



Gemilerde Elektro-Teknik Zabiti Olarak Çalışacak Kişiler için Mesleki Yeterlik Ölçütlerinin Bulanık AHP Yöntemiyle Değerlendirilmesi

Nebi GEDİK

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Türkiye, ngedik@ktu.edu.tr

Öz

Son yıllardaki teknolojik gelişmeler ve bu gelişmelerin denizcilik sektörüne yansımalarıyla gemilerde elektro-tekniik zabiti olarak çalışacak kişilerin fonksiyonu ve dolayısıyla da bu kişilerden beklenen nitelikler artmıştır. Bu çalışmada, gemilerde elektro-tekniik zabiti olarak çalışacak kişilerin, görevlerini başarılı bir şekilde yerine getirmelerinde etkili olacak mesleki yeterliklerinin uzman görüşleri doğrultusunda önem sıralaması araştırılmıştır. Çalışmada, yeni STCW kuralları çerçevesinde elektro-tekniik zabitlerinden beklenen mesleki yeterlik ölçütleri tespit edilmiştir. Daha sonra bu ölçütler ana ölçütler ve alt ölçütler olarak kategorize edilmiştir. Belirlenen yeterlik ölçütlerinin birbirleriyle olan ilişkileri ve önem dereceleri, bulanık AHP yönteminin ele alındığı bir model yaklaşım ile belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, gemilerde elektro-tekniik zabiti olarak görev yapacak kişilerin görevlerini başarıyla yerine getirmelerinde en büyük etken olarak bakım ve arıza bulma/giderme konularındaki bilgi ve becerilerinin olduğu bilgisine ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Denizcilik, Elektro-Tekniik Zabiti, Mesleki Yeterlik, Bulanık AHP.

Assessment of The Importance of Competence Criteria for Persons Who Will Work as Electro-Technical Officer On Board

Abstract

With the development of technology and its reflection on the maritime industry, the importance of electro-technical officers who will work in the marine sector has increased. In line with this increasing importance, in this study, an order of the importance of effective competencies in the success of electro-technical officers who will work on ships is investigated in line with expert opinions. Firstly, the main competence criteria expected from the electric stewardship within the framework of the new STCW rule are identified and then an order of importance for competence criteria is put forward by referring to expert opinions. The relevance of the determined competence criteria to each other and importance ratings are determined by the fuzzy AHP method. According to the results, the most important factors in the success of those who will serve as the electro-technical officers are knowledge and the skills of maintenance and troubleshooting.

Keywords: Maritime, Electro-Technical Officer, Competence Criteria, Fuzzy AHP.

1. Giriş

Denizcilik sektöründe çalışacak kişilerin eğitimi ve öğretimi dolayısıyla da eğitim ve öğretimin sürekliliği için belirlenen yeterlikler ve sertifika sistemi her zaman önemli olmuştur. Teknolojinin gelişmesi ve bu gelişmenin denizcilik sektörüne yansımalarıyla da denizcilerin eğitim ve öğretimi yeni boyut kazanmıştır. Çünkü teknolojiye adapte olmaları için yenilikleri kapsayacak güncel mesleki bilgi ve beceriye sahip olmalarını gerektirmiştir [1, 2]. Dolayısıyla denizcilik kanunlarında düzenlemeye gidilmiştir [3]. Denizcilik sektörünün gelişen teknolojiye adapte olmasında temel amaç, daha emniyetli, daha güvenli, daha hızlı ve daha ekonomik olarak seferlerin gerçekleştirilmesidir. Ancak bu amaca ulaşmanın önemli unsuru ise denizcilerdir. Teknolojiyle kazanılan olumlu gelişmeler, onu kullanan yetkisiz ve bilgisiz insan unsuruyla hedefine ulaşamayacaktır [4, 5]. Denizcilik sektöründeki genel gelişmelerin doğrultusunda elektro-tekniğin zabitliği de gelişerek daha etkin bir role sahip olmaktadır. Öyle ki, elektro-tekniğin zabitlerinin mesleki yeterliklerinin güncellenmesine ihtiyaç duyulmuştur. Bu ihtiyaç karşısında ilk adım IMO [6] tarafından elektro-tekniğin zabitleri için uluslararası yeni standartların getirilmesidir [7].

İhtiyaç duyulan değişimin temelinde teknolojiyle birlikte gemilerdeki elektrik ve elektronik aksamın da gelişmesi yatmaktadır. Elektrik ve elektronik ekipmanlardaki gelişmeler, beraberinde bu ekipmanların hem kurulum karmaşıklığını hem de bakım ve arıza tespiti karmaşıklığını getirmektedir [3]. Teknolojik gemilerde ihtiyaç duyulan güç daha fazladır. Bu ihtiyacın sorunsuz karşılanması için gücün üretilmesi, dağıtılması ve kontrol edilmesinden sorumlu personelin uygun beceri ve niteliğine sahip olması gerekir. Uygun beceri ve niteliğe sahip çalışanlarla insan hatasından kaynaklanan

olumsuzluklar en aza indirilebilir.

Bu çalışmada, güncel yeterlik standartları ve uzman görüşleri göz önünde bulundurularak elektro-tekniğin zabiti olarak çalışacak kişilerin görevlerinde başarılı olmalarında hangi mesleki bilgi ve beceri gerekliliklerinin daha etkili olduğu araştırılmıştır. Teknolojik yeniliklerinde etkisiyle gemilerde elektro-tekniğin zabiti olarak çalışacak kişilerin, elektrik enerjisinin üretiminden haberleşme sistemlerine kadar oldukça kapsamlı bir sorumluluk alanı oluşmuştur. Öyle ki elektrik-elektronik eğitiminde mevcut olan hemen hemen bütün anabilim dallarını (elektrik, elektronik, kontrol ve kumanda, elektrik makineleri vb.) içeren kapsamlı bir bilgi birikimi gerektirmektedir. Çalışmada, bu kapsamlı bilgi ve beceri gereksinimlerinin (makalenin kalan kısmında yeterlik ölçütleri olarak ifade edilecektir) hangilerinin gemilerde operasyonel emniyet ve verimlilik için daha etkili olduğunun araştırıldığı bir bulanık AHP modeli sunulmaktadır. Elde edilecek etkili olma dereceleri, gemide elektro-tekniğin zabiti olarak görev yapacak kişiler için sahip oldukları ölçütler üzerinden başarılı olma durumları ile ilgili bir ön değerlendirme sunacaktır. Çalışma, ülkemizde doğrudan bu alana yönelik eğitim sistemi bulunmayan, elektro-tekniğin zabiti olarak çalışacak kişilerin mesleki gelişmelerine yön vererek daha etkin ve başarılı olmalarında yol gösterici olacaktır. Ayrıca, kalitenin artırılmasında ve bir elektro-tekniğin zabitinin nasıl yetişmesi gerektiği konusunda da katkı sağlayacaktır.

2. Literatür Özeti

Bulanık AHP modeli denizcilik alanında farklı amaçlar için yaygınca kullanılmaktadır. Beşikçi ve arkadaşları [8] bulanık AHP yöntemi kullanarak çevresel ve ekonomik açıdan önemli olan gemilerde yakıt tüketiminin düşürülmesi için alınabilecek operasyonel önlemlerin öncelik

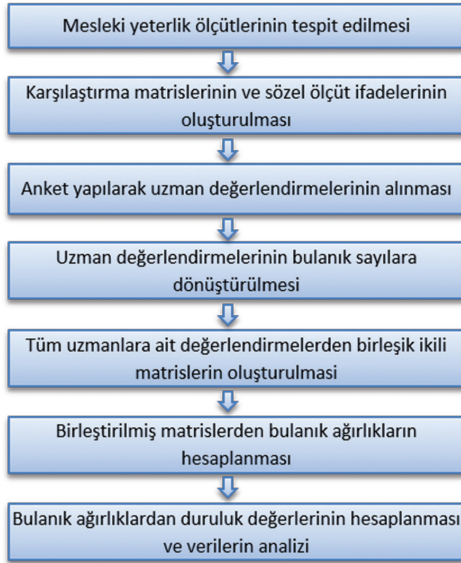
sıralamasını yapmışlardır. Çalışmada, IMO tarafından kabul edilen gemi enerji verimliliği yönetim planı kapsamındaki operasyonel önlemlerin her birinin amaç doğrultusundaki etkileri (önem dereceleri) araştırılmıştır. Uğurlu [9] yaptığı çalışmada bulanık AHP yöntemi kullanarak vardiya zabitlerinin kendileri için en uygun gemi tipini belirlemelerinde yardımcı olacak bir model çalışmıştır. Çalışmada dökme yük, kargo, tanker, konteyner, RoRo ve RoPax gemileri ideal gemi tipi olarak ele alınmış ve bir vardiya zabitanın çalışacağı gemiyi seçerken göz önünde bulundurduğu ölçütler üzerinden bulanık AHP yöntem uygulaması gerçekleştirilmiştir. Alarcin ve arkadaşları [10] gemi dizel makinesi yardımcı sistemleri üzerinden arıza tespiti için bulanık AHP ve TOPSIS yöntemlerinin kullanıldığı bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Soğutma, yağlama yağı, governör, hava tedarik ve yakıt yardımcı sistemleri arasından ana makine arızası tespitinde en etkili sistem olarak yakıt sistemi bulunmuştur. Keçeci ve arkadaşları [11] gemi zabitlerinin performans değerlendirmesini bulanık AHP modeliyle gerçekleştirmektedir. Şirketlerin göz önünde bulundukları ölçütler üzerinden sunulan model ile yöneticilerin daha iyi ve sağlıklı karar vermelerinde yardımcı olmak hedeflenmiştir. Özkök [12] çalışmasında tersanelerde çalışacak kaynakçıların seçimi için bulanık AHP yöntemini kullanmaktadır. Bu sayede, tersanelerin kaynakçı seçimindeki tercih ölçütlerinin anlaşılması ve kaynakçı olarak çalışacak kişilerinde yeterliklerini sorgulaması için bir kılavuz oluşturmak hedeflenmiştir.

Elektro-teknik zabitleri üzerine literatürde sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Genel olarak yapılan çalışmalar değişen yeterlikler ve denizcilik eğitim ve öğretimindeki ilerlemeler çerçevesinde elektro-teknik zabitlerinin durum analizini içermektedir. Mindykowski [13] çalışmasında, yeni yeterlikleri göz

önünde bulundurarak bu yeterliklerin uygulanması için gereken araçlarında ele alındığı STCW konvansiyonun yapısını irdelemektedir. Çalışma, değişen yeterlikler çerçevesinde elektro-teknik zabitlerinin profesyonel kariyer gelişimleri üzerine yeni kuralların etkisinin incelendiği Polonya durum çalışmasını içermektedir. Wyszowski ve arkadaşı [14] STCW'nin A bölümünde ele alınan elektrik, elektronik ve kontrol mühendisliği görevleriyle ilgili yeni yeterlikler ve bu yeterliklerin denizcilik eğitim ve öğretimini nasıl etkileyeceği üzerine bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Liu ve arkadaşları [15] STCW değişiklikleri doğrultusunda elektro-teknik zabitlerinin artan önemi ve bu durumun denizcilik otoriteleri, şirketler ve eğitim-öğretim üzerine etkilerinin analiz edildiği bir çalışma yapmışlardır. Yine Mindykowski [3] bir diğer çalışmada elektro-teknik zabitleri için minimum yeterlik standartlarını ele almakta ve neden bu standartlara ihtiyaç duyulduğu ve uygulanması gerektiğinin analizini yapmaktadır.

3. Metodoloji

Bu çalışmada, gemilerde elektro-teknik zabiti olarak çalışacak kişiler için yeterlik ölçütlerinin önem dağılımları analiz edilmektedir. Analiz için sözel ölçekli anket hazırlanarak uzman görüşlerine başvurulmuştur. Bu doğrultuda en son yayınlanan IMO standartları ve literatürdeki çalışmaların kapsamlı bir şekilde incelenmesi ve araştırılmasıyla elektro-teknik zabitlerinin yeterlik ölçütleri beş ana başlık ve alt başlıklar halinde belirlenmiştir. Daha öncede ifade edildiği gibi gemilerde elektro-teknik zabiti olarak çalışacak kişiler için mesleki yeterlikler, elektrik-elektronik eğitiminde mevcut olan hemen hemen bütün anabilim dallarını içermekte ve kapsamlı bir bilgi birikimini gerektirmektedir. Bu durum, ölçütlerin çok kapsamlı ve katkılarının değişik boyutlarda olmasına sebep olmaktadır. Bu



Şekil 1. Çalışmada Gerçekleştirilen İşlem Adımları

tarz karmaşık ve uzman kişilerin görüşüne ihtiyaç duyulan sistemlerde ideal çözüm için çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılmaktadır [16,17,18,19,20,21]. Belirsizlik durumlarının temsil edilmesinde ise bulanık mantık insan mantığına çok yakın bir model olarak ön plana çıkmaktadır. Çünkü karar verme durumunda olan

uygulanmıştır. Model, elektro-teknik zabıterleri için tespit edilen ve ana ve alt ölçütler olarak kategorize edilen ölçütlerin kendi aralarındaki nedensel ilişkilerini ve önem sıralarını tespit etmektedir. Çalışmada gerçekleştirilen işlem adımları Şekil 1’de özetlenmektedir. Yapılan çalışma Türk ticaret gemilerinde çalışacak olan elektro-teknik zabıterleriyle kısıtlıdır.

3.1. Bulanık AHP

Ana ve alt ölçütlerin tespit edilmesinden sonra anket çalışması için literatürdeki örnekler doğrultusunda bulanık sayılar ve bulanık sayılara karşılık sözel ölçek terimleri oluşturulmuştur. İkili karşılaştırma ölçek matrisi kullanılarak hazırlanan anket aracılığıyla uzman görüşleri elde edilmiştir. Uzman görüşüne sunulan bulanık karar matrisi aşağıdaki gibidir;

$$\tilde{K}_i = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{k}_{12} & \dots & \tilde{k}_{1n} \\ \tilde{k}_{21} & 1 & \dots & \tilde{k}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \tilde{k}_{m1} & \tilde{k}_{m2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Burada \tilde{K}_i , i 'yinci uzmana ait bulanık karar matrisidir. Karar matrisinin oluşturulmasında kullanılan sözel ölçek ifadeleri, \tilde{k}_{mn} , ise aşağıdaki gibidir;

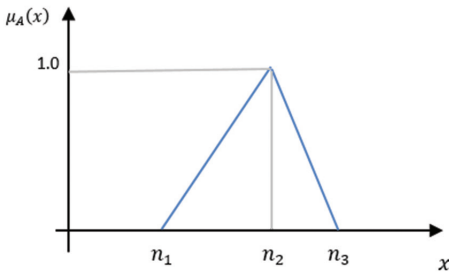
$$\tilde{k}_{mn} \begin{cases} \text{Satırdaki ölçüt stündaki ölçütten daha önemliyse,} \\ \text{Satırdaki ölçüt stündaki ölçüt ile aynı öneme sahipse,} \\ \text{Stündaki ölçüt satırdaki ölçütten daha önemliyse,} \end{cases} \begin{cases} \text{Satırdaki stündan kesinlikle önemli} \\ \text{Satırdaki stündan çok önemli} \\ \text{Satırdaki stündan oldukça önemli} \\ \text{Satırdaki stündan biraz daha önemli} \\ \text{Satırdaki ve stündaki eşit öneme sahip} \\ \text{Stündaki satırdan biraz daha önemli} \\ \text{Stündaki satırdan oldukça önemli} \\ \text{Stündaki satırdan çok önemli} \\ \text{Stündaki satırdan kesinlikle önemli} \end{cases} \quad (2)$$

kişiler için değerlendirmede kesin ifadeler yerine aralıklı ifadeler kullanmak daha iyi fikir aktarımı sunmaktadır. Dolayısıyla bulanık mantık kullanılarak alınan kararlar daha isabetli olmaktadır. Bu nedenle, çok kriterli karar verme uygulamalarından olan AHP yönteminin bulanık mantık ile birlikte kullanıldığı bir model yaklaşımı

Uzmanlardan elde edilen sözel ölçekli değerlendirme verileri hesap işlemleri için bulanık sayılara dönüştürülmüştür. Bulanık sayılar, bir üyelik fonksiyonuyla temsil edilmektedir ve bulanık sayıların üyelik dereceleri [0,1] aralığında tanımlanmıştır [22]. Bulanık sayılar aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} n_1 \leq x \leq n_2, \text{ ise} & (x - n_1)/(n_2 - n_1) \\ n_2 \leq x \leq n_3, \text{ ise} & (n_3 - x)/(n_3 - n_2) \\ x > n_3 \text{ veya } x < n_1, \text{ ise} & 0 \end{cases} \quad (3)$$

Burada $\mu_A(x)$ üyelik fonksiyonudur ve n_1, n_2, n_3 ise sırasıyla alt sınır, orta değer ve üst sınırı ifade etmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Üçgensel Bulanık Sayılar

Bulanık sayılara dönüştürülen uzman değerlendirmeleri ağırlıklı ortalama uygulanarak bir araya getirilir ve birleştirilmiş ikili matrisler ana ve alt ölçütler için oluşturulur. Birleştirilmiş ikili matris tanımı aşağıdaki gibidir;

$$\tilde{K} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{k}_{12} & \dots & \tilde{k}_{1n} \\ \tilde{k}_{21} & 1 & \dots & \tilde{k}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \tilde{k}_{m1} & \tilde{k}_{m2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Burada \tilde{K} birleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisidir.

Elde edilen matrislerden ağırlıkların tespit edilmesinde Buckley bulanık AHP yöntemi kullanılmaktadır. Yönteme ait ifadeler aşağıdaki gibidir;

$$\tilde{r}_i = (\tilde{k}_{i1} \otimes \tilde{k}_{i2} \otimes \dots \otimes \tilde{k}_{in})^{1/n} \quad (5)$$

$$\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \otimes (\tilde{r}_1 + \tilde{r}_2 + \dots + \tilde{r}_n)^{-1} \quad (6)$$

Burada \tilde{k}_{in} , i 'yinci satır ölçütünün n 'yinci sütun ölçütüyle karşılaştırmasının bulanık değeridir. \tilde{r}_i , i 'yinci satır ölçütünün her bir sütun ölçütüyle karşılaştırması sonucu elde

edilen bulanık karşılaştırma değerlerinin geometrik ortalamasıdır. \tilde{w}_i ise bulanık ağırlıkları ifade etmektedir.

Bulanık ağırlıkların duruluk (crisp) değerlerine dönüştürülmesinde ortalama değer yöntemi kullanılmıştır;

$$d_i = \frac{n_1+n_2+n_3}{3} \quad (7)$$

Burada d_i , i 'yinci ölçütün duruluk değeridir. Sonuçların daha anlaşılır olması için normalleştirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Normalleştirme için uygulanan yöntem aşağıdaki gibidir;

$$d_{Ni} = \frac{a_i}{\sum_j^n a_i} \quad (8)$$

Burada d_{Ni} , i 'yinci ölçütün (ana ölçütler veya alt ölçütler) normalize duruluk değeridir. n ise ölçüt (ana ölçüt veya alt ölçüt) sayısıdır.

Görelî ağırlık değerlerinin ve görelî duruluk değerlerinin hesaplanmasında aşağıdaki denklemler kullanılmıştır.

$$(\tilde{w}_G)_i^{altk} = (\tilde{w})^{ak} \otimes (\tilde{w})_i^{altk} \quad (9)$$

$$(\tilde{d}_G)_i^{altk} = (\tilde{d}_N)^{ak} \otimes (\tilde{d}_N)_i^{altk} \quad (10)$$

Burada $(\tilde{w}_G)_i^{altk}$ ve $(\tilde{d}_G)_i^{altk}$ sırasıyla i 'yinci alt ölçütlerin görelî ölçüt ağırlıkları ve görelî duruluk ağırlıklarıdır. Üst ifade olarak kullanılan "altk" değer'in alt ölçütlere ait olduğunu "ak" ise değer'in ana ölçüte ait olduğunu belirtmektedir.

4. Bulanık AHP Uygulaması ve Bulgular

Yeterlik ölçütleri sıralaması için hazırlanan anketler, gemilerde uzun yıllar görev yapmış bilgi ve becerisine güvenilen beş uzmanın (Tablo 1) değerlendirmesine sunulmuştur. Uzman değerlendirmeleri

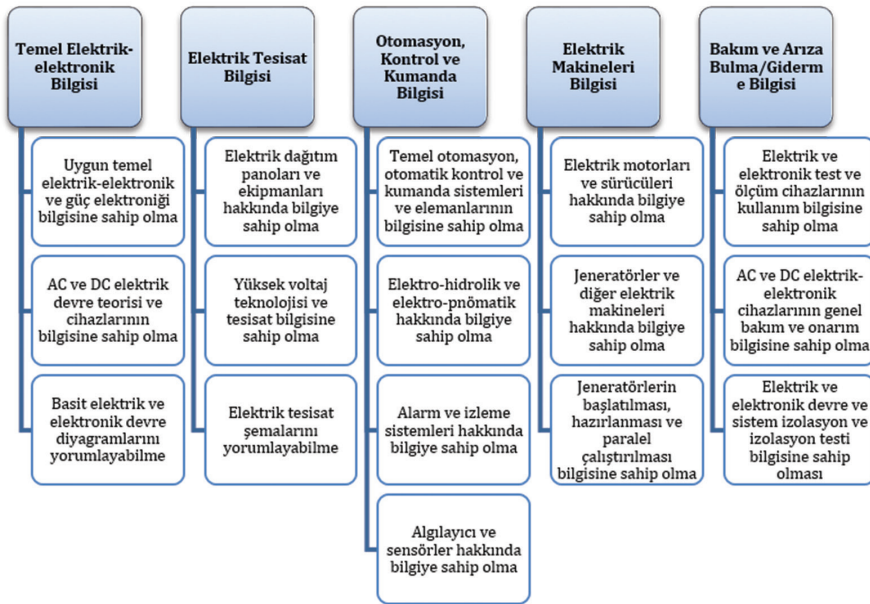
toplanarak ölçütlere ait ağırlıklar belirlenmiştir. Elektro-teknik zabiti olarak gemilerde çalışacak kişilerin görevlerini başarılı bir şekilde yürütmelerinde etken olacak ana ve alt ölçütler Şekil 3'de gösterilmektedir. Ana ölçütler, elektrik tesisat bilgisi, otomasyon, kontrol ve

[23]. Uzmanlar, belirtilen sözel ölçek ifadeleri üzerinden deneyimlerine göre değerlendirmelerini yapmışlardır. Bu değerlendirmelerden Uzman 1'e ait değerlendirme matrisi Tablo 3'de gösterilmektedir.

Yapılan değerlendirmeler sözel ölçek

Tablo 1. Çalışmaya Katkı Sağlayan Uzman Bilgileri

	Mevcut Seviyesi	Tecrübesi (yıl)	Görev Durumu
Uzman 1	Uzak yol kaptanı	(10)	Aktif görevde değil
Uzman 2	Başmühendis	(8)	Aktif görevde
Uzman 3	İkinci mühendis	(6)	Aktif görevde değil
Uzman 4	Elektro-teknik zabiti	(8)	Aktif görevde
Uzman 5	Elektro-teknik zabiti	(4)	Aktif görevde



Şekil 3. Çalışmada Kullanılan Ana ve Alt Ölçütler

kumanda bilgisi, elektrik makineleri bilgisi ve bakım ve arıza bulma/giderme bilgisidir.

Yapılan anket çalışmasında sözel ölçekleme kullanılmıştır. Kullanılan sözel ölçek ifadeleri ve karşılık gelen bulanık değerler Tablo 2'de gösterilmektedir

formatından üçgensel bulanık sayılara aktarılmaktadır. Yine Uzman 1'e ait ana ve alt ölçütler için değerlendirme matrisinin üçgensel bulanık sayılara dönüştürülmüş değerleri sırasıyla Tablo 4,5,6,7,8,9'da gösterilmektedir.

Tablo 2. Çalışmada Kullanılan Sözel Ölçek İfadeleri ve Karşılık Gelen Bulanık Değerler

Sözel Ölçek İfadeleri	Bulanık Sayılar	Bulanık Sayıların Tersleri
Eşit önemli	(1,1,1)	(1,1,1)
Biraz daha önemli	(1,3,5)	(0.2,0.33,1)
Oldukça önemli	(3,5,7)	(0.14,0.2,0.33)
Çok önemli	(5,7,9)	(0.11,0.14,0.2)
Kesin önemli	(7,9,11)	(0.09,0.11,0.14)

Tablo 3. Uzman 1'e Ait Ana Ölçütlerin Sözel Ölçekte Değerlendirme Matrisi Tablosu

	TEEB	ETB	OKKB	EMB	BAGB
TEEB	-	Satır biraz önemli	Satır-sütun eşit önemli	Satır biraz önemli	Sütun çok önemli
ETB		-	Sütun oldukça önemli	Sütun biraz önemli	Sütun çok önemli
OKKB			-	Satır biraz önemli	Sütun çok önemli
EMB				-	Sütun oldukça önemli
BAGB					-
Temel elektrik-elektronik bilgisi	TEEB				
Elektrik tesisat bilgisi	ETB				
Otomasyon, kontrol ve kumanda bilgisi	OKKB				
Elektrik makineleri bilgisi	EMB				
Bakım ve arıza giderme bilgisi	BAGB				

Tablo 4. Uzman 1'e Ait Ana Ölçütlerin Bulanık Sayılarla Değerlendirme Matrisi Tablosu

	TEEB	ETB	OKKB	EMB	BAGB
TEEB	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1,3,5)	(0.11,0.14,0.20)
ETB	(0.20,0.33,1)	(1,1,1)	(0.14,0.20,0.33)	(0.20,0.33,1)	(0.11,0.14,0.20)
OKKB	(1,1,1)	(3,5,7)	(1,1,1)	(1,3,5)	(0.11,0.14,0.20)
EMB	(0.20,0.33,1)	(1,3,5)	(0.20,0.33,1)	(1,1,1)	(0.14,0.20,0.33)
BAGB	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(1,1,1)

Tablo 5. Uzman 1'e ait TEEB Alt Ölçütlerinin Bulanık Sayılarla Değerlendirme Matrisi Tablosu

	TEEB1	TEEB2	TEEB3
TEEB1	(1,1,1)	(1,1,1)	(3,5,7)
TEEB2	(1,1,1)	(1,1,1)	(3,5,7)
TEEB3	(0.14,0.2,0.33)	(0.14,0.2,0.33)	(1,1,1)

Tablo 6. Uzman 1'e Ait ETB Alt Ölçütlerinin Bulanık Sayılarla Değerlendirme Matrisi Tablosu

	ETB1	ETB2	ETB3
ETB1	(1,1,1)	(1,3,5)	(0.09,0.11,0.14)
ETB2	(0.2,0.33,1)	(1,1,1)	(0.09,0.11,0.14)
ETB3	(7,9,11)	(7,9,11)	(1,1,1)

Tablo 7. Uzman 1'e Ait OKKB Alt Ölçütlerinin Bulanık Sayılarla Değerlendirme Matrisi Tablosu

	OKKB1	OKKB2	OKKB3	OKKB4
OKKB1	(1,1,1)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)
OKKB2	(0.14,0.2,0.33)	(1,1,1)	(0.2,0.33,1)	(1,3,5)
OKKB3	(0.14,0.2,0.33)	(1,3,5)	(1,1,1)	(3,5,7)
OKKB4	(0.14,0.2,0.33)	(0.2,0.33,1)	(0.14,0.2,0.33)	(1,1,1)

Tablo 8. Uzman 1'e Ait EMB Alt Ölçütlerinin Bulanık Sayılarla Değerlendirme Matrisi Tablosu

	EMB1	EMB2	EMB3
EMB1	(1,1,1)	(3,5,7)	(5,7,9)
EMB2	(0.14,0.2,0.33)	(1,1,1)	(1,1,1)
EMB3	(0.11,0.14,0.2)	(1,1,1)	(1,1,1)

Tablo 9. Uzman 1'e Ait BAGB Alt Ölçütlerinin Bulanık Sayılarla Değerlendirme Matrisi Tablosu

	BAGB1	BAGB2	BAGB3
BAGB1	(1,1,1)	(0.11,0.14,0.2)	(1,1,1)
BAGB2	(5,7,9)	(1,1,1)	(3,5,7)
BAGB3	(1,1,1)	(0.14,0.2,0.33)	(1,1,1)

Daha önce de belirtildiği gibi beş uzman değerlendirmesi sonucu elde edilen bulanık değerler bir araya getirilerek birleşik karşılaştırma matrisleri ana ve alt ölçütler için ayrı ayrı yapılmıştır. Tüm uzmanlara ait birleşik ana ölçütler değerlendirme matrisi Tablo 10'da gösterilmektedir.

Birleşik değerlendirme matrislerinin oluşturulmasından sonra bulanık ağırlıklar ve duruluk değerleri ve bu değerlerin görece karşılıkları Buckley bulanık AHP yöntemine göre hesaplanmıştır. Elde edilen önem değerleri Tablo 11'de gösterilmektedir.

Tablo 10. Tüm Uzmanlara Ait Ana Ölçütlerin Birleşik Karşılaştırma Matrisi Tablosu

	TEEB	ETB	OKKB	EMB	BAGB
TEEB	(1,1,1)	(0.782,1.332,2.027)	(0.95,1.304,1.615)	(2.371,4.663,6.765)	(0.397,0.673,0.931)
ETB	(0.493,0.750,1.277)	(1,1,1)	(0.519,0.997,1.518)	(0.724,1.243,1.903)	(0.268,0.314,0.391)
OKKB	(0.619,0.766,1.053)	(0.658,1.002,1.925)	(1,1,1)	(0.609,1.243,2.250)	(0.131,0.182,0.313)
EMB	(0.147,0.214,0.421)	(0.525,0.804,1.379)	(0.444,0.804,1.641)	(1,1,1)	(0.150,0.221,0.411)
BAGB	(1.073,1.484,2.516)	(2.551,3.179,3.729)	(3.185,5.474,7.624)	(2.427,4.523,6.651)	(1,1,1)

Tablo 11. Ana ve Alt Ölçütlerin Bulanık Ağırlıkları ve Duruluk Değerleri

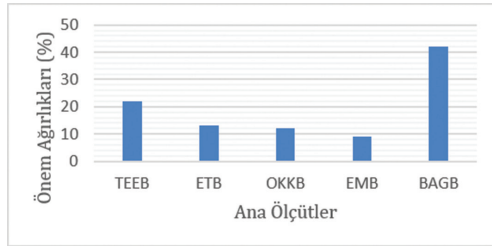
Ana ve Alt Ölçütler	Bulanık Ağırlıklar	Görelî Bulanık Ağırlıklar	Duruluk Değerleri	Görelî Duruluk Değerleri
Temel elektrik-elektronik bilgisi	(0.11,0.23,0.43)		0.22	
Uygun temel elektrik-elektronik ve güç elektroniği bilgisine sahip olma (TEEB1)	(0.25,0.46,0.78)	(0.02,0.11,0.34)	0.45	0.10
AC ve DC elektrik devre teorisi ve cihazlarının bilgisine sahip olma (TEEB2)	(0.24,0.37,0.59)	(0.02,0.08,0.26)	0.37	0.09
Basit elektrik ve elektronik devre diyagramlarını yorumlayabilme (TEEB3)	(0.09,0.15,0.28)	(0.01,0.03,0.12)	0.16	0.04
Elektrik tesisat bilgisi	(0.06,0.13,0.25)		0.13	
Elektrik dağıtım panoları ve ekipmanları hakkında bilgiye sahip olma (ETB1)	(0.22,0.35,0.55)	(0.01,0.04,0.14)	0.35	0.05
Yüksek voltaj teknolojisi ve tesisat bilgisine sahip olma (ETB2)	(0.06,0.09,0.16)	(0.01,0.01,0.04)	0.09	0.01
Elektrik tesisat şemalarını yorumlayabilme (ETB3)	(0.35,0.54,0.83)	(0.02,0.07,0.21)	0.54	0.07
Otomasyon, kontrol ve kumanda bilgisi	(0.06,0.11,0.25)		0.12	
Temel otomasyon, otomatik kontrol ve kumanda sistemleri ve elemanlarının bilgisine sahip olma (OKKB1)	(0.28,0.58,1.07)	(0.01,0.062,0.27)	0.55	0.07
Elektro-hidrolik ve elektro-pnömatik hakkında bilgiye sahip olma (OKKB2)	(0.08,0.16,0.37)	(0.01,0.02,0.09)	0.17	0.02
Alarm ve izleme sistemleri hakkında bilgiye sahip olma (OKKB3)	(0.07,0.13,0.28)	(0.01,0.02,0.07)	0.14	0.02
Algılayıcı ve sensörler hakkında bilgiye sahip olma (OKKB4)	(0.05,0.11,0.25)	(0.01,0.01,0.06)	0.12	0.01
Elektrik makineleri bilgisi	(0.04,0.08,0.19)		0.09	
Elektrik motorları ve sürücüleri hakkında bilgiye sahip olma (EMB1)	(0.31,0.43,0.57)	(0.01,0.03,0.11)	0.42	0.04
Jeneratörler ve diğer elektrik makineleri hakkında bilgiye sahip olma (EMB2)	(0.21,0.28,0.38)	(0.01,0.02,0.07)	0.28	0.03
Jeneratörlerin başlatılması, hazırlanması ve paralel çalıştırılması bilgisine sahip olma (EMB3)	(0.20,0.27,0.40)	(0.01,0.02,0.08)	0.28	0.03
Bakım ve arıza giderme bilgisi	(0.22,0.43,0.82)		0.42	
Elektrik ve elektronik test ve ölçüm cihazlarının kullanım bilgisine sahip olma (BAGB1)	(0.21,0.31,0.51)	(0.04,0.13,0.41)	0.32	0.14

/..

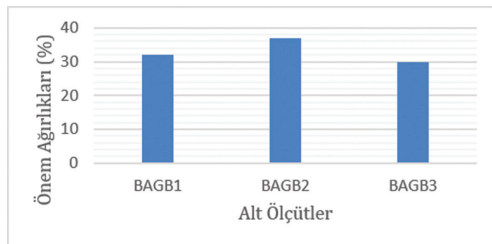
Tablo 11. Ana ve Alt Ölçütlerin Bulanık Ağırlıkları ve Duruluk Değerleri (Devam)

AC ve DC elektrik-elektronik cihazlarının genel bakım ve onarım bilgisine sahip olma (BAGB2)	(0.23,0.38,0.58)	(0.05,0.16,0.48)	0.37	0.16
Elektrik ve elektronik devre ve sistem izolasyon ve izolasyon testi bilgisine sahip olması (BAGB3)	(0.19,0.30,0.47)	(0.04,0.13,0.38)	0.30	0.13

Değerlendirme sonucunda, ana ölçütler arasında en çok öneme sahip ölçüt “bakım ve arıza giderme bilgisi” olduğu ve ikinci olarak “temel elektrik-elektronik bilgisi”nin olduğu bulunmuştur. Ana ölçütler için elde edilen önem ağırlıkları Şekil 4’de verilmektedir.

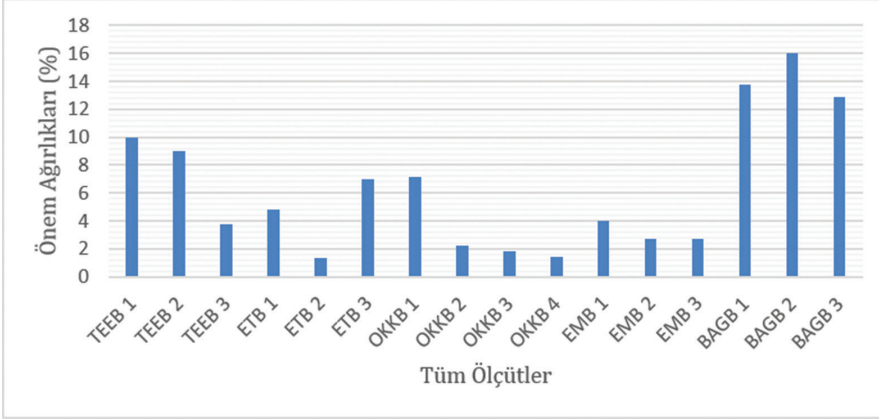
**Şekil 4.** Elde Edilen Ana Ölçütler için Önem Ağırlıkları

En önemli ana ölçüt göz önünde bulundurulduğunda, “AC ve DC elektrik-elektronik cihazlarının genel bakım ve onarım bilgisine sahip olma” alt ölçütü en çok öneme sahip alt ölçüt olarak ortaya çıkmaktadır. En önemli ana ölçütün alt ölçütlerinden ikinci öneme sahip ölçüt ise, “elektrik ve elektronik test ve ölçüm cihazlarının kullanım bilgisine sahip olma” alt ölçütüdür. En önemli ana ölçütün alt ölçütlerine ait önem ağırlıkları Şekil 5’de verilmektedir.

**Şekil 5.** En Önemli Ana Ölçüte Ait Alt Ölçütlerin Önem Ağırlıkları

Bütün alt ölçütler göz önüne alındığında elde edilen önem ağırlıkları Şekil 6’da gösterilmektedir. Önem sıralamasında ilk üç alt ölçüt sırasıyla, bakım ve arıza giderme bilgisi alt ölçütleri olan AC ve DC elektrik-elektronik cihazlarının genel bakım ve onarım bilgisine sahip olma (%16), elektrik ve elektronik test ve ölçüm cihazlarının kullanım bilgisine sahip olma (%14) ve elektrik ve elektronik devre ve sistem izolasyon ve izolasyon testi bilgisine sahip olma (%13) dir. Temel elektrik-elektronik bilgisi ana ölçütü altındaki uygun temel elektrik-elektronik ve güç elektroniği bilgisine sahip olma alt ölçütü %10 ve AC ve DC elektrik devre teorisi ve cihazlarının bilgisine sahip olma alt ölçütü ise %9 oranında önem göstermektedir. Önem ağırlığı en düşük olan ölçütler ise sırasıyla, elektrik tesisat bilgisi ana ölçütü altındaki yüksek voltaj teknolojisi ve tesisat bilgisine sahip olma alt ölçütü (%1) ve otomasyon, kontrol ve kumanda bilgisi ana ölçütü altındaki algılayıcı ve sensörler hakkında bilgiye sahip olma (%1) alt ölçütüdür.

Genel olarak bakıldığında, belirtilen tüm ölçütler, kurulu bir sistem olarak gemide var olan bütün elektrik ve elektronik sistemleri kapsamaktadır. Bu sistemlere ilişkin bilgi ve beceriye sahip olmak kuşkusuz tüm sisteme hâkim olmak ve denetleyebilmek anlamına gelmektedir. Ancak bu ise, daha öncede ifade edildiği gibi, oldukça kapsamlı bir bilgi birikimi ihtiyacını işaret etmektedir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında, işleyen bir sistemin devamlılığı için gereken mesleki yeterlik ön plana çıkmaktadır. Yani, sistemlerin bakımında ve muhtemel olumsuzluklarda gerekli müdahaleyi



Şekil 6. Bütün Ölçütler için Genel Önem Ağırlıkları

yapabilme bilgi ve becerisi öne çıkmaktadır. Öte yandan, bu bilgi ve beceri, yani bakım ve arıza giderme; deneyimle, teorik olarak alan bilgisi hâkimiyetiyle, alet ve cihazların doğru kullanımıyla ve hangi sisteme ne tür bakım yapılacağı bilgisiyle doğru orantılı olmaktadır. Belirlenen alt ölçütlerin sayısı artırılarak ve daha fazla uzman elektro-tekniğin zabıtine ulaşılarak daha detaylı sonuçlara ulaşılabilir.

5. Sonuç

Denizcilik sektöründeki teknolojik gelişmeler, bu teknolojiye adapte olma doğrultusunda gemi adamlarından beklenen yeterlik ve mesleki becerilerinde geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur. Bu çalışmada, bu gelişmelerle daha etkin bir konuma gelen elektro-tekniğin zabıtlarının gemilerde görevlerini yerine getirmelerinde etkili olacak mesleki yeterliklerinin hangisinin daha etkin olduğunu gösteren önem sıralaması yapılmıştır. Uzman görüşleri alınarak elde edilen sonuçlar, gemide elektro-tekniğin zabiti olarak görev yapacak kişilerin başarılı olmalarında en büyük etkenin mesleki bakım ve arıza bulma bilgi, beceri ve deneyimlerinin olduğunu göstermektedir. İkinci en büyük etken ise temel elektrik-elektronik bilgisidir. Elde edilen sonuçlar, tüm donanımlarıyla

hazır bir geminin seferini güvenli ve zamanında gerçekleştirebilmesi için seyir esnasında karşılaşılabilecek aksaklıklara uygun ve gerekli müdahalenin yapılması gerekliliğiyle örtüşmektedir. Bu da ancak, müdahalede kullanılacak aletlerin, ne şekilde müdahale edileceğinin ve müdahale edilecek sistem için gerekli bilgi ve beceriyi gerektirmektedir. Daha da önemlisi, herhangi bir aksaklıkla karşılaşmamak için elektrik-elektronik ekipmana nasıl bakım yapılacağı bilgi ve becerisidir. Bulguların, doğrudan gemiye yönelik eğitim sistemi bulunmayan, gemilerde elektro-tekniğin zabiti olarak çalışacak kişilerin daha başarılı ve etkin bir kariyer hedefi için mesleki gelişmelerine yön vermede faydalı olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- [1] Mindykowski, J., Charchalis, A., Przybyłowski, P., Weintrit, A. (2013). Maritime education and research to face the XXI-st century challenges in Gdynia maritime universities experience, part I - maritime universities facing today and tomorrow's challenges. TransNav - the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, 2013;7(4):575-579.

- [2] Mindykowski, J., Charchalis, A., Przybyłowski, P., Weintrit, A. (2013). Maritime education and research to face the XXI-st century challenges in Gdynia maritime universities experience, part II - Gdynia maritime universities of experience the 21st century challenges. *TransNav - the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 2013:7(4):581-586.
- [3] Mindykowski J. (2014). MET standards for electro-technical officers. *TransNav – the International Journal of Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 2014:8(4):587-590.
- [4] Uğurlu, Ö., Yildirim, U., Başar, E. (2015). Analysis of grounding accidents caused by human error. *Journal of marine science and technology-Taiwan*, 2015:23:748-760.
- [5] Erol, S. ve Başar, E. (2015). The analysis of ship accident occurred in Turkish search and rescue area by using detection tree. *Maritime Policy & Management*, 2015:42(4):377-388.
- [6] IMO (2011). International Maritime Organization. International convention on standards of training, certification and watchkeeping for seafarers. *STCW Convention and STCW Code including 2010 Manila Amendments*, London, UK.
- [7] Weintrit, A. ve Neumann, T. (Eds) (2013). *Proc. 10th Int. Navigational Symposium on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, Volume: STCW, Maritime Education and Training (MET). Human Resources and Crew Manning Maritime Policy, Logistic and Economic Matters, CRS Press Taylor & Francis Group, A Balkema Book, Gdynia, Poland.
- [8] Beşikçi, E.B., Keçeci, T., Arslan, O., Turan, O. (2016). An application of fuzzy-AHP to ship operational energy efficiency measures. *Ocean Engineering*, 2016:121:392-402.
- [9] Uğurlu, Ö. (2015). Application of Fuzzy Extended AHP methodology for selection of ideal ship for oceangoing watchkeeping officers. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2015:47:132-140.
- [10] Alarcin, F., Balin, A., Demirel, H. (2014). Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS integrated hybrid method for auxiliary systems of ship main engines. *Journal of Marine Engineering & Technology*, 2014:13:3-11.
- [11] Keçeci, T., Bayraktar, D., Arslan, O. (2015). A ship officer performance evaluation model using Fuzzy-AHP. *Journal of Shipping and Ocean Engineering*, 2015:5:26-43.
- [12] Özkök, M. (2016). Investigation of welder selection parameters based on fuzzy analytic hierarchy process in shipbuilding. *International Journal of Maritime Engineering*, 2016:158(3):239-250.
- [13] Mindykowski, J. (2014). Advances in maritime education and training: The case of new competences of electro-technical officers complying with international regulations. *Journal of Maritime Research*, 2014:11(3):13-19.
- [14] Wyszkowski, J., Mindykowski J., (2012). Electrical, Electronic and Control Engineering – New mandatory standards of competence for engineer officers, regarding provisions of the manila amendments to the STCW code. *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 2012:6(2):249-253.
- [15] Liu, X., Ma, Q., Zhang, J., Chen, B., (2012). The effect and countermeasures of introducing electro-technical officer on board. *Advanced Materials Research Vols. 2012:433-440: 2295-2297*.
- [16] Awad, M.R., Nazmy, T., Ismael, I.A.

- (2013). Integrating approach for multi criteria decision making (case study: ranking for bulk carrier shipbuilding region). *International Journal Of Scientific & Technology Research*, 2013:10:77-86.
- [17] Özdemir, Ü. ve Güneroğlu, A. (2015). Strategic approach model for investigating the cause of maritime accidents. *Scientific Journal on Traffic and Transportation Research*, 2015:27:113-123.
- [18] Özdemir, Ü. (2016). Bulanık DEMATEL ve bulanık TOPSIS yöntemleri kullanılarak limanlarda yaşanan iş kazalarının incelenmesi. *Journal of ETA Maritime Science*, 2016:4(3):235-247.
- [19] Kafalı, M. ve Özkök, M., (2015). Evaluation of shipyard selection criteria for shipowners using a fuzzy technique. *Journal of Marine Engineering and Technology*, 2015:14:146-158.
- [20] Şenol, Y.E., Şahin, B., Kum, S. (2013). Marine accident analysis by using pairwise comparison. *Journal of ETA Maritime Science*, 2013:1(1):67-72.
- [21] Kum, S. ve Sahin, B. (2014). Route selection approach for vessels in ice covered waters. *Marine Science and Technology Bulletin*, 2014:3(2):1-4.
- [22] Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 1965:8:338-353.
- [23] Erensal, Y.C., Oncan, T., Demircan, M.L. (2006). Determining key capabilities in technology management using fuzzy analytic hierarchy process: A case study of Turkey. *Information Sciences*, 2006:176(18):2755-2770.