



Determining the search and rescue prioritization of coast guard surface vessels by using analytic network process

Günay Uzun^{1*} , Mehmet Kabak² 

¹Coast Guard Command, Ministries, Ankara, 06650, Turkey

²Gazi University, Faculty of Engineering, Industrial Engineering, Maltepe, Ankara, 06500, Turkey

Highlights:

- ANP model to review the overall performance of the various alternatives and the interactions
- ANP with BOCR model to handle the complexities of real world problem
- Determining the priorities of the coast guard surface vessel types

Keywords:

- Coast Guard
- Analytic Network Process
- Search and Rescue

Graphical/Tabular Abstract

Search and rescue (SAR) at sea is one of the most common and extraordinarily important missions for the coast guard.

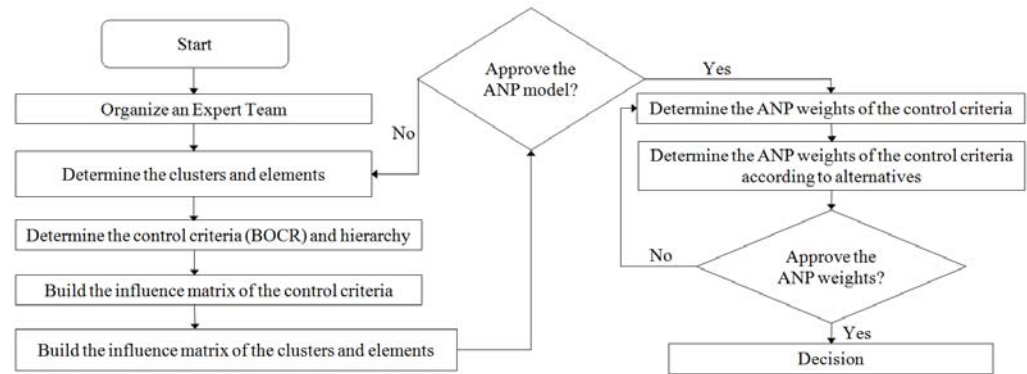


Figure A. The flow diagram for the solution process based on ANP with BOCR model.

Article Info:

Research Article
Received: 18.01.16
Accepted: 04.06.18

DOI:

10.17341/gazimmfd.460482

Correspondence:

Author: Günay Uzun
e-mail:
agunayuzun@gmail.com
phone: +905424327227

Purpose: The purpose of this study is to propose a model based on Analytic Network Process (ANP) and Benefits, Opportunities, Costs and Risks (BOCR) to determine the SAR status and priorities of coast guard surface vessels in Turkish Coast Guard command.

Theory and Methods:

We use ANP with BOCR model in order to compare various boat types, and to determine the task type weights for each boat type for SAR missions.

Results:

This integrated approach allows us to find “dimensionless measurements” called as weights or priorities of the surface vessel types according to SAR task. This study is the first application in the literature that provides basic input using the ANP and BOCR approach for decision making problems for SAR missions. The results of the ANP with BOCR model can easily be adapted and used as input for other related decision-making problems, such as force structure, acquisition and (or) disposal of vessel types, reallocation of existing vessels, and dynamic deployment. The proposed models could also be used in the assignment process in other application areas in which multiple resources (e.g., coast guard vessels) have multiple roles.

Conclusion:

The more suitable boat types have been found for SAR missions by using the proposed ANP and BOCR approach. The proposed model allows decision makers to review the overall performance of the various boat types and the interactions. This model can also be adapted to handle the complexities of other real world problems.



Sahil güvenlik yüzer unsurlarının arama ve kurtarma önceliklerinin tanımlanmasında analitik ağ süreci kullanımı

Günay Uzun^{1*} , Mehmet Kabak² 

¹Sahil Güvenlik Komutanlığı, Bakanlıklar, Ankara, 06650,

²Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, Maltepe, Ankara, 06500

Ö N E Ç I K A N L A R

- Farklı seçeneklerin ve etkileşimlerin genel performansının ANP modeli gözden geçirilmesi.
- ANP ile BOCR modeliyle, gerçek dünya probleminin karmaşıklığının ele alınması.
- Sahil güvenlik yüzer unsur tiplerinin önceliklerinin belirlenmesi.

Makale Bilgileri

Araştırma Makalesi

Geliş: 18.01.2016

Kabul: 04.06.2018

DOI:

10.17341/gazimmfd.460482

Anahtar Kelimeler:

Sahil güvenlik,
analitik ağ süreci,
arama ve kurtarma

ÖZET

Denizde arama ve kurtarma (AK) sahil güvenliğinin en yaygın ve oldukça önemli görevlerinden biridir. Sahil güvenlik, denizde tehlikede olduğu ihbar edilen vasıta ya da insanlar için derhal araç görevlendirebilecek imkana sahip olmalıdır. Sahil güvenlik yüzer unsurlarının tasarımı doğal olarak mühendislik değişikliklerini içerir ve AK görevi için ideal olan tek bir unsur tipi dizaynı mümkün değildir. Son dönemde Ege Denizini kullanan göçmen sayısındaki artış, Türk Sahil Güvenlik yüzer unsurlarının özellikle AK konusunda bilimsel yöntemlerden yararlanarak maksimum fayda sağlayacak şekilde görevlendirilmesi ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Bu çalışmanın amacı, Sahil Güvenlik Komutanlığında sahil güvenlik yüzer unsurlarının AK durumu ve önceliklerini tanımlamak için Analitik Ağ Süreci (ANP) ile Faydalar, Fırsatlar, Maliyetler ve Risklere (BOCR) dayalı bir model önermektir. Bu bütünlük yaklaşım, AK görevlerine göre yüzer unsur tiplerinin ağırlık ya da öncelik olarak da adlandırılan boyutsuz ölçümlerini bulmamıza olanak vermektedir. Bu çalışma AK görevlerine yönelik karar verme problemleri için ANP ve BOCR yaklaşımını kullanarak temel girdiyi sağlayan literatürdeki ilk uygulamadır. Sonuç olarak KAAAN 29/33, SAR 33/35 ve 80 sınıfı botların AK görevi için daha uygun oldukları tespit edilmiştir.

Determining the search and rescue prioritization of coast guard surface vessels by using analytic network process

H I G H L I G H T S

- ANP model to review the overall performance of the various alternatives and the interactions.
- ANP with BOCR model to handle the complexities of real-world problem.
- Determining the priorities of the coast guard surface vessel types.

Article Info

Research Article

Received: 18.01.2016

Accepted: 04.06.2018

DOI:

10.17341/gazimmfd.460482

Keywords:

Coast guard,
analytic network process,
search and rescue

ABSTRACT

Search and rescue (SAR) at sea is one of the most common and extraordinarily important missions for the coast guard. The coast guard must have the capability of assigning a vessel immediately for reported vessel or people in distress at sea. Coast guard surface vessel design inherently involves engineering trade-offs and there is not a single vessel design type, which is ideal for SAR mission. The significant increase in the number of immigrants crossing the Aegean Sea in recent years has revealed the fact that the Turkish Coast Guard assets should be assigned by utilizing scientific methods so as to provide maximum benefit. The purpose of this study is to propose a model based on Analytic Network Process (ANP) and Benefits, Opportunities, Costs and Risks (BOCR) to determine the SAR status and priorities of coast guard surface vessels in Turkish Coast Guard command. This integrated approach allows us to find dimensionless measurements called as weights or priorities of the surface vessel types according to SAR task. This study is the first application in the literature that provides basic input using the ANP and BOCR approach for decision making problems for SAR missions. Consequently, KAAAN 29/33, SAR 33/35 and 80 class of boats have found to be more suitable for SAR task.

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: agunayuzun@gmail.com, mkabak@gazi.edu.tr / Tel: +90 542 432 7227

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Kendine özgü yapısıyla bir sahil güvenlik biriminin hedeflerine ulaşabilmesi kendi kaynaklarını etkin olarak kullanmasını gerektirir. Sahil güvenlik görevlerinin en etkin şekilde yerine getirilmesinde, yönetim kademesi sürekli bir karar verme süreci içerisindedir. Yöneticilerin karar verme süreci, uygun seçeneklere yönelmek için çok farklı nitelik ve kriterlerin göz önüne alınmasını gerektirmektedir. Dolayısıyla, karar verme sürecinin başlangıç safhasında yöneticilere bilimsel destek sağlanması oldukça önemli bir konudur.

Genel olarak Dünya Sahil Güvenlik Teşkilatları göz önüne alındığında denizde arama ve kurtarma görevinin ortak görevler arasında kritik öneme sahip bir rol üstlendiği görülmektedir. Denizde arama ve kurtarma konsepti son yirmi yılda çok büyük değişim göstermiş, bu kapsamda haberleşme teknolojilerindeki patlama, seyir sistemlerindeki gelişmeler, deniz trafiği yoğunluğundaki artış, uydularla etkileşimli sistemlerin kullanımı geleneksel deniz trafiğinin kontrolü anlayışında büyük değişikliklere yol açmıştır. Sahil Güvenlik yüzer unsurlarına yönelik literatür araştırmasında özellikle arama ve kurtarma ihtiyaçlarına yönelik çalışmaların ön plana çıktığı görülmektedir. Arama ve kurtarma operasyonlarında paylaşılmış durumsal farkındalık yapısına etki eden faktörlerin tanımlanmasını amaçlayan çalışmada [1], işbirliği için gerekli kritik bilgi, haberleşme için bir metot ve sistem güvenilirliğine yönelik bileşenler tanımlanmıştır. Hansen ve diğerleri [2] 1970 yılından 2009 yılına kadar olan 40 yıllık dönemde toplam 146 denizcinin hayatını kaybetmesine sebep olan Danimarka ticaret filosundaki deniz kazalarındaki kayıpların eğilimini araştırmıştır. Finlandiya Körfezindeki deniz trafiği emniyetinin analizine yönelik olarak yapılan çalışmada [3] önce son on yıllık detaylı kaza istatistikleri tanımlanmış, daha sonra iki farklı bölgedeki teorik modelleme ile gemi kazalarının riskleri ortaya konmuştur. Yeni ağ yapısı olarak ortaya konan Taşınabilir Afet Kurtarma Ağı ile ilgili çalışmada [4] felaket alanında hayatta kalan insanların ya da felaket dışı arama ve kurtarma durumunda bulunanların kendi mevkilerini Komuta Merkezine iletmelerini sağlayacak bir sistem öngörülmüştür. Abi-Zeid ve Frost [5] kayıp bir uçağı arama görevlerinin optimal planlaması için Kanada Kuvvetlerine yardımcı olmak için dizayn edilmiş bir coğrafik karar destek sistemini ele almıştır. Avustralya tarafından finanse edilen bir savunma işbirliği projesi olarak Pasifik Karakol Bot Programı ortaya konulmuştur [6]. Program Avustralya tarafından 12 alıcı ülkeye 22 botun hibe edilmesini konu almaktadır. İstasyon taleplerine göre farklı bot tiplerinin optimal olarak tahsis edildiği tamsayılı doğrusal programlama modeli önerildiği çalışmada [7] bot açığı riskinin yönetilmesi kapsamında risk değerleri ve güçlü optimizasyon fikirleri kullanılarak A.B.D. Sahil Güvenlik botlarının etkinliğine ve bu botların A.B.D. Sahil Güvenlik istasyonlarına dağıtımına yoğunlaşmıştır. Brown ve diğerleri [8] bölgelerdeki haftalık karakol görevleri için yüzer unsur görevlendirmesi probleminin çözümüne yönelik olarak

tamsayılı programlama modeli uygulaması önermiştir. Çok kriterli karar analizi modelinin önerildiği bir başka çalışmada [9]; ağ merkezli müşterek hava harekâtında araç-hedef tahsisinde kullanılmak üzere çaba, etkinlik, etkililik ve iletişim olmak üzere dört yeter hedeften oluşan model, araç-hedef tahsis senaryo seçenekleri için genel performans ölçümü yapılabilmesi için analitik hiyerarşi yöntemi, çok uçlu bağlantı ve entropiyi kullanmaktadır. Merrick and Harrauld [10] güvenlik problemlerinin sahil güvenlik kaynaklarının tahsis edilmesiyle çözümünü ele almıştır. Sahil güvenlik yüzer unsurlarının dağılımına yönelik olarak yapılan çalışmada [11] sahil güvenlik tarafından icra edilen görevler, deniz yetki alanlarının kendine özgü karakteristikleri olan sorumluluk sahalarına ayrılması, belirli tipteki botların kendi özellik ve karakteristiklerine göre belirli tipteki olaylar için görevlendirilmeleri ve bunları dikkate alarak sorumluluk sahalarındaki optimum bot kombinasyonunun tanımlanmasında Analitik Ağ Süreci (Analytic Network Process-ANP) modeli kullanılmıştır.

Sahil güvenlik yüzer unsurlarının AK durumu ve önceliklerini tanımlamak için, her bir yüzer unsur tipinin görevleri yerine getirme konusunda sahip olabileceği fayda ve zararlarla birlikte gelecekte ortaya çıkması olası fırsatlar ve risklerin de değerlendirilmesi gerekmektedir. Böylelikle yüzer unsur tipleri için potansiyel olumlu ve olumsuz yönlerin bir bütün olarak ele alınması amaçlanmıştır. Bu kapsamda yapılan çalışmada, karmaşık karar problemi olarak yapılandırılması amaçlanan sahil güvenlik yüzer unsurlarının önceliklendirilmesi problemi için temel karar verme yardım aracı olarak göreceli teknolojik katsayıların boyutsuz ölçümünün tanımlanmasında ANP modeli ile birlikte faydalar, fırsatlar, maliyetler ve riskler (Benefits, Opportunities, Costs and Risks-BOCR) analizi kullanılmıştır. Bu çalışmanın amacı, Sahil Güvenlik Komutanlığında sahil güvenlik yüzer unsurlarının arama ve kurtarma durumu ve önceliklerini tanımlamak için bir model önermektir. Yüzer unsurların öncelik vektörlerinin belirlenmesini etkileyebilecek kriter ve faktörler bu bağlamda tanımlanmaya çalışılmış, yüzer unsur tiplerinin arama ve kurtarma öncelik derecelerinin belirlenmesi problemi analitik olarak ele alınmıştır. Yapılan çalışma AK görevlerine yönelik karar verme problemleri için ANP ve BOCR yaklaşımını kullanarak temel girdiyi sağlayan literatürdeki ilk uygulama olma özelliğini taşımaktadır. Bu çalışmanın müteakip bölümlerinin başlık ve içerikleri şu şekilde oluşturulmuştur; “Yöntem” başlıklı ikinci bölümde çalışmada önerilen modelin algoritması ve çözüme yönelik kullanılan teknikler açıklanmış, “Uygulama” başlıklı üçüncü bölümde önerilen modele ilişkin uygulama aktarılmış ve “Sonuçlar” başlıklı dördüncü bölümde önerilen modelin uygulamasına değerlendirmeler ile elde edilen sonuçlara yer verilmiştir.

2. YÖNTEM (METHOD)

Önerilen ANP ve BOCR yaklaşımının, farklı yüzer unsur tiplerini karşılaştırarak her bir yüzer unsur tipi için göreceli

ağırlıklarının bulunmasında kullanılması amaçlanmaktadır. Yüzer unsur sınıfları, ANP modelinde alternatifler olarak belirlenmiştir. ANP özellikle sonlu sayıda alternatifin bulunduğu problemlerde alternatiflerin göreceli önem derecelerinin belirlenmesi için kullanılırken, BOCR yaklaşımıyla faydalar, fırsatlar, maliyetler ve risklerin eşdeğer öneme sahip olmayabileceği dikkate alınmalıdır.

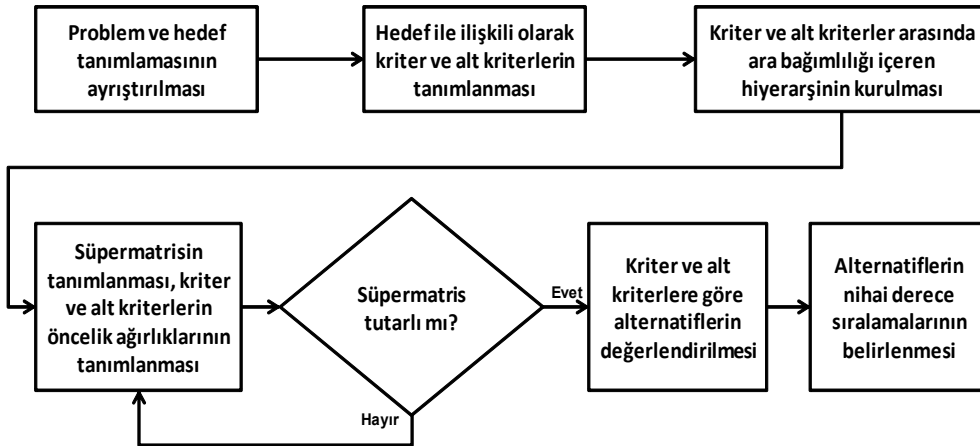
ANP; karar sürecinde nicel ve nitel kriterlerin bulunabilmesi, karar verme sürecinin alternatiflerden çok hedefe odaklanması ve ilgili kriterlerin tamamının düşünülerek yapılandırılmasına olanak sağlaması, kriterler arası içsel etkileşime izin vermesi, kriterler arasında öncelik olmaması, değişik kriter ve seçeneklerin göreceli üstünlüklerinin hesaplanarak karar vericiye yardımcı olunması, çok aşamalı karar ağı oluşturulmasıyla geri beslemeye olanak sağlaması olarak sayılabilecek avantajlarıyla çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. ANP safhaları Saaty tarafından detaylı olarak tanımlanmıştır [12-14]. ANP karar modeli ağ yapısı, kümeler (birleşenler) ve elemanlardan oluşur. Bir birleşen elemanlardan oluşan bir grubu gösterir. Birleşenler her zaman birbirleriyle ilişki içerisinde olmalıdır. Aksi durumda birbirleriyle etkileşim içinde bulunamazlar ve birleşenler arasındaki ilişkileri tanımlayabilmek mümkün olmaz. Bir birleşenin diğeri üzerindeki etkisi aynı zamanda o birleşen içerisinde yer alan her bir eleman üzerindeki etkisini de gösterir. ANP, uygun bir şekilde bağımlı (ya da ara bağımlı) ilişkileri birleşenler arasında modelleyerek, etkileşimleri analiz ederek ve göstererek, ayrıca bunların karşılıklı etkilerini tek bir mantıksal süreç ile sentezleyerek oluşturulan çok seviyeli (ya da hiyerarşik yapıdaki) karar ağlarını kullanarak bağımlılıkları ve geri beslemeyi birleştirir [15]. ANP için izlenmesi gereken adımlar, akış diyagramı olarak Şekil 1 ile gösterilmiştir [16].

ANP yönteminin temelleri ve uygulama alanlarına yönelik olarak literatürde yer alan birçok çalışma bulunmaktadır. Tedarikçi seçimi optimizasyonu için ANP ve karışık tamsayı programlama kullanarak bütünlük çok amaçlı karar verme sürecinin kullanılması [17], Tayvan'daki tarihi

Alishan Orman Demiryolları için gerçek dünyada, çok amaçlı yeniden canlandırma stratejileri il proje seçim probleminin çözümü için bulanık Delphi, ANP ve sıfır-bir hedef programlamanın esas alınması [18], sürdürülebilir bir tedarik zincirinin elde edilmesinde daha etkili olan tasarım gereksinimlerini belirlemek için ANP ile ürün ve sistem geliştirmede uygulama alanı olan bütünlük kalite fonksiyonu yüklemesi ve sıfır-bir hedef programlama modellerinin kullanılması [19], üniversite seçiminde öğrenci tercihlerindeki kalıcılığın değerlendirilmesinde melez çok amaçlı karar verme yöntemlerinden ANP ve Zenginleştirilmiş Değerlendirme için Tercih Sıralama Organizasyonu Metodu kullanılması [20], elektronik alanında faaliyet gösteren bir şirket için ANP kullanımı ile tedarikçi seçimi [21], ANP'nin dinamik rekabet ortamlarına uyumlu olmayı amaçlayan bir organizasyon için lojistik stratejilerini değerlendirme amacıyla kullanılması [22] bu kapsamda örnek olarak gösterilebilecek çalışmalardır.

Karmaşık karar sistemlerinde bir karar yapısal olarak üç bölüme ayrılabilir. Bunlar, başarının gerçek ölçüsü olarak kendi değer sistemimiz, karara ait etik ve moral değerlendirmelerimiz ve karara yönelik bir seçeneği diğerlerinden daha tercih edilebilir yapan nesnel gerçekliklerle birlikte hiyerarşiler ya da etkilere yönelik oluşturulan ağ yapısı olarak sayılabilir [23]. Genel olarak ilk seviyede oluşturulan BOCR için ağırlık atama ya da derecelendirme yapmaya yarayan grup kriterleri (kümeler) bir analitik hiyerarşi yöntemi ile oluşturulan yapı olabileceği gibi doğrudan derecelendirme yapılabilecek basit bir yapıda da oluşturulabilir. Burada karara ait etik ve moral değerlendirmelerimiz kontrol kriterleri olarak da adlandırılabilir şekilde BOCR düğümlerine dayalı olarak tanımlanabilecek değer yargılarıyla ele alınmaktadır. Bu iki bölümün son olarak ağ yapısıyla birleştirilmesi ve ilişkilerin kurulmasıyla karmaşık karar sistemi yapısı kurulmuş olacaktır [23].

Başlangıç aşamasında ANP ile ilgili birçok çalışmada nihai karar için seçeneklerin değerlendirilmesinde BO/CR oranı



Şekil 1. ANP basamakları (The steps of ANP)

kullanılmıştır. Bu durumdaki oran her bir BOCR değer yargısının eşit önemde olduğunu varsaymaktadır. Daha sonra BOCR değer yargılarının her birine yönelik ağırlıkların bulunması suretiyle çarpım ve toplama işlemleriyle (CR değerleri için karşılıklık ilkesi gözetilerek) önceliklerin bulunması amaçlanmıştır. Bu kapsamda genel olarak her bir alternatif için B,O,C ve R değer yargılarını birleştiren toplama, olasılıklı toplama, çıkarma, çarpımsal öncelikli güçler ve çarpımsal olmak üzere beş yöntem bulunmaktadır [24, 25].

ANP ve BOCR yaklaşımı, karar verme problemlerinde herhangi bir alternatif arasından seçim yaparken olumlu (fayda) ve olumsuz (maliyet) faktörleri dikkate alarak özellikle birimsel olarak ifade edilemeyen niteliklerin kolaylıkla karşılaştırılmalarına imkan sağlamaktadır. Dolayısıyla fayda/maliyet oranı birden büyük olanların seçimine yönelik olarak kısa zamanda harcanan çabayla etkin sonuçlar alınması sağlanmaktadır. ANP yönteminin kullanılmasında çelişkiye yol açan konulardan biri de özellik benzeri uygulamaların var olmadığı alanlardaki kriterlerin tanımlaması yeteneğidir. Bu gibi durumlarda farklı bir metod olarak genellikle BOCR ele alınacak faktörlerin seçimine izin veren yapısıyla kullanılmaktadır. Çoğu zaman bu gibi durumlarda karşılaşılan çelişki, karar verici katılımcıların bazı noktalarda anlaşamaması olarak ortaya çıkar. ANP ve BOCR yaklaşımı genellikle bu tipteki problemlerin çözümünde kullanılır [26]. BOCR analizinde de B/C ve B/(C*R) analizinde de olduğu gibi görece önem dereceleri arasındaki farklılıkların dikkate alınmadığı yönündeki tartışmalar devam etmekle birlikte, maliyet ve risklerin çarpımının anlamlı olmadığı ve sonuçlarının kanıtlanmamış olduğu ifade edilmektedir [27]. Dolayısıyla BOCR analizindeki en büyük sorun genellikle eş ölçek kullanımı maksadıyla ikili karşılaştırmalarda kullanılan oran ölçeğinin farklı modellerden gelen karşılaştırılabilir birim oranları ile işleme sokulmasıyla doğru sonuçların elde edilemeyeceği olarak ortaya çıkmaktadır. Nitekim, B/C analizine benzer şekilde, BOCR için de göreceli olarak birbirlerine göre adapte edilmemiş ölçeklerle önceliklerin hesaplanması, eş ölçek kullanılmaması nedeniyle yanıltıcıdır [28]. Dolayısıyla eş birimlerin kullanılması, normalize etme yönteminin farklı modellerde farklı kullanımıyla ölçek eşitliğinin bozulması, ağırlıklandırma ve yeniden ağırlıklandırma ile ilgili olarak toplamsal ve çarpımsal formüllerin kullanımı BOCR analizinde sonuçları doğrudan etkilediğinden modellerin oluşturulması ve analizi esnasında eş birim uyumu ve ölçeklendirme konularına önem verilmesi gerekmektedir.

ANP ve BOCR yaklaşımının kullanıldığı ve farklı uygulama alanlarına yönelik olarak literatürde yer alan birçok çalışma bulunmaktadır : Lojistik merkezi seçimi [29], lojistik ve ters lojistik ile yönetim sistemlerinin değerlendirilmesi [30], yüksek teknoloji kullanımının değerlendirilmesi [31] ile işletme yapılarına uygun yazılım paketi seçimi [32], sürdürülebilir orman yönetiminde en iyi odun ayırma yönteminin seçimi [33], dağıtım merkezi seçimi [34], esnek üretim sistemlerinde sevkiyat kurallarının seçimi [35], güneş

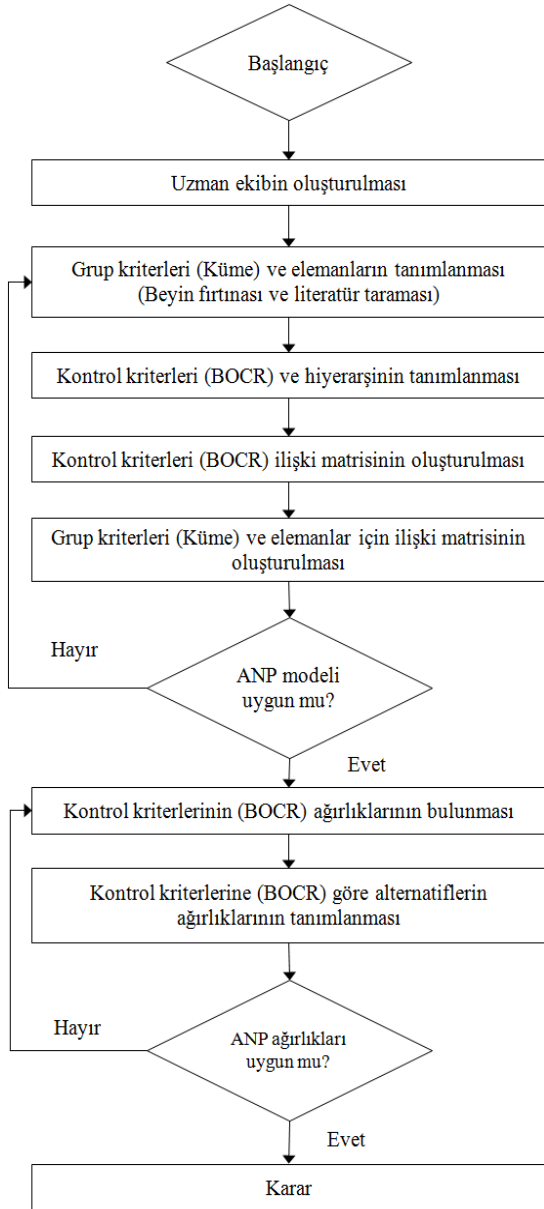
enerjisi endüstrisine karşı optimal geri dönüşüm stratejisinin değerlendirilmesi [36], proje seçimi [37, 38], yerleşim yeri seçimi [39], farklı su atık işleme sistemlerinin değerlendirilmesi [40], firmaların işletim kararlarında dış yüklenicilere iş verme kararları [41], seçilmiş yer altı yapım teknolojilerinin çevresel etkilerinin karşılaştırmalı analizi [42]. Sahil güvenlik yüzer unsurlarının arama ve kurtarma görevine göre önceliklendirilmesi problemi bünyesinde mevcut deniz unsurlarının farklı imkân ve kabiliyetlerinin hem nesnel hem de öznel olarak değerlendirilmesine farklı girdilerden oluşmaktadır. Böyle bir durumda karar verme süreci, birbiriyle ilişki içerisinde olan kriterler ile alternatiflerin seçiminde kullanılacak farklı etkinlikler gibi birçok faktörü içermektedir. Deniz alanlarında denizde arama kurtarma unsurlarına yönelik olarak değişik modeller farklı tipteki problemler için önerilmiş olmakla birlikte, özellikle yüzer unsur karakteristiklerine göre daima uygun ve her yerde kullanılacak jenerik bir model bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı, Sahil Güvenlik Komutanlığında sahil güvenlik yüzer unsurlarının AK durumu ve önceliklerini tanımlamak için model önermektir. Deniz unsurlarına ait ağırlıkları etkileyebilecek kriter ve faktörler bu bağlamda tanımlanmaya çalışılmıştır. Sahil güvenlik yüzer unsur tiplerinin kombinasyonunun belirlenmesi problemi bu kapsamda çoklu ve birbiriyle çelişen hedefler doğrultusunda, ANP ve BOCR analizi kullanılması suretiyle bir çok kriterli karar verme problemi olarak ele alınmıştır. Önerilen model aşağıda yer alan adımlarda ve Şekil 2 ile sunulan akış diyagramındaki algoritma ile uygulamaya konulmuştur.

- Adım 1 : Uzman ekibin oluşturulması.
- Adım 2 : Grup kriterleri (Küme) ve elemanların tanımlanması (Beyin fırtınası ve literatür taraması).
- Adım 3 : Kontrol kriterleri (BOCR) ve hiyerarşinin tanımlanması.
- Adım 4 : Kontrol kriterleri (BOCR) ilişki matrisinin oluşturulması.
- Adım 5 : Grup kriterleri (Küme) ve elemanlar için ilişki matrisinin oluşturulması.
- Adım 6 : Kontrol kriterlerinin (BOCR) ağırlıklarının bulunması.
- Adım 7 : Kontrol kriterlerine (BOCR) göre alternatiflerin ağırlıklarının tanımlanması.
- Adım 8 : Karar.

3. UYGULAMA (APPLICATION)

Değişik olaylara yönelik olarak farklı çeşitteki görevlerin yerine getirilmesi amacıyla belirlenen sahil güvenlik unsurları, ani gelişen olaylara müdahale edebilmek ve şüpheli deniz faaliyetlerini araştırmak için kilit konumdaki riskli bölgelere derhal sevk edilmektedir. Görevlendirme sürecinde, her bir yüzer unsur tipinin meydana gelen olaylara müdahalede başarılı olabilmesi için farklı imkân ve kabiliyetlere sahip olduğu kabul edilmiştir. Buna bağlı olarak, sahil güvenlik yüzer unsur tiplerinin arama ve kurtarma faaliyetlerine müdahale edebilme konusunda farklı etkinlik değerlerine sahip olmaları gerektiği

değerlendirilmektedir. Önerilen ANP modeliyle, farklı yüzer unsur tiplerinin karşılaştırılması, böylelikle her bir yüzer unsur tipi için arama ve kurtarma görev tipi ağırlıklarının bulunması suretiyle önceliklendirilmesi amaçlanmaktadır. Yüzer unsur sınıfları, ANP modelinde alternatifler olarak belirlenmiştir. Sahil Güvenlik Komutanlığındaki yüzer unsurlar: 80 Sınıfı Botlar, KAAN 29/33 Sınıfı Botlar, KAAN 19 Sınıfı Botlar, KAAN 15 Sınıfı Botlar, SAR 33/35 Sınıfı Botlar, Türk Tipi Botlar, Piket Botlar ve Kontrol Botları olmak üzere toplam sekiz sınıfta toplanmıştır. Söz konusu bot tiplerine ilişkin tanıtıcı bilgiler Tablo 1’de sunulmuştur.



Şekil 2. Önerilen modelin akış diyagramı
(The flow diagram of proposed model)

Adım 1 : Uzman ekibin oluşturulması. Sahil güvenlik unsurlarında en alt seviyede bot komutanlığı olmak üzere

yüzer birlik görevlerini farklı bot tiplerinde yapmış deneyimli personelden oluşan bir uzman ekip kurulmuştur. Uzman ekipte Sahil Güvenlik Komutanlığında Grup Komutanlığı, Bot Komutanlığı, Başçarkçılık, II.Komutanlık, II.Çarkçı görevlerini yapmış subaylar ile bot komutanlığı görevlerini yapmış astsubaylar yer almıştır. Her bir yüzer unsur sınıfı için arama ve kurtarma görev tipi ağırlıklarının belirlenmesinde birtakım sorunlarla karşılaşmıştır. İlk olarak, arama ve kurtarma görev tipi ile ilişkili olabilecek yüzer unsur karakteristiklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yüzer unsur etkinlik değerleri ile görev tipi ağırlıklarının bulunabilmesi maksadıyla oluşturulan sahil güvenlik mensubu konularında uzman personelden oluşan 14 kişilik çalışma grubunca beyin fırtınası yöntemi ile öncelikle grup kriterlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Beyin fırtınası yöntemi uygulanırken, tüm düşünceler maddeler halinde sıralanmış, fikir üretmeye uygun ortam yaratılarak gerektiğinde sorun yeniden tanımlanmış, eleştirel tutum takınılmadan çalışmanın herkes tarafından izlemesine izin verilmiş, ses ve görüntü kayıt cihazı kullanılmamış, yeni fikirler üretilmediği zaman ısrarcı olunmayarak çalışmanın tamamlanması sağlanmıştır.

Adım 2 : Grup kriterleri (Küme) ve elemanların tanımlanması (Beyin fırtınası ve literatür taraması). Denizde kurtarma faaliyetlerine yönelik olarak, deniz kurtarma kaynaklarının dağılımı konusunda Azofra ve diğerleri [43] tarafından yapılan çalışmada; kaza, kazaya konu vasıta ve meydana gelen hasara yönelik karakteristikler, kazaların tipleri ve kaza şiddeti derecesinin tespiti, helikopter, römorkör ve kurtarma botları gibi kaynakların hareket yarıçapları esasında dağılımı, kaynakların uygun imkânlarla sahip konuş yerlerine yerleştirilmesi ve maliyet etkinlik kriterleri dikkate alınmıştır. Breivik ve Allen [44] Norveç Denizi ve Kuzey Denizi için operasyonel ve bütünlük yeni bir arama kurtarma modelini ortaya koyarak, çalışmada ele alınan kriterlerden (deniz durumu, denize dayanıklılık, teknelerin draftları, aramada kullanılan tekne tipleri vb.) faydalanılabileceği öngörülmüştür. Forman ve Selly [45] A.B.D. Sahil Güvenlik filosu için sahil güvenlik silahlı karakol botu seçimine yönelik olarak analitik hiyerarşi süreci yöntemini kullanmış, altı seçeneqli yüzer unsur tipinden en iyisini belirlemek için, beş ana hedef belirlenmiştir: güvenilirlik, idame edilebilirlik ve uygunluk, performans, maliyet, insan faktörleri ve üs imkânları. Ele alınan yüzer unsurlar tarafından yerine getirilmesi beklenen alt hedefler olarak görevler, sahil güvenlik hareket programına göre tanımlanarak modelde arama ve kurtarma, su ürünlerinin korunması, uyuşturucuyla mücadele, deniz çevresinin korunması ve askeri hareketler olarak ifade edilmiştir. Amerikan Sayıştay birimine göre (Government Accountability Office), A.B.D. Sahil Güvenliği ülke içi ve ülke dışındaki güvenlik görevleri dahil olmak üzere; limanlar, su yolları ve sahil güvenliği, savunma hazırlığı, göçmen kontrolü, uyuşturucuyla mücadele, seyir yardımı, arama ve kurtarma, su ürünleri, deniz emniyeti, deniz çevresinin korunması, diğer kolluk görevleri (yabancı su ürünleri kolluk görevleri) ve buz hareketi görevleri tanımlanmıştır [46]. Literatür taraması çalışmasının yanı sıra

Tablo 1. Sahil Güvenlik Bot Tipleri (Coast Guard Boat Types)

Özellikler	80 Sınıfı	KAAN 29/33	KAAN 19	KAAN 15	SAR 33/35	Türk Tipi Botlar	Piket Botlar	Kontrol Botları
Boyutlar (Boy-En- Draft)	40.75 M - 7.05 M - 2.10 M	35.69 M -6.7 M - 1.45 M	22.55 M -4.6 M - 1.03 M	15.40 M - 4.04 M -1 M	36.6 M - 8.6 M - 1.9 M	40.2 M- 6.4 M- 2 M	14.6 M - 4.2 M - 1.3 M	5.8 M -2.2 M - 0.8 M
Deplasman Tonajı	156 - 195 Ton	87 - 113 Ton	30 Ton	4.4 -18.7 Ton	180 -210 Ton	150-180 Ton	26- 29 Ton	Lastik Şişme Bot
Ana Tahrik	2692 HPx2	3700HPx2	4000HPx2	2300 HPx2	3200 HPx2	2600 HPx2	425 HPx2	50 HPx2
Maksimum Sürat	27 KTS	45 KTS	62 KTS	54 KTS	27 KTS	16 KTS	12 KTS	35 KTS
İktisadi Sürat - Seyir Siasi	20 KTS- 1000 MİL	40KTS - 500 MİL	35 KTS -500 MİL	35 KTS - 350 MİL	22 KTS - 500 MİL	12 KTS- 1300 MİL	8 KTS -400 MİL	Lastik Şişme Bot

oluşturulan çalışma grubu ile grup karar verme süreci kullanılması suretiyle sahil güvenlik görevleri üzerinde etkili olan ve Tablo 2’de sunulan toplam 51 yüzer unsur karakteristiği belirlenmiştir. Daha sonra bu karakteristikler, grup kriterleri ve elemanların oluşturulabilmesi maksadıyla, birbirleriyle karşılaştırılarak birleştirilmiş ya da farklı gruplara bölünmüştür. Grup kriterleri arasında tekrarlar önlenmiş ve aralarında herhangi bir eleme yapılmamıştır. Belirlenen 51 karakteristik içerisinde 22 adedi harcanan çabadan tasarruf edilmesi kapsamında eleman olarak seçilmiş ve bu elemanlar aşağıda belirtilen beş küme içerisinde toplanmıştır: Teknik, Seyir, Teknolojik, Tekne dizaynı ve Kullanım. Oluşturulan kümeler, bu 22 karakteristiğin temel yönlerini yansıtmaktadır.

Grup kriterleri olarak da adlandırılan kümelerden “Teknik” tanımı içerisinde Bakım Onarım, Tekne Dayanıklılığı, Tahrik Sistemi (basitlik) ve Uzun Süreli Bakım Onarım karakteristikleri yer almakta genel olarak botların teknik kapasite ve yeterliliklerinin tanımlanmasında kullanılan ana faktörler ele alınmaktadır. “Seyir” kriteri içerisinde Denize Dayanıklılık, Seyir Siasi, Sürat, Operasyonellik, Akaryakıt Kullanımı bulunmakta, botların seyir imkan ve kabiliyetlerinin temel etkilerinin yansıtılması amaçlanmaktadır. Burada operasyonellik terimi ile teknenin batmazlık, doğrulanabilir (hacıyatmaz özelliği), emniyetli yaklaşma (hassas arama kurtarma manevra kabiliyeti), sığ suda/kayalık bölgede hareket kabiliyeti ile manevra kabiliyeti özellikleri kapsamaktadır. “Teknolojik” kriteri ile botların mevcut durumda sahip oldukları Muhebere İmkânı, Tespit/teşhis Kabiliyeti, Arıza Onarımı ile Gece Görüş Kabiliyeti imkanlarının ortaya konması hedeflenmiştir. “Tekne Dizaynı” kriteri ile botların tasarım aşamasında sahip oldukları kriterler olarak Üst Bina Dizaynı, Teknelere Aborda Olabilme, Her Limana Yanaşabilme ve Kazazede Kurtarma İmkânları ile Ömür Devri Maliyetini kapsamaktadır. Platformdan farklı olarak doğrudan personelin botlara olan ünsiyeti ve bu kapsamdaki kriterleri esas alan “Kullanım” kriteri ile de Personel Kullanımına Uygunluk, Personel Güvenliği/Emniyeti, Personel Yaşam Mahalleri ile Personel Maliyeti dikkate alınmaktadır.

Adım 3 : Kontrol kriterleri (BOCR) ve hiyerarşinin tanımlanması. Yüzer unsur tiplerinin önceliklendirilmesi doğrultusunda kişisel değer yargılarını aktarabilecek şekilde

faydalar, fırsatlar, maliyetler ve riskler (BOCR) olmak üzere dört kontrol kriteri belirlenmiştir. Yüzer unsurların sevk edildiği arama ve kurtarma olayı tanımı kapsamında, oluşturulan modelde kontrol kriterleri bağımsız olarak kabul edilmiştir. Kontrol kriterleri ağırlıklarının bulunmasında, hiyerarşik yapının ilk seviyesi olarak BOCR ilişki-bağılantılı kriterler olarak tanımlanmıştır. Kontrol kriterleri olarak kabul edilen görev tiplerine ait ilk seviye hiyerarşik yapı Şekil 3 ile gösterilmiştir.

Adım 4 : Kontrol kriterleri (BOCR) ilişki matrisinin oluşturulması. Bu aşamada, grup kriterleri ve elemanlar arasındaki ilişkilerin bulunması hedeflenmiştir. Kontrol kriterlerinin bağımsız olması gerçeği bir tarafa bırakıldığında, kümeler arasında bağımlılık özelliği bulunduğu görülmüştür. Bu doğrultuda, ele alınan kriter ya da elemanlar arasındaki etkinin belirlenebilmesi için “çoğunluk kuralı” tekniğinin kullanılması suretiyle grup karar verme yöntemi seçilmiştir. Tüm grup kriterleri ve elemanları için oluşturulan ilişkiler matrisi, çalışma grubu tarafından daha önce yapılan birleştirme işlemi kontrol kriterleri olarak belirlenen gruplar esas alınarak yeniden oluşturulmaya çalışılmıştır. Aynı çalışmaya kontrol kriterleri arasında etki diyagramı oluşturma çalışması da dâhil edilmiştir. Kontrol kriterleri ve küme elemanlarına göre oluşturulan ilişkiler matrisi Tablo 3’de sunulmuştur. İlişkiler matrisinde “X” kriter elemanları arasında ilişki olduğunu, boşluk ise kriter elemanları arasında bir ilişki olmadığını göstermektedir.

Adım 5 : Grup kriterleri (Küme) ve elemanlar için ilişki matrisinin oluşturulması. Bu safhada her bir kontrol kriterine göre ayrı ayrı olmak üzere ilişki matrisleri düzenlenmiştir. Bu kapsamda faydalar (B) kontrol kriterine göre oluşturulan ilişkiler matrisi Tablo 4’de gösterilmiştir. Her bir kontrol kriterine göre alt ağ yapıları oluşturulmuştur. Oluşturulan karmaşık modele ilişkin sürecin tamamının yazılım kullanılmaksızın yürütülebilmesi mümkün görülmemiş ve oluşturulan ANP modelinin işleme konulabilmesi için Super Decisions yazılımı seçilmiştir (www.superdecisions.com). İlişki matrislerinde tanımlanan ilişkiler ile karar vericilerin ikili karşılaştırmalarından elde edilen geometrik ortalamalar model için ana girdileri oluşturmaktadır. Bu seviyede tüm ilişkilerin tanımlanmasıyla ANP modeli ortaya çıkarılmış ve modelin geçerliliğine yönelik olarak tutarlılık testleri yapılmıştır.

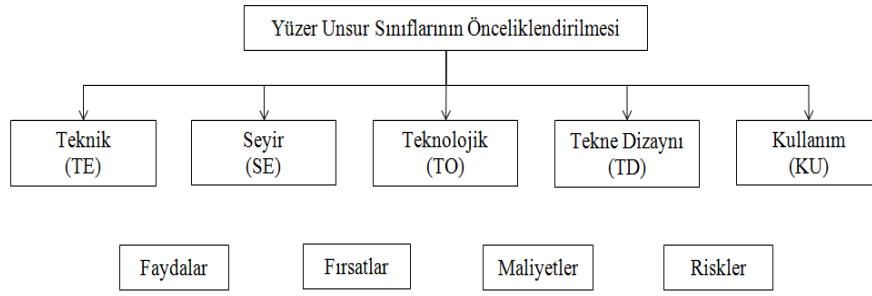
Tablo 2. Yüzer Unsur Karakteristikleri (Characteristics of Surface Vessels)

No	Yüzer Unsur Karakteristikleri
1.	Denize Dayanıklılık
2.	Seyir siası
3.	Sürat
4.	Operasyonellik
5.	Batmazlık
6.	Doğrulanabilme (hacıyatmaz)
7.	Emniyetli yaklaşma (Hassas arama kurtarma manevra kabiliyeti)
8.	Sığ suda/kayalık bölgede hareket kabiliyeti
9.	Manevra kabiliyeti
10.	Personel Harcamaları
11.	Yaşam Devri Maliyeti
12.	İlk inşa maliyeti
13.	İşletme maliyeti
14.	Yakıt Tüketimi
15.	Seyir sistemleri (Uzun menzilli radarlar vb.)
16.	Muhebere imkanı
17.	Tespit/teşhis kabiliyeti
18.	Vuruş kabiliyeti
19.	Gece görüş kabiliyeti
20.	Su altı görüş imkanı
21.	Meteorolojik sensörler
22.	İnsansız sistemler
23.	Yüzey/dip akıntısı ölçme kabiliyeti
24.	Helo Kurtarma-Dikey İkmal
25.	Sadelik
26.	Üst bina dizaynı(kapalı KIÜ, 360 derece görüş, hava koşullarına uygunluk)
27.	Teknelere aborda olabilme
28.	Her limana yanaşabilme kabiliyeti
29.	Gürültü izolasyonu
30.	Yedekleme kabiliyeti
31.	Denizde yangına müdahale imkanı
32.	Deniz kirliliği tespit/müdahale
33.	Yalpa azaltma sistemi
34.	Can salı/kurtarma vasıtası
35.	Kazazede kurtarma kapasitesi
36.	Denizden kazazede kurtarma imkanı/istasyonu
37.	Kazazedelere can kurtarma ekipmanı verme
38.	Harici aydınlatma
39.	Personel kullanımına uygunluk
40.	Personel eğitimine uygunluk
41.	Personel güvenliği/emniyeti
42.	Personel yaşam mahalleri
43.	Sıcak soğuk gemi imkanı
44.	Liman kolaylıkları
45.	Bakım Onarım
46.	Yedek Parça
47.	Tekne dayanıklılığı
48.	Modernizasyon imkanı
49.	Tahrik sistemi (basitlik)
50.	Makine arıza sıklığı

Adım 6 : Kontrol kriterlerinin (BOCR) ağırlıklarının bulunması. Bu aşamada, ikili karşılaştırma matrisleri Şekil 3'te yer alan kontrol kriterlerine ait ilk seviye hiyerarşik yapısı için yüzer unsur tiplerine karşılık gelen alternatifler bazında oluşturulmuştur. Bu durumda kişisel yargıların

kuvvetini göstermek üzere karşılaştırmalarda Saaty'nin mutlak değerli temel ölçeği (1-9 ölçekli) kullanılmıştır.

Örnek olarak kullanılan ikili karşılaştırma anketi Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 3. İlk Seviye Hiyerarşik Yapı (The first level hierarchical structure)

Tablo 3. Grup Kriterleri (Küme) ve Elemanları İlişkiler Matrisi

(The influence matrix of group criteria (cluster) and elements)

KONTROL KRİTERLERİ		Faydalar	Fırsatlar	Maliyetler	Riskler
1. TEKNİK KÜME	ELEMANLAR				
	1A Bakım Onarım	X		X	X
	1B Tekne Dayanıklılığı	X			
	1C Tahrik Sistemi (basitlik)	X			
2. SEYİR	1D Uzun Süreli Bakım Onarım			X	X
	2A Denize Dayanıklılık	X			X
	2B Seyir Siası	X			X
	2C Sürat	X			X
	2D Operasyonellik	X	X		X
	2E Akaryakıt Kullanım			X	
3. TEKNOLOJİK	3A Muhabere İmkânı	X	X		
	3B Tespit/teşhis Kabiliyeti	X	X		
	3C Arıza Onarımı			X	X
	3D Gece Görüş Kabiliyeti	X	X		
4. TEKNE	4A Üst Bina Dizaynı	X			
	4B Teknelere Aborda Olabilme	X	X		X
	4C Her Limana Yanaşabilme	X	X		X
	4D Kazazede Kurtarma İmkânları	X	X		X
	4E Ömür Devri Maliyeti			X	
5. KULLANIM	5A Personel Kullanımına Uygunluk	X	X		X
	5B Personel Güvenliği/Emniyeti	X	X		X
	5C Personel Yaşam Mahalleri	X			
	5D Personel Maliyeti			X	

Kişisel yargıların değerlendirilmesi amacıyla grup karar verme prosedürleri izlenmiştir. Grup kararları için mümkün olan birleştirme fonksiyonları mevcuttur. Aczel ve Saaty, simetri, uzlaşma ve karşılıklık ile ayrılabilirlikle (kişisel yargılara ayrımlanabilme) birlikte homojenlik, benzersiz bir şekilde geometrik ortalamanın kullanılmasını işaret etmektedir [23]. Bu kapsamda oluşturulan çalışma

grubundaki 14 karar vericiye yönelik ikili karşılaştırma matrislerinin geometrik ortalamaları nihai karşılaştırma matrisinin meydana getirilmesi için kullanılmıştır.

Grup kriterlerinin birbirleri ile ikili karşılaştırılmasında karar vericilere yönelik olarak yapılan anket çalışmasının sonuçları Tablo 5’de olduğu gibidir.

Karar vericilerin her bir karşılaştırmaya yönelik olarak verdikleri kararların ölçek karşılığındaki değerlerinin geometrik ortalamalarının alınması neticesinde elde edilen sonuçlar Super Decisions yazılımı ile oluşturulan karşılaştırma modülüne girilmiştir.

Fazla sayıdaki karmaşık kararlar, nitelikler ve seçenekler genellikle tutarsızlıklara yol açarlar. ANP yöntemi kararlara yönelik bu etkiyi tutarsızlık oranı (Inconsistency Ratio-IR) yoluyla ölçmektedir. IR, karşılaştırma matrislerine girdi olarak alınan verinin kalitesinin bir göstergesidir. Genel olarak %10 ve altında olması gerekir. Bu oranın geçerliliği tüm ikili karşılaştırma matrislerinde kontrol edilmiştir. Bu kapsamda yapılan karşılaştırma sonuçlarına ilişkin arayüz Şekil 5 ile gösterilmiştir. IR değerinin 0,00003 gibi oldukça küçük bir değere sahip olduğu görülmektedir.

Grup kriterleri ağırlıklarının kullanılması suretiyle ilk seviye hiyerarşik yapıya göre elde edilen sonuçların kontrol kriterleri (BOCR) ağırlıkları Tablo 6’da sunulmuştur.

Adım 7 : Kontrol kriterlerine (BOCR) göre alternatiflerin ağırlıklarının tanımlanması. Kontrol kriterleri için oluşturulan alt ağ yapıları için oluşturulan ağırlıklandırılmamış süper matris ve daha önce oluşturulan beş kümeyle ait önceliklerin, ağırlıklandırılmamış süper matris için ağırlıklandırma amacıyla kullanılmasıyla ağırlıklandırılmış süper matrisler Super Decisions Yazılımı ile oluşturulmuş, matrislerin tutarlılıklarının kabul edilebilir sınırlar içerisinde olması sağlanmıştır. Ağırlıklandırılmış süper matris ağırlıkların yakınsamalarına kadar limit derecelerinde yükseltmeleri ve son olarak limit süper matrisin, matrisin tüm sütunları eşit olduğunda elde edilmesi yine Super Decisions Yazılımı ile sağlanmıştır. Limit süper matristen elde edilen son değerlerin, ANP modelinde önceliklendirilmesi amaçlanan alternatifler için ağırlık olarak kullanılması hedeflenmiştir. Bu kapsamda kontrol kriterlerine (BOCR) elde edilen elemanlara ait nihai göreceli ağırlıklar Tablo 7’de olduğu gibidir.

Tablo 4. Faydalar (B) Kontrol Kriteri için Grup Kriterleri (Küme) ve Elemanlar İlişkiler Matrisi
(The influence matrix of group criteria (cluster) and elements for the Benefits (B) control criteria)

		1. TEKNİK			2. SEYİR			3. TEKNOLOJİK			4. TEKNE				5. KULLANIM			
		1A	1B	1C	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3D	4A	4B	4C	4D	5A	5B	5C
1. TEKNİK	1A Bakım Onarım	O	X	X			X	X	X	X	X					X	X	X
	1B Tekne Dayanıklılığı	X	O		X		X	X					X				X	
	1C Tahrik Sistemi (basitlik)	X		O		X	X	X								X		
2. SEYİR	2A Denize Dayanıklılık				O			X				X				X	X	
	2B Seyir Siası					O	X	X	X	X	X	X						X
	2C Sürat			X	X	X	O	X				X	X		X	X	X	
	2D Operasyonellik	X	X	X				O	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3. TEKNOLOJİK	3A Muhebere imkânı	X						X	O	X		X	X			X		
	3B Tespit/teşhis kabiliyeti	X						X	X	O		X			X	X	X	
	3D Gece görüş kabiliyeti	X						X		X	O	X	X	X	X	X	X	
4. TEKNE	4A Üst bina dizaynı							X	X	X	X	O	X	X	X	X	X	
	4B Teknelere aborda olabilme							X				X	O		X	X	X	
	4C Her limana yanaşabilme	X				X		X	X		X	X		O	X	X	X	
	4D Kazazede kurtarma imkânları	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	O	X	X	
5. KULLANIM	5A Personel kullanımına uygunluk	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	O	X	X
	5B Personel güvenliği/emniyeti	X	X	X	X		X	X				X	X		X		O	X
	5C Personel yaşam mahalleri	X				X										X	X	O

Tablo 5. Grup Kriterleri Karşılaştırma Sonuçları (The comparative results of group criteria)

Grup Kriterleri	Karar Vericiler	Geometrik Ortalama															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Teknik ↔ Seyir		1/2	1/2	1/3	2	1/2	2	1/2	1/3	1/2	1/2	1/2	2	2	2	1,4261	(Seyir)
Teknik ↔ Teknolojik		1	2	4	3	2	2	2	1	3	2	2	2	2	4	2,1192	(Teknik)
Teknik ↔ Tekne		1	1	3	3	2	1	2	3	1	1	3	1	2	2	1,6685	(Teknik)
Teknik ↔ Kullanım		2	2	6	3	2	3	2	2	3	2	2	2	3	6	2,6272	(Teknik)
Seyir ↔ Teknolojik		3	3	7	4	2	3	2	3	3	7	2	2	3	4	3,1421	(Seyir)
Seyir ↔ Tekne		2	2	5	3	2	2	2	2	2	3	2	2	5		2,4156	(Seyir)
Seyir ↔ Kullanım		3	3	7	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	7	3,8303	(Seyir)
Teknolojik ↔ Tekne		1	1/2	1/3	2	1/2	2	1/2	1	1/2	1/3	2	1/2	2	1/2	1,2917	(Tekne)
Teknolojik ↔ Kullanım		2	1/2	3	3	1	1	1/2	2	1/2	1	3	1	3	1/2	1,2396	(Teknolojik)
Tekne ↔ Kullanım		2	1	3	2	1	1	2	1	1	2	2	1	2	3	1,5746	(Tekne)

1. Değerlendirme Formunda Sahil Güvenlik yüzey unsurlarının önceliklendirmesi amacıyla grup kriterleri arasındaki karşılaştırmalara ilişkin değerlendirmelerinize başvurulacaktır.

2. Bu kapsamda her bir grup kriteri değeri ile ikili olarak karşılaştırılarak arama ve kurtarma görev tipine göre önemleri aşağıda verilen ölçek üzerinde işaretlenecektir.

ÖRNEK 1: Arama ve kurtarma görev tipine göre "Teknik" kriterinin "Kullanım" kriterinden "Kuvvetli derecede önemli" olduğunu düşünüyorsanız sol tarafta yer alan "5" sayısını işaretlemeniz gerekmektedir.

Teknik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kullanım
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----------

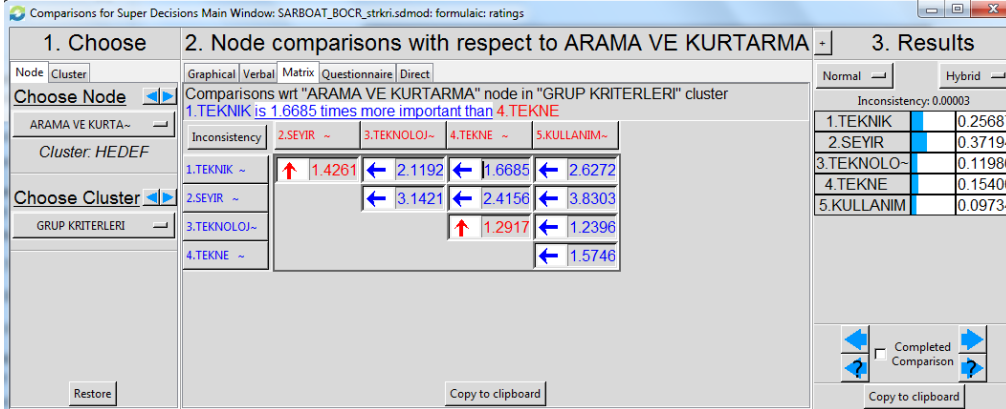
ÖRNEK 2: Arama ve kurtarma görev tipine göre "Tekne" kriteri ile "Kullanım" kriterinin "Eşit önemli" olduğunu düşünüyorsanız ortada yer alan "1" sayısını işaretlemeniz gerekmektedir.

Tekne	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kullanım
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----------

Önem derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunur
3	Birinin diğerine göre çok az önemli olması	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine çok az derecede tercih ettirir
5	Kuvvetli derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine kuvvetli bir şekilde tercih ettirir
7	Çok kuvvetli düzeyde önemli	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih edilir ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülür
9	Aşırı derecede önemli	Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük bir güvenilirliğe sahiptir
2,4,6,8	Ortalama değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere yukarıda listelenen yargılar arasına düşen değerler
	Reciprocal	Tersi karşılaştırmalar için

Teknik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Seyir
Teknik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknolojik
Teknik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tekne
Teknik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kullanım
Seyir	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknolojik
Seyir	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tekne
Seyir	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kullanım
Teknolojik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tekne
Teknolojik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kullanım
Tekne	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kullanım

Şekil 4. İkili Karşılaştırma Anketi (Pairwise comparison questionnaire)



Şekil 5. İkili Karşılaştırma Sonuçlarının Super Decisions Yazılımı Arayüzü (Super Decision software interface of pairwise comparison results)

Tablo 6. Kontrol kriterleri (BOCR) ağırlıkları (The weights of control criteria (BOCR))

Kontrol Kriterleri	Teknik (0,2568)	Seyir (0,3719)	Teknolojik (0,1198)	Tekne (0,1540)	Kullanım (0,0973)	Ağırlıklar
Faydalar (B)	0,5038	1	1	0,5038	0,5038	0,5491
Fırsatlar (O)	0,2102	1	0,2102	0,0508	0,2102	0,352
Maliyetler (C)	0,077	0,0508	0,0508	0,077	0,0508	0,0452
Riskler (R)	0,077	0,077	0,077	0,0508	0,077	0,0536

Tablo 7. Kontrol kriterlerine (BOCR) göre elemanlara ait nihai göreceli ağırlıklar
(Final relative weights of elements with respect to control criteria (BOCR))

KÜME	KONTROL KRİTERLERİ ELEMENLAR	Faydalar	Fırsatlar	Maliyetler	Riskler
		B	O	C	R
1. TEKNİK	1A Bakım Onarım	0,1377		0,243627	0,183297
	1B Tekne Dayanıklılığı	0,0273			
	1C Tahrik Sistemi (basitlik)	0,0600			
	1D Uzun Süreli Bakım Onarım			0,089924	0,079242
2. SEYİR	2A Denize Dayanıklılık	0,0209			0,035589
	2B Seyir Siası	0,0178			0,006752
	2C Sürat	0,0633			0,05662
	2D Operasyonellik	0,1807	0,233477		0,176065
	2E Akaryakıt Kullanım			0,095156	
3. TEKNOLOJİK	3A Muhebere İmkânı	0,0448	0,060974		
	3B Tespit/teşhisKabiliyeti	0,0531	0,078062		
	3C ArızaOnarımı			0,224172	0,096831
	3D Gece Görüş Kabiliyeti	0,0337	0,058115		
4. TEKNE	4A Üst Bina Dizaynı	0,0728			
	4B Teknelere Aborda Olabilme	0,0390	0,097757		0,075046
	4C Her Limana Yanaşabilme	0,0135	0,041028		0,015553
	4D Kazazede Kurtarma İmkânları	0,0654	0,188781		0,09787
	4E Ömür Devri Maliyeti			0,208075	
5. KULLANIM	5A Personel Kullanımına Uygunluk	0,0664	0,08327		0,06931
	5B Personel Güvenliği/Emniyeti	0,0758	0,158536		0,107824
	5C Personel Yaşam Mahalleri	0,0275			
	5D Personel Maliyeti			0,139045	

Super Decisions Ratings											
	Priorities	Totals	1A.Bakım Onarım 0.137741	1B.Tekne Dayanıklı 0.027333	1C.Tahrik Sistemi 0.059996	2A.Denize Dayanıklı 0.020930	2B.Seyir Siası 0.017840	2C.Sürat 0.063312	2D.Operasyonellik 0.180732	3A.Muhebere 0.044772	3B.Tespit/Teşhis 0.053148
A.80 SINIFI	0.129678	0.737527	ORTA	UZUN SURELI	KARMAŞIK	4 VE 5	601 VE UST	21-30	İYİ	ÇOK YUKSEK	YUKSEK
B.SAR 33/35	0.137374	0.781294	YÖGÜN	UZUN SURELI	KARMAŞIK	4 VE 5	500-600	21-30	İYİ	ÇOK YUKSEK	YUKSEK
C.KAAN 29/33	0.139638	0.794173	ORTA	ORTA SURELI	KARMAŞIK	4 VE 5	500-600	41 VE UST	İYİ	ÇOK YUKSEK	ÇOK YUKSEK
D.KAAN 19	0.126358	0.718642	DUSUK	ORTA SURELI	NORMAL	4	251-499	41 VE UST	İYİ	YUKSEK	ORTA
E.KAAN 15	0.125898	0.716029	DUSUK	ORTA SURELI	NORMAL	4	0-250	41 VE UST	İYİ	YUKSEK	ORTA
F.TURK TIPI	0.115652	0.657756	YÖGÜN	UZUN SURELI	KARMAŞIK	4 VE 5	500-600	21-30	ZAYIF	ÇOK YUKSEK	YUKSEK
G.PIKET	0.102680	0.583979	DUSUK	AZ SURELI	NORMAL	2 VE 3	251-499	0-20	İYİ	DUSUK	DUSUK
H.SAGET	0.122722	0.697966	DUSUK	ORTA SURELI	BASIT	3 VE 4	0-250	31-40	ÇOK İYİ	YASAT	ORTA

Şekil 6. Derecelendirme modülü örneği (The sample of ratings module)

Stüper Decisions yazılımında yer alan derecelendirme modülü (ratings module) ile sekiz yüzer unsur tipi birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Derecelendirme modülünde yer alan karşılaştırma bilgilerine ilişkin örnek Şekil 6'da gösterilmiştir.

Super Decisions yazılımı kullanılarak modelin tamamına ilişkin sonuç raporları elde edilmiştir. Oluşturulan ANP

modeli için her bir yüzer unsur tipinin kontrol kriterlerine (BOCR) göre öncelikleri Tablo 8'de gösterilmiştir.

Adım 8 : Karar. Öncelikle kontrol kriterleri (BOCR) olarak kabul edilen ilk seviye hiyerarşik yapısının, yüzer unsur karakteristiklerini yansıtan ANP ağırlıklarından oluşan veriyi içerecek şekilde analize dâhil edilmesi amaçlanmıştır. Yüzer unsur tipi öncelik derecelerinin kontrol kriterleri

Tablo 8. Sahil güvenlik yüzer unsur tipleri için öncelikler (The priorities for coast guard surface vessel types)

Alternatifler	Faydalar (B)		Fırsatlar (O)		Maliyetler (C)		Riskler (R)		Toplamsal (Olasılıklı)		Toplamsal (Negatif)		Çarpımsal	
	Öncelik	Derece	Öncelik	Derece	Öncelik	Derece	Öncelik	Derece	Öncelik	Derece	Öncelik	Derece	Öncelik	Derece
80 SINIFI	0,1297	3	0,1461	1	0,0819	5	0,1214	7	0,1312	3	0,1342	3	0,1931	2
SAR 33/35	0,1374	2	0,1451	2	0,0819	6	0,133	1	0,1337	2	0,1379	2	0,1854	3
KAAN 29/33	0,1396	1	0,1433	3	0,0795	7	0,1288	4	0,1342	1	0,1387	1	0,1978	1
KAAN 19	0,1264	4	0,1224	5	0,1353	3	0,1299	2	0,125	4	0,125	4	0,0891	6
KAAN 15	0,1259	5	0,1224	4	0,1255	4	0,1297	3	0,1245	5	0,1243	5	0,0958	5
TÜRK TİPİ	0,1157	7	0,1066	7	0,0794	8	0,109	8	0,1153	7	0,1107	7	0,1442	4
PIKET	0,1027	8	0,1017	8	0,1928	2	0,1223	6	0,112	8	0,1057	8	0,0449	8
SAGET	0,1227	6	0,1124	6	0,2237	1	0,1258	5	0,124	6	0,1236	6	0,0496	7

(BOCR) göz önüne alındığında farklılık gösterdiği görülmektedir. Faydalar kriterine göre KAAN 29/33 tipi unsurlar ilk sırada iken, fırsatlar kriterine göre 80 sınıfı, maliyetler kriterine göre SAGET ve riskler kriterine göre SAR 33/35 tipi unsurlar ilk sıradadır. Bununla birlikte BOCR analizinde dört kriteri birlikte alacak şekilde oluşturulan her üç formülasyon sonuçlarına göre KAAN 29/33 tipi unsurlar ilk sırada yer almaktadır. Dolayısıyla arama ve kurtarma görevi için en etkin şekilde kullanılacak bot tipi olarak KAAN 29/33 tipi unsurları takip edecek şekilde 2 ve 3'üncü sıralarda SAR 33/35 ile 80 sınıfı botlar yer almaktadır. Son sırada yer alan Piket tipi botların arama ve kurtarma etkinlikleri en zayıf olan yüzer unsur tipi olduğu görülmektedir.

4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Dünyadaki Sahil Güvenlik teşkilatlarının hemen hemen hepsi için en öncelikli görevlerinden birisi olan denizde arama ve kurtarma görevine yönelik yüzer unsur etkinliklerinin belirlenebilmesi birçok açıdan büyük önem taşımaktadır. Öncelikle doğrudan insan hayatının kurtarılmasını ön plana çıkaran arama ve kurtarma görevinde kullanılan yüzer unsurların mevcut imkân ve kabiliyetlerinin birbirleri ile kıyaslanabilecek şekilde ortaya konulması gerekmektedir.

Yüzer unsurların önceliklerinin belirlenmesinde nesnel veri her ne kadar çok kullanılmaya çalışılmışsa da, tecrübeye dayalı öznel değerlendirmeye duyulan ihtiyaç yadsınmamaktadır. Yüzer unsurların boyutsuz ölçüm değerlerinin belirlenmesi hem tanımlayıcı (descriptive) teori, hem de ölçümlerle ilgili örnekleyici (normative) teori ile ilişkilidir. Önerilen ANP modeli, yüzer unsur tipi öncelikleri ya da ağırlıkları olarak adlandırılan boyutsuz ölçüm değerlerinin bulunmasını sağlamaktadır. ANP yöntemi BOCR analizi ile birlikte nesnel ve öznel değerlendirmelerin birleştirilebilmesi ihtiyacını karşılayabilecek bütünlük bir yöntem olarak oldukça etkili ve analitik yapıdaki bir karara yönelik analizi mümkün kılacak bir yaklaşım sergilemektedir.

Oluşturulan ANP modelinin arama ve kurtarma görevi için olduğu gibi bölgesel olarak farklılık göstermekle birlikte sahil güvenlik teşkilatlarının sorumluluğunda olan diğer görevlere (deniz kirliliği, su ürünleri kontrolü, kaçakçılık, denizden emniyet, denizden güvenlik vb.) yönelik olarak uygulanabileceği de değerlendirilmektedir. BOCR

analizinde arama ve kurtarma görevinde insan hayatının ön plana çıkmasıyla, maliyet (C) kontrol kriterinin karar vericiler açısından tercih edilmediği, benzer şekilde risk (R) faktörü için de ağırlık değerinin göreceli olarak düşük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla arama ve kurtarma görevi için faydalar (B) kriteri ağırlıklı olarak ön plana çıkmaktadır. Nitekim hem içerdiği eleman sayısı, hem de ANP modelinde yer alan ilişki sayılarının çokluğu bunun bir göstergesidir. Fırsatlar kriteri de bu kapsamda önemli bir ağırlığa sahiptir. Bunlara bağlı olarak faydalar ve fırsatlar kriterlerine göre daha yüksek değerlendirme sonuçlarına sahip olan yüzer unsurların öncelik dereceleri de yüksek seviyede yer almıştır.

Çalışmada önerilen model ile yüzer unsur öncelik derecelerinin belirlenmesinde kullanılan karakteristikler ve ilişki yapısıyla literatürde mevcut olmayan bir yaklaşım sergilenmiştir. Söz konusu çalışmanın aynı zamanda sahil güvenlik benzeri denizcilikle ilgili organizasyonların arama ve kurtarma görevlerine yönelik kuvvet yapısı, yüzer unsur temini/hurdaya ayırma ve mevcut yüzer unsurların dağılımı konularındaki karar verme problemleri gibi birçok alanda temel girdiyi sağlayacağı değerlendirilmektedir. Özellikle Ömür Devri Yönetimi ile ilgili olarak platformların envantere giriş ve envanterden çıkarılmalarına ya da yarı ömür devri modernizasyonu gibi konularda yapılacak çalışmalarda elde edilen öncelik derecelerinin kullanılması mümkündür.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Seppänen H., Mäkelä J., Luokkala P. ve Virrantaus K., Developing Shared Situational Awareness for Emergency Management, *Safety Science*, 55, 1–9, 2013.
2. Hansen H.L., Jepsen J.R. ve Hermansen K., Factors Influencing Survival in case of Shipwreck and Other Maritime Disasters in the Danish Merchant Fleet since 1970, *Safety Science*, 50, 1589–1593, 2012.
3. Kujala P., Hanninen M., Arola T. ve Ylitalo J., Analysis of the Marine Traffic Safety in the Gulf of Finland, *Reliability Engineering and System Safety*, 94, 1349–1357, 2009.
4. Narayanan L., Ram G. ve Ibe O.C., A Joint Network for Disaster Recovery and Search and Rescue Operations, *Computer Networks*, 56, 3347–3373, 2012.
5. Abi-Zeid I. ve Frost J.R., SARPlan: A Decision Support System for Canadian Search and Rescue Operations,

- European Journal of Operational Research, 162, 630–653, 2005.
6. Bergin A. ve Bateman S., Law and order at sea in the South Pacific: the contribution of the Pacific Patrol Boat Project, *Ocean & Coastal Management*, 42, 555–568, 1999.
 7. Wagner M.R. ve Radovitsky Z., Optimizing boat resources at the U.S. Coast Guard: Deterministic and stochastic models, *Operations Research*, 60, 5, 1035–1049, 2012.
 8. Brown G., Dell R. ve Farmer R. Scheduling coast guard district cutters, *Interfaces*, 26, 2, 59–72, 1996.
 9. Tavana M., Bailey M.D. ve Busch T.E., A multi-criteria vehicle-target allocation assessment model for network-centric Joint Air Operations, *Int. J. Operational Research*, 3 (3), 235–254, 2008.
 10. Merrick J.R.W. ve Harrald J.R., Making decisions about safety in US ports and waterways, *Interfaces*, 37 (3), 240–252, 2007.
 11. Uzun G., Dağdeviren M. ve Kabak M., Determining the distribution of coast guard vessels, *Interfaces*, 46 (4), 297–314, 2016.
 12. Saaty T.L., *Fundamentals of the Analytic Network Process*, Proceedings of International Symposium on the AHP, Kobe, Japan: 48–63, 1999.
 13. Saaty T.L., *Theory and Applications of the Analytic Network Process*, RWS Publications, Pittsburg, USA, 2005.
 14. Saaty T.L., Decision making-the Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP), *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 13(1), 1–35, 2004.
 15. Sarkis J. ve Sundarraj R.P., Hub location at digital equipment corporation: A comprehensive analysis of qualitative and quantitative factors, *European Journal of Operational Research*, 137, 336–347, 2002.
 16. Mandic K., Bobar, V. ve Delibašić B., Modeling Interactions Among Criteria in MCDM Methods: A Review, *Decision Support Systems V – Big Data Analytics for Decision Making*, Volume 216 of the series Lecture Notes in Business Information Processing, 98–109, 2015.
 17. Wua W.Y., Sukoco B.M., Li C.Y. ve Chen S.H., An integrated multi-objective decision-making process for supplier selection with bundling problem, *Expert Systems with Applications*, 36, 2327–2337, 2009.
 18. Chang Y.H., Wey W.M. ve Tseng H.Y., Using ANP priorities with goal programming for revitalization strategies in historic transport: A case study of the Alishan Forest Railway, *Expert Systems with Applications*, 36, 8682–8690, 2009.
 19. Büyükoçkan G. ve Berkol Ç., Designing a sustainable supply chain using an integrated analytic network process and goal programming approach in quality function deployment, *Expert Systems with Applications*, 38, 13731–13748, 2011.
 20. Kabak M. ve Dağdeviren M., A hybrid MCDM approach to assess the sustainability of students preferences for university selection, *Technological and Economic Development of Economy*, 20 (3), 391–418, 2014.
 21. Gencer C., ve Gürpınar D., Analytic network process in supplier selection: A case study in an electronic firm, *Applied Mathematical Modelling*, 31, 2475–2486, 2007.
 22. Meade L., Strategic analysis of logistics and supply chain Management systems using the analytical network Process, *Transpn Res.-E (Logistics and Transpn Rev.)*, 34 (3), 201–215, 1998.
 23. Saaty T.L., *Decision making with dependence and feedback: the Analytic Network Process*, Pittsburgh: RWS Publications, Second Edition, 2001.
 24. Saaty T.L., Rank from comparisons and from ratings in the analytic hierarchy/network process, *European Journal of Operational Research*, 168 (5), 57–70, 2006.
 25. Kabak M. ve Dağdeviren M., Prioritization of renewable energy sources for Turkey by using a hybrid MCDM methodology, *Energy Conversion and Management*, 79, 25–33, 2014.
 26. Yi S.K., Sin H.Y. ve Heo E., Selecting sustainable renewable energy source for energy assistance to North Korea, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 15, 554–63, 2011.
 27. Millet I. ve Wedley W.C., Modelling risk and uncertainty with the Analytic Hierarchy Process, *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 11, 97–107, 2002.
 28. Wijnmalen D.J.D., Analysis of benefits, opportunities, costs, and risks (BOCR) with the AHP-ANP: A critical validation, *Mathematical and Computer Modelling*, 46, 892–905, 2007.
 29. Peker İ., Baki B., Tanyaş M., ve Ar İ.M., Logistics center site selection by ANP/BOCR analysis: A case study of Turkey, *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 30, 2383–2396, 2016.
 30. Hernández C.T., Marins F.A.S. ve Duran J.A., Selection of Reverse Logistics activities using an ANP-BOCR model, *IEEE Latin America Transactions*, 14 (8) 2016.
 31. Erdoğan Ş., Kapanoglu M. ve Koç E., Evaluating high-tech alternatives by using analytic network process with BOCR and multiactors, *Evaluation and Program Planning*, 28, 391–399, 2005.
 32. Ergu D., ve Peng, Y., A framework for SaaS software packages evaluation and selection with virtual team and BOCR of analytic network process, *The Journal of Supercomputing*, 67, 219–238, 2014.
 33. Jaafari A., Najafi A., ve Melón M.G., Decision-making for the selection of a best wood extraction method: An analytic network process approach, *Forest Policy and Economics*, 50, 200–209, 2015.
 34. Neumüller C., Kellner F., Gupta J.N.D. ve Lasch R., Integrating three-dimensional sustainability in distribution centre selection: the process analysis method-based analytic network process, *International Journal of Production Research*, 53 (2), 409–434, 2015.
 35. Yazgan H.R., Boran S, ve Göztepe K., Selection of dispatching rules in FMS: ANP model based on BOCR with choquet integral, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 49, 785–801, 2010.

36. Shiue Y.-C., ve Lin C.-Y., Applying analytic network process to evaluate the optimal recycling strategy in upstream of solar energy industry, *Energy and Buildings*, 54, 266–277, 2012.
37. Wang W.M., Lee A.H.I., Peng L.P. ve Wu Z.L., An integrated decision making model for district revitalization and regeneration project selection, *Decision Support Systems*, 54, 1092–1103, 2013.
38. Liang C. ve Li Q., Enterprise information system project selection with regard to BOCR, *International Journal of Project Management*, 26, 810–820, 2008.
39. Bottero M. ve Ferretti V., An Analytic Network Process-based Approach for Location Problems: The Case of a New Waste Incinerator Plant in the Province of Torino (Italy), *Journal Of Multi-Criteria Decision Analysis*, 17, 63–84, 2011.
40. Bottero M., Comino E. ve Riggio V., Application of the analytic hierarchy process and the analytic network process for the assessment of different wastewater treatment systems, *Environmental Modelling & Software*, 26, 1211–1224, 2011.
41. Tjader Y., May J.H., Shang J., Vargas L.G. ve Gao N., Firm-Level Outsourcing Decision Making: A Balanced Scorecard-Based Analytic Network Process Model, *Int. J. Production Economics*, 147, 614–623, 2014.
42. Bobylev N., Comparative analysis of environmental impacts of selected underground construction technologies using the analytic network process, *Automation in Construction*, 20, 1030–1040, 2011.
43. Azofra M., Pérez-Labajos C.A., Blanco B. ve Achútegui J.J., Optimum Placement of Sea Rescue Resources, *Safety Science*, 45, 941–951, 2007.
44. Breivik Ø. ve Allen A.A., An Operational Search and Rescue Model for the Norwegian Sea and the North Sea, *Journal of Marine Systems*, 69, 99-113, 2008.
45. Forman E.H. ve Selly M.A., Decision by objectives: How to convince others that you are right. The Analytic Hierarchy Process and Expert Choice, [On-line] Available: [http:// professorforman .com/ Decision By Objectives/ DBO.pdf](http://professorforman.com/DecisionByObjectives/DBO.pdf), 43–125, 2004.
46. Korb L.J., Duggan S. ve Conley L., Building a U.S. Coast Guard for the 21st Century, Center for American Progress, [www. Americanprogress .org /issues / 2010 /06/ pdf/coast_guard.pdf](http://www.Americanprogress.org/issues/2010/06/pdf/coast_guard.pdf), 2010.

