İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK HIZLI TEKNELERDE ZİHİNSEL İŞ YÜKÜ, DURUMSAL FARKINDALIK VE EMNİYET KÜLTÜRÜ İLİŞKİLERİNİN KÖPRÜÜSTÜ SEYİR OPERASYONU AÇISINDAN İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

Cem KARTOĞLU

Deniz Ulaştırma Mühendisliği Anabilim Dalı

Deniz Ulaştırma Mühendisliği Programı

AĞUSTOS 2022

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK HIZLI TEKNELERDE ZİHİNSEL İŞ YÜKÜ, DURUMSAL FARKINDALIK VE EMNİYET KÜLTÜRÜ İLİŞKİLERİNİN KÖPRÜÜSTÜ SEYİR OPERASYONU AÇISINDAN İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

Cem KARTOĞLU
(512152012)

Deniz Ulaştırma Mühendisliği Anabilim Dalı

Deniz Ulaştırma Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Serdar KUM

AĞUSTOS 2022

ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY ★ GRADUATE SCHOOL

ANALYSIS OF RELATIONSHIPS AMONG MENTAL WORKLOAD, SITUATIONAL AWARENESS, AND SAFETY CULTURE IN TERMS OF BRIDGE NAVIGATION OPERATIONS ON HIGH SPEED CRAFTS

Ph.D. THESIS

Cem KARTOĞLU
(512152012)

Department of Maritime Transportation Engineering

Maritime Transportation Engineering Programme

Thesis Advisor: Prof. Dr. Serdar KUM

AUGUST 2022

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 512152012 numaralı Doktora Öğrencisi Cem KARTOĞLU, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "YÜKSEK HIZLI TEKNELERDE ZİHİNSEL İŞ YÜKÜ, DURUMSAL FARKINDALIK VE EMNİYET KÜLTÜRÜ İLİŞKİLERİNİN KÖPRÜÜSTÜ SEYİR OPERASYONU AÇISINDAN İNCELENMESİ" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı :	**Prof. Dr. Serdar KUM** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
Jüri Üyeleri :	**Doç. Dr. Tanzer SATIR** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
	Doç. Dr. Yusuf ZORBA Dokuz Eylül Üniversitesi	.....
	Doç. Dr. Emre AKYÜZ İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
	Dr. Öğr. Üyesi Fatma YAŞLI Eskişehir Teknik Üniversitesi	.....

Teslim Tarihi : 06 Haziran 2022
Savunma Tarihi : 05 Ağustos 2022

Eşime ve oğluma…

ÖNSÖZ

Çalışmamda zaman, şekil ve görev disiplinlerine her daim bağlı kaldım. Büyük Türk denizcisi Kaptan-ı Derya Barbaros Hayreddin Paşa'nın "Denizlere hâkim olan cihana hâkim olur." ve Ulu Önder Ebedî Başkomutan Gazi Mareşal Mustafa Kemal ATATÜRK'ün "Denizciliği Türk'ün büyük ulusal ülküsü olarak düşünmeli ve onu az zamanda başarmalıyız." sözlerini rehber fenerleri olarak pruvamda viyalayıp, bu rotada ilerledim.

Doktora tezimi hazırlama ve bitirme sürecinde değerli görüş, öneri ve bilgilerini hiçbir zaman esirgemeyen, büyük emeği olan, beni yüreklendiren ve öğrencisi olmaktan her zaman gurur duyacağım tez danışmanım Prof. Dr. Serdar KUM'a teşekkürlerimi borç bilirim. Değerli ilgi, tavsiye ve katkıları ile çalışmamın geliştirilmesine ve sonuçlandırılmasına önemli destekleri olan Doç. Dr. Tanzer SATIR'a, Doç. Dr. Yusuf ZORBA'ya ve Öğr. Gör. Dr. Yunus Emre ŞENOL'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Gerekli tüm kolaylıkları ve destekleri gösteren İzmir Deniz İşletmeciliği Nakliye ve Turizm Ticaret A.Ş. (İZDENİZ) Genel Müdürü Uzakyol Kaptanı Ümit YILMAZ'a ve Operasyon Müdürü Uzakyol Kaptanı Hakan KURTBOĞAN'a teşekkür ederim. Değerli bilgi, görüş ve deneyimlerini aktaran İZDENİZ kaptanlarına ve çalışmaya katılan diğer tüm kaptanlara minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Maddi ve manevi yardımlarını aldığım beybabam Uzakyol Kaptanı Ünal CELASİN'e, kardeşim Metalürji ve Malzeme Yüksek Mühendisi Can KARTOĞLU'na, dostlarıma ve aileme teşekkür ederim.

Büyük hoşgörü ve sabır göstererek her an yanımda olan ve her konuda destek veren haklarını asla ödeyemeyeceğim eşim Aslı PALAVAN KARTOĞLU'na ve oğlum Güney KARTOĞLU'na sonsuz teşekkür ederim.

Tüm denizcilerin 32 kertesi neta; denizleri, limanları ve hasretlikleri kolayına olsun…

Haziran 2022

Cem KARTOĞLU
(Öğretim Görevlisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **ix**
İÇİNDEKİLER ..... **xi**
KISALTMALAR ..... **xv**
SEMBOLLER ..... **xxi**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xxiii**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xxv**
ÖZET ..... **xxvii**
SUMMARY ..... **xxix**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Tezin Anlam ve Önemi 1
1.2 Tezin Kapsamı ve Amacı 6
2. YÜKSEK HIZLI TEKNE (HSC) **9**
2.1 Hız 9
2.2 Ulaştırma 10
2.3 Deniz Yolu Ulaştırması 11
2.4 Yüksek Hızlı Teknelerin Çeşitleri 12
2.4.1 Hava destekli yüksek hızlı tekneler 14
2.4.1.1 Hava Yastıklı Tekne (ACV) 14
2.4.1.2 Hava Yastıklı Katamaran Tekne (SES) 15
2.4.1.3 Ayaklı tekne 16
2.4.2 Deplasmanlı yüksek hızlı tekneler 17
2.4.2.1 Tek gövdeli tekne 17
2.4.2.2 Çift gövdeli tekne (Katamaran) 18
2.4.2.3 Üç gövdeli tekne (Trimaran) 19
2.4.2.4 Dar Su Hattı Alanlı İkiz Gövdeli Tekne (SWATH) 20
2.4.2.5 Dalga Yarıcı Tekne (WPV) 20
2.4.2.6 Hava Kayganlaştırıcı Gövdeli Tekne (ALH) 21
2.5 Yüksek Hızlı Teknelerin Gelişimi 21
2.6 Yüksek Hızlı Teknelerle İlgili Mevzuat 23
2.7 Yüksek Hızlı Teknelerde Seyir 24
2.8 Yüksek Hızlı Tekne Kazaları 29
3. ZİHİNSEL İŞ YÜKÜ (MWL) **31**
3.1 Zihinsel İş Yükü Tanımı 31
3.2 Zihinsel İş Yüküne İlişkin Literatür Araştırması 32
3.3 Zihinsel İş Yükü Ölçümü 34
3.3.1 Subjektif yöntemler 35
3.3.1.1 Subjektif İş Yükü Değerlendirme Tekniği (SWAT) 35
3.3.1.2 Subjektif İş Yükü Baskınlığı (SWORD) Tekniği 35
3.3.1.3 Cooper-Harper Ölçeği 35
3.3.1.4 Değiştirilmiş Cooper-Harper (MCH) Ölçeği 36

3.3.1.5 Bedford Ölçeği 36
3.3.2 Performansa dayalı yöntemler 36
3.3.2.1 Birincil görev ölçümleri 36
3.3.2.2 İkincil görev ölçümleri 37
3.3.3 Psikofizyolojik yöntemler 37
4. DURUMSAL FARKINDALIK (SA) 39
4.1 Durumsal Farkındalık Tanımı 39
4.2 Durumsal Farkındalığa İlişkin Literatür Araştırması 40
4.3 Durumsal Farkındalık Ölçümü 42
4.3.1 Fizyolojik yöntemler 42
4.3.2 Hafıza irdeleme yöntemleri 43
4.3.2.1 Durum Şimdiki Değerlendirme Metodu (SPAM) 44
4.3.2.2 Durum Farkındalığı Küresel Değerlendirme Tekniği (SAGAT) 44
4.3.2.3 Durum Farkındalığı Kontrol Odası Envanteri (SACRI) 44
4.3.3 Subjektif yöntemler 44
4.3.3.1 Durum Farkındalığı-Subjektif İş Yükü Baskınlığı (SA-SWORD) Tekniği 45
4.3.3.2 Mürettebat Farkındalığı Değerlendirme Ölçeği (CARS) 45
4.3.3.3 Görev Farkındalığı Değerlendirme Ölçeği (MARS) 45
4.3.3.4 Durum Farkındalığı Değerlendirme Ölçeği (SARS) 45
4.3.3.5 Durum Farkındalığı Davranışsal Derecelendirme/Bağlantılı Değerlendirme Ölçeği (SABARS) 46
4.3.4 Performansa dayalı yöntemler 46
5. EMNİYET KÜLTÜRÜ (SC) 47
5.1 Emniyet Kültürü Tanımı 47
5.2 Emniyet Kültürüne İlişkin Literatür Araştırması 49
5.3 Emniyet Kültürü Ölçümü 52
6. YÜKSEK HIZLI TEKNELERDE ZİHİNSEL İŞ YÜKÜ, DURUMSAL FARKINDALIK VE EMNİYET KÜLTÜRÜ İLİŞKİLERİNİN KÖPRÜÜSTÜ SEYİR OPERASYONU AÇISINDAN İNCELENMESİ 55
6.1 Araştırma Metodolojisi 55
6.1.1 Çalışma katılım bilgilendirmesi 55
6.1.2 Yüksek hızlı teknede çalışan gemi kullanıcısı tanımlayıcı soruları 55
6.1.3 ECDIS, ARPA, AIS ve otopilotun zihinsel iş yükü, durumsal farkındalık ve emniyet kültürüne etkilerinin ikili karşılaştırması 55
6.1.4 Yenilenmiş NASA-TLX (RNASA-TLX) 55
6.1.5 Durumsal Farkındalık Değerlendirme Tekniği (SART) 61
6.1.6 İskandinav İş Emniyet İklimi Anketi (NOSACQ-50) 62
6.2 Verilerin Toplanma Süreci 65
6.3 Bulgular 67
6.3.1 Geçerlik ve güvenilirlik analizi 67
6.3.2 Tanımlayıcı istatistikler 70
6.3.3 Normal dağılım analizi 81
6.3.4 Farklılık analizi 84
6.3.5 Korelasyon analizi 89
6.3.6 Regresyon analizi 91
7. SONUÇ VE ÖNERİLER 93
7.1 Yüksek Hızlı Tekne Köprüüstü Seyir Operasyonunda Zihinsel İş Yükü 93
7.2 Yüksek Hızlı Tekne Köprüüstü Seyir Operasyonunda Durumsal Farkındalık 96
7.3 Yüksek Hızlı Tekne Köprüüstü Seyir Operasyonunda Emniyet Kültürü 98

7.4 Yüksek Hızlı Tekne Köprüüstü Seyir Operasyonunda Zihinsel İş Yükü ve Durumsal Farkındalık 102
7.5 Yüksek Hızlı Tekne Köprüüstü Seyir Operasyonunda Zihinsel İş Yükü ve Emniyet Kültürü 103
7.6 Yüksek Hızlı Tekne Köprüüstü Seyir Operasyonunda Durumsal Farkındalık ve Emniyet Kültürü 104
KAYNAKLAR 107
EKLER 141
ÖZGEÇMİŞ 183

KISALTMALAR

A	**:** Arousal, Uyarılma
ACV	**:** Air Cushion Vehicle, Hava Yastıklı Tekne
AD	**:** Auditory Demand, İşitsel Gereksinim
AIS	**:** Automatic Identification System, Otomatik Tanımlama Sistemi
ALH	**:** Air Lubricated Hull, Hava Kayganlaştırıcı Gövdeli Tekne
AR	**:** Adjusted Rating, Düzeltilmiş Derecelendirme
ARPA	**:** Automatic Radar Plotting Aid, Otomatik Radar Plotlma Cihazı
CA	**:** Concentration of Attention, Dikkat Yoğunluğu
CARS	**:** Crew Awareness Rating Scale, Mürettebat Farkındalığı Değerlendirme Ölçeği
CIC	**:** Concentrated Inspection Campaign, Yoğunlaştırılmış Denetim Kampanyası
CİMER	**:** T.C. Cumhurbaşkanlığı İletişim Merkezi
COLREGs	**:** Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea, Uluslararası Denizde Çatışmayı Önleme Kuralları Sözleşmesi
CS	**:** Complexity of the Situation, Durum Karmaşıklığı
D	**:** Attentional Demand, Dikkat Gereksinimi
DA	**:** Division of Attention, Dikkat Bölünmesi
DAS	**:** Dimension Average Score, Boyut Ortalama Puanı
DD	**:** Deniz Durumu
DSC	**:** Dynamically Supported Craft, Dinamik Olarak Desteklenen Tekne
E	**:** Effort, Çaba
EB	**:** Evren Büyüklüğü
ECDIS	**:** Electronic Chart Display and Information System, Elektronik Harita Gösterim ve Bilgi Sistemi
EDA	**:** Electrodermal Activity, Elektrodermal Aktivite
EEG	**:** Electroencephalography, Elektroensefalografi
EO	**:** Evren Oranı
EOG	**:** Electrooculogram, Elektrookülogram
ERD	**:** Event Related Desynchronization, Olay Bağlantılı Desenkronizasyon

ERPs	**:** Event Related Potentials, Olay Bağlantılı Potansiyeller
FL	**:** Frustration Level, Stres Düzeyi
fNIRS	**:** functional Near-Infrared Spectroscopy, Fonksiyonel Yakın Kızılötesi Işın Spektroskopisi
FS	**:** Familiarity with the Situation, Durum Aşinalığı
FSA	**:** Formal Safety Assessment, Biçimsel Emniyet Değerlendirmesi
GNSS	**:** Global Navigation Satellite System, Küresel Seyir Uydu Sistemi
HP	**:** Hata Payı
HSC	**:** High Speed Craft, Yüksek Hızlı Tekne
I	**:** Item, Soru
IBM SPSS	**:** International Business Machines Corporation Statistical Package for the Social Sciences, Uluslararası İş Makineleri Şirketi Sosyal Bilimler İstatistik Programı
IBS	**:** Integrated Bridge System, Entegre Köprüüstü Sistemi
ILO	**:** International Labour Organization, Uluslararası Çalışma Örgütü
IMO	**:** International Maritime Organization, Uluslararası Denizcilik Örgütü
INS	**:** Integrated Navigation System, Entegre Seyir Sistemi
IQL	**:** Information Quality, Bilgi Kalitesi
IQT	**:** Information Quantity, Bilgi Miktarı
IS	**:** Instability of the Situation, Durum İstikrarsızlığı
ISM	**:** International Safety Management, Uluslararası Emniyet Yönetimi
İTÜ	**:** İstanbul Teknik Üniversitesi
İZDENİZ	**:** İzmir Deniz İşletmeciliği Nakliye ve Turizm Ticaret A.Ş.
K/Ü	**:** Köprüüstü
KMO	**:** Kaiser-Meyer-Olkin Örneklem Yeterliği Ölçütü
kn	**:** Knot
m	**:** Metre
m/h	**:** Metre/saat
m/s	**:** Metre/saniye
MARS	**:** Mission Awareness Rating Scale, Görev Farkındalığı Değerlendirme Ölçeği
MCH	**:** Modified Cooper-Harper, Değiştirilmiş Cooper-Harper
MD	**:** Mental Demand, Zihinsel Gereksinim
MLC	**:** Maritime Labour Convention, Denizcilik Çalışma Sözleşmesi
MÖB	**:** Minimum Örneklem Büyüklüğü
MSE	**:** Management's Safety Empowerment, Yönetimin Emniyet Güçlendirmesi

MSJ : Management's Safety Justice, Yönetimin Emniyet Adaleti

MSPCC : Management's Safety Priority, Commitment and Competence, Yönetimin Emniyet Önceliği, Bağlılığı ve Yeterliği

MWL : Mental Workload, Zihinsel İş Yükü

NAI : Number of answered items, Cevaplanan soru sayısı

NASA-TLX : National Aeronautics and Space Administration Task Load Index, Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi İş Yükü İndeksi

No. : Numara

NOSACQ-50 : Nordic Occupational Safety Climate Questionnaire, İskandinav İş Emniyet İklimi Anketi

P : Performance, Performans

PD : Physical Demand, Fiziksel Gereksinim

P-P : Probability–Probability, Olasılık-Olasılık

PSC : Port State Control, Liman Devleti Kontrolü

R : Rating, Derecelendirme

RADAR : Radio Detection and Ranging, Radyo Dalgaları ile Tespit ve Mesafe Ölçme Aygıtı

RK : Rüzgâr Kuvveti

RNASA-TLX : Revised-Yenilenmiş NASA-TLX

Ro-Ro : Roll on-Roll off, Tekerlekli Araç Taşıyıcı

S : Attentional Supply, Dikkat Temini

SA : Situational Awareness, Durumsal Farkındalık

SABARS : Situation Awareness Behaviorally Anchored Rating Scale-Situation Awareness Behavioral Rating Scale, Durum Farkındalığı Davranışsal Bağlantılı Değerlendirme Ölçeği-Durum Farkındalığı Davranışsal Derecelendirme Ölçeği

SACRI : Situation Awareness Control Room Inventory, Durum Farkındalığı Kontrol Odası Envanteri

SAGAT : Situational Awareness Global Assessment Technique, Durumsal Farkındalık Küresel Değerlendirme Tekniği

SAR : Sum of Adjusted Rating, Düzeltilmiş Derecelendirme Toplamı

SARS : Situation Awareness Rating Scale, Durum Farkındalığı Değerlendirme Ölçeği

SART : Situational Awareness Rating Technique, Durumsal Farkındalık Değerlendirme Tekniği

SA-SWORD : Situation Awareness-Subjective Workload Dominance, Durum Farkındalığı-Subjektif İş Yükü Baskınlığı

SB-INAREK : Sosyal ve Beşeri Bilimler İnsan Araştırmaları Etik Kurulu

SC : Safety Culture, Emniyet Kültürü

SCLT : Safety Communication, Learning and Trust in Co-Workers Safety Competence, İş Arkadaşları Arasında Emniyet Yeterliliği Konusunda Emniyet İletişimi, Öğrenme ve Güven

SD : Sum of Attentional Demand Grup Dimensions, Dikkat Gereksinimi Grubu Boyutları Toplamı

SES : Surface Effect Ship, Hava Yastıklı Katamaran Tekne

SMC : Spare Mental Capacity, Yedek Zihinsel Kapasite

SOLAS : International Convention for the Safety of Life at Sea, Denizde Can Emniyeti Uluslararası Sözleşmesi

SPAM : Situation Present Assessment Method, Durum Şimdiki Değerlendirme Metodu

SS : Sum of Attentional Supply Grup Dimensions, Dikkat Temini Grubu Boyutları Toplamı

STCW : International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, Gemiadamlarının Eğitim, Belgelendirme ve Vardiya Standartları Hakkında Uluslararası Sözleşme

SU : Sum of Understanding of the Situation Grup Dimensions, Durumun Anlaşılması Grubu Boyutları Toplamı

SWAT : Subjective Workload Assessment Technique, Subjektif İş Yükü Değerlendirme Tekniği

SWATH : Small Waterplane Area Twin Hull, Dar Su Hattı Alanlı İkiz Gövdeli Tekne

SWORD : Subjective Workload Dominance, Subjektif İş Yükü Baskınlığı

TD : Temporal Demand, Zaman Gereksinimi

TESS : Trust in the Efficacy of Safety Systems, Emniyet Sistemlerinin Etkinliğine Güven

U : Understanding of the Situation, Durumun Anlaşılması

UN : United Nations, Birleşmiş Milletler

v. : Version, Sürüm

vb. : Ve benzeri

VD : Visual Demand, Görsel Gereksinim

VS : Variability of the Situation, Durum Değişkenliği

W : Weight, Ağırlık

WPV : Wave Piercing Vessel, Dalga Yarıcı Tekne

WR : Weighted Rating, Ağırlıklandırılmış Derecelendirme

WSC : Workers' Safety Commitment, Çalışanların Emniyet Bağlılığı

WSPRNA **:** Workers' Safety Priority and Risk Non-Acceptance, Çalışanların Emniyet Önceliği ve Riski Kabullenmemesi

SEMBOLLER

∇	**:** Tasarım su kesimi üzerinden hesaplanan metreküp cinsinden deplasman
D	**:** Kolmogorov-Smirnov testi
df	**:** Serbestlik derecesi
H	**:** Kruskal-Wallis H testi
K	**:** Basıklık
M	**:** Ortalama
Mdn	**:** Ortanca
N	**:** Katılımcı sayısı
p	**:** Anlamlılık seviyesi
r	**:** Pearson korelasyon katsayısı
S	**:** Çarpıklık
SD	**:** Standart sapma
U	**:** Mann-Whitney U testi
W	**:** Shapiro-Wilk testi
z	**:** Z puanı
α	**:** Alfa katsayısı
τ	**:** Kendall tau-b korelasyon katsayısı
$\chi 2$	**:** Ki-kare

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 6.1 : NASA-TLX boyutları ve açıklamaları. **56**
Çizelge 6.2 : NASA-TLX boyutlarının ikili karşılaştırılması. **57**
Çizelge 6.3 : NASA-TLX boyutları ağırlıklarının hesaplanma cetveli. **57**
Çizelge 6.4 : NASA-TLX boyutları derecelendirme cetveli. **57**
Çizelge 6.5 : NASA-TLX ağırlıklandırılmış derecelendirme cetveli. **58**
Çizelge 6.6 : RNASA-TLX boyutları ve açıklamaları. **59**
Çizelge 6.7 : RNASA-TLX boyutlarının ikili karşılaştırılması. **60**
Çizelge 6.8 : RNASA-TLX boyutları ağırlıklarının hesaplanma cetveli. **60**
Çizelge 6.9 : RNASA-TLX boyutları derecelendirme cetveli. **60**
Çizelge 6.10 : RNASA-TLX ağırlıklandırılmış derecelendirme cetveli. **61**
Çizelge 6.11 : SART boyutları, soruları ve açıklamaları. **62**
Çizelge 6.12 : NOSACQ-50 boyutları. **63**
Çizelge 6.13 : NOSACQ-50 olumlu-olumsuz soruları. **63**
Çizelge 6.14 : NOSACQ-50 olumlu-olumsuz soru puanlaması. **64**
Çizelge 6.15 : ECDIS, ARPA, AIS ve otopilotun zihinsel iş yükü, durumsal farkındalık ve emniyet kültürüne etkilerinin ikili karşılaştırması güvenilirlik analizi. **68**
Çizelge 6.16 : RNASA-TLX ağırlıklandırma ve derecelendirme aşamaları güvenilirlik analizi. **68**
Çizelge 6.17 : SART açıklayıcı faktör ve güvenilirlik analizi. **69**
Çizelge 6.18 : NOSACQ-50 açıklayıcı faktör analizi. **70**
Çizelge 6.19 : NOSACQ-50 güvenilirlik analizi. **70**
Çizelge 6.20 : Cinsiyet, yaş, medeni durum ve eğitim durumu oranları. **70**
Çizelge 6.21 : Toplam gemi tecrübesi, en son gemiadamı yeterliği, en son gemiadamı yeterliğinde gemi tecrübesi ve çalışılan şirket tecrübesi oranları. **71**
Çizelge 6.22 : Çalışılmış HSC tipi, görevi ve tecrübesi oranları. **72**
Çizelge 6.23 : En son vardiya zaman aralığındaki gemi tipi-görevi, sefer hattı tecrübesi ve seyir süresi oranları. **72**
Çizelge 6.24 : En son vardiya zaman aralığındaki genel deniz durumu, rüzgâr kuvveti ve deniz trafiği durumu oranları. **73**
Çizelge 6.25 : ECDIS, ARPA, AIS ve otopilotun MWL, SA ve SC'ye etkilerinin ikili karşılaştırması yeniden kodlama örneği. **74**
Çizelge 6.26 : ECDIS, ARPA, AIS ve otopilotun MWL'ye etki değerleri. **75**
Çizelge 6.27 : ECDIS, ARPA, AIS ve otopilotun SA'ya etki değerleri. **76**
Çizelge 6.28 : ECDIS, ARPA, AIS ve otopilotun SC'ye etki değerleri. **77**
Çizelge 6.29 : MWL'ye göre seyir aşamaları. **79**
Çizelge 6.30 : SA'ya göre seyir aşamaları. **79**
Çizelge 6.31 : SC'ye göre seyir aşamaları. **79**
Çizelge 6.32 : MWL, SA ve SC'yi etkileyen ilk 5 unsur. **80**

Çizelge 6.33 : MWL'yi optimum seviyeye getirecek ve SA ile SC'yi arttıracak ilk 5 öneri. **81**
Çizelge H.1 : MWL'yi etkileyen unsurlar. **167**
Çizelge H.2 : SA'yı etkileyen unsurlar. **168**
Çizelge H.3 : SC'yi etkileyen unsurlar. **169**
Çizelge I.1 : MWL'yi optimum seviyeye getirecek öneriler. **171**
Çizelge I.2 : SA'yı arttıracak öneriler. **172**
Çizelge I.3 : SC'yi arttıracak öneriler. **173**
Çizelge J.1 : RNASA-TLX değerlerinin yeniden kodlaması. **175**
Çizelge J.2 : SART değerlerinin yeniden kodlaması. **175**
Çizelge J.3 : NOSACQ-50 değerlerinin yeniden kodlaması. **175**
Çizelge K.1 : Kruskal-Wallis H testi farklılık analizlerinin post hoc Mann-Whitney U testi farklılık analizleri. **177**
Çizelge K.2 : Anlamlı farklı gruplarda ortanca ve sıra ortalaması değerleri. **179**
Çizelge L.1 : Kendall tau-b korelasyon analizleri. **181**

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : HSC deplasman-hız grafiği. **14**
Şekil 2.2 : ACV. **15**
Şekil 2.3 : SES. **16**
Şekil 2.4 : Hidrofoil. **16**
Şekil 2.5 : Jetfoil. **17**
Şekil 2.6 : Tek gövdeli tekne. **18**
Şekil 2.7 : Katamaran. **19**
Şekil 2.8 : Trimaran. **19**
Şekil 2.9 : SWATH. **20**
Şekil 2.10 : WPV. **20**
Şekil 2.11 : ALH. **21**
Şekil 2.12 : "Freccia del Sole (Güneş'in Oku)" isimli hidrofoil. **23**
Şekil 2.13 : K/Ü. **25**
Şekil 2.14 : Eko iskandil. **26**
Şekil 2.15 : Parakete. **26**
Şekil 2.16 : Otopilot. **26**
Şekil 2.17 : RADAR. **27**
Şekil 2.18 : ARPA. **27**
Şekil 2.19 : GNSS. **27**
Şekil 2.20 : ECDIS. **28**
Şekil 2.21 : AIS. **28**
Şekil 2.22 : INS. **28**
Şekil 2.23 : IBS. **29**
Şekil 6.1 : Daha önce zihinsel iş yükü, durumsal farkındalık ve emniyet kültürü kavramlarını duyup duymama dağılımları. **73**
Şekil 6.2 : ECDIS, ARPA, AIS ve otopilotun MWL'ye etkilerinin ikili karşılaştırması. **75**
Şekil 6.3 : ECDIS, ARPA, AIS ve otopilotun SA'ya etkilerinin ikili karşılaştırması. **76**
Şekil 6.4 : ECDIS, ARPA, AIS ve otopilotun SC'ye etkilerinin ikili karşılaştırması. **77**
Şekil 6.5 : RNASA-TLX boyut değerleri. **77**
Şekil 6.6 : SART boyut değerleri. **78**
Şekil 6.7 : NOSACQ-50 boyut değerleri. **78**
Şekil 6.8 : RNASA-TLX FL boyutu P-P ve histogram grafikleri. **82**
Şekil 6.9 : SART P-P ve histogram grafikleri. **82**
Şekil 6.10 : NOSACQ-50 MSPCC boyutu P-P ve histogram grafikleri. **83**
Şekil 6.11 : NOSACQ-50 MSJ boyutu P-P ve histogram grafikleri. **83**
Şekil 6.12 : NOSACQ-50 WSPRNA boyutu P-P ve histogram grafikleri. **84**
Şekil 6.13 : NOSACQ-50 P-P ve histogram grafikleri. **84**

Şekil G.1 : İstanbul Teknik Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler İnsan Araştırmaları Etik Kurulu'nun 06 Eylül 2021 tarihli ve 193 numaralı proje izni. **165**

YÜKSEK HIZLI TEKNELERDE ZİHİNSEL İŞ YÜKÜ, DURUMSAL FARKINDALIK VE EMNİYET KÜLTÜRÜ İLİŞKİLERİNİN KÖPRÜÜSTÜ SEYİR OPERASYONU AÇISINDAN İNCELENMESİ

ÖZET

Denizci olmak bir yaşam biçimidir. En eski ve köklü mesleklerden biridir. Birçok farklı kültür, milliyet, etnik köken ve eğitim seviyesinden binlerce kadın ve erkek denizci bulunmaktadır. Denizci, topluma kritik katkıda bulunan önemli çalışandır. Köprüüstünden (K/Ü) makine dairesine kadar tüm denizciler fizyolojik ve psikolojik yönleriyle zor, ağır, çetin, meşakkatli ve riskli koşullar altındadır. Gemi, operatör ve makine işlevlerinin bir arada gerçekleştirilip bütünleştirildiği sosyoteknik sistemdir ve denizcinin tüm dünyasıdır.

Denizcilik, diğerleriyle karşılaştırıldığında yüksek riskli ve en tehlikeli mesleklerdendir. Denizcilikte emniyet zorlu ve önemli ana odak noktasıdır. Yıllar boyu alınan tüm önlemlere rağmen deniz kazaları meydana gelmektedir. Deniz kazalarının çoğunda ana sebep insan hatasıdır. Denizde emniyet için en önemli hususlardan biri, seyir emniyetinin sağlanmasıdır.

En eski ulaştırma yöntemlerinden olan deniz yolu ulaştırması, küreselleşen rekabetçi dünya ticaretinin bel kemiğidir. Deniz yolu ulaştırma sistemleri, teknolojinin değişimine göre gelişmektedir. Özellikle kısa mesafeli deniz yolu ulaştırmasında yüksek hıza olan talep, Yüksek Hızlı Teknenin (HSC-High Speed Craft) ortaya çıkmasını sağlamıştır. HSC, spor-eğlence faaliyetlerinden askeri-ticari alanlara kadar birçok farklı amaç için kullanılmakta olup, her geçen gün sayıları artmaktadır.

Zihinsel İş Yükü (MWL-Mental Workload), görevin yerine getirilmesi için kullanılan zihinsel çabadır. MWL ölçümünde subjektif, performansa dayalı ve psikofizyolojik yöntemler kullanılmaktadır. Durumsal Farkındalık (SA-Situational Awareness), çevrenin algılanması, anlaşılması ve geleceğe dönük öngörülerde bulunulmasıdır. SA ölçümünde fizyolojik (süreç indeks tabanlı), hafıza irdeleme (objektif), subjektif ve performansa dayalı ölçüm yöntemleri kullanılmaktadır. Emniyet Kültürü (SC-Safety Culture), yönetim ve çalışanların her zaman emniyetle ilgili hususları düşünmeleri, paylaşmaları ve buna uygun olarak hareket etmeleridir. SC ölçümünde anketler, görüşmeler, sistematik gözlemler, denetlemeler, kontrol listeleri, hata raporları, yaralanma-ölüm oranları, durum-kaza kök sebep analizleri gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır.

Çalışmada, HSC kullanıcısına öncelikle çalışmaya katılım bilgilendirmesi yapılmıştır. Devamında gemi kullanıcısı tanımlayıcı soruları sorulmuştur. Elektronik seyir cihazları ikili karşılaştırması, Yenilenmiş Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi İş Yükü İndeksi (RNASA-TLX-Revised National Aeronautics and Space Administration Task Load Index), Durumsal Farkındalık Değerlendirme Tekniği (SART-Situational Awareness Rating Technique) ve İskandinav İş Emniyet İklimi Anketi (NOSACQ-50-Nordic Occupational Safety

Climate Questionnaire) ölçeklerinde gemi kullanıcısından, vardiya (çalışma) zaman aralığında seyir işleminin tamamını bir bütün şeklinde göz önüne alıp köprüüstü seyir operasyonu görevi için değerlendirme yapması istenmiştir. Daha sonra HSC kullanıcısı; ayrılış (avara etme) manevrası, kıyıya yakın sularda seyir, kısıtlı (dar) sularda seyir, açık denizde seyir ve yanaşma (aborda olma) manevrası operasyonlarını MWL, SA ve SC seviyelerinin en çoktan en az olduğu duruma göre ayrı ayrı belirtmiştir. Ayrıca, MWL, SA ve SC'yi en çok etkileyen 5 unsur, MWL'yi optimum seviyeye getirecek ve SA ile SC'yi arttıracak 5 öneri sıralamıştır.

Seyir, gemi kullanıcısının deneyimine ve muhakemesine bağlı bir süreçtir. HSC seyri karmaşık ve riskli operasyondur. Kılavuz ve elektronik seyir çeşitleri birlikte uygulanmaktadır. HSC'ler, trafiğin yoğun olduğu kıyıya yakın ve kısıtlı sularda bulunmaktadırlar. HSC kullanıcısı sürekli değişen çevre, organizasyon ve operasyon koşullarında seyir yapmaktadır. Seyir yapılan ortam ve K/Ü'deki modern teknoloji HSC kullanıcısının fizikselden ziyade zihinsel ve algısal taleplerini arttırıp yeteneklerini zorlamaktadır. Uygun olmayan MWL ile düşük SA ve SC'ye sahip HSC kullanıcısı, yanlış kararlar verebilmektedir.

Çalışma sonucunda elde edilen bulgular doğrultusunda HSC kullanıcısının K/Ü seyir operasyonu açısından MWL, SA, SC seviyeleri ve ilişkileri incelenmiştir. HSC'de gerçekleştirilen seyir sırasında MWL, SA ve SC'yi etkileyen unsurlar tespit edilmiştir. MWL'yi optimum seviyeye getirici ve SA ile SC'yi arttırıcı öneriler belirlenmiştir. Son olarak HSC seyir operasyonunu daha emniyetli hale getirmek için değerlendirmelerde bulunulmuştur.

ANALYSIS OF RELATIONSHIPS AMONG MENTAL WORKLOAD, SITUATIONAL AWARENESS, AND SAFETY CULTURE IN TERMS OF BRIDGE NAVIGATION OPERATIONS ON HIGH SPEED CRAFTS

SUMMARY

Seafaring is a way of life. It is one of the most ancient and well-established professions. It is an interdisciplinary sector consisting of various branches of science. It includes both national and international activities and regulations. There are thousands of women and men seafarers from many different cultures, nationalities, ethnicities, and educational levels. Seafarers are important workers who make critical contributions to society.

The ship is the sociotechnical system in which operator and machine functions are realized and integrated together, and she is the whole world of the seafarer. Despite the intense working conditions, the ship medium can be boring. Seafarers have high, flexible, strong mental and physical characteristics such as technical and non-technical knowledge, skill, and competence. From the bridge to the engine room, all they are under difficult, heavy, arduous, gruelling, and risky conditions in both physiological and psychological aspects.

Seafaring is one of the most dangerous and the most risky professions compared to others. Maritime safety is important and challenging main focus for all stakeholders. It is affected by technical and human components of ship and environmental conditions. International Maritime Organization (IMO) has introduced various regulations to ensure safety at sea. Despite all measures taken over the years, marine accidents occur. The main cause of most marine accidents is human error. One of the most important issues for safety at sea is to ensure the safety of navigation.

Transportation is a strategic sector consisting of demand and supply components. Maritime transportation is one of the oldest methods of transportation. It is the backbone of the globalizing competitive world trade. Remarkable developments and changes have been observed in maritime transportation over the last 50 years. Maritime transportation systems have been evolving for centuries in accordance with the technology. Continuous demand for high speed in particular short-distance sea transportation has led to the emergence of High Speed Craft (HSC). HSC is used for many different purposes from sports-entertainment activities to military-commercial areas, so their number is increasing day by day.

HSC is supported by force of buoyancy at low speeds. She takes advantage of aerodynamic forces and hydrodynamic structures to increase her speed and to reduce water resistance at high speeds. HSCs are in various designs and sizes. They are divided into two categories: air supported and displacement. Types of air supported HSC are Air Cushion Vehicle (ACV) (also known as hovercraft), Surface Effect Ship (SES), and foil supported craft. Types of displacement HSC are monohull, catamaran

(double hull), trimaran (triple hull), Small Waterplane Area Twin Hull (SWATH), Wave Piercing Vessel (WPV), and Air Lubricated Hull (ALH).

Mental Workload (MWL) is the mental activities required to accomplish the task. Subjective, performance-based, and psychophysiological methods are used for the measurement of MWL. Situational Awareness (SA) is the amount of instant and future-oriented information about the environmental elements. Physiological, objective, subjective, and performance-based methods are used for SA measurement. Safety Culture (SC) is constant thinking and acting of the management and the employees according to safety considerations. Various methods such as questionnaires, interviews, systematic observations, audits, checklists, error reports, injury-death rates, and accident root cause analysis are used in the measurement of SC.

Electronic Chart Display and Information System (ECDIS), Automatic Radar Plotting Aid (ARPA), Automatic Identification System (AIS), and autopilot have special importance in navigation operation. In the study, the effects of electronic navigation equipment on MWL, SA, and SC were questioned through pairwise comparison of ECDIS, ARPA, AIS and autopilot.

Visual and auditory activities are important in HSC navigation which is performed with high concentration. In order to measure MWL of HSC navigator more conveniently in the bridge navigation operations, Revised NASA Task Load Index (RNASA-TLX) is designed. Visual Demand (VD) and Auditory Demand (AD) superseded Physical Demand (PD) and Performance (P) dimensions of National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX).

Situational Awareness Rating Technique (SART) was applied for measurement of HSC navigator's SA. SART consists of 10 questions determined as Instability of the Situation (IS), Complexity of the Situation (CS), Variability of the Situation (VS), Arousal (A), Concentration of Attention (CA), Division of Attention (DA), Spare Mental Capacity (SMC), Information Quantity (IQT), Information Quality (IQL), and Familiarity with the Situation (FS). These questions are combined in 3 dimensions as Attentional Demand (D: IS, CS and VS), Attentional Supply (S: A, CA, DA and SMC), and Understanding of the Situation (U: IQT, IQL and FS).

Nordic Occupational Safety Climate Questionnaire (NOSACQ-50) was used for SC measurement of HSC navigator. NOSACQ-50 consists of 7 dimensions and 50 questions. Dimensions are determined as; Management's Safety Priority, Commitment and Competence (MSPCC) (1-9 questions), Management's Safety Empowerment (MSE) (10-16 questions), Management's Safety Justice (MSJ) (17-22 questions), Workers' Safety Commitment (WSC) (23-28 questions), Workers' Safety Priority and Risk Non-Acceptance (WSPRNA) (29-35 questions), Safety Communication, Learning and Trust in Co-Workers Safety Competence (SCLT) (36-43 questions), and Trust in the Efficacy of Safety Systems (TESS) (44-50 questions). 22 questions in the first 3 dimensions are used to assess the management, and 28 questions in the next 4 dimensions are used to assess the employees.

Purposive (deliberate) and snowball (chain-referral) sampling techniques were used in this study. 38 Turkish HSC navigators were consulted. The data was obtained through face-to-face interviews and web-based questionnaire methods. First of all, HSC navigators were informed and being a volunteer for participating to the study. Then s/he answered demographic and navigational information questions such as

gender, age, marital status, education level, competency, experience, vessel type, voyage duration, sea state, wind force, marine traffic status, etc. S/he marked the pairwise comparison of the effects of ECDIS, ARPA, AIS and autopilot on MWL, SA, and SC. After pairwise comparison, HSC navigator carried out RNASA-TLX, SART, and NOSACQ-50 questionnaires. In addition, s/he sorted unberthing, navigation in coastal waters, navigation in restricted waters, navigation on open sea, and berthing operations according to her/his MWL, SA, and SC perceptions. Finally, s/he indicated 5 factors that mostly affecting MWL, SA, and SC. S/he also indicated the most prior 5 suggestions that would bring MWL to optimum level and would increase levels of SA and SC.

Navigation is a process that depends on experience and judgment of navigator. HSC navigation is a complicated and risky operation. A combination of coastal plotting and electronic navigation is applied on bridge of HSC. HSC navigator sails in ever-changing environmental, organizational and operational conditions. Navigation environment and modern technology on the bridge increase the mental demands rather than physical ones of her/him. This technology challenges her/his abilities. HSC navigator who has inappropriate levels of MWL, SA and SC is able to make wrong decisions.

In this study, relationships among MWL, SA and SC have been analysed in terms of bridge navigation operations on HSCs. Factors affecting MWL, SA and SC levels of HSC navigator were determined. Suggestions for optimizing MWL level and increasing SA and SC levels were defined. Considerations have been made that will increase the safety of HSC navigation.