

Gemi işletmeciliğinde yönetimsel süreçlerin risk temelli analitik modellenmesi

Metin ÇELİK*, Ata BİLGİLİ, Y. İlker TOPÇU

İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Deniz Ulaştırma Mühendisliği Programı, 34940, Tuzla, İstanbul

Özet

Gemi işletmeciliği faaliyetleri uluslararası platformda, yüksek rekabet koşulları altında ve her geçen gün yükselen öz-denetim olgusu gibi kısıtlar altında yürütülmektedir. Bu tür kısıtlar, gemi işletmeciliğinde profesyonel anlayışa geçişe ve yenilikçi yürütme faaliyetlerine sürekli gelişim hedefi ile yönelimi tetikler. Son yıllarda, sertifikalandırma kuruluşları ve denizcilik danışmanlık grupları gemi işletmeciliği idarecilerine Entegre Yönetim Sistemini (EYS) ileri bir çözüm aracı olarak önermektedir. Gemi işletmeciliğinde EYS uygulamalarının kapsamı uluslararası tanınmış standartların gemi güvenliği ve gemilerden kaynaklanan kirliliğin önlenmesi ile ilgili zorunlu denizcilik kurallarıyla birleştirilmesi esası üzerinedir. Bu noktada, standart gereksinimlerinin uyumluluğu ve ilgili kuralların gemi işletmeciliği yönetim organizasyonuna entegrasyonu iki temel sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Bu araştırma ile Bulanık Bilgi Aksiyomu (BBA), Hata Ağacı Analizi (HAA), Analitik Ağ Süreci (AAS) ve diğer başlıca Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) yöntemlerini de içeren bir Risk Bütünleşik Karar Destek Sistemi (RBKDS) geliştirildi. RBKDS, Veri Tabanlı Yönetim Sistemi (VTYS), Model Esaslı Yönetim Sistemi (MEYS), BBA esaslı Model Seçim Arayüzü (BBA-MSA), Entegre Süreç Yönetim Modülü (ESYM), İdari Karar Verme Modülü (IKVM) ve Risk Kontrol Ve Yönetim Modülü (RKYM) gibi unsurların bütünleştirilmesi ile oluşmuştur. Tamamlanan prototip uygulama ile RBKDS'in EYS'nin süreç temelli entegrasyonu ve gemi işletmeciliğinde yönetimsel süreçlerin risk temelli analitik çözümü konusunda gemi işletmeciliği idarecilerini destekleyen nitel çıktılar ortaya koyduğu görülmüştür. Süreç idaresi prosedürlerinin yeniden tasarımına karar desteğinin yanı sıra, RBKDS, ayrıca farklı standartlar arası uyumsuzluk risklerini de göz önünde bulundurarak yönetimsel süreçler üzerine etkin karar vermeyi sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gemi işletmeciliği, karar destek sistemi, entegre yönetim sistemi.

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Metin ÇELİK. celikmet@itu.edu.tr; Tel: (216) 395 10 64.

Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Deniz Ulaştırma Mühendisliği Programı'nda tamamlanmış olan "An integrated decision support system towards risk-based analytical modelling of managerial processes in shipping business" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale metni 09.09.2009 tarihinde dergiye ulaşmış, 23.09.2009 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 30.06.2011 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

Bu makaleye "Çelik, M., Bilgili, A., Topçu, Y.İ., (2011) 'Gemi işletmeciliğinde yönetimsel süreçlerin risk temelli analitik modellenmesi', İTÜ Dergisi/D Mühendislik, 10: 1, 43-54" şeklinde atıf yapabilirsiniz.

Risk-based analytical modelling of managerial processes in shipping business

Extended abstract

Relevance to legislation in shipping business cycle, the International Maritime Organization (IMO) principally governs the safety and environmental protection via Flag State Implementation (FSI) and regional Port State Control (PSC) authorities in accordance with the designated Memorandum Of Understandings (MOUs). Although the IMO has adopted various conventions, mainly concerning marine safety, security, pollution prevention, and other relevant issues, enforcement of the international commitments and standards in trading activities of ships necessitate the involvement of maritime stakeholders. The IMO declared that there are now enough regulations in place and the problem is one of implementation and enforcement. In accordance with the recent trends in international maritime legislation, the implementation process of regulatory regime has become a competitive factor for the market players to achieve the sustainable development target in maritime transportation industry. Industrial response to this trend recalls the self-regulation. It is appeared as relatively a new regime for shipping business initiatives in maritime transportation industry. Extensively, the self-regulation dominates the industry and it mainly enforces the maritime stakeholders' involvement in enhancement of the safety/environmental aspects for shipping business. Beside safety and environmental contributions, the self-regulation spontaneously ensures legislative performance of the relevant organizations such as classification societies, insurers, cargo owners, shippers, shipbrokers, ship managers, terminal operators and, ship financiers in trading activities satisfactorily.

Implementation of an Integrated Management System (IMS) is one of the most effective and concrete instruments of managing the self-regulation phenomenon in order to respond to increasing demands from maritime society. In principle, the concept of IMS practices in shipping business is based on combining internationally recognized voluntary standards with the mandatory maritime regulations that are mainly concern with ship safety and the prevention of pollution from ships. In the early design phase of an IMS, cooperative efforts of maritime consultancies and relevant shipping executives

targets to enable maximum improvement in managerial processes while reducing the costs and excessive bureaucracy in implementation of redesigned procedures. As potential clients, the third party groups such as cargo owners and contracted charterers have closely monitored the performance effects of IMS integration into professional shipping companies. Therefore, the managerial efforts are extremely valuable for the purpose of benefit from IMS implementations, which increase the reputation of ship management companies and provide an enormous trading advantage in maritime transportation industry.

This research develops a Risk Integrated Decision Support System (RIDSS) based on a multi-methodological background includes Fuzzy Axiomatic Design (FAD) and Fault Tree Analysis (FTA), as well as Analytic Network Process (ANP) and other principal MCDM methods. The initial focus of the RIDSS is to reveal quantitative outcomes in order to encourage relevant shipping executives towards process-based integration of an IMS also to enhance risk-based analytical modelling of managerial processes in shipping business. The RIDSS consists of various modules such as Database Management System (DBMS), Model Base Management System (MBMS), FAD-based Model Selection Interface (FAD-MSI), Integrated Process Management Module (IPMM), Executive Decision-Making Module (EDMM), and Risk Control And Management Module (RCMM) with a high level of integrity. To demonstrate the proposed RIDSS, the mostly encountered managerial processes in commercial, technical, and operational levels of shipping business are then addressed and modelled. Specifically, the prototype application of the RIDSS incorporates the following process:(i) shipboard personnel recruitment, (ii) familiarization and training, (iii) performance appraisals of marine suppliers, (iv) marine equipment/spare purchasing, (v) fleet maintenance planning, (vi) accident analysis and prevention, (vii) Ship docking operations management, (viii) performance measurement for emergency drills. Besides decision aid to redesigning of process execution procedures through IMS requirements, the RIDSS also enables an effective decision-making on managerial processes even considering the potential risks of regulatory incompliance.

Keywords: Shipping business, decision support system, integrated management system.

Giriş

Entegre Yönetim Sistemi (EYS) bir işkoluna ait farklı bileşenleri, hedeflenen amaç ve misyonlar doğrultusunda bir araya getiren ve idaresini sağlayan tutarlı bir düzeni ifade eder (De Oliveira Matias ve Coelho, 2002). EYS'nin kapsamını ilgili organizasyonların isteğe bağlı olarak seçtikleri Kalite Yönetim Sistemi (KYS), Çevre Yönetim Sistemi (ÇYS) ve İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetim Sistemi (İSGYS) gibi sistemler belirler (Wilkinson ve Dale, 1999). Bu noktada ortaya çıkan temel sorun ilgili yönetim sistemlerinin gereksinimleri arasındaki uyum ve tasarlanacak yeni yapının mevcut organizasyon işleyişine adaptasyonu olarak karşımıza çıkmaktadır. Sistem performansında etkin role sahip olan bu iki sorunsalın çözümüne yönelik araştırmalar (Karapetrevic ve Willborn, 1998; Holdsworth, 2003; Abdul Rahim vd., 2004) çok sınırlıdır. Özellikle üretim endüstrisini hedef alan bu çalışmalar irdelendiğinde, ihtiyaca daha net cevap verebilecek analitik nitelikte çözümler üretilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Bu çerçevede, gemi işletmeciliğinde EYS ihtiyacı öz-denetim olgusu ve piyasa koşullarının muhtelif denizcilik paydaşlarının organizasyon düzeyinde beklentilerinin artması ile son yıllarda yaygınlaşan bir uygulamadır. Özellikle sertifikalandırma kuruluşları ve denizcilik eksperleri profesyonel gemi işletmeciliği firmalarına EYS yapılandırılmasını ileri bir çözüm olarak önermektedir (DNV, 2005; ABS, 2008). Ancak, gemi işletmeciliğinde bu tür bir uygulamanın diğer iş disiplinlerine göre farklı yönleri ortaya çıkmaktadır. Örneğin, gemi işletmeciliğinde EYS uygulamalarının kapsamı uluslararası tanınmış isteğe bağlı standartların gemi güvenliği ve gemilerden kaynaklanan kirliliğin önlenmesi ile ilgili zorunlu denizcilik kurallarıyla uyumlu bir şekilde birleştirilmesi esası üzerinedir. Bir başka deyişle, standartlara ait unsurların uyumluluğunun yanı sıra, mevcut gereksinimlerin denizcilik endüstrisinde baskın olan uluslararası güvenli yönetim (ISM) kodu gibi zorunlu kurallar ile de bütünlüğü sağlanmalıdır. Mevcut durumda, genellikle denizcilik kurallarının kalite (Thomas 1998; Çelik, 2009a) veya çevre (Pun vd., 2003; Çelik, 2009b) boyutları ile desteklendiği çalışmalar akademik literatürde mevcuttur. Profes-

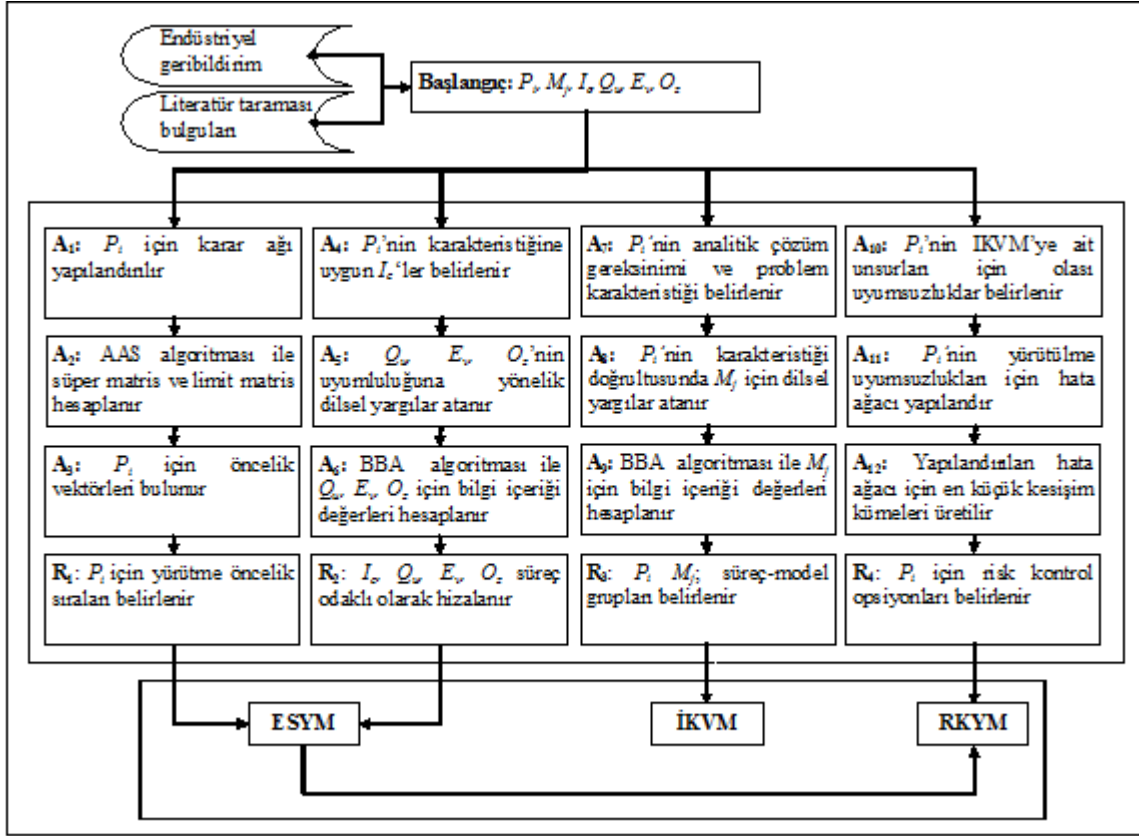
yonel gemi işletmeciliği firmalarında bu tür ikili yönetim sistemlerine rastlanmaktadır. Denetim noktasında ise, gerek standart gereksinimlerinin beklentileri gerekse uluslararası denizcilik otoritelerinin yaptırımları karşılanmalıdır. Öte yandan, gemi işletmeciliği organizasyonlarında EYS'nin adaptasyonu sürecinde, prosedür uygulanma maliyetlerinin ve idari bürokrasinin en aza indirilmesi hedeflenmelidir. Bu noktaya, özellikle kargo sahibi ve kontratlı kiracılar gibi üçüncü taraflar, gemi işletmeciliği firmaları ile doğrudan ilişkide olan potansiyel müşteri grupları olarak odaklanmaktadır. Bu yüzden, gemi işletmeciliği firmalarının itibarını artıran ve deniz taşımacılığı endüstrisinde muazzam ticari avantajlar sağlayan EYS uygulamalarından faydalanmak açısından yönetsel gayretler oldukça değerlidir. Ancak, sistemler arası uyumluluk ve entegrasyon sorunlarının çözümü ile standartlardan kaynaklanan ilave gereksinimlerin karşılanması ve etkin bir ileri yönetim anlayışının geliştirilmesi mümkün olacaktır.

Araştırma yöntemi

Bu araştırma gemi işletmeciliğinde EYS yapılandırılmasını ve uygulama sürecini geniş bir yönetsel altyapı ile desteklemeyi hedeflemektedir. Bu amaç doğrultusunda, Risk Bütünleşik Karar Destek Sistemi (RBKDS) geliştirilmiştir. RBKDS temel olarak, Analitik Ağ Süreci (AAS), Bulanık Bilgi Aksiyomu (BBA), ve Hata Ağacı Analizi (HAA) yöntemleri ile desteklenmiştir. Ayrıca, odaklanılan sürecin karakteristiğine göre başlıca Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) yöntemlerinden de faydalanılacaktır. Aşağıda tanımlanan parametreler üzerine geliştirilen araştırma yönteminde bilgi akışı Şekil 1'de sunulmuştur:

- P_i : Yönetsel karar verme süreci; i : süreç sayısı
- M_j : ÇÖKV yöntemleri; j : yöntem sayısı
- $P_i M_j$: Süreç-model grupları
- Q_u : KYS gereksinimleri; u : gereksinim sayısı
- E_v : ÇYS gereksinimleri; v : gereksinim sayısı
- O_z : İSGYS gereksinimleri; z : gereksinim sayısı
- R : Referans noktaları

RBKDS'nin temel odağı EYS'nin süreç temelli entegrasyonu ve gemi işletmeciliğinde yönetsel süreçlerinin risk temelli analitik çözümü



Şekil 1. Araştırma yönteminde bilgi akışı

konusunda gemi işletmeciliği idarecilerini destekleyen nitel çıktılar ortaya koymaktır. Bu bağlamda sağlanan 4 adet referans noktası RBKDS'e ait aşağıdaki modüllerin tasarım ve yürütme aşamalarına karar desteği sağlayacaktır: Entegre Süreç Yönetim Modülü (ESYM), İdari Karar Verme Modülü (IKVM) ve Risk Kontrol ve Yönetim Modülü (RKYM). Sunulan akış kapsamında, nitel çıktılar sağlayan analitik yöntemler ana hatları ile sunularak araştırma yöntemi içindeki rolleri vurgulanacaktır.

Analitik Ağ Süreci (AAS)

AAS çok ölçütlü karar ortamında, problem unsurları arasındaki etkileşimleri de göz önünde bulundurarak çözümler sunan bir yöntemdir. Saaty (1996) tarafından geliştirilmiştir. Literatürde çok yaygın uygulamaları mevcut olan AAS'nin temel adımları aşağıdaki sıra ile özetlenebilir: (i) Problem unsurları arasındaki etkileşimlerinin de sunulduğu karar ağının oluşturulması, (ii) 1-9 ölçeğini referans alarak, ikili karşılaştırma matrislerine uygun yargıların atanması, (iii) Göreceli ağırlıkların hesaplanması, (iv) El-

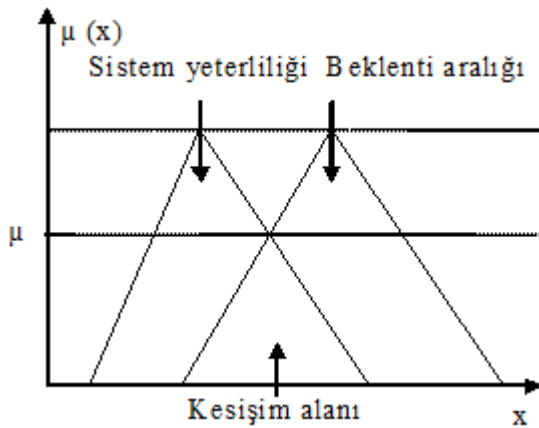
de edilen ağırlık vektörleri ile süper matrisin yapılandırılması, (v) Süper matrisin normalize edilerek ağırlıklı süper matrisin elde edilmesi, (vi) Ağırlıklı süper matrisi yakınsatarak limit matrisin bulunması, (vii) Öncelik ağırlıklarının belirlenmesi. Elde edilen ağırlıklar, karar problemi unsurları arasındaki mevcut etkileşimlerin uzun periyotlu yansıması olarak düşünülür.

Benzer bir yaklaşım ile, RBKDS kapsamında yer alacak olan yönetimsel süreçler için yürütme prosedürleri açısından aralarındaki etkileşimler göz önünde bulunarak karar ağı oluşturulur. Gemi işletmeciliği firmalarındaki farklı sorumluluklara sahip üst düzey yöneticilerden ikili karşılaştırma matrisleri için uzman yargıları alınır. AAS algoritmasının uygulanması ile elde edilen ağırlıklar, süreçlerin yürütme önceliklerine göre sıralanmasını sağlar.

Bulanık Bilgi Aksiyomu (BBA)

BBA'nun karar verme problemlerinde kullanımına yönelik bulanık ortamda geliştirilmesi ilk kez Kulak ve Kahraman (2005) tarafından öne-

rilmiştir. BBA prensipleri bağımsızlık aksiyomu ve bilgi aksiyomu olmak üzere iki ana aksiyom üzerine kurulmuştur. Buna göre, bağımsızlık aksiyomu fonksiyonel gereksinimlerin (FR) bağımsızlığını gerektirir. Öte yandan, ikinci aksiyom bilgi içeriğini en aza indirir. İkinci aksiyom, tasarım için uygun alternatifler arasında en uygun alternatifin belirlenmesinde referans olarak alınmaktadır. Şekil 2’de BBA yöntemine ait unsurların bulanık ortamda ifadesini göstermektedir.



Şekil 2. BBA unsurlarının ifadesi

BBA yöntemi prensiplerine göre, bilgi içeriği (I_i) değeri aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$I_i = \log_2 \left(\frac{A_{sistem}}{A_{kesişim}} \right) \quad (1)$$

Bu çalışmada, BBA yöntemi nitel uyum değerlendirme ve model atama arayüzlerinin işlevsel tasarımında kullanılacaktır.

Hata Ağacı Analizi (HAA)

HAA, sistem hatalarını ve sistem bileşenlerinin hata nedenselleri arasındaki bağlantıyı gösteren mantıksal diyagramlar olup, tüm dengeli mantığa dayanan bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım risk değerlendirmesi çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Genel anlamda, klasik bir HAA yapısı zirve olayı, mantık kapıları, esas olay gibi öğeleri içerecek şekilde tasarlanır. Hedef, eldeki mevcut veriler dahilinde zirve olaya neden olabilecek muhtemel esas olay kombinasyonlarının belirlenmesi ve hata oranı verilerini kullanarak, zirve olayın gerçekleşme olasılığını bulmaktır

(Andrews ve Moss, 2002). Bu amaçla zirve olayının meydana gelmesine neden olan asgari hata ağacı grubu en küçük kesişim kümeleri olarak saptanır. Esas olaylar arasındaki karmaşık ilişkiler klasik Boolean Matematiğine ait değişebilirlik, birleşme, dağılım ve özdeşlik gibi temel kurallar ile basit kümelere indirgenir. Bu çalışmada HAA yönteminin rolü önerilen RBKDS’in RKYM kapsamında ESYM çıktılarının risk değerlendirmesini yapmaktır.

ÇÖKV yöntemleri

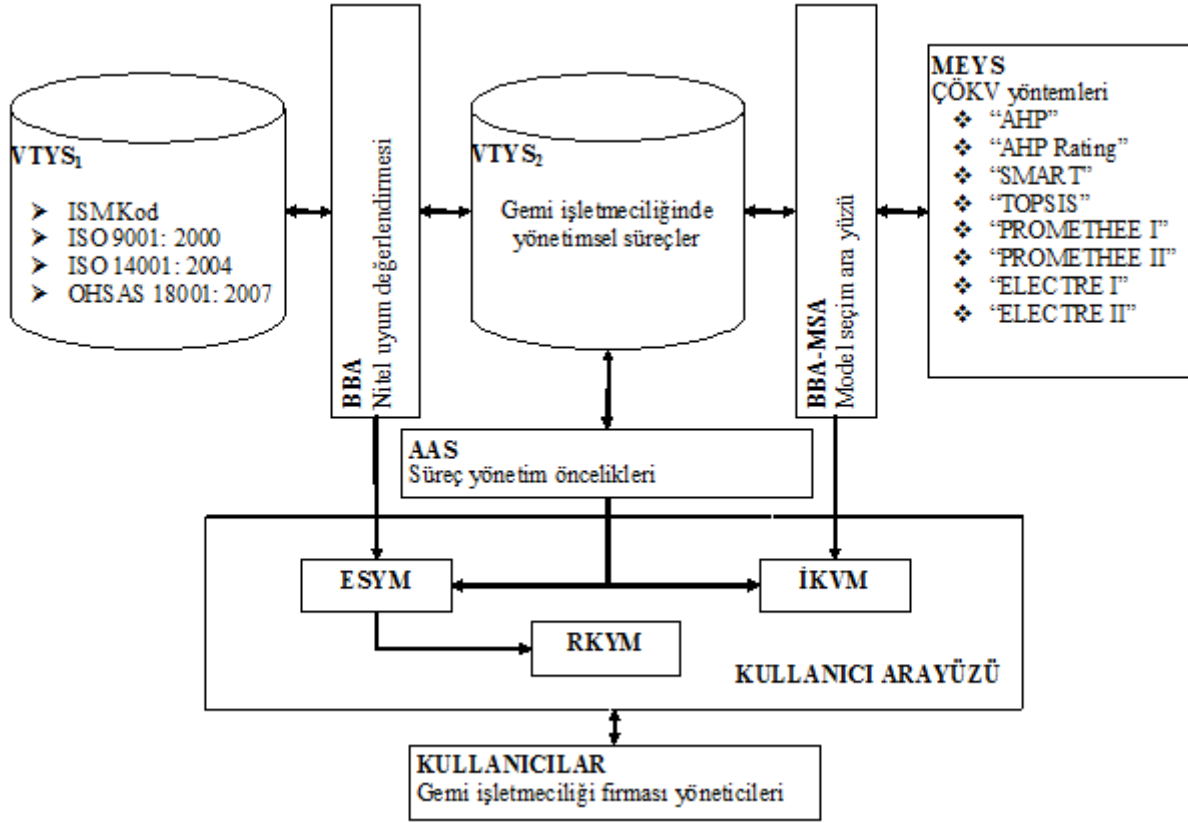
RBKDS’nin İKVM ünitesinin etkin bir şekilde işlevselleştirilebilmesi için destek niteliğinde yöntemlere ihtiyaç vardır. RBKDS bu açıdan ÇÖKV yöntemleri ile desteklenmiştir. Dolayısı ile RBKDS’nin MEYS ünitesi aşağıda orijinal isimleri sıralanan yöntemleri içerir: “AHP (M_1)”, “AHP Rating (M_2)”, “SMART (M_3)”, “TOPSIS (M_4)”, “PROMETHEE I (M_5)”, “PROMETHEE II (M_6)”, “ELECTRE I (M_7)”, ve “ELECTRE II (M_8)”. Bu yöntemlerin teorik prensipleri ve çeşitli alanlarda uygulamalarına yönelik çalışmalar literatürde mevcuttur.

RBKDS’nin temel yapısı ve arayüzler

AAS, BBA, HAA ve ÇÖKV yöntemleri kullanılarak; Veri Tabanı Yönetim Sistemi (VTYS), Model Esaslı Yönetim Sistemi (MEYS), BBA esaslı model seçim arayüzü (BBA-MSA) gibi destek üniteleri/analitik çözüm arayüzleri ile birlikte, Şekil 3’te yüksek bir bütünlük seviyesine sahip RBKDS temel yapısı sunulmuştur. Buna göre, BBA yöntemi ile desteklenen nitel uyum değerlendirme prosedürü VTYS₁ bünyesinde yer alan ISM Kod ve standart gereksinimlerin VTYS₂ kapsamında tanımlanan yönetsel süreçlere göre hizalanmasını sağlar. Öte yandan, BBA-MSA arayüzü ise her bir süreç için MEYS içinden uygun yöntemin atanmasını sağlayacaktır. Şekilde de görüleceği üzere, RBKDS çeşitli fonksiyonlara sahip kullanıcı arayüzleri ile bütünlük içinde tasarlanmıştır. Bu sayede, ilgili kullanıcılara sorumluluk alanları ile ilgili karar desteği sağlayacaktır.

Nitel uyum değerlendirme

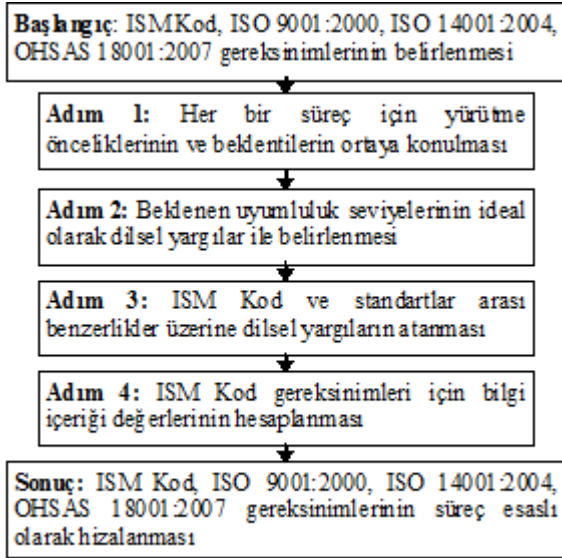
Farklı nitelikteki standart ve kural gereksinimleri arasındaki uyum yapılandırılan ESYM’nün tutarlılığı açısından önemlidir. Şekil 4’te bu



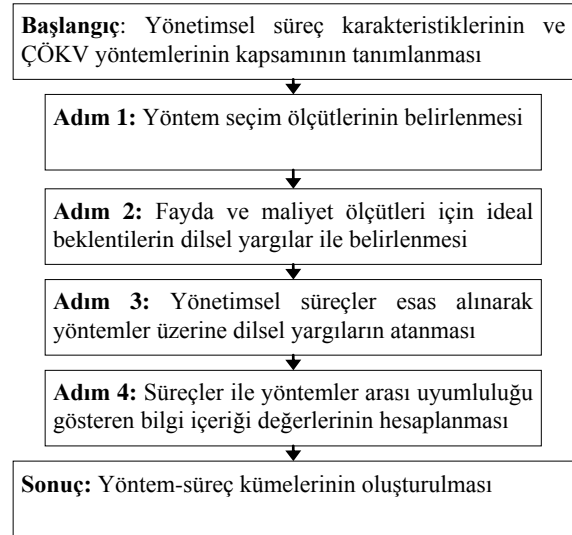
Şekil 3. RBKDS'in temel yapısı ve sistem bütünlüğü

amaç doğrultusunda geliştirilen nitel uyum değerlendirme prosedürü sunulmuştur.

mektedir. BBA-MSA adı ile yapılandırılan model seçim arayüzü Şekil 5'te sunulmuştur.



Şekil 4. Nitel uyum değerlendirme



Şekil 5. BBA-MSA arayüzü

Model seçim arayüzü

Analitik çözümlemesi yapılacak olan süreçler için, en uygun yöntemlerin belirlenmesi gerek-

RBKDS'nin prototip uygulaması

Önerilen RBKDS'nin gemi işletmeciliği firmaları organizasyonla uyumluluğunu test etmek

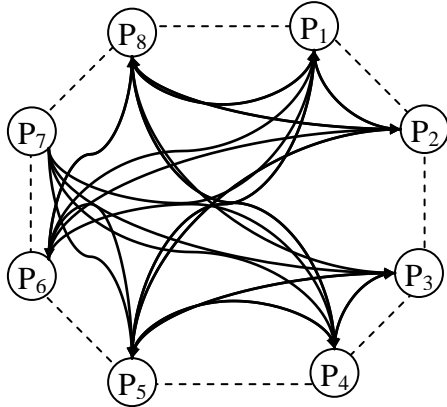
için, belirli bir süreç kapsamı için prototip uygulama yapılmıştır. Buna göre, uygulamada sisteme dahil edilen sekiz adet süreç aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Gemi personel donatımı (P₁)
- İşe alıştırma ve eğitim (P₂)
- Tedarikçi performans takibi (P₃)
- Gemi ekipmanı/yedek parça satın alma (P₄)
- Filo bakım onarım planlama (P₅)
- Kaza analizi ve önleme (P₆)
- Gemi havuzlama operasyonu yönetimi (P₇)
- Acil durum talimleri performans ölçümü(P₈)

Araştırma yönteminde sunulan bilgi akışı izlenerek, RBKDS'nin ilgili süreçlere sistematik bir şekilde uygulanması sağlanmıştır. Bilgi akışı çerçevesinde, dört adet referans noktasına ulaşılmıştır.

R₁: Yürütme öncelik sıraları

Öncelikle, ilgili süreçler arasındaki etkileşimlerin belirlenmesi gerekmektedir. Uygulamanın yürütüldüğü gemi işletmeciliği firmasında ilgili yöneticiler ile düzenlenen karar toplantıları neticesinde, oluşturulan karar ağı Şekil 6'da sunulmuştur.



Şekil 6. Yönetimsel süreçler üzerine karar ağı

İlgili ilişkiler göz önünde bulundurularak ilgili birimlerden alınan yargılar doğrultusunda ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. P₁ sürecine göre oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi örnek olarak Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. P₁ sürecine göre ikili karşılaştırma matrisi

P ₁	P ₂	P ₅	P ₈	Öncelik vektörü
P ₂	1	3	6	0.62
P ₅	1/3	1	1/4	0.13
P ₈	1/6	4	1	0.25

AAS algoritmasına göre elde edilen öncelik vektörü aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

$$\begin{bmatrix} 1 & 3 & 6 \\ 0.33 & 1 & 0.25 \\ 0.17 & 4 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} 1/1.5 & 3/8 & 6/7.25 \\ 0.33/1.5 & 1/8 & 0.25/7.25 \\ 0.17/1.5 & 4/8 & 1/7.25 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0.67 & 0.38 & 0.83 \\ 0.22 & 0.13 & 0.03 \\ 0.11 & 0.5 & 0.14 \end{bmatrix} \begin{matrix} 1.87 \\ 0.38 \\ 0.75 \end{matrix} \rightarrow \begin{bmatrix} 1.87/3 \\ 0.38/3 \\ 0.75/3 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} 0.62 \\ 0.13 \\ 0.25 \end{bmatrix}$$

Benzer yaklaşımın aralarında etkileşim bulunan tüm süreçlere uygulanması ile başlangıç süper matrisi elde edilir (Tablo 2).

Tablo 2. Başlangıç süper matrisi

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈
P ₁	0	0.64	0	0	0.20	0.33	0.29	0.34
P ₂	0.62	0	0	0	0.21	0.30	0	0.43
P ₃	0	0	0	0.48	0.05	0	0.11	0
P ₄	0	0	0.62	0	0.16	0.10	0.16	0.07
P ₅	0.13	0.23	0.09	0.08	0	0.06	0.44	0
P ₆	0	0	0	0	0	0	0	0.16
P ₇	0	0	0.16	0.16	0.38	0.10	0	0
P ₈	0.25	0.13	0.13	0.28	0	0.11	0	0

AAS algoritmasına göre, başlangıç süper matrisinin 11. kuvvetinde yakınsadığı görülmüştür. Elde edilen limit matris verilerine göre süreç yürütme öncelikleri sıralaması aşağıdaki gibi elde edilir: P₁ (0.26), P₂ (0.25), P₅ (0.14), P₈ (0.13), P₄ (0.08), P₇ (0.07), P₃ (0.05) ve P₆ (0.02).

R₂: Süreç esaslı uyumluluk ve hizalama

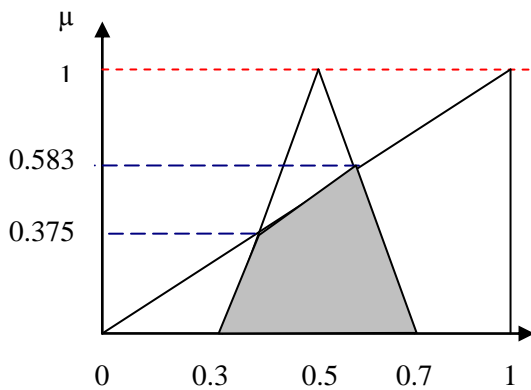
Bu aşamada, BBA yaklaşımı ile ISM Kod, ISO 9001:2000, ISO 14001:2004, ve OHSAS 18001:2007 gereksinimlerinin nitel bulgular ile süreç esaslı hizalanması öngörülmektedir.

Bu amaçla öncelikle her bir süreç için ilgili ISM Kod gereksinimleri Tablo 3'te belirlenmiştir.

Tablo 3. Süreçlerin ISM Kod gereksinimleri

Süreç	İlgili ISM Kod gereksinimleri
P ₁	6.2, 6.4, 6.7
P ₂	6.3, 6.4, 6.5
P ₃	7
P ₄	7
P ₅	10.1, 10.2, 10.3
P ₆	9.1, 9.2
P ₇	10.1, 10.2, 10.4
P ₈	8.1, 8.2, 8.3

İlgili süreçlerin karakteristikleri göz önünde bulundurulur; KYS, ÇYS ve İSGYS gibi sistemlerin gereksinimleri ile uyumluluk üzerine uzman yargıları dilsel ifadeler ile atanır. Bu noktada da firmanın yöneticilerinden görüş ve yargılar alınmıştır. Yargılar aşağıda sıralanan ölçeğe göre atanmıştır: Çok düşük seviyede uyumlu (0, 0, 0.3), Düşük seviyede uyumlu (0, 0.25, 0.5), Orta seviyede uyumlu (0.3, 0.5, 0.7), Yüksek seviyede uyumlu (0.5, 0.7, 1), Çok yüksek seviyede uyumlu (0.7, 1, 1). Yöneticiler tarafında atanan yargıların değerlendirilmesine yönelik bir örnek P₁ süreci göz önünde bulundurulur, ISM Kod 6.2 gereksinimine göre ISO 9001:2000-4.2 gereksiniminin orta seviyede uyumluluğu Şekil 7'de ifade edilmiştir.



Şekil 7. BBA ile uyumluluk analizi örneği

Sunulan örnek yargıda, ideal olarak belirlenen fonksiyonel gereksinimin bulanık sayı olarak ifadesi FR_{ideal} (0,1,1) iken sistemin (yani standart gereksinimin) uyumluluğu orta düzeyde (0.3,0.5,0.7) olarak girilmiştir. Sistem alanının,

bu iki verinin kesişim noktalarının bulunması ile elde edilen alana oranının logaritma 2 tabanında sonucu ile bilgi içeriği aşağıdaki gibi elde edilir:

$$I = \log_2 \left(\frac{\frac{0.4 * 1}{2}}{\frac{0.25 * (0.583 - 0.375)}{2} + \frac{(0.4 + 0.25) * 0.375}{2}} \right) = 0.44$$

Benzer bir yaklaşım ile, P₁'e göre uyumluluk düzeyleri ile ilgili bilgi içeriği değerleri tüm gereksinimler için hesaplanmıştır ve ilgili ISM Kod gereksinimleri için toplam bilgi içeriği değerleri bulunmuştur. BBA'nın temel prensibinin bir gereği olarak, bilgi içeriği toplamı en küçük olan ISM Kod gereksiniminin ilgili maddesi veya maddeleri referans alınarak ISO 9001:2000, ISO 14001:2004 ve OHSAS 18001:2007 unsurlarına ait en küçük bilgi içeriği değerleri sütun bazında tespit edilir. Dolayısı ile, ISM Kod gereksinimleri ile ISO 9001:2000, ISO 14001:2004 ve OHSAS 18001:2007 gereksinimleri P₁ sürecine göre hizalanmış olur. Tablo 4'te P₁'e göre gereksinim hizalama bulguları sunulmuştur.

Tablo 4. P₁'e göre gereksinim hizalama

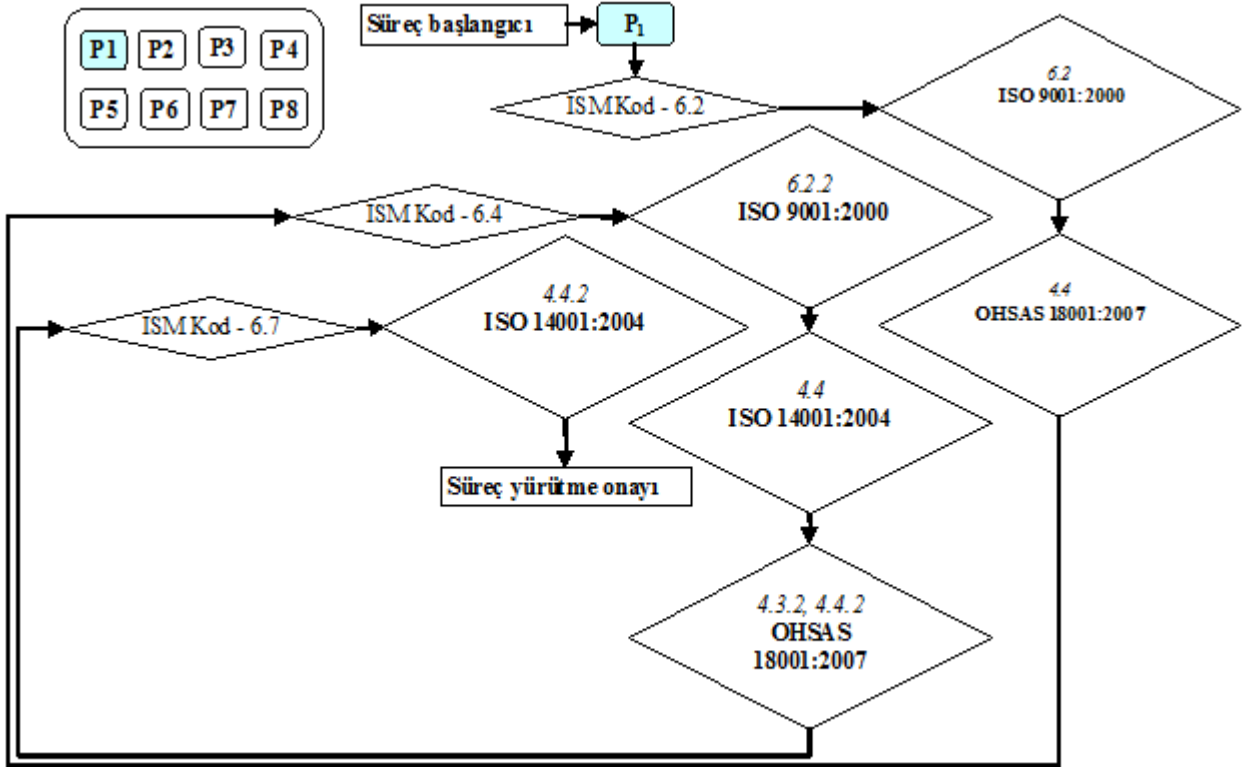
Süreç	ISM Kod	ISO 9001:2000	ISO 14001:2004	OHSAS 18001:2007
P ₁	6.2	6.2	-	4.4
	6.4	6.2.2	4.4	4.3.2, 4.4.2
	6.7	-	4.4.2	-

R₁ ve R₂ bulgularının bütünleştirilmesi

RBKDS'in ESYM ünitesi, elde edilen R₁ ve R₂ çıktılarının bütünleştirilmesi ile yapılandırılır. Buna göre, elde edilen uyumluluk matrisi Tablo 5'te sunulmuştur. Bu sayede, ilgili süreçler arasındaki etkileşimler, kural ve standart gereksinimleri düzeyinde de ortaya konulmuştur. İlgili maddeler referans alınarak, her bir süreç için özel yürütme prosedürü veya tüm süreçleri kapsayan bir bütünleşik süreç yürütme sistematığı tasarlanabilir. Bütünleşik süreç yürütme prosedürleri hazırlanırken, uyumluluk matrisi tekrar eden gereksinimlerin elenmesini sağlayarak, işlem bürokrasisini azaltır. Şekil 8'de P₁ için tasarlanan süreç yönetim ön prosedürü sunulmuştur.

Tablo 5. Uyumluluk matrisi

	ISO 9001:2000	ISO 14001:2004	OHSAS 18001:2007
Süreç ISM	5.3	5.4	5.5
6.2			
P ₁ 6.4			
6.7			
P ₂ 6.3			
6.4			
6.5			
P ₅ 10.1			
10.2			
10.3			
P ₈ 8.1			
8.2			
8.3			
P ₄ 7			
10.1			
P ₇ 10.2			
10.4			
P ₃ 7			
P ₆ 9.1			
9.2			



Şekil 8. P₁ için ESYM geliştirilmesi

R₃: Süreç-yöntem gruplarının belirlenmesi
RBKDS'nin İKVM ilgili karar vericilere analitik çözüm imkanları ve etkin karar verme imkanları sağlar. Bu noktada, R₃ bulgularının karar

verme tutarlılığı ile yakından ilgilidir. Yürütülen uygulama esnasında, öncelikle hedeflenen süreçlerin temel karakteristikleri ile süreçlerden beklentiler ortaya konulur.

Daha sonra, literatürde stratejik çevre değerlendirilmesi (Çelik vd., 2008) ve gemi işletmeciliği idari süreç modellenmesi (Çelik, 2009c) konularında uygulamaları mevcut olan BBA-MSA yaklaşımının fayda/maliyet ölçütlerine göre uzman yargıları alınır. Bu noktada, karar bilimleri ve yöneylem araştırması alanlarında çalışmalar yürüten uzmanlar ile temas kurulmuştur. Yargılar aşağıda sıralanan ölçeğe göre atanmıştır: Çok düşük - ÇD (0, 0, 0.3), Düşük - D (0, 0.25, 0.5), Orta - O (0.3, 0.5, 0.7), Yüksek - Y (0.5, 0.7, 1), Çok yüksek - ÇY (0.7, 1, 1). Tablo 6 ve Tablo 7 ÇÖKV yöntemleri üzerine yargıları ve BBA-MSA algoritmasına göre hesaplanan bilgi içeriklerini sunmaktadır.

Tablo 6. P₁ için uygun yöntem seçim yargılarının atanması

P ₁	Ölçütler											
	Fayda (0, 1, 1)						Maliyet (0, 0, 1)					
	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇	b ₈	c ₁	c ₂	c ₃	
M ₁	Y	O	O	D	O	O	Y	ÇY	O	O	D	
M ₂	ÇY	O	ÇD	ÇD	ÇD	D	O	Y	O	O	D	
M ₃	Y	D	D	ÇD	D	ÇD	D	D	D	O	D	
M ₄	O	ÇY	ÇY	Y	Y	Y	ÇY	O	O	Y	O	
M ₅	D	O	Y	O	O	O	Y	O	Y	Y	Y	
M ₆	ÇD	Y	O	O	O	O	Y	D	Y	Y	ÇY	
M ₇	O	O	O	O	O	O	Y	D	Y	Y	ÇY	
M ₈	D	O	O	O	O	O	Y	D	Y	O	Y	

Tablo 7. P₁ için BBA-MSA uygulaması ile bilgi içeriği çıktıları

P ₁	Ölçütler												ΣI
	Fayda (0, 1, 1)						Fayda (0, 1, 1)						
	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇	b ₈	c ₁	c ₂	c ₃		
M ₁	0.13	0.44	0.44	1.32	0.44	0.44	0.13	0	0.44	0.44	0.10	4.32	
M ₂	0	0.44	2.12	2.12	2.12	1.32	0.44	0.13	0.44	0.44	0.10	9.67	
M ₃	0.13	1.32	1.32	2.12	1.32	2.12	1.32	1.32	0.10	0.44	0.10	11.61	
M ₄ *	0.44	0	0	0.13	0.13	0.13	0	0.44	0.44	1.26	0.44	3.41	
M ₅	1.32	0.44	0.13	0.44	0.44	0.44	0.13	0.44	1.26	1.26	1.26	7.56	
M ₆	2.12	0.13	0.44	0.44	0.44	0.44	0.13	1.32	1.26	1.26	2.12	10.1	
M ₇	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.13	1.32	1.26	1.26	2.12	8.73	
M ₈	1.32	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.13	1.32	1.26	0.44	1.26	7.93	

Sonuç olarak, P₁ – M₄, P₂ – M₁, P₃ – M₅, P₄ – M₃, P₅ – M₇, P₆ – M₂, P₇ – M₆, P₈ – M₇ süreç-yöntem grupları elde edilir. Elde edilen süreç-yöntem çiftleri RBKDS'nin İKVM'nün yürütülme aşamasında kullanılır. Bu arayüz ile hedeflenen süreçler problem karakterine uygun ÇÖKV yöntemleri ile çözülür.

R₄: Risk kontrol opsiyonlarının belirlenmesi

RBKDS'nin beklenmeyen oluşumlar için aldığı önleyici ve düzeltici faaliyetler RKYM tarafından organize edilir. Buna göre RKYM, ESYM'nün kapsamında yer alan ISM Kod ve standart gereksinimleri için olası riskleri belirler ve risk kontrol opsiyonları önerir. Sistem HAA yöntemi desteği ile yürütülür. Şekil 8'de RKYM'nin örnek bir uygulaması olarak P₁ süreci için yapılandırılan hata ağacı gösterilmiştir.

Yapılandırılan hata ağacından süreç yürütülmesine katkı sağlayacak sonuçlar elde edilmesi için, zirve olayının (Z) meydana gelmesine neden olan asgari hata ağacı grupları bulunmalıdır. En küçük kesişim kümeleri (K) olarak adlandırılan bu kümeler uygulanması gereken risk kontrol opsiyonları için karar desteği sağlayacaktır. Şekil 9'da yapılandırılan hata ağacı için, en küçük kesişim kümeleri aşağıdaki gibi bulunur:

$$Z = X + Y + Z$$

$$Z = (A + B) + (C + D + EF) + G$$

$$Z = A + B + C + D + EF + G$$

$$K_1 : \{A\}, K_2 : \{B\}, K_3 : \{C\}, K_4 : \{D\}, K_5 : \{G\}, K_6 : \{EF\}$$

Yapılan analiz ile 6 adet kesişim kümesi ortaya çıkarılmıştır. Elde edilen en küçük kesişim kümeleri arasından K₁, K₂, K₃, K₄, K₅ için risk kontrol opsiyonları geliştirilmesine karar verilmiştir. Buna göre, risk kontrol önceliği verilmesi gereken en küçük kesişim kümeleri aşağıda sunulmuştur:

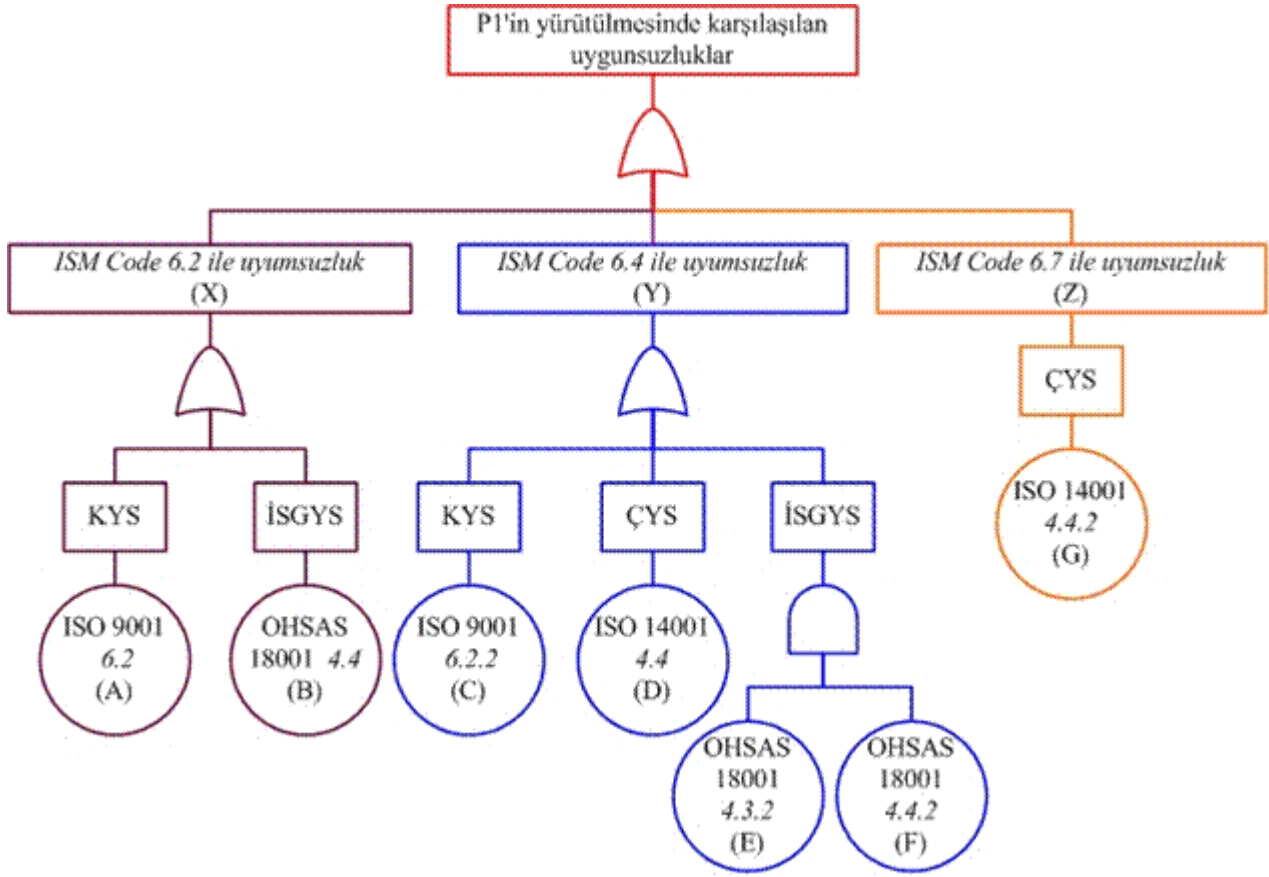
$$K_1 : \{ISO 9001:2000 - 6.2\}$$

$$K_2 : \{OHSAS 18001:2007 - 4.4\}$$

$$K_3 : \{ISO 9001:2000 - 6.2.2\}$$

$$K_4 : \{ISO 14001:2004 - 4.4\}$$

$$K_5 : \{ISO 14001:2004 - 4.4.2\}$$



Şekil 9. P₁ için RBKYM uygulanması

Sonuçlar ve tartışma

Sonuç olarak, önerilen RBKDS'nin süreç idaresi prosedürlerinin yeniden tasarımına EYS gereksinimleri doğrultusunda karar desteği sağlamanın yanı sıra, deniz taşımacılığının risklerini de göz önünde bulundurarak yönetsel süreçler üzerine etkin karar verme desteği sağladığı görülmüştür. Bu kanıtı destekler nitelikte, tamamlanan pilot uygulama sonuçları da göz önünde bulundurularak, RBKDS'nin ön plana çıkan güçlü yönleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Gemi işletmeciliği firmaları, sertifikalandırma kuruluşları ve denizcilik danışmanlık grupları arasında iletişim arayüzü olarak koordinasyon ve karar desteği sağlayacaktır.
- Gemi işletmeciliği idarecilerini EYS tasarımı ve ileri yönetim anlayışının geliştirilmesi hususunda motive edecektir.
- Sistem esnekliği ve modüller arası uyumluluk özellikle VTYS₁ ve VTYS₂ kapsamında yer alan kural gereksinimlerinin ve hedefle-

nen süreç kapsamının güncellenme imkanlarını sağlayacaktır.

- Gemi işletmeciliği organizasyonunda çeşitli pozisyonlarda görev alan yöneticilere sorumluluk alanları ile ilgili etkin karar desteği sağlar niteliktedir.

Öte yandan, yürütülen araştırma çerçevesinde akademik alanda katkılar sağlayacak öneriler sunulmuştur. Örneğin, BBA esaslı model seçim arayüzü karar bilimlerinde çok tartışılan problem karakteristiğine göre yöntem belirleme konusunda yürütülen çalışmalara katkılar sağlayacak niteliktedir. Ayrıca, BBA yaklaşımı farklı yönetim sistemlerinin gereksinimleri arasında nitel uyumluluk düzeyi belirlemede kullanılmış ve tutarlı sonuçlara erişilmiştir. HAA ile ISM Kod gereksiniminin ilgili maddeleri ile ISO 9001:2000, ISO 14001:2004 ve OHSAS 18001:2007 standartlarının gereksinimleri arasındaki olası uyumsuzlukları değerlendirmiştir. Bu yönü ile HAA yönteminin kural uyumsuz-

luklarından kaynaklanan risk değerlendirmesi için uygulama sistematiği orijinal olarak önerilmiştir.

Kaynaklar

- Abdul Rahim, A.H., Singh, B., Wan Yusof, W.Z. ve Yang, A.K.T., (2004). The integration of safety, health, environmental and quality (SHEQ) management systems in construction: A review, *Jurnal Fakulti Kejuruteraan Awam*, **16**, 1, 24-37.
- Andrews, J.D. ve Moss, T.R., (2002). *Reliability and risk assessment*, 2nd Edition, ASME.
- ABS., (2008). *Guide for marine health, safety, quality and environmental management*, American Bureau of Shipping, Houston, USA.
- Celik, M., Cebi, S., Ucal, I., (2008). Enhancement of multi-criteria analysis within Analytical Strategic Environmental Assessment (ANSEA), IEEE International Volume Of International Engineering Management Conference, IEMC Europe, Estoril, Portugal, June 28-30, 1-4.
- Celik, M., (2009a). Designing of Integrated Quality & Safety Management System (IQSMS) for shipping operations, *Safety Science*, **47**, 5, 569-577.
- Celik, M., (2009b). A hybrid design methodology for structuring Integrated Environmental Management System (IEMS) in Shipping Business, *Journal of Environmental Management*, **90**, 3, 1469-1475.
- Celik, M., (2009c): Establishing an integrated process management system (IPMS) in ship management companies, *Expert Systems with Applications*, **36**, 4, 8152-8171.
- De Oliveira Matias, J.C. ve Coelho, D.A., (2002). The integration of the standards systems of quality management, environmental management and occupational health and safety management. *International Journal of Production Research*, **40**, 15, 3857-3866.
- DNV., (2005). Integrated management systems - Ship operating companies - Safety, Quality, Environment and Occupational Health and Safety, Det Norske Veritas, NO-1322, Høvik, Norway.
- Holdsworth, R., (2003). Practical applications approach to design, development and implementation of an integrated management system, *Journal of Hazardous Materials*, **104**, 1-3, 193-205.
- Karapetrvic, S. ve Willborn, W., (1998). Integration of quality and environmental management system, *The TQM Magazine*, **10**, 3, 204-213.
- Kulak, O. ve Kahraman, C., (2005). Multi-attribute comparison of advanced manufacturing systems using fuzzy vs. crisp axiomatic design approach, *International Journal of Production Economics*, **95**, 415-424.
- Pun, K-F., Yam, R.C.M., ve Lewis, W.G., (2003). Safety management system registration in the shipping industry, *International Journal of Quality & Reliability Management*, **20**, 6, 704-721.
- Saaty, T.L., (1996). Decision making with dependence and feedback: the analytic network process, RWS Publications, Pittsburgh, PA.
- Thomas, W.L., (1998). Achieving and Maximizing ISM Compliance with ISO 14001, *Environmental Quality Management*, **7**, 4, 9-17.
- Wilkinson, G. ve Dale, B.G., (1999). Integrated management systems: an examination of the concept and theory, *The TQM Magazine*, **11**, 2, 95-104.