

Yayın Geliş Tarihi: 20.11.2019
Yayına Kabul Tarihi: 26.04.2020
Online Yayın Tarihi: 05.08.2020
DOI: 10.18613/deudfd.775098
Araştırma Makalesi

Dokuz Eylül Üniversitesi
Denizcilik Fakültesi Dergisi
Cilt: 12 Sayı: 1 Yıl: 2020 Sayfa:1-24
ISSN:1309-4246
E-ISSN: 2458-9942

GEMİ RİSK FAKTÖRÜ TEMELLİ DENETİM MODELİ: PARİS MOU DENETİMLERİ UYUM ANALİZİ

**Seyid Mahmud Esad DEMİRCİ¹
Kadir ÇİÇEK^{2*}**

ÖZ

Denizlerde meydana gelen büyük kazalar sonucunda geri dönüşü mümkün olmayan can / mal kaybı ve çevre kirliliği oluşmaktadır. Gemi kaynaklı kazaların en aza indirilmesi için denetim gerekliliği ortaya çıkmıştır. Denetime konu olan gemiler arasında standart altında olanların tespit edilmesi amacıyla liman devletleri arasında oluşturulan mutabakat zaptları ile denetim rejimleri oluşturulmuştur. Limanlara uğrak yapan tüm gemilerin verimli bir şekilde denetlenebilmesi, denetim rejimine göre değerlendirilen gemi risk profili doğrultusunda belirlenen denetim periyoduna uyulması ile mümkün olmaktadır. Bu çalışmada; gemi denetimlerinin verimliliğinin artırılması amacıyla, Paris Mutabakat Zaptı denetim rejimi kapsamında ele alınan gemi risk faktörleri ile denetimlerde tespit edilen eksiklik risk alanları arasındaki ilişki uyum analizi ile incelenmiştir. Analiz sonucunda; denetimlerin gemi yaşı ve gemi tipi risk faktörleri doğrultusunda belirli risk alanlarına yoğunlaşarak yapılabileceği görselleştirilerek denetim modeli geliştirilmiştir. Sunulan denetim modeli sayesinde risk odaklı bir yaklaşımla gemi denetimlerinde verimin artırılması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Gemi Denetimi, Gemi Risk Faktörü, Eksiklik Risk Alanları, Uyum Analizi*

¹ Yüksek Mühendis, İstanbul Teknik Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Bölümü, Maslak, İstanbul, demircisey@itu.edu.tr, Orcid no: 0000-0002-9162-1122

² Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Bölümü, Maslak, İstanbul, cicekk@itu.edu.tr, Orcid no: 0000-0002-9732-3361

*Sorumlu yazar (corresponding author): Kadir ÇİÇEK, cicekk@itu.edu.tr

INSPECTION MODEL BASED ON SHIP RISK FACTOR: CORRESPONDENCE ANALYSIS OF PARIS MOU INSPECTIONS

ABSTRACT

As a result of major accidents at sea, irreversible loss of life / property and environmental pollution occur. Inspection requirement has emerged to minimize ship-related accidents. Memorandum of Understanding between the port states and inspection regimes have been established in order to identify substandard ships that is subject to inspection. Efficient inspection of all vessels calling at the ports is possible by complying with the inspection period determined in line with the ship's risk profile evaluated according to the inspection regime. In this study; In order to increase the efficiency of the ship inspections, the relationship between the ship risk factors addressed under the Paris Memorandum of Understanding inspection regime and the deficiency risk areas identified in the inspections was analysed through correspondence analysis. As a result of the analysis; the inspection model has been developed by visualizing that inspections can be made by focusing on certain deficiency risk areas in line with ship age and ship type risk factors. Thanks to the inspection model presented, it is aimed to increase efficiency in ship inspections with a risk-oriented approach.

Keywords: *Ship Inspection, Ship Risk Factors, Deficiency Risk Areas, Correspondence Analysis*

1. GİRİŞ

Günümüzde küresel boyutta yük taşımacılığı, büyük ölçüde deniz yolu ile yapılmaktadır. Yükün bir yerden başka bir yere kayba uğramadan ulaştırılması ancak uygun nitelikteki gemiler ile mümkündür. Gemi işletenleri ise bir taraftan yüklerin emniyetli bir şekilde taşınmasına aracılık etmekle, diğer taraftan insan ve çevre için ortaya çıkabilecek olası zararları minimize etmekle yükümlüdürler. Bu yükümlülük doğrultusunda denizlerde seyir, can, mal ve çevre emniyetinin sağlanabilmesi, geri dönüşü mümkün olmayan kaza ve olayların önüne geçilmesi ve mevcut risklerin azaltılması adına denizyolu taşımacılığının başrol oyuncularını olan gemilerin uluslararası sözleşmeler ile belirlenmiş asgari standartlara sahip olması gerekmektedir. Asgari standardın sağlamayan gemilerin tespit edilerek denizlerden alıkonulması gerekliliği, büyük kazalardan edinilen tecrübelerin bir sonucudur. Ayrıca gemi kaynaklı kazalar hem denizcilik endüstrisi için hem de toplum için ciddi kayıplara neden olabilmektedir (Jin vd. 2008:55-71). Bu kazalara tarihsel süreç içinde bakıldığında HMS Captain (1870), Titanic (1912), SS Morro Castle (1934), SS Andrea Doria (1956), Lakonia (1963), Torrey Canyon (1967), Independenta (1979),

Herald of Free Enterprise (1987), Exxon Valdez (1989), Nassia (1994), Erika (1999), Prestige (2002) gibi büyük deniz kazaları örnek olarak verilebilir.

Gemilerin uluslararası sözleşmeler ile belirlenmiş asgari standartları sağlamanın öncelikli rol bayrak devletlerinde olmasına rağmen meydana gelen kazalar bayrak devletlerinin eksik kaldığı tarafları gün yüzüne çıkarmıştır. Liman devletleri tarafından yapılan denetimler ile bu eksiklik giderilmeye çalışılmakta ve standart altı gemilerin tespit edilmesi amaçlanmaktadır (Yu vd. 2018: 85-102). Liman devleti kontrolü 1970 yılı sonrasında meydana gelen büyük tankerlerden kaynaklanan deniz kazaları ve çevre kirliliklerinden sonra bir ihtiyaç haline gelmiştir. Bu sebeple limanlara yanan yabancı bayraklı gemilerin performanslarının değerlendirilmesi amacıyla emniyet denetimlerinin yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır (Perepelkin vd. 2010:395-405). 1982 yılında Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, İrlanda, İtalya, Hollanda, Norveç, Portekiz, İspanya, İsviçre ve İngiltere tarafından imzalanarak yürürlüğe giren Paris Liman Devleti Denetimi Mutabakat Zaptı (Paris Momerandum of Understanding - Paris MoU) ile ilgili ülkelerin limanlarına yanan yabancı bayraklı gemilerin denetimine başlanmıştır. Günümüzde Paris MoU sonrasında 8 mutabakat zaptı daha imza altına alınarak liman devleti denetimleri dünya çapında genişletilmiştir. Liman devletlerinin katılımıyla oluşturulmuş 9 mutabakat zaptının genel amacı; limanlara yanan tüm yabancı bayraklı gemilerin denetlenmesi ve standart altı gemilerin tespit edilmesidir. Ancak bu amaca ulaşmak için yürünen yolda aşılması gereken bir takım kısıtlarda ortaya çıkmıştır.

Küresel anlamda bu kısıtlar ele alındığında; günümüzde talep doğrultusunda taşınan yük hacminin artması ve buna bağlı olarak daha hızlı bir lojistiğe ihtiyaç duyulması denizyolu taşımacılığında küresel bir rekabeti beraberinde getirmiştir. Öyle ki; küresel rekabetin kıyaslanması için geliştirilen ölçekler arasında ülkelerin lojistik performanslarının belirlenmesi adına Lojistik Performans İndeksi (LPI, Logistics Performance Index)'de yerini almıştır. Gemi sayısı ve hacminin artması, limanlarda yükleme-tahliye operasyonlarının süresinin kısılması gibi unsurlar hız açısından kıyı ülkelerinin lojistik performansına etki etmektedir (Onyemeyor 2015:25). Liman faaliyetlerinde hızın artması beraberinde gemi trafiğini de arttırmaktadır. Buna karşın liman devleti denetimleri ile görevli sınırlı sayıda denetim uzmanının bulunması limanlara yanan tüm gemilerin verimli bir şekilde denetlenmesi için önemli bir kısıt oluşturmaktadır.

Paris MoU tarafından verimliliğin arttırılmasına yönelik olarak 2011 senesi itibariyle yeni denetim rejimi uygulamasına geçilmiştir. Yeni denetim rejimi kapsamında gemi tipi, gemi yaşı, gemi bayrağı, gemi sınıfı, geminin tutulma sayısı ve tespit edilen eksiklik sayısı gibi parametreler değerlendirilerek gemi risk profilleri oluşturulmuştur. Risk profilleri çerçevesinde gemiler için denetim tipi (ön denetim, detaylı denetim, genişletilmiş denetim) ve denetim periyodu belirlenerek daha verimli bir denetim planlamasının yapılması amaçlanmıştır. Verimliliğin arttırılması amacıyla yapılan bir başka uygulama ise belirli dönemlerde rutin denetimlere ek olarak yoğunlaştırılmış denetim kampanyaları gerçekleştirilmesidir. Bu kampanyalar ile eksikliklerin yoğun olduğu riskli alanlarda yahut yürürlüğe giren yeni bir konvansiyon kapsamında daha detaylı denetimler yapılmaktadır (Cariou ve Wolff, 2015:27-39)

Mevcut denetim rejiminde gemi risk profili doğrultusunda denetim tipi belirlenirken bir takım ön şartlar bulunmaktadır. Düşük ve standart risk profilindeki gemilere genişletilmiş denetim yapılması için 12 yaşından büyük ve dökme yük, tanker veya yolcu gemisi olması ya da detaylı denetim yapılması için denetim uzmanı tarafından açık gerekçe gösterilmesi gerekmektedir (Paris MoU, 2018). Bu durum düşük ve standart risk profilindeki gemiler için denetim tipinin ön denetim olarak belirlenmesiyle denetim kapsamını daraltmaktadır.

Bu problemin çözümüne yönelik yapılan bu çalışmada; denetim kapsamının genişletilerek denetimin riskli alanlar çerçevesinde şekillendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, gemi denetimlerinin şekillendirilmesinde, Paris MoU denetim rejimi kapsamında uygulanmakta olan gemi risk profili esasına dayanan yeni bir yaklaşım ile gemi risk faktörleri ve eksiklik risk alanları arasındaki ilişkiyi esas alan bir denetim modeli ortaya konulmaya çalışılmıştır. Oluşturulan denetim modeli ile birlikte yapılacak olan gemi denetimlerinde gemi risk faktörleri doğrultusunda belirli eksiklik risk alanlarına odaklanılması sağlanarak daha etkin bir denetimin yapılmasına katkı sağlanması amaçlanmıştır. Ayrıca bu çalışmada; Cariou vd. (2007, 2008a, 2008b, 2009, 2010, 2012), Knapp (2007), Knapp ve Franses (2007, 2008) ve Li vd. (2009) tarafından yapılan çalışmalardan farklı bir şekilde gemi risk faktörleri ve riskli alanlar arasındaki ilişkinin somutlaştırılması ile literatüre önemli bir katkı sağlanması hedeflenmektedir.

Bu amaçlar doğrultusunda, çalışmanın ikinci bölümünde önemli gemi risk faktörlerinin tespit edilmek için Cariou vd. (2007, 2008a, 2008b, 2009, 2010, 2012 ve 2015), Piniella ve Rodriguez (2012) ve, *Avustralya Ulusal Bilim Ajansı*, Milletler Topluluğu Bilim ve Endüstriyel Araştırmalar Örgütü (Commonwealth Scientific and Industrial Research

Organisation - CSIRO, 2014) tarafından gemi parametreleri üzerine yapılan çalışmalar kapsamlı olarak incelenmiştir. Üçüncü bölümde ise çalışmada faydalanılan Uyum Analizi yöntemine detaylı bir şekilde yer verilmiştir. Dördüncü bölümde ise ikinci bölümde incelenen önceki çalışmalar ışığında tespit edilen önemli gemi risk faktörleri ve risk alanları arasındaki ilişkinin görselleştirilmesi ve uyum analizi sonuçları yorumlanmıştır. Analiz sonucunda elde edilen bulgular ve gemi denetimleri için sağlayabileceği olası katkılar son bölümde ifade edilmiştir.

2. GEMİ RİSK FAKTÖRLERİ

Denizlerde can-mal kaybı ve çevre kirliliğinin en aza indirilmesi denizcilik otoritelerinin başlıca hedefleri arasında yer almaktadır. Bu hedefe ulaşılmasında, denizlerin başrol oyuncusu olan gemiler için liman devleti denetimleri ihtiyaç haline gelmiştir. Ancak gemilerin her yanaşma limanında denetiminin mümkün olmamasından dolayı denetim otoriteleri tarafından denetlenecek gemilerin doğru bir şekilde belirlenebilmesi için gemi risk profilini esas alan gemi hedefleme sistemleri geliştirilmiştir. Liman devleti otoriteleri tarafından geliştirilen hedefleme sistemlerinde gemilere ait pek çok farklı parametre dikkate alınmaktadır.

2011 senesi itibariyle yürürlüğe giren ve Paris MoU altında oluşturulan denetim rejiminde 9 parametre dikkate alınarak gemi risk profilleri belirlenmektedir. Bu parametreler gemi tipi, gemi yaşı (12 yaş altı ve üstü), bayrak performansı (siyah, gri, beyaz), Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO, International Maritime Organization) tarafından geminin bayrak devletinin denetlenmiş olması, gemi yetkili kuruluş performansı, yetkili kuruluşun tanınması, şirket performansı, son 36 ay içinde denetimi, denetimlerde bulunan eksiklik ve tutulma sayısından oluşmaktadır. Parametrelere önemi nispetinde atanan puanların toplamı ile geminin oluşturabileceği olası risk tespit edilerek denetim periyodu belirlenmektedir (Paris MoU, 2018). Gemi risk faktörünü belirleyen bu parametrelerin önemine ilişkin yapılan çalışmalar incelendiğinde farklı sonuçların ortaya çıktığı görülmektedir.

2001'den beri Avustralya Deniz Emniyet Otoritesi (AMSA, Australian Maritime Safety Authority) tarafından gemi hedefleme sisteminde kullanılmak üzere uygun parametrelerin belirlenmesi için bilimsel bir yaklaşımla çalışmalar yürütülmektedir. CSIRO tarafından 2006'da Gemi Denetim Karar Destek Sistemi (SIDSS, Ship Inspection Decision Support System) ile yaklaşık 18.000 gemi denetim sonucu üzerinden yapılan incelemede gemi yaşının en önemli faktör olduğu ortaya çıkmıştır. Bu faktörü takiben gemi tipi, gemi denetim geçmişi ve gemi tonajı önemli faktörler arasında yer almaktadır (CSIRO, 2014).

Diğer gemi risk faktörlerine karşın gemi yaşının yüksek bir öneme sahip olduğu sonucuna Cariou vd. (2007, 2008a, 2008b, 2009) tarafından, sırası ile İsviçre Denizcilik İdaresi ve Hint Okyanusu mutabakat zaptı (Hint Okyanusu MoU) rejimi kapsamında denetimine tabi tutulan gemilerden elde edilen veriler üzerinden yapılan analiz ile de ulaşılmıştır. Ayrıca Cariou vd. (2007) 1996 ila 2001 yılları arasında İsviçre Denizcilik İdaresi tarafından raporlanan 4080 denetim sonucunda tespit edilen eksiklik sayılarının gemi yaşı, gemi bayrağı ve gemi tipi ile ilişkili olduğu ancak gemi yaşı ve tespit edilen eksiklik sayısı arasındaki ilişkinin gemi tipine göre değişiklik gösterdiğini tespit etmişlerdir. Cariou vd. (2009) tarafından 2002 – 2006 arasında 26,515 denetim sonucunun varyans ayırıştırma tekniği ile yapılan analizinde değişkenliğin %46'sı gemi yaşı, %30,8'i denetim yeri, %14,5'i geminin yetkili kuruluşu (RO, Recognized Organization) ve %7,5'i gemi tipi tarafından açıklanmıştır. Cariou ve Wolff (2010) tarafından yapılan araştırmada bir gemide denetimlerde tespit edilen eksiklik sayısının zaman içinde büyük tutarlılık göstermesi sebebi ile gemiye ait geçmiş denetim verilerinin önemini vurgulamıştır. Ayrıca gemi işletmecilerinin tutulan ve/veya çok sayıda eksiklik tespit edilen gemilerine yönelik fırsatçı bir yaklaşım ile gemi bayrağı ve gemi yetkili kuruluşunun değiştirilmesi ile sonraki denetimlerde hedeflenen gemi olmaktan kurtulma yoluna gittiği de çalışmada tespit edilen önemli bulgulardan birisidir.

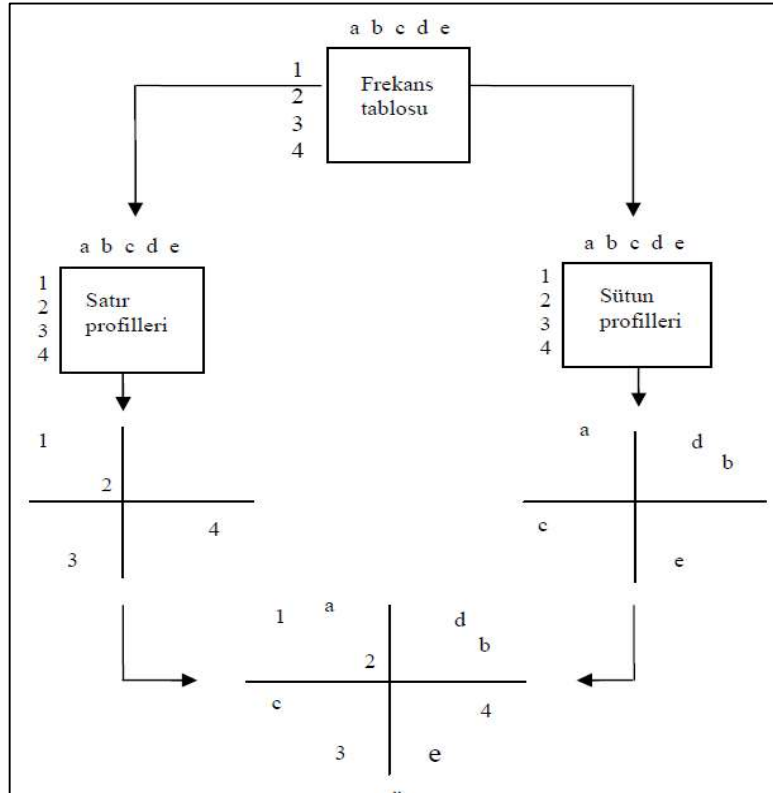
Gemi risk faktörleri, denetimlerde tespit edilen eksiklik risk alanları ve bunlar arasındaki ilişki hususunda; Cariou ve Wolff (2015) tarafından yapılan çalışmada gemi yaş ve tip risk faktörlerine göre eksiklik risk alanlarının farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ve yoğunlaştırılmış denetim kampanyalarında gemi seçiminin geliştirilebileceğini göstermiştir.

İncelenen çalışmalar ışığında gemi yaşı ve gemi tipi parametrelerinin diğer parametrelere kıyasla daha fazla öneme sahip olduğu görülmektedir. Bu sebeple çalışmada gemi risk faktörü olarak bu iki parametre dikkate alınmıştır.

3. YÖNTEM: UYUM ANALİZİ

Çalışma kapsamında daha etkin bir denetleme sistemi tasarımına olanak sağlayabilmek için gemi yaşı ve gemi tipi risk faktörleri ile eksiklik risk alanları arasındaki ilişki Uyum Analizi yöntemi ile incelenmiştir. Uyum analizi iki veya daha fazla kategorik değişken tarafından oluşturulan çapraz tabloda eş-anlı olarak ilişkilerinin incelenmesi ve görselleştirilmesi mümkün kılan güçlü bir istatistiksel yöntemdir (Knapp ve Velden 2009:499). Aynı zamanda modelden bağımsız ve üzerinde çok az kısıtlamaların/varsayımların olduğu bir yöntem olup tek varsayımı çapraz

tablodaki sıklıkların pozitif değer almasıdır. Uyum analizi yöntemi ana temasında, çapraz tablonun hem satırları hem de sütunları çok boyutlu bir uzayda noktaları temsil etmektedir. En küçük kareler yaklaşımı ile çok boyutlu uzaydaki bu noktalar tercihen iki boyuta indirgenerek görselleştirilmesi sağlanır. Bu sayede kategorik değişkenler arasındaki ilişkileri gözlemlemek mümkündür. Uyum analizi yönteminin detaylı açıklamasına aşağıda yer verilmiştir.



Şekil 1. Uyum Analizi Analitik Süreci Basitleştirilmiş Gösterimi
Kaynak: Clausen, 1998:121

Şekil 1'de ifade edildiği üzere uyum analizi çözüm süreci iki aşamada ele alınır. Birinci aşamada, değişkenlerden birinin kategorileri dikkate alınarak çözümleme yapılırken, ikinci aşamada bu durum diğer değişkenin kategorileri için söz konusudur. Her bir aşama kendi içinde üç adımdan oluşmaktadır.

Birinci adımda kategorik profiller (görelî sıklıklar) çapraz tablodaki satır ve sütundaki frekans değerlerinin yine aynı satır ve sütundaki frekans

değerleri toplamına bölünmesi ile bulunur. Eğer elde edilen satır ve sütun kategorilerine ait profiller birbirine benzer ise bu kategoriler birbirine yakın aksi durumda ise birbirine uzak noktalar olarak gözlemlenir. İkinci adımda ağırlıklar (marjinal olasılıklar) satır ve sütun toplamının tüm toplama bölünmesi ile bulunur. Hesaplanan ağırlıklar profillerin önemini gösteren bir ölçüdür. Ağırlık vermenin amacı her bir frekansın her bir profil noktasına eşit katkıda bulunmasını sağlamaktır. Üçüncü adımda kategorik profiller (noktalar) arasındaki ki-kare uzaklıkları hesaplanır. Bu adımlardan sonra noktalara en iyi uyumu gösterecek $\min[(\text{satır sayısı}-1), (\text{sütun sayısı}-1)]$ boyutta uzay elde edilir ve bu uzayın genellikle ilk iki boyutundaki koordinatlar kullanılarak satır-sütun arasındaki ilişkiyi daha basit bir şekilde açıklayan grafik çizilir (Alpar 2017:347-375).

Uyum analizinde indirgenmiş boyutlu bir uzayda veri incelemesi yapılırken tekil değer ayrıştırmasından (singular value decomposition) yararlanır. Tekil değer ayrıştırması, bir matrisin iki adet dik (ortogonal) matrisin ve bir adet köşegen (diagonal) matrisin çarpımı haline dönüştürülmesi işlemidir. Bu bağlamda uyum analizinin ilk aşamasında; kategorik değişken frekansları ile oluşturulan n satır ve p sütunlu \mathbf{X} veri matrisi Eşitlik 1 yardımıyla $\mathbf{1}'\mathbf{P}\mathbf{1}=\mathbf{1}$ koşulunu sağlayan \mathbf{P} matrisine dönüştürülür. \mathbf{X} matrisinin her bir satırı p boyutlu bir uzayda bir noktayı, her bir sütunu ise n boyutlu bir uzayda bir noktayı temsil etmektedir. (Not: Büyük kalın harfler matrisleri, küçük kalın harfler vektörleri, italik harfler skaler değerleri ifade etmektedir.)

$$\mathbf{P} = \frac{\mathbf{X}}{\mathbf{1}'\mathbf{X}\mathbf{1}} \quad (1)$$

\mathbf{P} matrisi; \mathbf{X} matrisindeki her bir göze değeri için hesaplanan olasılık yoğunluk matrisi ve $\mathbf{1}'=(\mathbf{1}, \dots, \mathbf{1})'$ matrisi satır veya sütuna göre ($1 \times n$) yada ($1 \times p$) boyutlu bir matrisi ifade etmektedir.

Tekil değer ayrıştırması için gereken köşegen matrisler \mathbf{D}_r ve \mathbf{D}_c Eşitlik (2) ve (3) yardımıyla hesaplanır. \mathbf{D}_r ($n \times n$) köşegen matrisi için \mathbf{P} matrisi satır toplamı, \mathbf{D}_c ($p \times p$) sütun değerleri toplamıdır.

$$\mathbf{r}=\mathbf{P}\mathbf{1} \text{ ve } \mathbf{D}_r \text{ (} n \times n \text{)} = \text{diag}(\mathbf{r}) \quad (2)$$

$$\mathbf{c}=\mathbf{P}\mathbf{1}' \text{ ve } \mathbf{D}_c \text{ (} p \times p \text{)} = \text{diag}(\mathbf{c}) \quad (3)$$

Burada \mathbf{r} satır noktaları ağırlıklarını, \mathbf{c} ise sütun noktaları ağırlıklarını (marjinal olasılık) ifade etmektedir.

İkinci aşamada; uyum analizinde grafiksel sunumun sağlanması için noktaların satır ve sütun koordinatları bulunur. Bunun için öncelikle Eşitlik (4) ile tekil değer ayrıştırması yapılır. Satır değişkenlerinin uzaydaki merkezi \mathbf{c} , aynı zamanda sütun ağırlıklarının merkezi olup sütun

değişkenlerinin uzaydaki merkezi \mathbf{r} , aynı zaman satır ağırlıklarının merkezidir. \mathbf{P} satır ve sütun profillerinin merkezini ifade etmektedir.

$$\mathbf{D}_r^{-1/2}(\mathbf{P}-\mathbf{rc}')\mathbf{D}_c^{-1/2}=\mathbf{MD}_u\mathbf{N}' \quad (4)$$

Burada \mathbf{M} ($n \times k$) ve \mathbf{N} ($p \times k$) köşegen matris olup $\mathbf{M}'\mathbf{M}=\mathbf{N}'\mathbf{N}=\mathbf{I}$ koşulunu sağlamaktadır. Tekil değerler $u_1 \geq \dots \geq u_k > 0$ olmak üzere \mathbf{D}_u ($k \times k$) tekil değerler köşegen matrisini ifade etmektedir. k boyutlu uzaydaki noktalar için satır koordinatları Eşitlik (5) \mathbf{F} matrisi ve sütun koordinatları Eşitlik (6) \mathbf{G} matrisi ile hesaplanır.

$$\mathbf{F}=\mathbf{D}_r^{-1/2}\mathbf{MD}_u \quad (5)$$

$$\mathbf{G}=\mathbf{D}_c^{-1/2}\mathbf{ND}_u \quad (6)$$

\mathbf{F} ve \mathbf{G} matrislerine göre noktalar grafik üzerinde konumlandırılarak değişkenler arasındaki ilişkilerin görselleştirilmesi sağlanır (Alpar 2017:350). Ancak uyum analizinde grafiğin yorumlanması ve analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde eylemsizlik (inertia), noktanın boyuta katkısı (mutlak katkı) ve boyutun noktaya katkısı (nispi katkı) büyük öneme sahiptir.

Uyum analizinin kalitesini değerlendirmede bir ölçüt olan eylemsizlik kavramı boyutlar tarafından açıklanan varyansın yüzdesini ifade etmektedir. Temel bileşenler analizindeki açıklanan varyans ile benzer bir ölçüdür. Eylemsizlik her bir satır (sütun) profilinin ortalama profil ile arasındaki ağırlıklandırılmış ki-kare mesafesidir. Toplam eylemsizlik ise noktaların merkeze olan uzaklıklarının toplam bir ölçüsüdür ve Eşitlik (7) ile hesaplanır. Eşitlik (7)'de p_{ij} i . satır ve j . Sütun noktasını, $r_i c_j$ ise ortalama profili ifade etmektedir. Ayrıca toplam eylemsizlik eksenler (boyutlar) tarafından ayrıştırılabilir ve öz değerler toplamı olarak Eşitlik (8)'deki gibi ifade edilir.

$$\text{Toplam Eylemsizlik} = \sum_i \sum_j \frac{(p_{ij}-r_i c_j)^2}{r_i c_j} \quad (7)$$

$$\text{Toplam Eylemsizlik} = \sum_{t=1}^k u_t^2 = \sum_{t=1}^k \lambda_t \quad (8)$$

Eşitlik (8)'de her bir öz değer (λ_t) t . eksen (boyut) tarafından açıklanan eylemsizliği göstermektedir. Her bir satır (sütun) noktası için eylemsizlik Eşitlik (9) ile ifade edilebilir.

$$r_i \sum_t f_{it}^2 \quad (9)$$

Burada f_{it} , \mathbf{F} matrisinin bir elemanını, r_i ise i . satır noktasının ağırlığını göstermektedir. Eşitlik (9) değeri aynı zamanda i . satır noktasının toplam eylemsizliğe olan katkısını (mutlak katkı) ifade etmektedir. Satır ya da sütun noktaları için bu katkıların toplamı eylemsizlik toplamına eşittir.

Mutlak katkı, eksenin yönünün belirlenmesinde bir noktanın önemini belirten ölçüdür. i . satır noktasının t . eksenine (boyut) mutlak katkısı Eşitlik (10) ile ifade edilebilir.

$$\frac{r_{it}f_{it}^2}{\lambda_t} \quad (10)$$

Eylemsizliğe olan nispi katkı ise; bir noktanın boyutlar tarafından sunum kalitesini belirten bir ölçüdür. t . boyutun i . satır noktasının eylemsizliğine olan nispi katkısı Eşitlik (11) ile ifade edilebilir.

$$\frac{f_{it}^2}{\sum_t f_{it}^2} \quad (11)$$

Nispi katkı, bir noktanın t . boyut ile yapmış olduğu θ derecelik bir açı için $\cos^2\theta$ değerine eşittir.

Yukarıda Lu vd. (2012) tarafından verilen eşitlik ve tanımlardan yola çıkarak incelenen uyum analizi neticesinde ortaya çıkan grafik üzerinde noktalar yorumlanırken dikkat edilmesi gereken bir takım hususlar bulunmaktadır.

Garson'a (2008) göre uyum analizinde yüksek kaliteye sahip noktalara daha fazla odaklanması, boyutlar tarafından iyi açıklanmayan (nispi katkısı düşük olan) yani düşük kalitedeki noktalara daha az odaklanması gerektiği yönündedir.

Johnson ve Winchern'in (2007) noktalar arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi hususundaki yaklaşımına göre; birbirine yakın olan satır noktaları, sütun noktaları karşısında benzer profile sahip olduğu, birbirine yakın olan sütun noktaları ise satır noktaları karşısında benzer bir profile sahip olduğunu göstermektedir. Çünkü hesap edilen uzaklıklar aynı satır noktaları arasında yahut aynı sütun noktaları arasındadır. Bu sebeple satır ve sütun noktaları arasındaki uzaklıklar yoruma kapalıdır. Diğer bir deyişle, her değişken kendi içinde değerlendirilerek değişkene ait kategoriler (gruplar) hakkında yorum yapmak mümkündür.

Hoffman ve Franke (1986) noktalar arasındaki ilişkilerin incelenmesi hususunda; eğer boyutların (eksenlerin) ifade ettiği anlamlar başlangıçta tanımlanabilirse, satır ve sütun noktalarının boyutlar içindeki nispi pozisyonlarına bakılarak değerlendirilmesini önermiştir.

4. UYGULAMA: PARİS MoU DENETİMLERİ

Çalışmanın uygulama aşamasında Paris Mou bölgesinde 2018 yılı içerisinde gerçekleştirilen denetimler örnek veri kümesi olarak incelenmiştir. Paris Mou denetim rejimi kapsamında 2018 yılı içerisinde 17.956 gemi denetimi yapılmıştır. Gemi denetimleri hakkında tüm verilere Avrupa Denizcilik Emniyet Ajansı (European Maritime Safety Agency – EMSA) tarafından geliştirilip yürütülmekte olan THETIS veri tabanı üzerinden ulaşılmıştır.

Veriler ele alınırken; gemide tespit edilen eksikliğin hangi risk alanında olduğu, geminin yaşı ve tipi incelenmiştir. Bu kategorik değişkenler arasındaki ilişkiler incelenirken Uyum Analizi yönteminden faydalanılmıştır. Paris MoU altında denetlenen gemilerde tespit edilen eksiklikler Tablo 1’de sunulan risk alanlarına göre sınıflandırılmaktadır. Çalışmada gösterim kolaylığı için risk alanları R1’den R18’e kadar kodlanmıştır.

Tablo 1. Paris MoU Denetim Rejimi Eksiklik Risk Alanları

Kodlar	Eksiklik Tanımı
R1	Sertifika & Dokümantasyon
R2	Yapısal Kondisyon
R3	Su ve Havaya Karşı Kondisyon
R4	Acil Durum sistemleri
R5	Radyo Haberleşmesi
R6	Yük operasyonları ve Ekipmanları
R7	Yangın Emniyeti
R8	Alarmlar
R9	Çalışma ve Yaşam Koşulları
R10	Seyir Emniyeti
R11	Can Kurtarma Araçları
R12	Tehlikeli Maddeler
R13	Ana ve Yardımcı Makinalar
R14	Kirlilik Önleme
R15	Emniyetli Yönetim Sistemi (ISM)
R16	Güvenlik (ISPS)
R17	Çalışma Koşulları (MLC 2006)
R18	Diğerleri

Kaynak: Paris MoU, 2018

Paris MoU denetim rejimi kapsamında tanker, dökme yük ve yolcu gemileri yüksek riskli gemiler olarak değerlendirilmektedir. Diğer gemi tipleri ise düşük riskli gemi tipi olarak değerlendirilmektedir. Yaş bakımından 12 yaş üzerindeki gemiler yüksek riskli, 12 yaş ve altı gemiler düşük riskli gemi olarak değerlendirilmektedir.

THETIS veri tabanından (2019) elde edilen veriler incelendiğinde; 2018 yılında denetlenen gemilerin tip ve yaş bakımından risk dağılımı Tablo 2’de sunulmuş olup analiz aşamasında gösterim kolaylığı sağlamak adına DY, YY, DT ve YT olarak kodlanmıştır.

Tablo 2. Denetlenen gemilerin gemi tipi ve yaşına göre dağılımı

Gemi Risk Faktörleri		Kodlar	Gemi Sayısı	Yüzdesi (%)
Gemi Yaşı	Düşük Riskli	DY	8383	54,82
	Yüksek Riskli	YY	6909	45,18
Gemi Tipi	Düşük Riskli	DT	7975	52,15
	Yüksek Riskli	YT	7317	47,85

Kaynak: THETIS veri tabanı, 2019

2018 yılında denetlenen gemilerde tespit edilen eksikliklerin, risk alanlarına göre dağılımı Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3. Risk Alanlarına Göre Tespit Edilen Eksiklik Sayıları

Risk Alanı	Eksiklik Sayısı	Yüzdesi (%)
R1 - Sertifika & Dokümantasyon	6230	16,67
R2 - Yapısal Kondisyon	1710	4,58
R3 - Su ve Havaya Karşı Kondisyon	1802	4,82
R4 - Acil Durum sistemleri	2051	5,49
R5 - Radyo Haberleşmesi	913	2,44
R6 - Yük operasyonları ve Ekipmanları	237	0,63
R7 - Yangın Emniyeti	2727	7,30
R8 - Alarmlar	366	0,98
R9 - Çalışma ve Yaşam Koşulları	355	0,95
R10 - Seyir Emniyeti	4822	12,90
R11 - Can Kurtarma Araçları	3275	8,76
R12 - Tehlikeli Maddeler	64	0,17
R13 - Ana ve Yardımcı Makinalar	1568	4,20
R14 - Kirlilik Önleme	2959	7,92
R15 - Emniyetli Yönetim Sistemi (ISM)	1903	5,09
R16 - Güvenlik (ISPS)	553	1,48
R17 - Çalışma Koşulları (MLC 2006)	5621	15,04
R18 - Diğerleri	215	0,58

Kaynak: THETIS veri tabanı, 2019

Basit uyum analizi yöntemiyle gemi risk faktörleri (*gemi yaşı - gemi tipi*) ve risk alanları arasındaki ilişkiyi incelemek üzere iki kategorik değişken gerekmektedir. Bu sebeple gemi risk faktörü değişkeni, Paris MoU denetim rejimi dikkate alınarak gemi yaşı ve gemi tiplerinin düşük

ve yüksek risk seviyelerine göre çaprazlanması ile aşağıdaki gibi dört grupta ele alınmıştır.

Grup#1.Yüksek Riskli Gemi Yaşı/Yüksek Riskli Gemi Tipi (YYxYT)

Grup#2.Düşük Riskli Gemi Yaşı/Düşük Riskli Gemi Tipi (DYxDT)

Grup#3.Düşük Riskli Gemi Yaşı/Yüksek Riskli Gemi Tipi (DYxYT)

Grup#4.Yüksek Riskli Gemi Yaşı/Düşük Riskli Gemi Tipi (YYxDT)

Uyum analizi için gerekli olan veri matrisini ifade eden çapraz tablo THETIS veri tabanından (2019) elde edilen veriler ile Tablo 5'te sunulmuştur. Gemi yaşı ve gemi tiplerinin birlikte ele alınmasıyla oluşturulan dört farklı grup, gemi risk faktörü değişkeninin sütun profillerini oluşturmaktadır.

Risk alanı değişkeni ise 18 farklı risk alanı ile satır profillerini oluşturmaktadır. Bu profiller uyum analizi sonucunda eksenlerin (boyut) kesiştiği koordinat düzlemi üzerinde noktaları oluşturmaktadır.

Tablo 5. Uyum Analizi Çapraz Tablosu

Risk Alanı (Satır Profili)	Gemi Risk Faktörleri (Sütun Profili)				Toplam
	DYxDT	DYxYT	YYxDT	YYxYT	
R1	1116	794	3540	780	6230
R2	226	238	922	324	1710
R3	181	246	1066	309	1802
R4	256	310	1060	425	2051
R5	121	117	537	138	913
R6	37	42	131	27	237
R7	769	857	2583	970	2727
R8	71	77	173	45	366
R9	56	37	204	58	355
R10	710	622	2918	572	4822
R11	492	608	1677	498	3275
R12	8	20	20	16	64
R13	243	264	734	327	1568
R14	533	563	1394	469	2959
R15	287	317	961	338	1903
R16	80	98	307	68	553
R17	739	1017	2859	1006	5621
R18	44	28	109	34	215
Toplam	5969	6255	18743	6404	37371

Kaynak: THETIS veri tabanı, 2019

Tablo 5'te denetimlerde tespit edilen eksiklik sayıları ile gemi risk faktörleri ve risk alanları arasındaki çapraz ilişkiler görülmektedir.

İlk olarak, denetime tabi tutulan yüksek riskli yaş ve düşük riskli tipteki (YYxDT) gemilerde, tüm risk alanlarında daha fazla eksiklik tespit edildiği yorumunu yapmak mümkündür. Ancak uyum analizi yönteminde, satır ve sütunlar için toplam eksiklik sayıları dikkate alınarak değişken kategorilerinin birlikte değerlendirilmesi ile değişkenler arasındaki ilişki daha iyi açıklanmakta ve yorumda değişebilmektedir.

Uyum analizi, varyans kavramı yerine çapraz tablodan elde edilen Pearson Ki-Kare değerlerini kullanarak, elde edilen toplam eylemsizlik değerini boyutlar (eksenler) arasında paylaşmayı hedefler. Bunun için çapraz tablodan elde edilen toplam ki-kare değerinin, Pearson ki-kare değerine oranı ile belirlenen eylemsizlik değerinden faydalanılır.

Eylemsizlik değeri oranı ise boyutların önem derecesi hakkında bilgi vermektedir. Analiz sonucunda boyutlar hakkında elde edilen değerler Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. Boyutların Özet Tablosu

Boyutlar	Tekil Değer	Eylemsizlik	Ki-Kare	Anlamlılık	Eylemsizlik Oranı	
					Boyut Başına	Toplam
Boyut 1	0,102	0,010			0,639	0,639
Boyut 2	0,066	0,004			0,266	0,905
Boyut 3	0,039	0,002			0,095	1,000
Toplam		0,016	644,664	0,000	1,000	1,000

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Ki-kare değeri satır ve sütun kategorileri arasındaki ilişki ile doğru orantılıdır. Ki-kare değeri 644.664 çıkmış ve anlamlı bulunmuştur. Dolayısıyla çapraz tablodaki satır ve sütun değerleri arasında kuvvetli bir ilişki söz konusudur.

Tablo 6'da görülen tekil değerler ise eylemsizlik değerinin kareköküdür. Her bir boyuttaki satır ve sütun değerleri arasındaki korelasyonun bir ölçüsüdür. Değişken kategorileri arasındaki ilişki en fazla 1. Boyutta sonrasında 2. Boyutta olduğu görülmektedir. Tablo 6'da görüldüğü üzere uyum analizi neticesinde değişkenler arasındaki ilişkinin tamamının açıklanması, minimum [satır sayısı(18), sütun sayısı(4)]'nın 1 eksiği yani 3 boyut ile mümkün olmaktadır. Toplam eylemsizliğin ilk boyut tarafından %64'ü, ikinci boyut tarafından %27'si ve üçüncü boyut tarafından %9'u açıklanmaktadır. İki boyut tarafından açıklanan toplam eylemsizlik oranı %91 olarak bulunmuştur. İki boyut tarafından elde edilen

toplam eylemsizlik oranının %70'den fazla olması grafiksel gösterim ve yorumlamanın iki boyuta indirgenerek koordinat düzlemi üzerinde yapılması için yeterlidir (Higgs 1990:183-194).

Tablo 7 ve 8 ile değişkenler arasındaki ilişkinin %91'inin açıklandığı iki boyut için değişken kategorilerine (noktalara) ait değerler sunulmuştur. Nokta ve boyutlar için elde edilen bu değerler ile gemi risk faktörleri ve risk alanları arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimi Şekil 2'deki gibi olmuştur.

Tablo 7. Gemi Risk Faktörü Değişkeni Kategorileri Özet Tablosu

Kategoriler	Kalite	1. Boyut			2. Boyut		
		Koordinat	Mutlak Katkı	Nispi Katkı	Koordinat	Mutlak Katkı	Nispi Katkı
DYxDT	0,850	-0,136	0,027	0,094	0,481	0,529	0,756
YYxDT	0,983	-0,238	0,297	0,831	-0,127	0,130	0,152
DYxYT	0,838	0,414	0,264	0,675	0,253	0,153	0,163
YYxYT	0,932	0,510	0,412	0,783	-0,277	0,187	0,148
Toplam			1,000			1,000	

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 8. Risk Alanı Değişkeni Kategorileri Özet Tablosu

Kategoriler	Kalite	1. Boyut			2. Boyut		
		Koordinat	Mutlak Katkı	Nispi Katkı	Koordinat	Mutlak Katkı	Nispi Katkı
R1	0,939	-0,423	0,275	0,840	0,181	0,078	0,099
R2	0,848	0,078	0,003	0,067	-0,333	0,073	0,781
R3	0,943	-0,103	0,005	0,041	-0,601	0,250	0,902
R4	0,931	0,278	0,039	0,432	-0,373	0,109	0,499
R5	0,999	-0,274	0,017	0,553	-0,306	0,033	0,446
R6	0,559	-0,210	0,003	0,258	0,281	0,007	0,300
R7	0,903	0,247	0,078	0,898	-0,025	0,001	0,006
R8	0,934	0,107	0,001	0,025	0,804	0,090	0,908
R9	0,631	-0,312	0,009	0,458	-0,239	0,008	0,173
R10	0,967	-0,493	0,289	0,946	-0,091	0,015	0,021
R11	0,586	0,119	0,011	0,224	0,189	0,045	0,362
R12	0,951	1,628	0,042	0,904	0,465	0,005	0,048
R13	0,817	0,429	0,071	0,817	0,003	0,000	0,000
R14	1,000	0,226	0,037	0,258	0,478	0,258	0,742
R15	0,949	0,186	0,016	0,938	0,025	0,000	0,011
R16	0,316	-0,155	0,003	0,192	0,155	0,005	0,124
R17	0,853	0,268	0,100	0,813	-0,074	0,012	0,040
R18	0,399	-0,137	0,001	0,074	0,358	0,011	0,326
Toplam			1,000			1,000	

Uyum analizinde kategorilerin (noktalar) değerlendirilmesinde kalite değerleri dikkate alınmaktadır. Kalite değeri, noktanın boyutlardaki nispi değerleri toplamıdır. Yüksek kalite değerine sahip noktalar değişkenler arasındaki ilişkide daha fazla etkiye sahiptir. Ancak hangi noktanın hangi boyut üzerinde daha fazla etkiye sahip olduğunun anlaşılması için noktanın koordinatlarına, mutlak ve nispi katkı değerlerine bakılmalıdır.

Mutlak katkı, boyutların yorumlanmasında kılavuz gibi hizmet etmektedir, nispi katkı ise o noktanın boyut tarafından ne kadar iyi açıklandığının bir göstergesidir. Genellikle noktaların mutlak katkısı büyük iken nispi katkısı da büyük olmaktadır ancak bunun tersi geçerli değildir. Her iki katkı değeri de her zaman pozitif değerler aldığı için noktaların koordinatları incelenerek yorumlanması gerekmektedir (Alpar 2017:379).

Ayrıca grafik yorumlaması yapılırken uyum analizinde satır ve sütun profillerine göre tercih edilen normalleştirme yöntemi büyük öneme sahiptir. Analizde simetrik normalleştirme tercih edilmiştir. Çünkü simetrik normalleştirme ile hem satır hem de sütun profilleri için eş-anlı çözümleme yapılabilmektedir. Bu sayede birbiriyle ilişkili olan satır ve sütun kategorilerinin birlikte temsil edilebileceği ortak alanlar oluşturmak mümkündür. Bu ortak alanlar literatürde simetrik alan olarak anılmaktadır. Ancak bu ortak alanlar yorumlanırken satır ve sütun kategorileri arasındaki mesafeler tanımlanmadığı için farklı değişken kategorilerinin (noktalar) birbirine yakınlığı yorumlanamaz. Bununla birlikte, kategoriler arasındaki yakınlıklar korelasyonun bir göstergesidir. Yani, satır ve sütun noktaları aynı yöne yerleştirilmişse, iki kategori arasındaki korelasyon yüksektir. Başka bir deyişle, satır kategorisindeki göreceli olarak yüksek sayıda gözlem, sütun kategorisinde de nispeten yüksek sayıda gözlem bulunduğunu göstermektedir (Knapp ve Velden, 2009).

Grafik yorumuna geçilmeden önce ilk olarak analizde odaklanılması gereken noktaların (kategorilerin) belirlenmesi için Tablo 7’de sunulan kalite değerleri yani boyutların noktalara katkı değerleri (nispi katkı) ve noktaların boyutlara katkı (mutlak katkı) değerlerinin incelenmesi gerekmektedir.

Noktalar için 1. ve 2. boyuttaki nispi katkı değerleri incelendiğinde toplamlarının 1’e eşit olmadığı görülmektedir. Çünkü toplam eylemsizlik değerinin tamamı 3 boyutta açıklanmaktadır. Ancak analizin iki boyuta indirgenerek değerlendirilmesi sebebi ile nispi katkı değerleri toplamının (kalite değeri) 1’e eşit değildir. Bu durumda noktaların analiz sonucuna uyum iyiliğini yansıtan noktalar için kalite toplamları incelenmiştir.

Gemi risk faktörlerinden her bir kategorinin kalite değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Ancak eksiklik risk alanı değişkeni için kalite değeri düşük olan kategoriler aşağıdaki gibidir.

- R6 - Yük operasyonları ve Ekipmanları (0,559)
- R9 - Çalışma ve Yaşam Koşulları (0,631)
- R11 - Can Kurtarma Araçları (0,586)
- R16 - Güvenlik – ISPS (0,316)
- R18 - Diğer (0,399)

Noktaların boyutlara olan katkıları (mutlak katkıları) incelendiğinde ortalama değerden yüksek olan noktalara daha fazla odaklanması gerekmektedir. Ortalama değer ise bir değişkene ait kategori sayısının 1'e bölümünden elde edilen değerdir (Knapp ve Velden, 2009:1).

Gemi risk faktörü değişkenine ait 4 kategorinin boyutlardaki mutlak katkı değeri (1/4) 0,25 üzerinde olması sebebiyle tüm kategoriler analiz için önemli katkıya sahiptir. Risk alanı kategorilerinden boyutlara katkısı (1/18) 0,056 ortalama değerinin altında kalan kategoriler aşağıdaki gibidir.

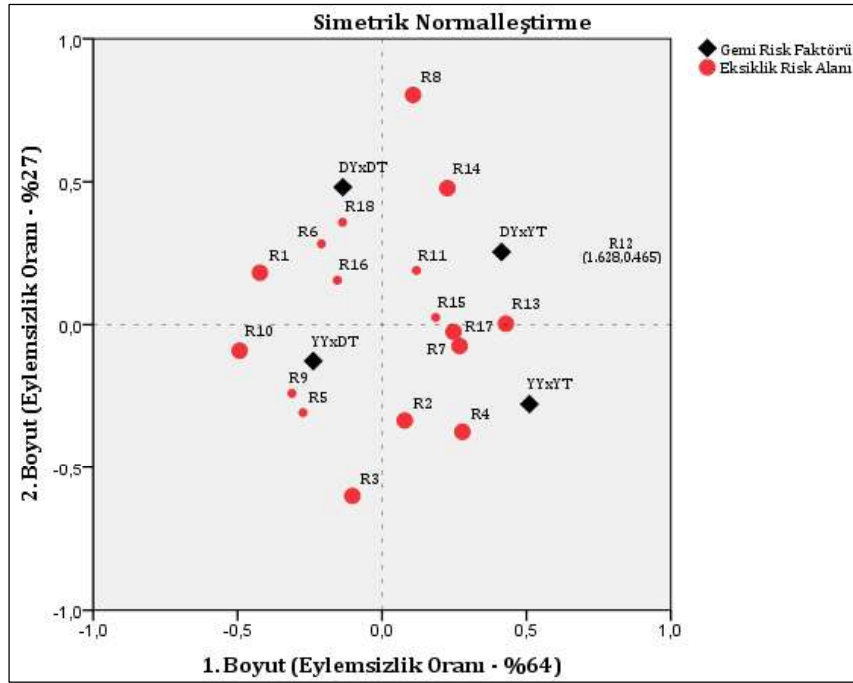
- R5 (Radyo Haberleşmesi),
- R6 (Yük operasyonları ve Ekipmanları),
- R9 (Çalışma ve Yaşam Koşulları),
- R11 (Can Kurtarma Araçları),
- R12 (Tehlikeli Maddeler),
- R15 (Emniyetli Yönetim Sistemi - ISM)
- R16 (Güvenlik – ISPS)
- R18 (Diğer)

Değişkenlerin eş-anlı olarak (simetrik normalleştirme) incelenmesiyle oluşturulan grafik Şekil 2'de sunulmuştur. Gemi risk faktörleri ve risk alanları arasındaki ilişkide önemli katkıya sahip noktalar büyük simgeler ile gösterilmiştir. Grafik üzerinde büyük kırmızı noktalar ortalama değer üzerinde katkıya sahip olan risk alanlarını temsil etmektedir. Katkı değerleri dikkate alınarak, hangi gemi risk faktörlerinin hangi risk alanları ile ilişkisi olduğunu yorumlamak için Tablo 7 değerleri ile Şekil 2'de gösterimi yapılan boyutların (eksen), noktaların ve koordinatlarının incelenmesi gerekmektedir.

Şekil 2'de uyum analizi grafiğinde gemi risk faktörlerinin dört farklı bölgede ayrıştığı görülmektedir. 1. Boyutun taşıdığı anlamın incelenmesi için yatay eksen üzerine gemi risk faktörü noktalarının iz düşümüne bakıldığında; DYxDT (-0,136) ve YYxDT (-0,238) noktaları negatif, DYxYT (0,414) ve YYxYT (0,510) noktaları pozitif değerlerdedir. Dolayısıyla 1. Boyutun gemi tipinden kaynaklanan riskler için daha fazla ayırım yaptığı görülmektedir. 2. Boyutun taşıdığı anlamın incelenmesi için

düşey eksen üzerine gemi risk faktörü noktalarının iz düşümüne bakıldığında; DYxDT (0,481) ve DYxYT (0,253) noktaları pozitif, YYxDT (-0,127) ve YYxYT (0,-277) noktaları negatif değerlerdedir. Dolayısıyla 2. Boyutun gemi yaşından kaynaklanan riskler için daha fazla ayırım yaptığı görülmektedir. Boyutların eylemsizlik oranlarına bakıldığında ise 1. Boyutun %64 ve 2. Boyutun %27 bulunması sebebi ile gemi tipinden kaynaklanan risklerin, risk alanları ile ilişkisinin gemi yaşından kaynaklanan risklere göre daha yüksek olduğu düşünülebilir.

Şekil 2. Gemi Risk Faktörleri ve Risk Alanları Uyum Analizi
Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.



Mutlak ve nispi katkı değeri düşük olan noktalar incelendiğinde; R5, R6, R9, R11, R12, R15, R16 ve R18 risk alanlarının, farklı gemi risk faktörleriyle çok fazla benzerlik göstermediği, dolayısıyla gemiler için ortak risk alanları oluşturduğu görülmektedir. Özellikle nispi katkı değeri düşük olan noktaların orijine daha yakın düşmeleri bunun bir göstergesidir. Ancak bu noktaların gemi risk faktörleri ile farklı bölgelerde toplanması ve birbirine yakın konumlarda olmaları sebebi ile katkıları göz önüne alındığında gemi risk faktörlerine özgü ikincil risk alanı oluşturduğu düşünülebilir.

Noktaların bölgesel benzerlikleri incelendiğinde; iki boyut kesişimi ile oluşan koordinat düzleminin (+,-) bölgesinde yer alan YYxYT gemi risk faktörü ile ilişkisi bulunan R2, R4, R7 ve R17 risk alanların tümünün yüksek katkı değerine sahip olduğu ve birincil risk alanı oluşturduğu görülmektedir. (+,+) bölgesinde yer alan DYxYT gemi risk faktörü ile ilişkisi bulunan risk alanlarından R8, R14 ve R13 katkı değeri yüksek olup birincil risk alanı, R11, R12 ve R15 katkı değeri düşük olup ikincil risk alanı oluşturmaktadır. (+,-) bölgesinde yer alan DYxDT gemi risk faktörü ile ilişkisi bulunan risk alanlarından R1 katkı değeri yüksek olup birincil risk alanı, R6, R16 ve R18 katkı değeri düşük olup ikincil risk alanı oluşturmaktadır. (-,-) bölgesinde yer alan YYxDT gemi risk faktörü ile ilişkisi bulunan risk alanlarından R3 ve R10 katkı değeri yüksek olup birincil risk alanlarını, R5 ve R9 katkı değeri düşük olup ikincil risk alanını oluşturmaktadır. Ayrıca değişkenleri kendi içinde yorumlarken noktanın orijine olan uzaklığına önem kazanmaktadır. Çünkü kategori profillerinin ortalama profilden uzaklaşması sebebiyle noktada o nispette orijinden uzaklaşmaktadır. Yani yorumlanan değişkene ait noktanın diğer değişken için daha fazla öneme sahip olduğunu göstermektedir. Koordinatlar göz önüne alınarak katkı değeri yüksek gemi risk faktörü değişkenine ait noktaların orijine olan mesafesi uzaktan yakına incelendiğinde sırasıyla; YYxYT, DYxDT, DYxYT, YYxDT ve risk alanı değişkeni için sırasıyla; R8, R3, R14, R10, R4, R1, R13, R2, R17 ve R7 olduğu görülmektedir.

Yapılan analiz ışığında gemi risk faktörleri ve risk alanları arasındaki ilişki boyutlar tarafından ayrılan 4 bölgede incelenmiştir. Gemi risk faktörü ve risk alanı değişkenine ait noktaların analize olan katkılarının önem derecesine göre sıralanmasıyla oluşturulan Gemi Denetim Modeli Tablo 9’da sunulmuştur.

Tablo 9. Gemi Risk Faktörleri Temelinde Geliştirilen Denetim Modeli

Gemi Risk Faktörleri			Denetlenmesi Gereken Risk Alanları	
Grup	Gemi Yaşı	Gemi Tipi	Birincil Risk Alanları	İkincil Risk Alanları
4	Yüksek Riskli (YY)	Yüksek Riskli (YT)	R4 (Acil Durum Sistemleri) R2 (Yapısal Kondisyon) R17 (Çalışma Koşulları - MLC 2006) R7 (Yangın Emniyeti)	Diğer Risk Alanları
3	Düşük Riskli (DY)	Düşük Riskli (DT)	R1 (Sertifika & Dokümantasyon)	R6 (Yük operasyonu ve Ekipmanları) R16 (Güvenlik – ISPS) R18 (Diğer) Diğer Risk Alanları
2	Düşük Riskli (DY)	Yüksek Riskli (YT)	R8 (Alarmlar) R14 (Kirlilik Önleme) R13 (Ana ve Yardımcı Makinalar)	R11 (Can Kurtarma Araçları) R12 (Tehlikeli Maddeler) R15 (Emniyetli Yönetim Sistemi - ISM) Diğer Risk Alanları
1	Yüksek Riskli (YY)	Düşük Riskli (DT)	R3 (Su ve Havaya Karşı Kondisyon) R10 (Seyir Emniyeti)	R5 (Radyo Haberleşmesi) R9 (Çalışma ve Yaşam Koşulları) Diğer Risk Alanları

Kaynak: Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Önerilen Gemi Denetim Modeli ile denetlenecek bir gemi için yaş ve tip faktörleri göz önünde bulundurularak denetim seyrinin belirlenmesi mümkündür. Dört grupta incelenen gemi risk faktörleri ve risk alanları arasındaki ilişkinin dikkate alarak gemi denetimlerini aşağıda ayrılan gruplara göre şekillendirilebilir. Önem derecesine göre sıralanan risk alanlarına yoğunlaşarak denetimin şekillendirilmesi denetim verimini arttırabilecektir.

Grup#1. 12 yaş üstündeki düşük riskli gemi tiplerinde denetlenmesi gereken riskli alanlar sırasıyla; (R3) Su ve Havaya Karşı Kondisyon ve (R10) Seyir Emniyeti eksiklik risk alanları, (R5) Radyo Haberleşmesi, (R9) Çalışma ve Yaşam Koşulları ve diğer riskli alanları.

Grup#2. 12 yaş ve altındaki tanker, dökme yük ve yolcu gemi tiplerinde denetlenmesi gereken riskli alanlar sırasıyla; (R8) Alarmlar, (R14) Kirlilik Önleme, (R13) Ana ve Yardımcı Makinalar, R11 (Can Kurtarma Araçları), R12 (Tehlikeli Maddeler), R15 (Emniyetli Yönetim Sistemi - ISM) ve diğer riskli alanları.

Grup#3.12 yaş ve altındaki düşük riskli gemi tiplerinde denetlenmesi gereken riskli alanlar sırasıyla; (R1) sertifika ve dokümantasyon, (R6) Yük operasyonları ve Ekipmanları, (R16) Güvenlik – ISPS, (R18) Diğer eksiklik risk alanları.

Grup#4.12 yaş üstündeki tanker, dökme yük ve yolcu gemi tiplerinde denetlenmesi gereken riskli alanlar sırasıyla; (R4) Acil Durum Sistemleri, (R2) Yapısal Kondisyon, , (R17) Çalışma Koşulları - MLC 2006, (R7) Yangın Emniyeti ve diğer riskli alanlarıdır.

5. SONUÇ

Paris MoU denetim rejimi kapsamında denetlenen gemilerde tespit edilen eksikliklerin, gemi risk faktörleri ve risk alanları ile ilişkisinin incelendiği bu çalışmada; gemi denetimlerinin gemi risk faktörleri doğrultusunda şekillendirilebileceği görselleştirilerek yeni bir denetim modeli geliştirilmiştir. Denetimlerin gemi yaşı ve gemi tipinden kaynaklanan riskler doğrultusunda farklı risk alanlarına odaklanarak yapılması daha etkin ve verimli bir denetimi beraberinde getirebilecektir.

Mevcut denetim rejimi uygulamalarına bakıldığında; elde edilen analiz sonuçlarını desteklediği görülmüştür. Yapılan analizde, denetimin şekillendirilmesinde gemi tipinin gemi yaşından daha fazla öneme sahip olduğu tespit edilmiştir. Paris MoU denetim rejimi kapsamında ise gemi risk profili (Paris MoU, 2018) değerlendirilirken; gemi tipi riskli olması (tanker, dökme yük ve yolcu gemisi) durumunda 2 puan, gemi yaşı riskli (12 yaşından fazla) olması durumunda 1 puan verilmesi analiz sonucunu destekler niteliktedir.

Paris, Tokyo ve Karadeniz MoU denetim rejimleri kapsamında belirli dönemlerde tüm gemiler için uygulanan yoğunlaştırılmış denetim kampanyaları incelendiğinde (Paris MoU, 2019; Tokyo MoU, 2019 ve Karadeniz MoU, 2019) 2017 yılında (R10) Seyir Emniyeti, 2018 yılında (R14) MARPOL Ek-VI ve 2019 yılında (R4) Acil Durum Sistemleri risk alanlarında yoğunlaştırılmış denetimlerin kampanyaları yapılmıştır. Yapılan kampanyalar, analiz neticesinde tespit edilen önemli risk alanlarını destekler niteliktedir. Ancak bu kampanyaların gemi risk faktörleri gözetilmeden, tüm gemiler için aynı risk alanına ve sadece belirli dönemlerde uygulanıyor olması diğer riskli alanlardaki eksikliklerin tespit edilememesine sebep olabilir. Bu çalışma ile gemi risk faktörleri doğrultusunda farklı risk alanlarına odaklanılarak denetimin şekillendirilmesiyle eksikliklerin tespit edilmesinde daha iyi bir hedefleme sağlanabilecektir.

Gemi risk faktörleri ve risk alanları arasındaki ilişkinin incelendiği bu çalışma ile gemi denetimlerine risk tabanlı farklı bir yaklaşım sağlanmıştır. İleriye yönelik planlanan önemli araştırma hedeflerinin ilki; gemi tiplerinin ve gemi yaşının daha detaylı ele alınmasıyla ve diğer risk parametrelerinin dahil edilmesiyle gemilere özgü denetim modeli geliştirilmesidir. İkincisi; geliştirilen denetim modelinin diğer mutabakat zaptları denetim rejimlerinde uygulanması ile her denetimin gemiye özgü bir şekil almasıyla eksikliklerin tespit edilmesinde yol haritası oluşturulmasıdır. Bu sayede gemi denetimlerin de verimliliğin artmasıyla denizlerde can, mal ve çevre emniyetine katkı sağlanabilecektir.

KAYNAKÇA

- Alpar, R. (2017) *Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler*. Ankara: Detay Yayıncılık, 5.Baskı, 347-375.
- Cariou, P., Mejia, Jr MQ. and Wolff, F-C. (2007). An econometric analysis of deficiencies noted in port state control inspections. *Maritime Policy Management*, 34 (3), 243–58.
- Cariou, P., Mejia, Jr MQ. and Wolff, F-C. (2008a). On the effectiveness of port state control inspections. *Transportation Research*, 44 (3), 491–503.
- Cariou P, Mejia Jr MQ, Wolff F-C. (2008b). Port state control inspection and vessel detention, Port State Control. *Maritime Safety, Security and Piracy*, London: Informa LLP, 153–68.
- Cariou, P., Mejia, Jr MQ. and Wolff, F-C. (2009). Evidence on target factors used for port state control inspections. *Maritime Policy Management*, 33 (5), 847–59.
- Cariou, P. and Wolff, F-C. (2010). Do port state control inspections influence flag and class hopping phenomena in shipping? *Transport Economics and Policy*, 45 (2), 155–77.
- Cariou, P. and Wolff, F-C. (2012). Port state control deficiencies. *Maritime Economics*, Oxford: Blackwell Publishing, 656–673.
- Cariou, P. and Wolff, F-C. (2015). Identifying substandard vessels through port state control inspections: a new methodology for concentrated inspection campaigns. *Maritime Policy*, 60 (5), 27-39.
- Clausen, S.E. (1998). *Applied Correspondence Analysis: An Introduction*, Sage University, 07-121.

Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), (2014). *Ship inspection decision support system (SIDSS)*. Port State Control Report.

<https://www.amsa.gov.au/file/1538/download?token=vTUV6Eg6>, Erişim Tarihi: 08.06.2019

Garson, G.D. (2008). *Correspondence Analysis*. NC: Statistical Associates Publishers. ISBN: B00B0P0WB6

Higgs, N.T. (1990). Practical and innovative uses of correspondence analysis. *The Statistician*, 40, 183-194.

Hoffman, D.L. and Franke, G.R. (1986). Correspondence analysis: graphical representation of categorical data in marketing research. *Journal of Marketing Research*, 23, 213–217.

Jin D, Kite-Powell H. and Talley W.K. (2008). US ship accident research, in Talley WK (Ed.), *Maritime Safety, Security and Piracy*. 55-71, London: Informa LLP.

Johnson, R.A. and Wichern, D.W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis*, New Jersey: Sixth ed. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, 716–726.

Karadeniz MoU (2019). *Concentrated Inspection Campaign (CIC)*, <http://www.bsmou.org/category/docs/cic/> Erişim Tarihi: 03.10.2019

Knapp, S.(2007). *The econometrics of maritime safety - recommendation to enhance safety at sea*, Doktora Tezi, Erasmus Üniversitesi, Rotterdam.

Knapp, S. and Franses, P-H. (2007). A global view of port state control: econometric analysis of the differences across port state control regimes. *Maritime Policy Management*, 34 (5), 453–84.

Knapp S. and Franses, P-H. (2008). Econometric analysis to differentiate effects of various ship safety inspections. *Maritime Policy*, 32 (4), 653-662.

Knapp, S. and Velden, M. (2009). Visualization of differences in treatment of safety inspections across port state control regimes: a case for increased harmonization efforts. *Transport Reviews*, 29 (4), 499-514.

Li, K.X., Tapiero, C.S. and Yin J. (2009). Optimal inspection policy for port state control (PSC). In: *Proceedings of the International Association of Maritime Economists Conference*, Copenhagen.

Lu, S., Mei, P., Wang, J. and Zhang, H. (2012). Fatality and influence factors in high-casualty fires: A correspondence analysis. *Safety Science*, 50 (4), 1019-1033, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2011.12.006>.

Onyemejor V.I. (2015). *Relationship between maritime logistics performance and international trade competitiveness: A case study of Nigeria in Central West African cluster of countries*. World Maritime University Dissertations. https://commons.wmu.se/all_dissertations/503/, Erişim Tarihi:10.04.2019.

Paris MoU, (2018). *Port State Control and Annexes*, <https://www.parismou.org/system/files/Paris%20MoU%2C%20including%2041st%20amendment.pdf>, Erişim Tarihi:01.04.2019

Paris MoU, (2019). *Concentrated Inspection Campaign (CIC)*, <https://www.parismou.org/publications-category/cic-results>, Erişim Tarihi: 03.10.2019.

Perepelkin, M., Knapp, S., Perepelkin, G. and de Pooter, M. (2010). An improved methodology to measure the flag performance for the shipping industry. *Maritime Policy*, 34 (3), 395-405.

Piniella, F. and Rodriguez-Diaz, E. (2012). The new inspection regime of the Paris Mou on port state control: improvement of the system. *Journal of Maritime Research*, 9 (1), 9-16.

THETIS veri tabanı (2019). *European Maritime Safety Agency (EMSA) Ship Inspection Database*, <https://portal.emsa.europa.eu/web/thetis/inspections>, Erişim Tarihi: 06.06.2019

Tokyo MoU (2019). *Concentrated Inspection Campaign (CIC)*, http://www.tokyo-mou.org/publications/CIC_results.php, Erişim Tarihi: 03.10.2019

Yu, Y., Zhao, Y. and Chang, Y.C. (2018). challenges to the primary jurisdiction of flag states over ships, *Ocean Development & International Law*, 49 (1), 85-102.