics.1530>

Banks, D. L., Rios, J., & Ríos Insua, D. (2016). *Adversarial risk analysis*.

Banks, D., Petralia, F. ve Wang, S. (2011). Adversarial risk analysis: Borel games. *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, 27(2), 72–86. <https://doi.org/10.1002/asmb.890>

BayesFusion. (2022). *GeNIe modeler software package*. <https://www.bayesfusion.com/genie>

Cano, J., Insua, D. R., Tedeschi, A. ve Turhan, U. (2014). Security economics: an adversarial risk analysis approach to airport protection. *Annals of Operations Research*, 245(1–2), 359–378. <https://doi.org/10.1007/s10479-014-1690-7>

Cano, J., Pollini, A., Falciani, L. ve Turhan, U. (2016). Modeling current and emerging threats in the airport domain through adversarial risk analysis. *Journal of Risk Research*, 19(7), 894–912. <https://doi.org/10.1080/13669877.2015.1057201>

Deng, L. ve Ma, B. (2015). Application of adversarial risk analysis model in pricing strategies with remanufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 8(1), 1–20. <https://doi.org/10.3926/jiem.1223>

Ejaz, M., Joshi, C. ve Joe, S. (2021). Adversarial risk analysis for first-price sealed-bid auctions. *Australian and New Zealand Journal of Statistics*, 63(2), 357–376. <https://doi.org/10.1111/anzs.12315>

Esteban, P. G., Razuri, J. G. ve Insua, D. R. (2012). *An Adversarial Risk Analysis Model for a Decision Agent facing Multiple Users*. IEEE.

Gil, C. ve Parra-Arnau, J. (2019). An adversarial-risk-analysis approach to counterterrorist online surveillance. *Sensors (Switzerland)*, 19(3), 1–26. <https://doi.org/10.3390/s19030480>

Gil, C., Rios Insua, D. ve Rios, J. (2016). Adversarial Risk Analysis for Urban Security Resource Allocation. *Risk Analysis*, 36(4), 727–741. <https://doi.org/10.1111/risa.12580>

González-Ortega, J., Rios Insua, D. ve Cano, J. (2019). Adversarial risk analysis for bi-agent influence diagrams: An algorithmic approach. *European Journal of Operational Research*, 273(3), 1085–1096. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.09.015>

Howard, R. A. ve Matheson, J. E. (1984). *Decision analysis volume II: professional collection*. Strategic Decisions Group.

Insua, D. R., Banks, D., Ríos, J. ve González-Ortega, J. (2021). Adversarial risk analysis as a decomposition method for structured expert judgement modelling. *International Series in Operations Research and Management Science*, 293(1991), 179–196. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-46474-5\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-46474-5_7)

Insua, D. R., Couce-Vieira, A., Rubio, J. A., Pieters, W., Labunets, K. ve G. Rasines, D. (2021). An adversarial risk analysis framework for cybersecurity. *Risk Analysis*, 41(1), 16–36. <https://doi.org/10.1111/risa.13331>

Insua, D. R., Rios, J. ve Banks, D. (2009). Adversarial risk analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 104(486), 841–854. <https://doi.org/10.1198/jasa.2009.0155>

Insua, D. R., Ruggeri, F., Alfaro, C. ve Gomez, J. (2016). *Robustness for adversarial risk analysis*, M. Doumpos, C. Zopounidis ve E. Grigoroudis (Eds.), Vol. 241. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-33121-8>

Joshi, C., Insua, D. R. ve Rios, J. (2019). *Insider threat modeling: An adversarial risk analysis approach*. <http://arxiv.org/abs/1911.09945>

Kjaerulff, U. B. ve Madsen, A. L. (2008). *Bayesian networks and influence diagrams: a guide to construction and analysis (information science and statistics)*. Springer.

Koller, D. ve Milch, B. (2003). Multi-agent influence diagrams for representing and solving games. *Games and Economic Behavior*, 45(1), 181–221. [https://doi.org/10.1016/S0899-8256\(02\)00544-4](https://doi.org/10.1016/S0899-8256(02)00544-4)

McLay, L., Rothschild, C. ve Guikema, S. (2012). Robust adversarial risk analysis: A level-k approach. *Decision Analysis*, 9(1), 41–54. <https://doi.org/10.1287/deca.1110.0221>

Miller, A., Merkhofer, M. ve Howard, R. (1976). *Development of automated aids for decision analysis*. Stanford Research Institute.

National Research Council. (2008). Department of homeland security bioterrorism risk assessment: a call for change. *National Academies Press*, 2, 2–5.

Niyaz, Q., Sun, W. ve Alam, M. (2015). Impact on SDN powered network services under adversarial attacks. *Procedia Computer Science*, 62, 228–235. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.08.444>

Onder, M. ve Akıncı, N. (2020). *Akdeniz'de petrol ve doğalgaz aramalarının bölge enerji ve güvenlik politikalarına etkisi*.

- <https://www.researchgate.net/publication/338801871>
- Perry, M. ve El-Amine, H. (2019). Computational efficiency in multivariate adversarial risk analysis models. *Decision Analysis*, 16(4), 314–332. <https://doi.org/10.1287/deca.2019.0394>
- Ren, K., Zheng, T., Qin, Z. ve Liu, X. (2020). Adversarial attacks and defenses in deep learning. *Engineering*, 6(3), 346–360. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2019.12.012>
- Rios, J. ve Insua, D. R. (2012). Adversarial risk analysis for counterterrorism modeling. *Risk Analysis*, 32(5), 894–915. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2011.01713.x>
- Roponen, J. ve Salo, A. (2015). Adversarial Risk Analysis for Enhancing Combat Simulation Models. *Journal of Military Studies*, 6(2), 82–103. <https://doi.org/10.1515/jms-2016-0200>
- Rothschild, C., Mclay, L. ve Guikema, S. (2012). Adversarial risk analysis with incomplete information: A level-k approach. *Risk Analysis*, 32(7), 1219–1231. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2011.01701.x>
- Sevillano, J. C., Insua, D. R. ve Rios, J. (2012). Adversarial risk analysis: The Somali pirates case. *Decision Analysis*, 9(2), 86–95. <https://doi.org/10.1287/deca.1110.0225>
- Velu, C. ve Iyer, S. (2008). *The rationality of irrationality for managers: returns-based beliefs and the traveler's dilemma*. <http://ssrn.com/abstract=1334909>
- Vieira, A. C., Houmb, S. H. ve Insua, D. R. (2014). A graphical adversarial risk analysis model for oil and gas drilling cybersecurity. *Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science, EPTCS*, 148, 78–93. <https://doi.org/10.4204/EPTCS.148.6>
- Wang, S. ve Banks, D. (2011). Network routing for insurgency: an adversarial risk analysis framework. *Naval Research Logistics*, 58(6), 595–607. <https://doi.org/10.1002/nav.20469>
- Wang, W., Di Maio, F. ve Zio, E. (2019). Adversarial risk analysis to allocate optimal defense resources for protecting cyber-physical systems from cyber attacks. *Risk Analysis*, 39(12), 2766–2785. <https://doi.org/10.1111/risa.13382>
- Wortman, P. A. ve Chandy, J. A. (2020). SMART: Security model adversarial risk-based tool for systems security design evaluation. *Journal of Cybersecurity*, 6(1), 1–8. <https://doi.org/10.1093/cybsec/tyaa003>
- Wortman, P. A., Tehranipoor, F. ve Chandy, J. A. (2018, December 4). An adversarial risk-based approach for network architecture security modeling and design. *2018 International Conference on Cyber Security and Protection of Digital Services, Cyber Security 2018*. <https://doi.org/10.1109/CyberSecPODS.2018.8560685>
- Yaycı, C. (2012). Doğu Akdeniz’de deniz yetki alanlarının paylaşılması sorunu ve Türkiye, *Bilgi Strateji*, 4(6), 1–70.
- Zhang, L. ve Reniers, G. (2018). Applying game theory for adversarial risk analysis in chemical plants. In *TU Delft University*. <https://doi.org/10.4233/uuid:eec6ef3b-3d9d-4b7d-8d9b-02fa5a4d9245>