

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ERGONOMİK RİSK DEĞERLENDİRME
ANALİZLERİNİN YAPILMASI VE TERSANE
SEKTÖRÜNE UYGULANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Güneyhan TOL

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : MÜHENDİSLİK YÖNETİMİ

Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Rıza ADALI

Mayıs 2019

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ERGONOMİK RİSK DEĞERLENDİRME
ANALİZLERİNİN YAPILMASI VE TERSANE
SEKTÖRÜNE UYGULANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Güneyhan TOL

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
Enstitü Bilim Dalı : MÜHENDİSLİK YÖNETİMİ

Bu tez 30.05.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / ~~oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

Dr. Öğr.Üyesi Mustafa
Ahmet Beyazıt OCAKTAN

.....
Jüri Başkanı

Dr. Öğr.Üyesi Merve
CENGİZTOKLU

.....
Üye

Dr.Öğr.Üyesi Mehmet Rıza
ADALI

.....
Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Güneyhan TOL

23.04.2019

TEŞEKKÜR

Almış olduğum yüksek lisans eğitiminde başından sonuna kadar beni destekleyen ve öğretmek için çaba sarf eden tüm hocalarıma, bunun yanında tez dönemi boyunca her imkânını benimle paylaşan ve gece gündüz demeden desteğini esirgemeyen çok değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Rıza ADALI 'ya teşekkürlerimi sunarım.

Tersane imkânları konusunda yardımcı olan ve her zaman destekleyen Yalova Liman Başkanlığına ve Yalova Gemi Mühendisleri odasına teşekkür ederim. Bunun yanında her türlü manevi destekte ve bilgi paylaşımında bulunan Deniz Ticaret Odası Kocaeli şubesine şükranlarımı sunarım. Son olarak her zaman yanımda olan sevgili aileme teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	xi
SUMMERY.....	xii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
LİTERATÜR TARAMASI.....	3
2.1. İş Sağlığı ve Güvenliği.....	3
2.2. Risk Değerlendirmesi Kavramı.....	4
2.2.1. Planlama.....	4
2.2.2. Risk kontrol önlemlerinin mukayese edilmesi.....	4
2.2.3. Risk kontrol önlemlerin uygulanması.....	4
2.2.4. Uygulamaların izlencesi.....	5
2.3. Ergonomi Kavramı.....	5
2.4. İşle İlgili Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları.....	5
2.4.1. İşle ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlıkları risk faktörleri.....	7
2.4.2. İşle ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlıkları risk maruziyet değerleme teknikleri.....	8
2.4.2.1. Öznel değerlendirmeler.....	8

2.4.2.2. Sistematik gözlemlere dayalı metotlar.....	9
2.4.2.3. Direkt ölçüm metotları.....	10
BÖLÜM 3.	
ERGONOMİK RİSK ANALİZ METOTLARI.....	11
3.1. REBA.....	11
3.1.1. Hedefler.....	12
3.1.2. Geliştirme.....	12
3.1.3. Eylem Puanlarını Belirleme.....	13
3.2. OWAS Metodu.....	15
3.2.1. OWAS metodunun uygulama basamakları.....	17
3.2.2. OWAS metodunda kodlama.....	17
3.2.3. Kodlama sırası.....	18
3.2.4. OWAS yönteminde tehlike seviyeleri.....	18
3.3. Hızlı Maruziyet Değerlendirme (QEC).....	19
3.3.1. Gözlemci tarafından maruz kalma değerlendirme.....	20
3.3.1.1. Geri duruş.....	20
3.3.1.2. Geri hareket.....	21
3.3.1.3. Omuz / kol duruşu.....	21
3.3.1.4. Omuz / kol hareketi.....	22
3.3.1.5. Bilek / el pozlama.....	22
3.3.1.6. Bilek / el hareketi.....	23
3.3.1.7. Boyun duruşu.....	23
3.3.2. İşçiden toplanan maruz kalma değerlendirme verileri.....	24
3.3.2.1. Maksimum ağırlık.....	24
3.3.2.2. Görev süresi.....	24
3.3.2.3. El kuvvetleri.....	25
3.3.2.4. Görevin görsel talebi.....	25
3.3.2.5. Titreşim.....	26
3.3.2.6. İşe ayak uydurmak zorluğu.....	26
3.3.2.7. Stres.....	26
3.3.3. Maruz kalma puanlama sistemi.....	27
3.4. PLIBEL.....	28

3.4.1. Avantajları	29
3.4.2. Dezavantajları.....	30
3.5. MANTRA.....	30
3.5.1. Toplam zaman	31
3.5.2. Tekrarlama.....	32
3.5.3. Süre.....	32
3.5.4. Çevrim zamanı	34
3.5.5. Tekrarlama risk faktörü	34
3.5.6. Kuvvet	34
3.5.7. Hız	34
3.5.8. Uygunsuzluk.....	35
3.5.9. Titreşim	35
3.5.10. Çaba risk faktörü	36
 BÖLÜM 4.	
UYGULAMALAR.....	37
4.1. Uygulama 1	37
4.2. Uygulama 2	52
4.3. Uygulama 3	54
4.4. Uygulama 4	56
4.5. Uygulama 5	58
4.6. Uygulama 6	60
4.7. Uygulama 7	62
4.8. Uygulama 8	64
4.9. Uygulama 9	66
4.10. Uygulama 10	68
4.11. Uygulama 11.....	70
 BÖLÜM 5.	
SONUÇ.....	72
 KAYNAKLAR.....	74

ÖZGEÇMİŞ.....	77
---------------	----



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ILO	: International Labour Organisation (Uluslararası Çalışma Örgütü)
İKİSR	: İşle İlgili Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları
İSG	: İş Sağlığı ve Güvenliği
KİS	: Kas İskelet Sistemi
KTS	: Karpal Tünel Sendromu (El Bileği Hastalığı)
MANTRA	: Manual Tasks Risk Assessment Tool (Elle Yapılan Görevler için Risk Değerlendirme Aracı)
NIOSH	: National Institute for Occupational Safety and Health (Amerika Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü)
OWAS	: Ovako Working Posture Analyzing System (Ovako Çalışma Duruşları Analiz Sistemi)
OSHA	: Occupational Safety And Health Administration (İş Güvenliği Ve Sağlığı İdaresi)
PERA	: Postural Ergonomic Risk Assessment (Postural Ergonomik Risk Değerlendirmesi)
PLIBEL	: Plan for Identifying av Belastnings
QEC	: Quick Exposure Check (Hızlı Maruziyet Değerlendirme Yöntemi)
REBA	: Rapid Upper Limb Assesment (Hızlı Üst Uzuv Değerlendirmesi)
RULA	: Rapid Upper Limb Assesment (Hızlı Üst Uzuv Değerlendirmesi)
KG	: Yük Birimi (Kilogram)

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1. Uygulama 1	37
Şekil 4.2. Uygulama 2	52
Şekil 4.3. Uygulama 3	54
Şekil 4.4. Uygulama 4	56
Şekil 4.5. Uygulama 5	58
Şekil 4.6. Uygulama 6	60
Şekil 4.7. Uygulama 7	62
Şekil 4.8. Uygulama 8	64
Şekil 4.9. Uygulama 9	66
Şekil 4.10. Uygulama 10	68
Şekil 4.11. Uygulama 11	70

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1. Grup A.....	13
Tablo 3.2. Yük / Kuvvet.....	13
Tablo 3.3. Grup B.....	14
Tablo 3.4. Kavrama	14
Tablo 3.5. Grup C.....	15
Tablo 3.6. REBA Eylem Seviyeleri.....	15
Tablo 3.7. Sırt Duruşu Ve İlgili Kod Numaraları	17
Tablo 3.8. Kol Duruşu Ve İlgili Kod Numaraları	17
Tablo 3.9. Baş Duruşu Ve İlgili Kod Numaraları	17
Tablo 3.10. Bacak Duruşu Ve İlgili Kod Numaraları	18
Tablo 3.11. Kaldırılan Ağırlık Kodları	18
Tablo 3.12. OWAS Kodlama Yapısı.....	18
Tablo 3.13. Poz Seviyeleri	27
Tablo 3.14. MANTRA Yöntemi Toplam Zaman Puanlaması	32
Tablo 3.15. MANTRA Yöntemi Süre Puanlaması	32
Tablo 3.16. MANTRA Yöntemi evrim Zamanı Puanlaması	32
Tablo 3.17. MANTRA Yöntemi Hız Puanlaması	34
Tablo 3.18. MANTRA Yöntemi Uygunsuzluk Puanlaması	34
Tablo 3.19. MANTRA Yöntemi Titreşim (Tüm Vücut Veya evresel) Puanlaması ..	35
Tablo 3. 20. MANTRA Yöntemi aba Risk Faktörü Puanlaması	35
Tablo 4.1. Uygulama 1 REBA Analiz Basamağı 1	38
Tablo 4.2. Uygulama 1 REBA Analiz Basamağı 2	38
Tablo 4.3. Uygulama 1 REBA Analiz Basamağı 3	39
Tablo 4.4. Uygulama 1 REBA Analiz Basamağı 4	39
Tablo 4.5. Uygulama 1 REBA Analiz Basamağı 5	40
Tablo 4.6. Uygulama 1 OWAS Analiz Basamağı 1	40
Tablo 4.7. Uygulama 1 OWAS Analiz Basamağı 2	41

Tablo 4.8. Uygulama 1 OWAS Analiz Basamağı 3	41
Tablo 4.9. Uygulama 1 OWAS Analiz Basamağı 4	42
Tablo 4.10. Uygulama 1 OWAS Analiz Basamağı 5	42
Tablo 4.11. Uygulama 1 QEC Analiz Basamağı 1	43
Tablo 4.12. Uygulama 1 QEC Analiz Basamağı 2.....	43
Tablo 4.13. Uygulama 1 QEC Analiz Basamağı 3.....	44
Tablo 4.14. Uygulama 1 QEC Analiz Basamağı 4.....	44
Tablo 4.15. Uygulama 1 QEC Analiz Basamağı 5.....	45
Tablo 4.16. Uygulama 1 QEC Analiz Basamağı 6.....	45
Tablo 4.17. Uygulama 1 QEC Analiz Basamağı 7.....	46
Tablo 4.18. Uygulama 1 QEC Analiz Basamağı 8.....	46
Tablo 4.19. Uygulama 1 QEC Analiz Basamağı 9.....	47
Tablo 4.20. Uygulama 1 PLIBEL Analiz Basamağı 1	47
Tablo 4.21. Uygulama 1 PLIBEL Analiz Basamağı 2	48
Tablo 4.22. Uygulama 1 PLIBEL Analiz Basamağı 3	48
Tablo 4.23. Uygulama 1 PLIBEL Analiz Basamağı 4	49
Tablo 4.24. Uygulama 1 PLIBEL Analiz Basamağı 5	49
Tablo 4.25. Uygulama 1 MANTRA Analiz Basamağı 1.....	49
Tablo 4.26. Uygulama 1 MANTRA Analiz Basamağı 2.....	50
Tablo 4.27. Uygulama 1 MANTRA Analiz Basamağı 3.....	50
Tablo 4.28. Uygulama 1 MANTRA Analiz Basamağı 4.....	50
Tablo 4.29. Uygulama 1 Analizi	51
Tablo 4.30. Uygulama 2 Analizi	53
Tablo 4.31. Uygulama 3 Analizi	55
Tablo 4.32. Uygulama 4 Analizi	57
Tablo 4.33. Uygulama 5 Analizi	59
Tablo 4.34. Uygulama 6 Analizi	61
Tablo 4.35. Uygulama 7 Analizi	63

Tablo 4.36. Uygulama 8 Analizi	65
Tablo 4.37. Uygulama 9 Analizi	67
Tablo 4.38. Uygulama 10 Analizi	69
Tablo 4.39. Uygulama 11 Analizi.....	70



ÖZET

Anahtar Kelimeler: Ergonomi, geni inşa, risk değerlendirme

Gemi inşa sektörünün gelişmesi ve bu alanda istihdamın çoğalması ile birlikte artan iş gücünü, iş sağlığı ve güvenliğinin yanı sıra çalışanların ergonomik açıdan değerlendirilmesini ve koşulların iyileştirilmesi için çalışmalar içermektedir. Bir çok işverenin iş kazalarını önlemek için aldığı önlemlerin, ergonomik düzenlemeler içermediği ve bu konuda bir duyarlılığın olmadığı görülmüştür. Ergonomik risklerin analiz edilebilmesi için öncelikle hangi metotların kullanılması gerektiğinin bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı ergonomik risk değerlendirmede kullanılan tekniklerinden (REBA, OWAS, QEC, PLIBEL ve MANTRA) hangilerinin Gemi İnşa Sektöründe daha uygun sonuçlar vereceğinin tespit edilmesidir.

ERGONOMIC RISK ASSESSMENT ANALYSIS AND IMPLEMENTATION OF THE SHIPYARD SECTOR

SUMMERY

Keywords: Ergonomics, Shipbuilding, Risk Assessment

The development of the shipbuilding sector and the increase in employment in this field include the increasing workforce, the occupational health and safety as well as the ergonomic evaluation of the employees and the improvement of the conditions. It has been observed that the measures taken by many employers to prevent occupational accidents do not include ergonomic regulations and there is no sensitivity in this regard. In order to analyze ergonomic risks, it is necessary to know which methods should be used. The aim of this study is to determine which of the techniques used in ergonomic risk assessment (REBA, OWAS, QEC, PLIBEL and MANTRA) will give more appropriate results in the Shipbuilding Sector.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Bu tez gemi inşa sektörünün gelişmesi ve bu alanda istihdamın artması ile birlikte artan iş gücünü, iş sağlığı ve güvenliğinin yanı sıra çalışanların ergonomik açıdan değerlendirilmesini ve koşulların iyileştirilmesi için çalışmalar içermektedir. Birçok işverenin iş kazalarını önlemek için aldığı önlemlerin, ergonomik düzenlemeler içermediği ve bu konuda bir duyarlılığın olmadığı bu çalışmada görülmüştür. Ergonomik risklerin analiz edilebilmesi için öncelikle hangi metodun ve/veya metotların kullanılması gerektiğinin bilinmesi gerekmektedir.

Tezin ikinci bölümünde ergonomi açısından literatürde geçen birçok temel kavramdan bahsedilmiştir. Ergonomi kavramı, nasıl değerlendirileceği, iş ile ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlıkları ve bunların kategorizasyonundan bahsedilmiştir.

Tezin üçüncü bölümünde hali hazırlarda çeşitli endüstrilerde kullanılan beş yöntem incelenmiştir. Bunlar Rapid Upper Limb Assesment (Hızlı Üst Uzun Değerlendirmesi) REBA, Ovako Working Posture Analyzing System (Ovako Çalışma Duruşları Analiz Sistemi) OWAS, Quick Exposure Check (Hızlı Maruziyet Değerlendirme Yöntemi) QEC, Plan for Identifying av Belastnings PLIBEL ve Manual Tasks Risk Assessment Tool (Elle Yapılan Görevler için Risk Değerlendirme Aracı) MANTRA yöntemleridir. Bu yöntemlerin uygulama şekilleri, değerlendirme yöntemleri ve kriterleri anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde ise bir tersanede gemi inşaatındaki çeşitli çalışma alanlarında görev alan işçilerin çalışmaları incelenmiş ve bunların çalışma esnasındaki ergonomik risk oluşturacak pozisyonlarının görüntüleri alınmıştır. Daha sonra bir önceki bölümde belirlenen beş yöntem ile değerlendirilmiş ve yapılan işler hakkında genel bilgiler verilerek; metotların eylem sonuçları sıralanmıştır.

Sonuç olarak, bu çalışmanın amacı ergonomik risk değerlendirmede kullanılan ve üçüncü bölümde anlatılan ergonomik risk değerlendirme tekniklerinin hangilerinin Gemi İnşaa Sektöründe daha uygun sonuçlar vereceğinin tespit edilmesidir. Bu bağlamda dördüncü bölümde uygulanan metotların sonuçları değerlendirilmiş ve gemi inşa sektöründe daha iyi sonuç veren, daha duyarlı olan analiz metotları tespit edilmiştir.



BÖLÜM 2. LİTERATÜR TARAMASI

Ergonomik risk analizleri yöntem ve uygulamalarına geçmeden önce, ergonomi, iş ile ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlıkları ve iş sağlığı güvenliği hakkında bilgi sahibi olunması gerekmektedir. Bu bölümde temel kavramlar hakkında genel bilgilere yer verilmiştir.

2.1. İş Sağlığı ve Güvenliği

Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization- WHO) ve Uluslararası Çalışma Örgütü (International Labour Organization-ILO) iş sağlığı ve güvenliğini; “bütün çalışanların toplumsal, ruhsal ve bedensel sağlık ve refahlarının en iyi düzeye yükseltilmesinin yanında, sürekliliğinin olması, işyeri imkanlarının, çalışanları kaza ve yaralanmalara sebebiyet verecek riskli durumların yok edilmesi, çalışanların kendilerine uygun işlere verilmesi ve nihayetinde çalışanların ruhsal ve bedensel ihtiyaçlarına göre bir ortamı oluşturulması” olarak tanımlamaktadır. Dolayısıyla bu ortamın yaratılması ile birlikte iş kalitesi de artmaktadır.

İş sağlığı ve güvenliği İSG’nin amacı, çalışanların meslek rahatsızlıklarına yakalanmalarını ve iş kazaları yapmalarının önüne geçmek ve daha sağlıklı koşullarda çalışma yapılmasını sağlamaktır. Alınan önlemlerin ve düzenlemelerin iş yerinin ana çalışma amacı olan üretimin verimlilik ve güvenilirliğini de gözetmesi sağlanmalıdır. İSG önlemlerinin sağlandığı işyerlerinde, çalışan memnuniyetinin ve verimliliklerinin de arttığı gözlemlenmiştir. Bu durum işyerinin verimliliğinin de artışına sebep olacaktır. Verimliliğin yanı sıra, İSG ‘nin amacı meslek rahatsızlıkları ve iş kazalarını önlemek olduğundan, bu tür sebeplerden doğabilecek maliyetler de bertaraf edilmiş olacaklardır. Nihayetinde bu uygulamalar, gerek iş yerine gerekse topluma madden ve manen fayda sağlayacaktır [1]. Buna bağlı olarak, kişilerin ruhsal fiziksel ve sosyal anlamında yaşam kalitesinin de artmasını sağlayacaktır.

2.2. Risk Değerlendirmesi Kavramı

Risk değerlendirmesi 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'na göre , “işyerlerinde hali hazırda olan veya dışarıdan gelebilecek tehlikelerin tespit edilmesi, bu tehlikelerin risk oluşturmaya yol açan etmenler ile tehlikeden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol önlemlerinin kararlaştırılması maksadı ile yapılması gereken çalışmalar” olarak tanımlanmıştır. 29 Aralık 2012 tarih ve 28512 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği'nde bahsedildiği gibi, risklerin kontrolünde uygulanacak adımlar şu şekildedir [2].

2.2.1. Planlama

Çeşitli yöntemlerle belirlenen riskler önem ve büyüklük sırasına göre sıralanarak, kontrolünün yapılmasını sağlamak amacı ile planlama yapılır.

2.2.2. Risk kontrol önlemlerinin mukayese edilmesi

Tamamen ortadan kaldırılması mümkün olmayan riskler, kabul edilebilir hale getirilmeye çaba harcanır. Bu maksatla aşağıdaki işlemler izlenir.

- 1) Tehlikeye yol açan etmenin veya kaynağının yok edilmesi.
- 2) Riski oluşturan tehlikenin, daha az tehlikeli olan veya mümkünse tehlikeli olmayan ile değiştirilmesi.
- 3) Risk yayılmadan, kaynağında müdahale edilmesi.

2.2.3. Risk kontrol önlemlerin uygulanması

Uygulanacak önlemlerin işlem sıraları, işin yapılacağı kısım veya iş yer bölümü, tarihleri ve diğer bilgiler belirlenerek, planlar hazırlanır. Hazırlanan planlar uygulayıcı tarafından izlenmeye başlanır.

2.2.4. Uygulamaların izlencesi

Uygulanacak planlar basamaklar halinde izlenerek, takibi ve kontrolü sağlanır. Gerekli önlem ve düzeltme işlemleri tamamlanır [2].

2.3. Ergonomi Kavramı

Uluslararası Ergonomi Derneği (International Ergonomics Association-IEA) ergonomiyi; belirli sistemdeki elemanlar ile diğer insanlar arasındaki etkileşimi çözmekle ilgilenen bilimsel bir disiplin ve tüm sistem performansını ve insan refahını en iyi hale getirmek için teori, ilke, veri ve tasarım yöntemlerini uygulayan iş kolu şeklinde tanımlanmaktadır [3]. Ergonomi, birden fazla disiplinin çalışması mümkün olan bir araştırma konusudur. Ergonominin odaklandığı nokta, insan tarafından meydana getirilen çevre, nesne, iş süreçleri vb. düzenlenmesinde insanın dikkate alınmasıdır. Ana amaç ise meydana gelen insan-makine sisteminin verimliliğini, insanın sağlığını etkilemeden artırmaktır. Meydana gelen sistemin bileşenleri ile insan arasındaki etkileşimi geliştirmeyi ve sonuç olarak çalışma gereksinimlerinin daha iyi seviyeye yükselmesini hedefler [4].

2.4. İşle İlgili Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları

5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu'na göre “Meslek hastalığı”, “Sigortalının çalıştığı veya yaptığı işin niteliğinden kaynaklı tekrarlanan bir nedenle veya işin yürütüm şartları sebebi ile uğradığı sürekli veya geçici hastalık, ruhsal veya bedensel engellilik halleridir.” Bu tanım, sigortacılık yönü ile hazırlanmış olup, tanımda tazmin sağlayacak durumların sözü geçmiştir. [5]. ILO meslek hastalıklarını dört kategoride toplanmaktadır [6]. Bu kategoriler aşağıda belirtildiği gibidir.

1. İş sebebi ile maruziyet ile meydana gelen meslek hastalıkları
 - a. Kimyasal sebeplerin neden olduğu meslek hastalıkları
 - b. Fiziksel sebeplerin neden olduğu meslek hastalıkları
 - c. Biyolojik sebep ve bulaşıcı veya parazitik meslek hastalıkları
2. Hedef organ sistemlerinden meydana gelen meslek hastalıkları

- a. Solunum hastalıkları
- b. Deri hastalıkları
- c. Kas-iskelet hastalıkları
- d. Davranışsal ve ruhsal hastalıklar

3. Mesleki kanserler

4. Diğer hastalıklar

Kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları, meslek hastalıkları gruplandırmasında “hedef organ sistemleri kaynaklı meslek hastalıkları” grubunda bulunmaktadır. Kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları; bağlarda, kaslarda, sinirlerde, tendonlarda, kıkırdaklarda, disklerde (omurga) ve birleşim yerlerinde meydana gelen rahatsızlıklardır. Bu tür rahatsızlıklar, aniden meydana gelmeyip; uygunsuz hareketin devamlılığı, sıklığına bağlı olarak zaman içerisinde meydana gelen rahatsızlıklardır [7]. Çoğunlukla aylar, yıllar süren ve kısa süreli olmayan maruziyetler sonucu ortaya çıkarlar. Uzun süreli ve tekrarlayan maruziyetler çok ciddi kalıcı hasarlara neden olmaktadır. Amerika’da bilinen en iyi istatistik ve ekonomi sınıfında yer alan şirketi Bureau of Labor Statistics’in 2001 senesinde yayınlamış olduğu Mesleki Yaralanma ve Rahatsızlıkların Senelik Araştırması Raporu’nda; Amerika’da, 522.528 işle ilgili kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları hastasının olduğunu ve bu rakamın 329.920’sinin servis endüstrisinde görev alan çalışanlar olduğu belirlenmiştir [8]. Bu rakamlar genele oranlandığı zaman çok ciddi bir sonuç ortaya çıkmaktadır.

İngiltere’de, Washington State Çalışma ve Endüstri Departmanı ve Sağlık ve Güvenlik dairesi’nin oluşturduğu raporlarda, endüstride görev alanların %50’den fazlasının kas iskelet sistemi rahatsızlığı olduğu belirtilmiştir. Sağlık ve Güvenlik Dairesi, 2006 yılı raporunda, işle ilgili kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının en çok görülen mesleki rahatsızlık olduğunu belirtmiş ve kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının bir senede bir milyon çalışan üzerinde etkisi olduğunu bildirmiştir [2].

2.4.1. İşle ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlıkları risk faktörleri

Kas iskelet sistemi rahatsızlıkları, çalışma ortamında iyi olmayan şartlar ve uzayan çalışma süreleri ile alakalı olarak ortaya çıkmaktadır. Çokça rastlanan sorunlar içinde; yinelenen, bedeni zora sokan ve kısa süreli olmayan çalışmalar, çekme ve itme işleri, kıpırdamadan durulan pozisyonlar ve ağır kaldırma çalışmalarından bahsedilebilir. Bunların yanı sıra soğuk ortam koşulları, titreşim ve çevresel diğer faktörler riski arttıran etmenler arasında yer alır. Bu gibi ortamlarda bulunan çalışanlar etkilerin sıklığı, süresi ve risk seviyesine göre değişmekle birlikte, bireyin kişisel özelliklerine de bağlı olarak farklılık göstermektedir. Söz konusu bu koşullara “kas iskelet sistemi rahatsızlıkları risk faktörleri” adı verilmektedir [2]. İşle ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlıklarını iş ile ilgili ve kişisel risk faktörleri olarak ikiye ayırabiliriz.

2.4.1.1. İşle ilgili risk faktörleri

İşle ilgili risk faktörlerini ergonomik risk faktörleri, fiziksel risk faktörleri ve psikososyal risk faktörleri olarak sıralayabiliriz.

2.4.1.2. Kişisel risk faktörleri

Kas iskelet sistemi rahatsızlıkları ile işle ilgili fiziksel, ergonomik ve psikososyal risk faktörleri arasındaki ilişki bilimsel olarak kanıtlanmış olup, yapılan iş faaliyetlerinden bağımsız başka faktörler de kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının meydana gelmesine yol açmaktadır. 2001 senesinde ABD Ulusal Bilim Akademisi, çalışan bireyin bel kısmında ve üst ekstremitesinde oluşmuş olan kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının; tekrar eden ve zorlanarak yapılan işler, aşırı ağır kaldırma ve çalışma koşullarının stres içerikli olması vb. etmenler ile alakalı olarak meydana gelebileceği ile ilgili bilimsel kanıtların bulunduğunu ve bu tarz sorunların iyi tasarlanmış olan ergonomik girişim programları ile çok daha az seviyeye indirilebileceği belirtilmiştir [9]. Yapılan tüm çalışmalar kişinin çalışma esnasında ve

Çalışma sonrası kas iskelet sistemi rahatsızlıklarını ortadan kaldırmayı önlemeye ya da azaltmaya yöneliktir.

Bunların yanı sıra, 6331 sayılı Kanun'un Ekranlı Araçlarla çalışılan iş yerlerinde Sağlık ve Güvenlik nlemleri Hakkında Yönetmeliği ve Elle Taşıma İşleri Yönetmeliği'nde de işveren; kas-iskelet sistemi hastalıkları için mesleki risklerin belirtilmesi, önüne geçilmesi, çalışan bireylerin korunma eğitimi ve çalışma ortamında ergonomik girişimleri uygulama izleme hususunda yükümlü kılınmıştır.

2.4.2. İşle ilgili kas iskelet sistemi rahatsızlıkları risk maruziyet değerleme teknikleri

İşyerinde kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları risk faktörlerinin incelenmesi çoğunlukla gözlemsel metotlar ile yapılmaktadır. Ergonomi literatüründeki bazı analiz yöntemleri uygulayıcılar ve araştırmacılar için uygundur. Büyük bir kısmının uygulama şekli çabuk ve maliyeti düşük olması gibi avantajları bulunmaktadır. Bir kısmı ise kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının önüne geçmeye, endüstriyi daha ileriye taşımak için geliştirilmiştir. Ergonomik müdahaleleri önceliklendirmeye destek olabilir. Bu yöntemlerin bir kısmı, işyerinin kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları risk düzeyini ortaya çıkartmak maksadıyla çalışan ve uzman değerlendirmelerini bir araya getirir [10]. Burdorf ve Van Der Beek'e göre işle alakalı kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları, risk maruziyet değerlendirme yöntemleri  kısıma ayrılabilir: Öznel yöntemler, sistematik gözlem ve direk ölçüm yöntemleridir [11].

2.4.2.1. Öznel değerlendirmeler

Öznel değerlendirmelerde anketler ve kontrol listeleri, uygulanan en yaygın yöntemler arasındadır. Söz edilen uygulamaların maliyetlerinin yüksek olmaması, etkili ve büyük hacimli olaylarda kullanılabilir olmaları, bu uygulamaların en büyük avantajları arasındadır.

2.4.2.2. Sistematik gözlemlere dayalı metotlar

Sistematik şekilde çalışma ortamında bulunan risk maruziyetlerinin kaydını tutmak ve nicel değerlendirme uygulamaları yapmak suretiyle gözleme dayalı teknikler hazırlanmıştır [8]. Gözlemsel yöntemler, uygulamayı yapacak kişi tarafından günümüzde en çok tercih edilen uygulamalardır. İş yerinde bulunan iş sağlığı ve güvenliği yönetimi uygulamaları içerisinde, çoğunlukla uygulamayı yapan kişiler için geliştirilirler ve KOBİ'nin ihtiyaçlarına göre düzenlenirler. Sahadan veri elde etmek bahsi geçtiğinde kullanımı kolay, maliyeti düşük ve daha esnek uygulamalardır [12].

Sistematik gözlemleri basit gözlemsel teknikler ve gelişmiş gözlemsel teknikler olarak iki ayrı şekilde düşünebiliriz.

Literatürde bazı basit gözlemsel uygulamalar bulunmaktadır. İnsan vücudunun değişik sayıdaki bölümleri için risk değerlendirmesi yapabilen farklı uygulamalar vardır. Birtakım uygulamaların vücudun yalnızca çeşitli kısımlarının duruşunu analiz etmesine karşın, geneli, çeşitli kritik fiziksel maruziyet etmenlerini hakkında sonuç vermektedir [12].

Daha gelişmiş gözlemsel teknikleri ele aldığımızda yüksek derecede dinamik işlerdeki duruş değişikliklerinin incelenmesi maksadıyla video kaydını baz alarak geliştirilmiş yöntemlerdir. Video şeklinde kayıt altına alınan veriler, sonrasında bunun için özel olarak geliştirilmiş yazılımlar vasıtasıyla objektif biçimde değerlendirilir [2]. Bu değerlendirmeler sonucunda objektif analizler yapılmaktadır.

Önceden belirlenen bir aralıkta, çalışan bireylerin duruş değişimlerini, eş zamanlı olarak kaydeder ve bu sayede farklı eklem parçaları değerlendirir. Bunun yanında, değerlendirme esnasında hareketin uzaklığı, ivme ve hız, açısal farklılık gibi birden fazla parametre belirlenebilir [2].

2.4.2.3. Direkt ölçüm metotları

Çalışanların hareketlerini ve duruşlarını değerlendirmek için farklı direkt ölçüm yöntemleri oluşturulmuştur. Direkt ölçüm metotları için açıölçer, optik araçlar, elektromiyografi, biyomekanik değerlendirme araçları kullanılır. Bu araçlar kullanılarak kas faaliyetleri, açısal sapmalar, uygulanan kuvvetler ve vücut hareketleri ile alakalı detaylı bir biçimde gerçek sayısal bilgilere ulaşılır [2]. Bu sayısal veriler eşliğinde karşılaştırma yapılabilmektedir.

Üç metodu ele aldığımızda direkt ölçüm metotları, sistematik gözleme dayalı metotlardan daha iyi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öznel değerlendirmeler ise gözlemsel metotlara göre daha zayıf bulunmuştur.

BÖLÜM 3. ERGONOMİK RİSK ANALİZ METOTLARI

Günümüzde kullanılan pek çok ergonomik risk analiz metodu mevcuttur. Bunlar endüstrinin çeşitli alanlarında farklı kriterleri baz alarak farklı eylem sınıflarına dayanan sonuçlar içermektedirler. Bu çalışmanın amacı gemi inşa sektöründe kullanılabilecek en verimli ve gerçekçi sonucu veren analiz yöntemlerini tespit etmek olduğundan; sonuca en çok yaklaşabilecek, genel kabul görmüş ve diğer sektörlerde yaygın olarak kullanılan beş yöntem, çalışmaya konu olarak seçilmiştir. Bu yöntemler sırası ile Rapid Upper Limb Assessment (REBA), Ovako Working Posture Analyzing System (OWAS), Quick Exposure Check (QEC), Plan for Identifying av Belastnings (PLIBEL), Manual Tasks Risk Assessment Tool (MANTRA) yöntemleridir.

3.1. REBA

Postüral analiz, iş aktivitelerini değerlendirmek için güçlü bir tekniktir. Tam ergonomik bir işyeri değerlendirmesinde, kaydedilmiş postür (ler) ile ilişkili kas-iskelet hasarı riski, değişimin uygulanması için önemli bir faktör olabilir, bu nedenle işe duyarlı saha tekniklerinin kullanılabilirliği, ergonomi uygulayıcıları için önemli bir yardımcıdır [13].

Postürel analiz araçlarının spektrumunda, sağlık hizmetlerinde bulunan öngörülemez çalışma duruşlarının türüne (örn. Canlı yük taşıma) ve diğer hizmet endüstrilerine duyarlılık olarak algılanan bir durum, aşağıdaki postüral analiz aracının geliştirilmesine yol açmıştır. : Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi, REBA [13].

Geçmişten günümüze birçok araştırmaya konu edilen bu yöntem, son yıllarda da yüzlerce araştırma ve risk değerlendirmede de seçilen bir metot olarak kullanılmıştır. Örneğin; Ormancılık faaliyetlerini konu alan bir çalışmada, özellikle kütük hasadı, geleneksel olarak en zor fiziksel iş türlerinden biri olarak kabul edildiğinden ve farklı özelliklere sahip olduğundan bahsedilmiştir. REBA yöntemi iş sahalarını karşılaştırarak, değişken dış koşullar altında hasat sırasında farklı iş konumlarıyla ilişkilendirilen kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının risk faktörlerini incelemeyi hedeflemiştir [14].

3.1.1. Hedefler

REBA'nın hedefleri aşağıdaki şekildedir ;

Farklı görevlerde kas iskelet risklerine duyarlı bir postural analiz sistemi geliştirmek.

- a. Bedeni, hareket düzlemlerine referansla, tek tek kodlanacak bölümlere ayırmak.
- b. Statik, dinamik, hızlı değişen veya dengesiz duruşların neden olduğu kas aktivitesi için bir skorelama sistemi sağlamak.
- c. Aciliyete göre bir eylem seviyesi vermek.
- d. Minimum ekipman gereksinimi - kalem ve kağıt yöntemi [15].

3.1.2. Geliştirme

Başlangıçtaki vücut parçalarının kodlarını belirlemek için yükteki, hareket mesafesindeki ve yükseklikteki değişimler basit görevler ile analiz edilmiştir. Veriler, NIOSH , algılanan effort oranı , OWAS, RULA ve QEC gibi teknikler kullanılarak toplanmıştır. 3 ergonomist / fizyoterapist bağımsız olarak 144 postür kombinasyonunu kodlamış ve daha sonra eşlik eden risk ve aksiyon seviyeleri ile birlikte, REBA skorunu (1-15) üretmek için yük, kavrama ve aktivite puanlarının duyarlılık kavramlarını bir araya getirmişlerdir [15].

Bunun yanı sıra, sağlık, üretim ve elektrik endüstrilerinden 600'den fazla örneğin toplanması ve tek tek kodlanmasını için 14 profesyonel ile (meslek terapisti, fizyoterapist, hemşire ve ergonomist) iki çalıştay düzenlenmiştir. Bu oturumlardan

elde edilen sonuçlar REBA'yı daha da geliştirmek ve vücut parçası kodlamasının gözlemciler arası güvenilirlik analizine başlamak için kullanılmıştır [15].

3.1.3. Eylem puanlarını belirleme

Grup A, gövde, boyun ve bacaklar için toplam 60 duruş kombinasyonuna sahiptir. Bu, yük / kuvvet puanının eklendiği dokuz olası puana düşürülür. B grubu, bilekler ve alt ve üst kollar için toplam 36 postür kombinasyonuna sahiptir ve bir Kavrama skorunun eklendiği dokuz olası puana indirger. A ve B skorları toplam 144 olası kombinasyon sağlamak için Grup C'de birleştirilmiştir ve son olarak REBA skorunu vermek için bir aktivite puanı eklenmiştir [15].

Tablo 3.1. Grup A

GRUP A													
SIRT		BOYUN											
		1				2				3			
	BACAKLAR	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
		1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
1		1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2		2	3	4	4	3	4	5	6	4	5	6	7
3		2	4	5	5	4	5	6	7	5	6	7	8
4		3	5	6	6	5	6	7	8	6	7	8	9
5		4	6	7	7	6	7	8	9	7	8	9	9

Tablo 3.2. Yük / Kuvvet

YÜK / KUVVET			
0	1	2	3
< 5 kg	5-10 kg	10kg <	Ani ve hızlı artan güç kullanımı

Tablo 3.3. Grup B

GRUP B							
		ALT KOL					
		1			2		
ÜST KOL	BİLEK	1	2	3	1	2	3
1		1	2	2	1	2	3
2		1	2	3	2	3	4
3		3	4	5	4	5	5
4		4	5	5	5	6	7
5		6	7	8	7	8	8
6		7	8	8	8	9	9

Tablo 3.4. Kavrama

KAVRAMA			
0	1	2	3
İYİ	ORTA	ZAYIF	KABUL EDİLEMEZ

Grup A REBA metodunda bacak, boyun ve gövde puanlarından bir tane puan elde etmek için kullanılan bir tablodur. Grup A kullanılarak elde edilen puanın üzerine yük/kuvvet puanı doğrudan eklemesi yapılarak puan A'ya ulaşılır. Bu yöntemle aynı şekilde bilek, ön kol ve üst kol puanlarından tek bir puan elde etmek için Grup B kullanılmaktadır. Eğer vücudun sağ ve sol kısımları farklı riskler taşıyorsa, bu işlem iki taraf için de uygulanmalıdır. Puan B'yi elde etmek için ise, bulunan bu puana kavrama puanı eklemesi yapılmalıdır. Puan A ve puan B, Grup C'de birleştirildiğinde puan C elde edilmektedir.

Tablo 3.5. Grup C

GRUP C													
	B GRUBU PUANI												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A GRUBU PUANI	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tablo 3.6. REBA Eylem Seviyeleri

REBA EYLEM SEVİYELERİ			
EYLEM SEVİYESİ	REBA PUANI	RİSK SEVİYESİ	EYLEM
0	1	Önemsiz	Gerekli Değil
1	2-3	Düşük	Gerekebilir
2	4-7	Orta	Gerekli
3	8-10	Yüksek	Yakın Zamanda Gerekli
4	11-15	Çok Yüksek	Acilen Gerekli

Grup C ile elde edilen REBA puanına karşılık gelen eylem seviyelerine göre yapılacak eylemler ve bu yöntemlerin aciliyeti belirlenmiş olur.

3.2. OWAS Metodu

OWAS (Ovako Working Posture Analysis System) metodu, iş yerinde çalışan insanların kas-iskelet sistemindeki yüklenmeyi ve bu sistemden kaynaklanan uygun olmayan duruşları tespit etmeye çalışan gözleme dayalı bir çalışma duruşu analizidir.

OWAS metodu, iş etütçülerinin hizmetine sunulmuş bir analiz yöntemi olarak tasarlanmış olup her bir duruşta meydana gelen zamanlara dayalı bir iş örnekleme aracıdır. Aynı zamanda ağır sanayide çalışanları iş esnasında fotoğraflayarak şematize edilmiştir. Belirlenen çalışma duruşları standart hale getirilmiş ve “OWAS Çalışma Duruşları” şeklinde endüstriye entegre edilmiştir.

OWAS metodu ile uygun olmayan pozisyonların ve faaliyetlerin belirlenmesi, harcanan güce göre farklılık gösteren işgücü sistemlerinin kıyaslanması ve en verimli iş uygulamalarının saptanması değerlendirilebilir. Aynı zamanda, çalışma ortamının optimizasyon, konfor ve mesleki sağlık yönleri ile incelenmesine ve insan makina ara kesitinin sistematik bir şekilde incelenmesine olanak yaratır [1].

Bu yöntem ile çalışma duruşları kategorize edilir ve çalışan açısından uygun bulunmayan unsurların bertaraf edilmesi amacı ile tasarıma yönelik sistematik çalışmalar yapılır. Bu sistemde, analist gözlemler kullanılarak bacaklar, kollar, sırt ve yükün 4 dijital kod kullanarak kayıt altına alır. Kaydedilen bütün duruşlar için kalınan süre ve o duruşun yaşanma sıklığı incelenir [1]. İnceleme sonucu elde edilen duruşlar video kayıt cihazları yardımı ile de kayıt altına alınabilirler. Böyle bir durumda videodaki görseller belirli zaman aralıklarında durdurularak duruş incelemesi yapılabilir [2].

Yöntem ilk kullanıldığı zamanlardan bugüne pek çok araştırma ve çalışmada uygulanmıştır. Özellikle son yıllar incelendiğinde, farklı sektörlerde uygulandığı görülmüştür. Örnek olarak ormancılık faaliyetlerini konu alan bir çalışma incelendiğinde, faaliyet esnasında kütük açma, savrulma ve yükleme aşamaları OWAS metodu ile analiz edilmiş iş sahaları karşılaştırılmış ve hasat esnasında değişen dış koşullar altında meydana gelebilecek kas iskelet sistemi rahatsızlıkları risk faktörleri incelenmiştir. Bu yöntem dışında REBA yönteminin de kullanıldığı çalışmada iki yöntemde anlamlı sonuçlar vermiş ve sonuç olarak yapılan iş için ergonomik el aletleri geliştirilmesinin ormancılık işçilerinde kas iskelet sistemi bozukluklarının önlenmesinde etkili olacağı görülmüştür. [14]

3.2.1. OWAS metodunun uygulama basamakları

- İzleme ve gözlem neticesinde elde edilen veriler istenen şekilde kodlanır.
- Bu kodlamalar zorlanma ve yüklenme seviyelerine göre “Tehlike Kategorileri” olarak sınıflandırılır.
- Zorlanma ve yüklenme neticesinde ortaya çıkan uygunsuz duruş biçimleri belirlenir ve bu duruşlara sebep olan etmenler bertaraf edilecek şekilde iyileştirme ve geliştirme çalışmaları yürütülür [3].

3.2.2. OWAS metodunda kodlama

OWAS yöntemi vücudu dört ana bölümde ele alır bu bölümler; sırt duruşu, kol duruşu, bacak duruşu, baş duruşu. Aşağıdaki tablolarda her bir bölüm için ayrı ayrı duruş biçimlerine göre kod numaraları verilmiştir. Çalışanın iş sırasında kaldırdığı ağırlık veya harcanan güç de kodlama yapılırken kullanılır [3].

Tablo 3.7. Sırt Duruşu Ve İlgili Kod Numaraları

Düz	1
Eğik	2
Çevrilmiş	3
Bükülmüş ve eğilmiş	4

Tablo 3.8. Kol Duruşu Ve İlgili Kod Numaraları

Her iki kol omuz seviyesinin altında	1
Bir kol omuz seviyesinin üstünde	2
Her iki kol omuz seviyesinin üstünde	3

Tablo 3.9. Baş Duruşu Ve İlgili Kod Numaraları

Serbest	1
Öne eğilmiş	2
30° ile yana eğilmiş	3
45° ile yana eğilmiş	4
Arkaya eğilmiş	5

Tablo 3.10. Bacak Duruşu Ve İlgili Kod Numaraları

Oturma	1
Dik olarak iki bacak üzerinde ayakta durma	2
Dik olarak tek bacak üzerinde ayakta durma	3
Dik durumda, her iki bacak bükülmüş durma	4
Dik durumda, bir bacak bükülmüş durumda	5
Diz çökerek durma	6
Yürüme	7

Tablo 3.11. Kaldırılan Ağırlık Kodları

Kaldırılan Ağırlık	Kod
10 kg'ın altında	1
10 ile 20 kg arasında	2
20 kg'dan fazla	3

3.2.3. Kodlama sırası

OWAS yönteminde vücudun bölümleri aşağıdaki tabloda gösterildiği şekilde yapılır, daha kapsamlı bir değerlendirme yapılacaksa, bu duruş kodlarına ek olarak baş duruşu kodlaması da ilave edilebilir [3].

Tablo 3.12. OWAS Kodlama Yapısı

SIRT DURUŞU	KOL DURUŞU	AĞIRLIK VE GÜÇ İSTRAFI	BACAK DURUŞU

3.2.4. OWAS yönteminde tehlike seviyeleri

Gözlemlenen duruşlar OWAS yönteminde belirlenmiş kodlara göre tehlike kategorilerine ayrılır. Bu ayırım alanda uzman kişilerin iş görenlerin duruş şekillerinin kas-iskelet sisteminde oluşabilecek ve sağlık problemlerini beraberinde getirebilecek duruşlar üzerinde yaptıkları bilimsel tahmin ve çalışmaları içermektedir. Bütün duruşlar incelendiğinde, daha önceden belirtilen kodlama sistematigi üzerinden kategorize edilir. Bu tehlike kategorizasyonu şu şekildedir [3].

- a. Kategori 1 - C1 : Normal duruş, ergonomik düzenleme gerekmez.
- b. Kategori 2 - C2 : Zorlanma fazla değil, ergonomik düzenleme yakın bir gelecekte yapılmalıdır.
- c. Kategori 3 – C3 : Yüklenme ve zorlanma fazla, ergonomik düzenleme mümkün lduğunca erken yapılmalıdır.
- d. Kategori 4 – C4 : Yüklenme ve zorlanma çok fazla, ergonomik düzenleme hemen yapılmalıdır.

3.3. Hızlı Maruziyet Değerlendirme (QEC)

Risk faktörlerine maruziyetin değerlendirilmesi adına güncel teknikler İKİSR 'lerle ilişkilidirler, bunlar kendi kendini ölçme raporları, gözlemsel yöntemler ve doğrudan ölçüm metotlarıdır. Bu yöntemlerin maruziyet için yararlı olmasına rağmen değerlendirme de, sınırlı yönleri de da tespit edilerek, ör. iş sağlığı ve güvenliği (İSG) uygulayıcıları ihtiyaçlar ve çalışanların katılımı nadiren dikkate alınmıştır. Maruz kalma değerlendirme araçları, işyerinde kullanılan uygulayıcılara gereksinim duymaktadır. QEC İKİSR'ler için maruz kalmayı değerlendirmek ve İSG uygulayıcıları tarafından kullanılmak üzere tasarlanmıştır ve işyerinde ergonomik girişimlere temel oluşturur. Bunun devamında ise herhangi bir uygulamanın verimliliğini analiz etmek için kullanılmalıdır [16]. Bazı kaynaklara göre; bu araç, riskten ziyade, maruz kalmayı değerlendirmek için bir araç görevi görmektedir [17].

Yöntem bedensel ve psikolojik analizlerin yapıldığı bir çok çalışmada uygulanmıştır. Çalışan sağlığını bütünsel ele alması nedeni ile endüstrinin her alanında yaygın olarak tercih edildiğine rastlanılmıştır. Örnek bir çalışma da büyük bir otomobil endüstrisinden yüz yirmi işçi, iki gruba (seri ve hücrelere) bölünmüş, biyomekanik maruz kalma analizi ve davranışları, fiziksel, bilişsel ve zihinsel sağlığı değerlendirmek için anketler aracılığıyla döngü süreleri ve mola süreleri için ölçülmüştür. Üretim düzeninin türü, hatlarda veya hücrelerde, üretim yapan firmalarda iş düzenlemek için belirleyici bir faktör olduğu ve ayrıca işçilerin çalışma molalarını ve mikro kırılma sürelerini de etkilediği üzerinde durulmuştur. Bu örnek çalışmanın, seri ve hücre montaj yerleşimi yapılandırmalarında dinlenme molalarının

hafifletilmesinin yanı sıra, planın çalışanların sağlığı üzerindeki etkisinin de araştırılmasını kapsamakta olduğu görülmüştür. QEC yöntemi ise bu çalışmaya işçilerin değerlendirmesini ve algılarını kullanarak, bedensel aşırı yüklenmeleri açısından vücudun farklı bölgeleri (omurga, el bileği, el ve boyun) üzerinde durmak ve diğer mesleki risk faktörleri ortaya çıkartmak, titreşim, araba kullanma, çalışma hızı ve stres gibi etkenleri tespit etmek amacı ile uygulanmıştır.

3.3.1. Gözlemci tarafından maruz kalma değerlendirmesi

Gözlemci tarafından yapılacak olan maruziyet değerlendirmesinde geri dönüş, geri hareket, omuz/kol duruşu, omuz/kol hareketi, bilek/el hareketi ve pozlaması ve boyun duruşunun incelenmesi gerekmektedir. Aşağıda bu durumlar kısaca açıklanmıştır.

3.3.1.1. Geri duruş

Gövde fleksiyonu geçici lokal kas yorgunluğu ve bel ağrısı ile alakalıdır. Bunlara ilave olarak, Manuel kullanım sırasında omurganın lateral bükülmesi veya eksenel bükülmesi, bel ağrısı riskini de artırabilir.

20°'den daha az olan fleksiyon, uzun süreli çalışmalarda işçiler için bel ağrısı ile ilişkilendirilmemiştir. 21°-45° arası veya >45° fleksiyonlu veya >20°'in bükülmesi / yana doğru bükülmesi ile ortaya çıkan "hafif" vakalar için "hafif" çalışma bozukluğu vakaları bildirilmiştir. Bununla birlikte, 21°-45° arası bir pozisyon aralığı, gözlemcilerin gözlemlerde doğru olarak yargılaması için çok dar bulunmuştur. Bu nedenle, diğer değerlendirme araçlarında kullanıldığı gibi, QEC duruş kategorileri 0-20°, 21°-60° ve >60° olarak tanımlanmıştır [16].

Geriye dönük maruz kalma düzeyleri için uygun ayırıcı terminoloji hakkında kullanıcı geribildirimlerine dayalı olarak, bu kategorileri tanımlamak için 3 uygun tanımlayıcı terim seçildi: "neredeyse nötr", "orta derecede bükülmüş veya dönmüş" ve "aşırı derecede bükülmüş veya dönmüş" şeklindedir [16].

3.3.1.2. Geri hareket

Manuel kullanım görevlerini yerine getirirken, artmış bel ağrısı riski artmış sırt hareketi sıklığı ile ilişkilidir. Manuel kullanım dışındaki görevler için, özellikle uzun çalışma süreleriyle birleştirildiğinde, statik postürel yüklemenin bel ağrısı için bir risk faktörü olduğu ifade edilmiştir [16].

OSHA ergonomi standardı (2000), geri hareket frekansını iki poz seviyesine ayırmıştır: dakika başına 5 kattan daha az veya daha fazla şeklinde. QEC'in duyarlılığını artırmak için, geri hareketi değerlendirmek için üç kategori tanımlanmıştır: Dakikada 1-5, 6-10 ve 410 kez şeklinde. Kullanıcı denemeleri, gözlemcilerin kategori sınırlarına yakın frekansları ayırt etmede zorluklar yaşadıklarını yansıtmaktadır. Bu nedenle, "sözel protokol" çalışmasına dayanarak, üç frekans seviyesini kategorize etmek için medyan kullanılmıştır. Karşılık gelen tanımlayıcı terimler bu kategorileri tanımlamak için seçilmiştir, yani "nadiren" (yaklaşık 3 kez / dakika veya daha az), "sıklıkla" (yaklaşık 8 kez), "çok sık" (yaklaşık 12 kere / dakika veya daha fazla). Manuel kullanım dışındaki görevler için, değerlendirme statik postürel yükün varlığına veya yokluğuna bağlı olarak iki kategoriye ayrılmıştır [16].

3.3.1.3. Omuz / kol duruşu

Özellikle omuz yüksekliğinde veya üstünde, yüksek üst kollarla çalışmak, omuz kasları üzerindeki yükün daha yüksek bir yükseklik ile arttığından omuz İKİSR'leri için bir risk faktörü olarak kabul edilir. Tekrarlanan iş veya 60°'den büyük kolun sürekli fleksiyonu omuz bozuklukları ile ilişkilidir. Kol postürünü değerlendirirken, omuz ile alt ve üst arasında 90°'den büyük bir ölçü açısı ve üst kol arasında farklılaşma yapıldı [16].

QEC'deki omuz / kol postürünün değerlendirilmesinde üç farklı maruziyet seviyesi seçilmiştir, yani bel yüksekliğinde / altında, göğüs yüksekliğinde, omuz yüksekliğinin üzerinde şeklindedir [16].

3.3.1.4. Omuz / kol hareketi

Son derece tekrarlayan omuz / kol hareketi omuz tendon bozuklukları riskini artırır. Bununla birlikte, omuz hareket frekanslarının dakikada 2.5'den büyük olması İKİSR'lerle ilişkili olduğu ifade edilmiştir [16].

Risk seviyesinin önemli ölçüde arttığı frekans hakkında daha fazla data rapor edilmemiştir. Sonuç olarak, QEC'te maruziyet değerlendirmesi, uygulayıcıların belirli bir süre içindeki hareketlerin sayısı yerine, kolun hareket örüntüsü hakkındaki algılarına dayanmaktadır. Bu yaklaşım diğer araştırmacılar tarafından kabul görmüştür. Artan maruz kalma seviyesini, nadiren, sıklıkla ve çok sıklıkla kategorize etmek için üç tanımlayıcı terim kullanılmıştır. Soru, sadece tekrarlayan, döngüsel eylemler değil, omuz / kolun sürekli hareketini kapsayacak şekilde revize edilmiştir [16].

3.3.1.5. Bilek / el pozlama

Tuhaf el bileği / el postürünün, özellikle de kuvvet, tekrarlama ve süre gibi diğer faktörlerle birlikte, el bileği bozukluklarının gelişimi için bir risk faktörü olduğunu gösteren güçlü kanıtlar vardır.

El bileği problemlerinin yaygınlığı, el bileği nötrden sapma / bükülme / uzatma ile gerçekleştirilen görevler için artar. Nötral el bileği postürünün tanımı, çalışmalar arasında değişmiştir: fleksiyon / ekstansiyonun 25°'inden az ve ulnar deviasyonun 10°'i , fleksiyon / ekstansiyon için 45°'den az, radial deviasyon için 15° ve ulnar için 20° sapma ve 'iyi' ve 'kötü' bilek duruşu arasındaki sınır açısı 20° olarak ifade edilmiştir [16].

QEC'te, tüm el bileği duruşlarının değerlendirilmesi için 15° kritik bir açı seçilmiştir. “Sözel protokol” çalışmasının sonuçları, gözlemcilerin bu açının üstünde veya altında bilek duruşları arasında ayırım yapmada zorlandıklarını ve maruziyet düzeylerinin belirli bir açısal değerin tahmini ile değerlendirilmemesi gerektiğine

karar vermiştir. Diğer araştırmacılar, iş yerinde bilek açısını çok hassas bir şekilde tahmin etmenin mümkün olmadığı konusunda görüş birliğine sahiptir. Bu sebeple, iki dilsel tanımlayıcı “neredeyse düz bir bilek” veya “sapmış veya bükülmüş bir bilekle” burada kullanılmıştır. Bu terimler, bilek duruşundaki kritik farklılıkları ayırt etmek için yeterince duyarlıydı [16].

3.3.1.6. Bilek / el hareketi

Tekrarlama, özellikle güç ve postür gibi diğer faktörlerle kombinasyon halinde karpal tünel sendromu ve tekrarlayan zorlanma travması için bir risk faktörü olarak ifade edilmektedir. ‘Son derece tekrarlanan 'görevler, 30 saniyeden daha kısa bir çalışma döngüsü süresine sahip olan veya döngü süresinin% 50'sinden daha fazlası için benzer bir hareket düzeni oluştuğunda hortum olarak ifade edilmiştir. Düşük el bileği maruziyetinin, dakikada 10 defaya kadar olan hareket oranlarını içerdiğini ifade etmiştir. Ciriello ve arkadaşları, Artan kas-iskelet semptomlarını, el bileği / el hareketinin yükselen oranları ile bulmuştur [16].

3.3.1.7. Boyun duruşu

Boyuna boyun duruşunun uzun süre tutulduğuna dair güçlü kanıtlar boyun veya boyun / omuz problemleri için bir risk faktörüdür. Baş / boyun 30°'den fazla eğmek, boyun ekstansörlerindeki yorgunluk oranını büyük oranda arttırmıştır. Fakat, yaklaşık 15°'lik bir açıda, 6 saat çalıştıktan sonra bile EMG'de ya da öznel şikayetlerde sadece minimal değişiklikler ifade edilmiştir. Buna zıt olarak, 15° fleksiyonda boyun ile uzun süreler geçirmenin anlamlı oranda boyun ve boyun / omuz bozuklukları ile alakalı olduğu ifade edilmiştir [16].

Kullanıcı denemeleri gözlemcilerin gözlem yoluyla sadece belirli bir boyun açısını belirlemelerinin zor olduğunu ifade etmiştir. Katılımcılar açısal değerlerden ziyade 'bükülmüş veya aşırı derecede bükülmüş' gibi tanımlayıcı terimleri kullanmayı uygun bulmuşlar ve QEC'te iki seviye arasında yapılan araştırmalarda kullanılmıştır [16].

3.3.2. İşçiden toplanan maruz kalma değerlendirme verileri

3.3.2.1. Maksimum ağırlık

Ağır yükleri veya yüksek kuvvet uygulamalarını incelemek İKİSR 'ler için özellikle bel, omuz / kol ve el bileği için risk faktörleridir. bel ağrısı, değişken ağırlıktaki yükleri, mesela, 5kg, günde en az 10 kg, günde iki kez 20 kg. NIOSH Kaldırma Denkleminde tanımlanan optimal koşullar altında maksimum kaldırma ağırlığı, 20 ile 23 kg arasındadır. Bu nedenle, yükün 'aydınlık' veya 'ağır' olup olmadığı ve maruz kalma seviyesinin minimum düzeyde olmasını sağlamak için gereken fiziksel güç seviyesinin belirsizliği vardır. Yük ağırlığını sınıflandırmak için farklı aralıklar önerilmiştir [16].

- a. 0–2 kg, 2–10 kg, >10 kg
- b. 1–5 kg, 6–15 kg, 16–45 kg, >45 kg
- c. <10 kg, 10–20 kg, >20 kg

QEC'de, bu faktörün duyarlılığını arttırmak için dört seviye, yani ılık [5 kg veya daha az], orta [6–10 kg], ağır [11-20 kg], çok ağır [>20 kg] seçilmiştir.

2. aşamada ise, soru terminolojisi, özellikle işçi tarafından yüklenen ağırlığa değinilerek açıklığa kavuşturulmuştur. Buna ilaveten, çalışanın cevabının, işçinin değerlendirmesini tamamlamak için kullanılabilmesine rağmen, gerçek ağırlıktan değil yük algılarına dayandırılması gerektiği üzerinde durulmuştur [16].

3.3.2.2. Görev süresi

Görev süresi, sırt, omuz / kol, el / bilek ve boyun İKİSR 'leri için bir risk faktörüdür. OSHA ergonomi standardı (2000), diğer risk faktörleri ile birlikte bulunduğu kritik olarak "iş günü başına 2 saatten fazla" saat tanımlamıştır. Günlük maruz kalma süresi 4 saati geçtiğinde, özellikle oturmuş görevler için sırt ve omuz / boyunda İKİSR oranları artar. Çalışma süresi bakımından QEC'te üç seviyeli maruziyet tanımlanmıştır, yani 2 saatten az, 2–4 saat, 4 saatten fazla şeklindedir [16].

3.3.2.3. El kuvvetleri

Çalışma görevleri sırasında kuvvetli elle yapılan egzersizler, üst ekstremité bozukluklarının artmış riski ile alakalıdır. Kuvvetli kavrayış gerektiren meslekler, yüksek karpal tünel sendromu (KTS) insidansı ile alakalıdır. El kuvveti için farklı kritik seviyeler önerilmiştir [16].

- a. ≥ 3 kg ortalama el kuvvetine sahip işlerde KTS semptomlarında önemli artışlar bulundu
- b. El yüksek kuvvetli 'işler, ortalama el kuvveti >4 kg olan ve ' düşük kuvvetli 'işlerde <1 kg'lı olanlar olarak tanımlandı
- c. Yüksek el kuvveti 4,5 kg olarak tanımlandı

QEC'de bir el tarafından uygulanan azami kuvvet, yani (1 kg'dan az), orta (1–4 kg), yüksek (4 kg'dan fazla) için üç maruziyet seviyesi tespit edilmiştir. Kullanıcı denemeleri, bu seviyelerin tatminkâr olduğunu fakat uygulamada aktarılan gerçek yükün, el ile uygulanan kuvvetten farklı olabileceğini gösterdi. Bundan ötürü, çalışanın ilgili çabaya ilişkin algısını kaydetmek gereklidir. Kuvvet seviyelerinin ölçülmesi, bir müdahaleyi bilgilendirmek için kullanılabilir, fakat sadece çalışanın algılarını tamamlamak için kullanılabilir. 2. Aşamada, soru terminolojisi 'tek veya çift elleri' kaldırılarak açıklığa kavuşturuldu [16].

3.3.2.4. Görevin görsel talebi

Görsel talep seviyesi, boyun fleksiyon açısını önemli ölçüde etkiler ve boyun duruşu, boyun hastalıkları ile güçlü bir şekilde alakalıdır [16].

Boyun duruş açılarını değerlendirmek zor olabilir. Bununla beraber, görevin görsel talebinin yüksek olması durumunda işçiye sormak daha kolaydır. İki seviyede maruziyet, yani yüksek (bazı ince detayları görmesi gerekir) ve düşük (neredeyse ince ayrıntıları görmeye gerek yoktur) şeklinde ifade edilmiştir [16].

3.3.2.5. Titreşim

Tüm vücut titreşimine maruz kalma bel ağrısı ile alakalıdır ve el / el bileği titreşimine maruz kalma CTS ve el-kol titreşim sendromu ile alakalıdır. Titreşimi daha kapsamlı ve detaylı olarak ölçmek için uzman ekipmana ihtiyaç vardır. Bu sebeple, QEC 'te benimsenen pratik yaklaşım, çalışanlardan titreşime maruz kalma sürelerini tahmin etmelerini istemektir (yani, 1, 1-4'ten az, günde 4 saatten daha az). Daha fazla kanıtın bir sonucu olarak, tüm vücut titreşimi (işte sürüş sırasında) ve el / kol titreşimi (el aletlerini kullanırken) için ayrı sorular sorulmuştur [16].

3.3.2.6. İşe ayak uydurmak zorluğu

Zaman baskısı ve makine tempolu işler, iş tatminsizliği, yorgunluk ve zihinsel / bedensel sağlık ile alakalıdır. QEC'te, işçilere işlerine ayak uydurmanın ne kadar sıklıkta zorlandıklarından, üç poz kategorisi kullanarak, bazen de sık sık sorulur. Bu faktör için daha fazla detayın kaydedilmesine izin vermek için form düzeni geliştirildi [16].

3.3.2.7. Stres

Stresin, İKİSR 'lerin geliştirilmesinde ve öznel algıların diğer davranışsal ve performans ölçümlerinin gösterebileceği sonuçlardan daha önemli bir faktör olduğu tespit edilmiştir. Stres sürecinde, bireyin biliş ve potansiyel bir risk faktörünün öznel değerlendirmesi çok önemli olarak kabul edilir [16].

Stresin genel işlerinde algılanması ve terminoloji yeni kategorilere, yani stresli, hafif stresli, orta derecede stresli, çok stresli olmayanlara göre açıklığa kavuşturulmuştur. Ayrıca, işçinin işin bu yönü hakkında daha fazla bilgi istenebilir ve daha fazla detayın kaydedilebilmesi için form düzeni geliştirildi [16].

3.3.3. Maruz kalma puanlama sistemi

Bilimsel literatür, İKİSR 'lerin kombinasyon halinde çalışan risk faktörlerinin bir sonucu olarak geliştiğini ve genel etkinin ayrı etkilerin toplamından daha büyük olduğunu göstermektedir, örneğin [16].

- a. El / bilek semptomlarında yüksek seviyelerde kuvvet ve yüksek tekrarlar kombinasyonları
- b. Postür kombinasyonları, kaldırma sıklığı ve bel ağrısı 'na yük; boyun ve üst ekstremiteler bozukluklarının gelişiminde fiziksel ve psikososyal faktörlerin kombinasyonları

Tablo 3.13. Poz Seviyeleri

Poz Faktörü	Poz Seviyesi			
	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
Sırt (hareketsiz)	8-14	16-22	24-28	30-40
Sırt (Hareketli)	10-20	22-30	32-40	42-56
Omuz/Kol	10-20	22-30	32-40	42-56
El/Bilek	10-20	22-30	32-40	42-56
Boyun	4-6	8-10	12-14	16-18
Taşıt Kullanma	1	4	9	-
Titreşim	1	4	9	-
İş Temposu	1	4	9	-
Stres	1	4	9	16

Bu sebeple, farklı risk faktörlerinin neredeyse her zaman işyerinde etkileşime girdiği için bağımsız olarak değerlendirilmemesi gerektiği kabul edilmektedir. Bu sonuçlara rağmen, farklı risk faktörlerine maruz kalmanın İKİSR 'ye olan katkısı ile nasıl birleştirileceğini ve ağırlıklandırıldığını tam olarak tanımlamak için hala yeterli veri yoktur. Bu nedenle, QEC puanlama sistemi, farklı maruziyet seviyelerine izin veren pratik bir uzlaşma olarak geliştirilmiştir. Uygulayıcılar ve uzmanlar, yalnızca eklemeye dayalı basit bir puanlama sisteminin (görsel ve matematiksel) gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Hesaplamaları basitleştirmek için sayılar kullanılmıştır. Daha büyük artışların kullanılması, müdahale öncesi / sonrası sonuçları karşılaştırırken skorun duyarlılığını arttırması beklendi. Her vücut alanı için

müdahale için öncelikleri belirten toplam puanın hesaplanması için bir matris geliştirilmiştir [16].

3.4. PLIBEL

PLIBEL yöntemi, garip iş duruşları, iş hareketleri, araçların tasarımı ve işyerinin belirli vücut bölgeleri ile ilgili soruları birbirine bağlayan bir kontrol listesi yöntemidir. Ayrıca, herhangi bir stresli çevresel veya organizasyonel koşul belirtilmelidir. Genel olarak PLIBEL yöntemi, işyerinde ergonomik koşulların değerlendirilmesi için standart ve pratik bir değerlendirme aracı olarak tasarlanmıştır. PLIBEL, kas iskelet stres faktörlerinin tanımlanması için zararlı etkilere sahip olabilecek bir yöntemin bu ihtiyaçları karşılayacak şekilde tasarlanmasıdır [18].

PLIBEL yöntemi 1986 yılında hazırlanmış ve sonrasında günümüze gelene kadar çeşitli araştırmalar sonucu gelişip güncellenmiştir. Temelinde değişiklikler yapılmayan yönteme ilave gelişimler uygulanmıştır.

PLIBEL uygulamasının basamaklarına geçmeden önce, uygulama yapılacak kişi ile görüşülüp, yapılan iş gözlem yolu ile incelenmelidir. Gözlemlenecek iş belirlenirken, çalışan kişinin zorlandığını düşündüğü, gözlemci analizlerine göre kas iskelet sistemine en yüksek baskı uygulandığını düşündüğü görev veya iş süresince çalışanın en fazla zamanı geçirdiği duruşa odaklanmak gerekmektedir. Bu sebeple çalışanların Ek-2’de bulunan PLIBEL formundan birden fazla doldurulması gereken durumlar olabilir. Eğer bir görev işi yapan kişi tarafından kendine özgü bir biçimde ve normal yöntemin dışında bir duruş ile yapıyorsa, bu durumun kaydı tutulmalıdır.

Ergonomik duruş açısından bir sakınca tespit edildiğinde, form da bulunan tehlike ile alakalı alan işaretlenmeli ve yanına not tutulmalıdır. İşaretlenen alanlar önem sırası gözetilerek düzenlenir. Zaman ve çevresel etkenler veya iş yeri ortamı gibi etkenler sonrasında dikkate alınarak düzenleme yapılabilir.

PLIBEL, çoğunlukla vücudun bir kısmı için İKİSR meydana getiren riskli faktörlerin tespit edilmesinde kullanılırken, sadece değerlendirmeye alınacak vücut bölümü ile alakalı sorular yanıtlanmalıdır. Fakat geniş bir değerlendirme yapılacak ise listenin tamamı doldurulmalı ve sonuç raporunda vücudun bir veya daha fazla bölgesine atıfta bulunulmalıdır.

Pek çok yazar, yaklaşımın katılımcı olmasını tavsiye ediyor. Bu şekilde bir yaklaşımla, analiz öncesinde gözlemi yapan kişinin çalışan kişi ile alakalı nelerin önemli olduğunu anlamasına yardımcı olmaktadır. Bu yaklaşımın bir diğer faydası ise, değerlendirme için herhangi bir duruş veya iş seçilmesinin önüne geçerek, en çok tehlikeye sebebiyet verebilecek ortam ve işlerin seçilmesini kolaylaştırmasıdır.

Metodun uygulanmasını kolaylaştırmak ve listedeki hangi maddenin hangi durumda işaretlenmesi gerektiğini anlatan bir kitapçık mevcut, fakat yayınlanmamıştır. Hali hazırdaki kontrol listesinin, tecrübeli ve uzman kişiler tarafından uygulanması oldukça basittir. Listede ki sorular, farklı tip duruş ve işler için kolayca uygulanabilmesi adına, basit tutulmuştur [19].

İşyerinde ergonomik riski değerlendirmek için sayısız yöntem vardır. Ancak, çoğu yöntemin döngüsel çalışmayı değerlendirmek için kullanılması amaçlanmamıştır. Bu amaçla geliştirilen PLIBEL yöntemi, yapısı itibari ile kendisine en yakın olan Postural Ergonomik Risk Değerlendirmesi (PERA) ile kıyaslanabilir. Her iki yöntem de kısa ve döngüsel montaj çalışmalarının postural ergonomik riskini değerlendirmek için kullanılmaktadır. Temel özellikleri basitlik ve standartlara uygunluktur. Yöntemlerin katma değeri, iş döngüsündeki her iş görevinin, operatör için yüksek riskli kaynakların tanımlanmasını kolaylaştıran bir analizini sağlamasıdır. [20]

3.4.1. Avantajları

PLIBEL, geniş iş alanlarına ve endüstriye genel olarak hitap edebilen bir analiz yöntemi olduğundan belli bir iş kolu veya görev ile sınırlandırılmamıştır. Vücudun

hangi kısmı isteniyorsa bu yöntemle incelenebilir veya tamamı değerlendirmeye alınabilir.

Yöntem kolay kullanımlıdır ve ön kontrol maksadı ile geliştirilmiştir. Müfettişler ya da alakalı kişilerin uygulaması ile birçok değerlendirmeyi yapabilecek ve sonuçları yeterli bilgi ve rapor verebilecek yeterliliktedir.

Yönteme ayrıca ağırlık, ön değerlendirmeler, süre veya diğer ölçümler ilave edilerek sonuç genişletilebilir. Fakat bu listeye eklemelerin yapılması avantaj gibi görünse de sonucun kolay anlaşılır ve niceliksel ölçümü isteniyorsa, daha ilave yapılmamalı veya yöntem değiştirilmemelidir

Bunların yanında yöntem, sadece kağıt, kalem ve çeşitli ölçü aletleri ya da fotoğraf makinesi kullanılarak, sıradan bir gözlemci tarafından uygulanabilir ve öğrenmesi oldukça basittir [19].

3.4.2. Dezavantajları

Yöntem çoğunlukla değerlendirmeyi amaçlar ve kendini bir meslek grubu veya iş kolu ile sınırlandırmaz. Bu maksat ile tasarlanmış, belirli iş bölümleri ve meslek gruplarına odaklanmış pek çok yöntem vardır. Bu yöntemler PLIBEL' e göre çok daha detaylı sonuçlar elde edebilmektedir. İhtiyaç halinde PLIBEL, bu yöntemleri desteklemek maksadı ile kullanılabilir [19].

3.5. MANTRA

MANTRA yöntemi Straker, Pollock, Egeskov ve Burgess-Limerick isimli araştırmacıların çalışması sonucu 2000li yıllarda üst ekstremiteleri incelemek üzere zorlanma indeksi (SI) yöntemi temelli olarak geliştirilmiş ve 2004 senesinde yayınlanmıştır. Metodun gelişmesi sırasında, çalışmayı yapacak kişilerden incelenecek bir görevin toplam süresi ve görevin gerçekleştirildiği normal süre ile alakalı dataları toplamaları ve vücudun farklı kısımları için beş görev özelliğinin

(çevrim zamanı, kuvvet, hız, zorluk, titreşim) beş puanlı bir ölçek vasıtası ile kısmi niceliksel olarak analiz edilmeleri amaçlanmıştır.

Yöntem endüstrinin pek çok alanında uygulanmaktadır. Örnek olarak bir çanta imalat atölyesinde REBA, OWAS ve QEC yöntemleri ile birlikte değerlendirmeye alınmış ve ele alınan 8 örnek durumun 6 tanesinde en iyi sonucu vermiştir. [19]

Süre ve çevrim zamanı puanları bir araya getirilerek “tekrarlama risk faktörü”, benzer biçimde kuvvet ve hız puanları bir araya getirilerek “çaba risk faktörü” bulunmuştur. Her bir risk faktörünün eşit ağırlık ve doğrusal bir ölçekte olduğu varsayılarak tekrarlama, çaba, zorluk, toplam zaman ve titreşim toplanmıştır [21].

MANTRA, çalışan kişinin herhangi bir günde iş yerinde bulunma süresi ve işi yaparken aralıksız çalıştığı süre ele alınarak; çevrim zamanı, kuvvet, hız, uygunsuzluk ve titreşim etmenlerini kullanmaktadır. İnsan vücudunun dört bölgesi ve yapılan işin beş özelliği ile ilgili dataları birleştirmektedir. MANTRA’da kullanılan kriterler şu şekildedir [22].

- a. Toplam Zaman
- b. Tekrarlama
- c. Süre
- d. Çevrim Zamanı
- e. Tekrarlama Risk Faktörü
- f. Kuvvet
- g. Hız
- h. Uygunsuzluk
- i. Titreşim
- j. Çaba Risk Faktörü

3.5.1. Toplam zaman

Herhangi bir iş gününde çalışanın belirli bir görev için harcadığı toplam süreyi ifade eden bu tanımın, bedenin her bölümü için kodlaması aynıdır [23]. Birimi saat/gündür.

Tablo 3.14. MANTRA Yöntemi Toplam Zaman Puanlaması

1	2	3	4	5
0-2 saat/gün	2-4 saat/gün	4-6 saat/gün	6-8 saat/gün	8-10 saat/gün

3.5.2. Tekrarlama

Tekrarlama risk faktörü için birleştirilmiş puan kullanılır meydana gelir. Çevrim süresine dikkate alınmaksızın, ara verilmeden aralıksız uzun süre gerçekleştirilen görevlerde (>2 saat) tıpkı kısa süren ama sık yapılan, dolayısı ile aynı doku kısmına baskı hissedilmesini arttıran işler gibi risk taşır. Riskin azalması, işin süresinin azalması ve çevrim zamanının daha uzun olduğu görevler ile mümkündür. Öncelikle görevin süresi ve çevrim zamanı ayrı değerlendirilir. Bir araya gelmeleri ise tekrarlama risk faktörünü oluşturur [23]. Birimi dakika olarak ifade edilir.

Tablo 3.15. MANTRA Yöntemi Süre Puanlaması

1	2	3	4	5
<10 dakika	10 dakika-30 dakika	30 dakika-1 saat 1 saat	1 saat-2 saat	>2 saat

3.5.3. Süre

Süre, işe ara verilmesi veya bir başka iş yapılarak kesilmesi dışında, yapılan iş gerçekleşirken görevdeki tekrarlamaların uygulandığı zamanın normal uzunluğu şeklinde tanımlanır [23].

Tablo 3.16. MANTRA Yöntemi Çevrim Zamanı Puanlaması

1	2	3	4	5
>5 dakika	1-5 dakika	30 saniye-1 dakika	10 saniye-30 saniye	<10 saniye



3.5.4. Çevrim zamanı

Çevrim zamanı, herhangi bir ara verilmeden art arda yapılan işlerin toplam süresidir. Vücudun farklı kısımları için farklı çevrim zamanları olması mümkündür. Eğer iş herhangi bir tekrarlama olmadan tek seferde yapılıyorsa, çevrim zamanı kodu 1 olarak alınır [23].

3.5.5. Tekrarlama risk faktörü

Tekrarlama kodu belirli bir işte bedenin bütün bölgeleri için aynı alınır. Tekrarlama toplam puanına ulaşmak için süre ve çevrim zamanı kodları bir araya getirilir [23].

3.5.6. Kuvvet

Kuvvet iş esnasında gösterilen en yüksek çaba göz önüne alınarak hesaplanır. Fakat bu kuvvetin risk faktörü vücudun her bölümü için ayrı değerlendirileceğinden dolayı, burada önemli olan uygulanan mutlak kuvvet değildir. Her hangi bir kuvvet üst kollar veya el için fazla kabul edilebilirken, alt ekstremitte kas grubu için normal kabul edilebilir. Burada işi yapan bölgenin güç kabiliyetini baz almak gerekmektedir. Kuvvet, işin süresinden ayrı biçimde değerlendirilip puanlanmalıdır. Aynı bölgede orta şiddette çaba gerektiren bir iş, uzun bir iş ile aynı risk faktörü oluşturacak şekilde puanlanır. Süre ayrı değerlendirilir [23].

3.5.7. Hız

İş esnasındaki hareketlerin hızı, ayrı bir risk faktörünü oluşturur. Görev esnasında yapılan hareketlerin orta, yavaş veya hızlı yapılması risk seviyesini etkiler. Yavaş yapılan işlerde risk seviyesi daha azdır. Bunun yanında ani yapılan hareketler hızlanma veya yavaşlama şeklinde bile olsa, yüksek risk seviyesi meydana getirmektedir. Değerlendirme yapılırken, görev bütünü ile ele alınmalı ve içeriğinde bir takım hızlı hareketler olsa dahi, genellikle yavaş hareketleri içeriyorsa, orta hızlı

hareketler şeklinde değerlendirilmelidir. Bunun yanında, “3” kodu sadece durağan durumdaki işler için kullanılmalıdır [23].

Tablo 3.17. MANTRA Yöntemi Hız Puanlaması

1	2	3	4	5
Yavaş hareketler	Orta hızlı hareket	Az ya da hareket yok – Statik duruş	Hızlı ve düzgün hareketler	Hızlı, düzensiz hareketler

3.5.8.Uygunsuzluk

Uygunsuzluğun tek başına incelenmesi epey zordur. Hareketin olması gerekenden doğru halinden ne derece uzaklaştığı baz alınarak bir derecelendirme yapılabilir. Görev esnasında bedenin eğilmesi ve bükülmesi aynı anda olması veya bileğin uzanmak istemesiyle dışa doğru yaptığı sapma hareketi gibi sapmaların bir arada olması risk oranı oldukça arttırmaktadır. Bu kriterde de, yapılan bütün olarak düşünülmeli ve uygunsuz kabul edilen duruşun toplam zaman içindeki süresi yansıtılacak biçimde kod verilmelidir [23].

Tablo 3.18. MANTRA Yöntemi Uygunsuzluk Puanlaması

1	2	3	4	5
Tüm duruşlar doğala yakın	Sadece bir yönde doğal duruştan orta sapma	Bir yönden daha fazla yönde orta sapma	Bir yönde hareket aralığının sonuna yakı duruş	Birden fazla yönde hareket aralığının sonuna yakın duruş

3.5.9. Titreşim

Önceki kriterlere ek olarak, vücudun titreşimli ortama maruz kalması, özellikle sırt, bel ve alt ekstremiteler gibi bölgelerde ağırlıklı olmakla birlikte yaralanma riskini yukarıya çekmektedir, bunun yanında çevreden kaynaklanan titreşim üst ekstremiteler rahatsızlıklarına yol açmaktadır. Sonuçta; alt ekstremiteler, sırt ve boyun kısımları için tüm vücut titreşiminin şiddeti; omuz/kol ve bilek/el bölgeleri için çevreden kaynaklı

titreşimin derecesi baz alınmalıdır. Yine diğer yöntemlerde olduğu gibi titreşim süresi ve derecesi yapılan işin tamamına oranlı olmalıdır [23].

Tablo 3.19. MANTRA Yöntemi Titreşim (tüm vücut veya çevresel) Puanlaması

1	2	3	4	5
Yok	En az	Orta seviyede	Büyük seviyede	Şiddetli seviyede

3.5.10. Çaba risk faktörü

Çaba risk faktörü aşağıdaki tablo üzerinden kuvvet ve hız kodlarının birleşimi ile elde edilir [23].

Tablo 3. 20. MANTRA Yöntemi Çaba Risk Faktörü Puanlaması

	Kuvvet				
Hız	1	2	3	4	5
1	1	1	2	3	4
2	1	2	3	4	4
3	2	3	4	4	5
4	2	3	4	5	5
5	3	4	5	5	5

Çaba risk faktörü elde edildikten sonra, tekrarlama riskine ulaşmak için çevrim zamanı ve süreyi birleştirilip en sonunda, birikimli risk faktörü bulunur [23].

Birikimli risk puanı= toplam zaman + tekrarlama riski + çaba riski + uygunsuzluk + titreşim şeklinde bulunmaktadır. Bu puan 5-25 puan aralısında olmalıdır. Örnek olarak, bir iş incelenirken, Birleştirilmiş çaba risk faktörü=5'e eşit ise, çaba ve uygunsuzluğun toplamı 8 ya da üzerinde ise, birleştirilmiş birikimli risk puanı 15 ya da üzerinde ise eylem önceliği gerekmektedir. Bu değerler analiz maksadı ile işlerin önceliklendirilmesine yardımcı olurlar [23].

BÖLÜM 4. UYGULAMALAR

Bu bölümde tersanede çalışanların haberleri olmadan çekilen fotoğraflar, sonrasında müsaadeleri alınarak ve yöntem gereklerine göre anketler yapılarak değerlendirmeye alınmış ve beş analiz yöntemi tek tek bütün fotoğraflara uygulanmıştır.

4.1. Uygulama 1

Birinci uygulamada gemi inşa sektöründe sıkça kullanılan iskele yapımında çalışan bir işçi iskele malzemelerini taşımaktadır. Günün her saati bir yerlere lazım olan bu ekipmanı sürekli kurup- söken ekip çeşitli ölçülerdeki boruları taşımak ve belirli yüksekliklerde kurmakla yükümlüdür. Normal mesai saatleri içerisinde sürekli eğilip kalkma ve ağır yük kaldırmaya maruz kalan çalışanlar; zaman zaman fazla mesaiyle birlikte bu durumlar ile gün içerisinde daha fazla karşılaşmaktadırlar. Üstelik bazı ergonomik risk analizi metotların da malzeme taşınırken tutma yerinin olup olmadığı da göz önünde bulundurulmaktadır. Herhangi bir kavraması bulunmayan malzemeler bu nedenle ağırlıklarının yanında, taşınırken uygunsuz pozisyonlara da düşebilmektedir.



Şekil 4.1. Uygulama 1

Fotoğrafa göre REBA uygulama basamakları aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır.

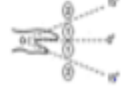
Tablo 4.1. Uygulama 1 REBA Analiz Basamağı 1

GRUP A				
Duruş/Hareket				
GÖVDE		Yana doğru eğilme ya da dönme hareketi		
Dik Duruş: 90°	☐	☐		
Fleksiyon: 0°-20° Ekstansiyon: 0°-20°	☐	☐		
Fleksiyon: 20°-60° Ekstansiyon: >20°	☒	☐		
Fleksiyon: >60°	☐	☐		
BOYUN		Yana doğru eğilme ya da dönme hareketi		
Fleksiyon: 0°-20°	☒	☐		
Fleksiyon: >20° Ekstansiyon: >20°	☐	☐		
BACAKLAR		Dizlerde 30°-60° fleksiyon var ise	Dizlerde >60° fleksiyon var ise	
Ağırlık iki bacak üstünde, yürüme ya da oturma durumunda	☒	☒	☐	
Ağırlık tek bacak üstünde, dengesiz durumda	☐	☐	☐	

Tablo 4.2. Uygulama 1 REBA Analiz Basamağı 2

PUAN DURUMU				
GÖVDE	BOYUN	BACAKLAR		
3	1	1		
Tablo A Puanı		4		
Yük/Kuvvet	☐ < 5kg	☒ 5-10kg	☐ >10kg	☐ Ani ve hızla artan güç kullanımı
PUAN A		5		

Tablo 4.3. Uygulama 1 REBA Analiz Basamağı 3

GRUP B					
Duruş/Hareket					
ÜST KOL/OMUZLAR	Sağ Kol/Sol Kol	Kol dönmüş ya da dışarı çekilmişse	Omuz yükseltilmiş durumdaysa	Kol desteklenmişse	
Fleksiyon: 0-20° Ekstansiyon: 0-20°	☐	☐	☐	☐	
Fleksiyon: 20°-45° Ekstansiyon: >20°	☒	☐	☐	☐	
Fleksiyon: 45-90°	☐	☐	☐	☐	
Fleksiyon: >90°	☐	☐	☐	☐	
ALT KOL/DİRSEKLER		Sağ Kol/Sol Kol			
Fleksiyon : 60°-100°		☐			
Fleksiyon : < 60° Ekstansiyon: >100°		☒			
BİLEK	Sağ Kol/Sol Kol		Bilek dönmüş durumdaysa		
Fleksiyon: 0-15° Ekstansiyon: 0-15°	☒		☐		
Fleksiyon : >15° Ekstansiyon: >15°	☐		☐		

Tablo 4.4. Uygulama 1 REBA Analiz Basamağı 4

PUAN DURUMU				
ÜST KOL/OMUZLAR	ALT KOL/DİRSEKLER	BİLEK		
2	2	1		
Tablo B Puanı 2				
Kavrama	☐ iyi	☒ orta	☐ zayıf	☐ kabul edilemez
PUAN B 3				
PUAN C 4				

Tablo 4.5. Uygulama 1 REBA Analiz Basamağı 5

Faaliyet Puanı		
Bir ya da daha fazla vücut bölümü statikse, örneğin bir dakikadan daha uzun bir süre tutma ☐	Kısa aralıklarla tekrarlanan eylemler, örneğin dakikada 4 kereden fazla tekrarlama (yürüme hariç) ☐	Duruşta hızlı büyük değişikliklere neden olan eylemler ya da dengesiz duruşlar ☒
5.ADIM		
REBA PUANI HESABI ↓↓		
Risk Seviyesi	Orta.	KAYIT
Eylem	Gerekli	

Fotoğrafa göre OWAS uygulama basamakları aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır.

Tablo 4.6. Uygulama 1 OWAS Analiz Basamağı 1

SIRT			
Duruş	Açıklama		
Düz	Çalışanın sırtının öne veya yana 20°'den az eğilmesini (baş ile kalça ve bacak arasındaki çizginin açısı) ya da 20°'den az dönmesini (omuzlar ile kalça arasındaki açı) ifade etmektedir.	☐	
Eğilmiş	Çalışanın üst ekstremitelerinin öne veya arkaya 20° ya da daha fazla (baş ile kalça ve bacaklar arasındaki çizginin açısı) eğilmiş olmasını ifade etmektedir.	☒	
Dönmüş	Sırtın 20° ya da daha fazla dönmesi (yukarıda açıklandığı gibi) veya 20° ya da daha fazla yan taraflara eğilmesini ifade etmektedir.	☐	
Eğilmiş ve Dönmüş	Sırtın eğildiği (ikinci durumdaki gibi) ve eş zamanlı olarak döndüğü (üçüncü durumdaki gibi) durumu ifade etmektedir.	☐	

Tablo 4.7. Uygulama 1 OWAS Analiz Basamağı 2

KOLLAR			
Duruş	Açıklama		
İki kolda omuz seviyesinden aşağıda	Her iki kolunda tamamen omuz seviyesinden aşağıda olduğu durumu ifade etmektedir.	☒	
Bir kol omuz seviyesinde ya da daha yukarıda	Bir kol ya da bir kolun bir bölümünün omuz seviyesinde ya da daha yukarıda olduğu durumu ifade etmektedir.	☐	
Her iki kolda omuz seviyesinde ya da daha yukarıda	Her iki kolunda tamamen ya da bir bölümlerinin omuz seviyesinden yukarıda olduğu durumu ifade etmektedir.	☐	

Tablo 4.8. Uygulama 1 OWAS Analiz Basamağı 3

BACAĞLAR			
Duruş	Açıklama		
Oturma	Vücut ağırlığının kalça üzerinde desteklendiği durumu ifade etmektedir. Bu duruşta ayrıca bacaklar kalça hizasının	☐	
İki bacakta düz şekilde ayakta durma	Vücut ağırlığı iki düz bacakla desteklenmektedir. Diz açısı 150°'den fazladır.	☐	
Tek bacak düz şekilde ayakta durma	Bir bacağın düz olduğu ve vücut ağırlığının tamamen bu bacakla desteklendiği durumu ifade etmektedir. Diz açısı 150°'den fazladır.	☐	
İki eğilmiş bacak üzerinde çömelme ya da ayakta durma	Bu duruşta vücut ağırlığı her iki bacakta ve her iki dizde 150° ya da daha küçük bir açıda eğilmiştir.	☐	
Bir eğilmiş bacak üzerinde çömelme ya da ayakta durma	Bu duruşta vücudun ağırlığı bir bacakta ve dizden eğilmiştir. Diz açısı 150° ya da daha küçüktür.	☒	
Diz Çökme	Bu duruşta kişi bir dizi ya da iki dizi üzerinde diz çökmüştür.	☐	
Yürüme	Bu duruşta kişi yürümektedir ya da çalışma alanı etrafında hareket etmektedir.	☐	

Tablo 4.9. Uygulama 1 OWAS Analiz Basamağı 4

Yüklenme/Kuvvet Kullanımı	Açıklama	
≤10 kg	Kaldırılan ağırlık ya da ihtiyaç duyulan kuvvet 10 kg ya da daha azdır.	☐
>10 kg, ≤20 kg	Kaldırılan ağırlık ya da ihtiyaç duyulan kuvvet 10 kg'dan fazladır ancak 20 kg'dan azdır.	☒
>20 kg	Kaldırılan yük ya da ihtiyaç duyulan kuvvet 20 kg'dan fazladır.	☐

Sırt Duruş Kodu	2
Kol Duruş Kodu	1
Bacak Duruş Kodu	5
Yüklenme/ kuvvet kullanımı Kodu	2

Tablo 4.10. Uygulama 1 OWAS Analiz Basamağı 5

OWAS HESABI SONUÇ ↓↓		
Eylem Sınıfı	3	KAYIT
Açıklama	Ergonomik Düzenleme Mümkün Olduğunca Erken Yapılmalıdır	

Fotoğrafa göre QEC uygulama basamakları aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır.

Tablo 4.11. Uygulama 1 QEC Analiz Basamağı 1

Sırt	ORTA
Omuz/Kol	ORTA
Bilek/El	ORTA
Boyun	ORTA
Taşıt Kullanma	DÜŞÜK
Titreşim	DÜŞÜK
İş Temposu	ORTA
Stres	YÜKSEK
QEC HESABI Daha fazla araştırılmalı ve yakın zamanda değişiklik yapılmalı.	

Tablo 4.12. Uygulama 1 QEC Analiz Basamağı 2

BEL		
Gözlemcinin Değerlendirmesi		
A	Görev yapılırken bel (en kötü durumu seçiniz)	
A1	Hemen hemen doğal pozisyonda mı?	☐
A2	Orta derecede öne veya yana eğilmiş ya da yana dönmüş mü?	☒
A3	Aşırı derecede öne veya yana eğilmiş ya da yana dönmüş mü?	☐
Aşağıdaki görev seçeneklerinden yalnızca birini seçiniz		
YA		
B	Sabit pozisyonda oturarak ya da ayakta yapılan işler. Çoğunlukla bel sabit pozisyonda kalıyor mu?	
B1	Evet	☐
B2	Hayır	☐
YA DA		
B	Kaldırma, itme/çekme ve taşıma işleri (Örneğin; bir yükün hareket ettirilmesi). Belin hareketinin sıklığı:	
B3	Seyrek (Dakikada yaklaşık 3 kez veya daha az) mı?	☒
B4	Sık (Dakikada yaklaşık 8 kez) mı?	☐
B5	Çok sık (Dakikada yaklaşık 12 kez ya da daha fazla) mı?	☐

Tablo 4.13. Uygulama 1 QEC Analiz Basamağı 3

Omuz/Kol		
C	Görev yapılırken eller(En kötü durumu seçiniz.)	
C1	Bel seviyesinde ya da daha altta mı?	☒
C2	Yaklaşık göğüs seviyesinde mi?	☐
C3	Omuz seviyesi ya da daha üstünde mi?	☐
D	Omuz /Kol hareketi(En kötü durumu seçiniz.)	
D1	Seyrek (Aralıklı) mı?	☐
D2	Sık (Aralıklı duraklamalarla düzenli hareket) mi?	☒
D3	Çok sık (Hemen hemen sürekli hareket) mi?	☐
Bilek/El		
E	Görev yapılırken: (En kötü durumu seçiniz)	
E1	Bilek hemen hemen düzgün pozisyonda mı?	☒
E2	Bilek yana eğilmiş ya da bükülmüş pozisyonda mı?	☐
F	Benzer Tekrarlı Hareketlerin Sayısı	
F1	Dakikada 10 kere ya da daha az mı?	☒
F2	Dakikada 11-20 kere mi?	☐
F3	Dakikada 20 kereden fazla mı?	☐

Tablo 4.14. Uygulama 1 QEC Analiz Basamağı 4

Boyun		
G	Görev yapılırken baş/boyun aşırı derecede öne veya arkaya eğik mi ya da yana dönük mü?	
G1	Hayır	☒
G2	Evet, Bazen	☐
G3	Evet, Sürekli	☐

Tablo 4.15. Uygulama 1 QEC Analiz Basamağı 5

Çalışanın Değerlendirmesi		
H	Bu görevi yaparken elinizle kaldırdığınız ve/veya taşıdığınız, en fazla ağırlık ne kadardır?	
H1	Hafif(5kg'dan daha az)	☐
H2	Orta(6-10 kg)	☒
H3	Ağır(11-20 kg)	☐
H4	Çok Ağır(20kg'dan fazla)	☐
J	Bu işi yaparken günde ortalama ne kadar zaman harcıyorsunuz?	
J1	2 saatten daha az	☐
J2	2-4 saat	☒
J3	4 saatten fazla	☐
K	Bu işi yaparken bir elinizle uyguladığınız en fazla kuvvet düzeyi ne kadardır?	
K1	Düşük(1kg'dan az)	☐
K2	Orta(1-4kg)	☐
K3	Yüksek(4kg'dan fazla)	☒

Tablo 4.16. Uygulama 1 QEC Analiz Basamağı 6

L	Bu işin gerektirdiği görsel dikkat düzeyi nedir?	
L1	Düşük (ince ayrıntıları görmeye neredeyse gerek yoktur) mü?	☒
L2	Yüksek (Bazı ince ayrıntıları görmeye gerek vardır) mi?	☐
Eğer yüksek görsel dikkat gerekiyor ise aşağıya detayları giriniz.		
•		
M	Bu görevde günlük taşıt kullanma süreniz ne kadardır?	
M1	Günde 1 saatten daha az ya da hiç	☒
M2	Günde 1-4 saat	☐
M3	Günde 4 saatten fazla	☐
N	Görevinizde günlük titreşimli aletler kullanma süreniz ne kadardır?	
N1	Günde 1 saatten daha az ya da hiç	☒
N2	Günde 1-4 saat	☐
N3	Günde 4 saatten fazla	☐

Tablo 4.17. Uygulama 1 QEC Analiz Basamağı 7

p	Bu görevi sürdürürken zorluk çekiyor musunuz?	
P1	Hiçbir Zaman	☐
P2	Bazen	☒
P3	Sık	☐
Eğer yüksek zorluk çekiliyor ise aşağıya detayları giriniz.		
•		
Q	Genel olarak bu işi ne kadar stresli buluyorsunuz?	
Q1	Hiç	☐
Q2	Az	☐
Q3	Orta	☒
Q4	Aşırı	☐
Eğer orta ve aşırı stresli ise aşağıya detayları giriniz.		
•		

Tablo 4.18. Uygulama 1 QEC Analiz Basamağı 8

Sırt			Bilek/El		
Puan 1	6		Puan 1	6	
Puan 2	6		Puan 2	4	
Puan 3	6		Puan 3	8	
Statik işe			Puan 4	6	
Puan 4			Puan 5	4	
Elle Taşıma Var işe			Bilek/El için toplam puan 1-5 arası puanların toplamı		28
Puan 5	4		Boyun		
Puan 6	4		Puan 1	4	
Sırt için 1-4 arası puanların toplamı ya da 1-3 arası artı 5 ve 6 puanların toplamı		26	Puan 2	4	
Omuz Kol			Boyun için 1-2 arası puanların toplamı		8
Puan 1	4		Taşıt Kullanma		
Puan 2	4		Puan 1	1	
Puan 3	6		Taşıt kullanımı için toplam puan		1
Puan 4	6		Titreşim		
Puan 5	6		Puan 1	1	
Omuz/Kol için 1-5 arası puanların toplamı		26	Titreşim için toplam puan		1
İş Temposu			Stres		
Puan 1	4		Puan 1	9	
İş temposu için toplam puan		4	Stres temposu için toplam puan		9

Tablo 4.19. Uygulama 1 QEC Analiz Basamağı 9

Sırt	ORTA
Omuz/Kol	ORTA
Bilek/El	ORTA
Boyun	ORTA
Taşıt Kullanma	DÜŞÜK
Titreşim	DÜŞÜK
İş Temposu	ORTA
Stres	YÜKSEK
QEC HESABI  Daha fazla araştırılmalı ve yakın zamanda değişiklik yapılmalı.	

Fotoğrafa göre PLIBEL uygulama basamakları aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır.

Tablo 4.20. Uygulama 1 PLIBEL Analiz Basamağı 1

Uygulama Yöntemi:		
1. Zarar gören vücut yöntemini belirle, ilgili soruları E veya H olarak işaretle.		
2.Yaralanma riski olan vücut bölgeleri için puanlamaları hesapla.		
KİS Risk Faktörü Soruları	Vücut Bölümü	
	Bel	
E veya H seçeneklerinden birini seçiniz.		Açıklama
1.Yürüyüş alanları düzgün değil, eğimli, kaygan ve esnek değil mi?	H	
2.Görev alanı hareketler ya da malzemeler için yetersiz mi?	E	
3.Araç ve ekipmanlar görev ve çalışan için uygunsuz mu tasarlanmış?	E	
4.Çalışma yüksekliği yanlış ayarlanmış mı?	E	
5.Çalışma sandalyesi kötü tasarlanmış ya da yanlış ayarlanmış mı?	H	
6. Çalışma ayakta yapılıyorsa; oturma ya da dinlenme ihtimali yok mu?	H	
7. Yorucu ayak pedalıyla çalışma yapılıyor mu?	H	

Tablo 4.21. Uygulama 1 PLIBEL Analiz Basamağı 2

8. Yorucu ayak çalışması yapılırken		
a. Tabure ya da basamakta tekrarlayan yürüme var mı?	H	
b. Tekrarlayan atlamalar, uzun süreli çömelme veya diz çökme var mı?	H	
c. Vücudu desteklemede bir bacak daha fazla kullanılıyor mu?	E	
9. Tekrarlı veya sürekli işler yapılırken bel		
a. Hafif öne eğilmiş mi?	H	
b. Aşırı eğilmiş mi?	E	
c. Bel yana doğru hafifçe eğilmiş ya da dönmüş mü?	H	
d. Aşırı dönmüş mü?	H	
10. Tekrarlı veya sürekli işler yapılırken boyun		
a. Eğilmiş mi?	H	
b. Boyun yana doğru hafifçe eğilmiş ya da dönmüş mü?	H	
c. Aşırı dönmüş mü?	H	
d. Arkaya doğru uzatılmış mı?	H	

Tablo 4.22. Uygulama 1 PLIBEL Analiz Basamağı 3

11. Yükler elle taşınıyor mu? Önem faktörlerini belirle		
a. Tekrarlayan kaldırma periyotları	E	
b. Yükün ağırlığı	E	
c. Yükün kavranmasında zorluk	E	
d. Yükü kaldırırken ve indirirken ki konumların zorluğu	E	
e. Alt kolun uzunluğundan daha fazla taşıma	E	
f. Diz yüksekliğinin altında taşıma	E	
g. Omuz yüksekliğinin üstünde taşıma	H	
12. Yüklerin tekrarlı, sürekli ya da rahatsız taşınması, itilmesi ya da çekilmesi yapılmakta mı?	E	
13. Kol desteği olmadan bir kolun ileriye ya da yana ulaştığı sürekli yapılan görev var mı?	E	
14. Tekrarlama var mı?		
a. Benzer iş hareketlerinde	E	
b. Rahat ulaşılan mesafenin ötesindeki benzer iş hareketlerinde	H	

Tablo 4.23. Uygulama 1 PLIBEL Analiz Basamağı 4

15. Tekrarlı ya da sürekli elle uygulanan iş var mı? Önem faktörlerini belirle:		
a. İş malzemeleri ya da araçlarının ağırlığı	H	
b. İş malzemeleri ya da araçlarının zor kavranması	H	
16. Görsel kapasitesi yüksek talepler var mı?	H	
17. Alt kol ve elle, tekrarlayan hareketler, aşağıdaki şekilde uygulanır		
a. Dönme hareketleri	E	
b. Kuvvetli hareketler	E	
c. Rahatsız el pozisyonu	E	
d. Klavye ya da düğmeler	H	

Tablo 4.24. Uygulama 1 PLIBEL Analiz Basamağı 5

KİS Risk Faktörü Puanları						
Boyun/ Omuzlar, sırtın üst bölümü	Dirsek, ön kollar ve eller	Ayaklar	Diz ve kalça	Bel	YENİ VÜCUT BÖLÜMÜ	KAYIT
1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	<=	TOPLAM
47%	47%	47%	47%	47%	<=	YÜZDE

Fotoğrafa göre MANTRA uygulama basamakları aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır.

Tablo 4.25. Uygulama 1 MANTRA Analiz Basamağı 1

	Vücut Bölgesi
Görev Kodları	Kol/Bilek/El
Toplam Zaman	6-8 saat/gün
Süre	1 saat-2 saat
Çevrim Zamanı	1-5 dakika
Kuvvet	Orta kuvvet
Hız	Orta hızlı hareket
Zorluk	Yalnızca bir yönde doğal pozisyonundan orta sapma
Titreşim	Yok

Tablo 4.26. Uygulama 1 MANTRA Analiz Basamağı 2

VÜCUT BÖLGESİ	GÖREV KODLARI						
	Toplam Zaman	Süre	Çevrim Zamanı	Kuvvet	Hız	Zorluk	Titreşim
Alt ekstremité	4	4	2	3	2	2	1
Sırt	4	4	2	2	2	2	1
Boyun/Omuz	4					2	1
Kol/Bilek/El	4					2	1

Tablo 4.27. Uygulama 1 MANTRA Analiz Basamağı 3

VÜCUT BÖLGESİ	RİSK FAKTÖRLERİ		
	Tekrarlama riski	Çaba riski	Birikimli Risk
Alt ekstremité	4	3	14
Sırt	4	2	13
Boyun/Omuz	4	2	13
Kol/Bilek/El	4	2	13

Tablo 4.28. Uygulama 1 MANTRA Analiz Basamağı 4

VÜCUT BÖLGESİ	SONUÇ
Alt ekstremité	Eylem Önceliği Yoktur
Sırt	Eylem Önceliği Yoktur
Boyun/Omuz	Eylem Önceliği Yoktur
Kol/Bilek/El	Eylem Önceliği Yoktur

Yukarıda ki tablolarda yapılan analizlerin tüm basamakları açık şekilde gösterilmiştir. Diğer analiz yöntemleri orta seviyenin üzerinde bir sonuç ortaya koyarken MANTRA yöntemi bu durum için eylem önceliği görmemiştir. 5 yöntemin tamamının sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 4.29. Uygulama 1 Analizi

REBA					OWAS		QEC	
Risk Seviyesi		Eylem			Eylem Sınıfı	Açıklama	Eylem Sınıfı	
Orta		Gerekli			3	ergonomik düzenleme mümkün olduğunca erken yapılmalıdır	Daha fazla araştırılmalı ve yakın zamanda değişiklik yapılmalı	
PLIBEL					MANTRA			
Yüzde Oranları					Sonuç			
Boyun/ Omuzlar, sırtın üst bölümü	Dirsek, ön kollar ve eller	Ayaklar	Diz ve kalça	Bel	Alt ekstremit	Sırt	Boyun/Omuz	Kol/ Bilek/El
47%	47%	47%	47%	47%	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur

4.2. Uygulama 2

İkinci uygulama da işçi herhangi bir kavraması bulunmayan iskele malzemelerini bilinçsiz bir eğilme şekli ile gerçekleştiriyor. Hâlbuki malzemelerin istiflendiği yer, zemin değil de belirli yükseklikte bir alan olsaydı, her defasında eğilmesi gerekmeyecekti. Bir iskele yapımı için yüzlerce bu borulardan gerekirken, çalışan her defasında sadece iki adet boru kaldırabilmektedir.



Şekil 4.2. Uygulama 2

Bu durumda bu işçi, ters eğilme hareketini mevcut ağırlıklarla günde yüzlerce kez yapmaktadır. 4 analiz yöntemi de orta seviyenin üzerinde bir sonuç ortaya koyarken MANTRA yöntemi bu durum için eylem önceliği görmemiştir.

Tablo 4.30. Uygulama 2 Analizi

REBA		OWAS		QEC
Risk Seviyesi	Eylem	Eylem Sınıfı	Açıklama	Eylem Sınıfı
Orta	Gerekli	3	ergonomik düzenleme mümkün olduğunca erken yapılmalıdır	Daha fazla araştırılmalı ve yakın zamanda değişiklik yapılmalı
PLIBEL				
Yüzde Oranları				
Boyun/ Omuzlar, sırtın üst bölümü	Dirsek, ön kollar ve eller	Ayaklar	Diz ve kalça	Bel
31%	31%	31%	31%	31%
MANTRA				
Sonuç				
Alt ekstremité	Sırt	Boyun/Omuz	Kol/ Bilek/El	
Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur	

4.3. Uygulama 3

Üçüncü uygulamada çalışanın duruşu anlık olarak incelendiğinde, malzeme üzerinde kavrama olamaması nedeni ile oldukça ağır olan bu malzemelerin ters duruşlara sebep olduğu görülmüştür, fotoğrafta işçi anlık olarak son derece dengesiz görünmektedir.



Şekil 4.3. Uygulama 3

Elindeki ağırlık ve bu hareketi sık yaptığı değerlendirilmeye aldığı REBA yöntemi risk seviyesini yüksek olarak vermiştir. Diğer yöntemler ciddi bir eylem önceliğinin söz konusu olmadığı sonucunu ortaya koymuşlardır.

Tablo 4.31. Uygulama 3 Analizi

REBA					OWAS			QEC	
Risk Seviyesi		Eylem			Eylem Sınıfı	Açıklama	Eylem Sınıfı		
Yüksek		Yakın zamanda gerekli			1	Ergonomik düzenleme gerekmez	Kabul edilebilir		
PLIBEL					MANTRA				
Yüzde Oranları					Sonuç				
Boyun/ Omuzlar, sırtın üst bölümü	Dirsek, ön kollar ve eller	Ayaklar	Diz ve kalça	Bel	Alt ekstremité	Sırt	Boyun/Omuz	Kol/ Bilek/El	
31%	31%	31%	31%	31%	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur	

4.4. Uygulama 4

Dördüncü uygulamada iskenin en uzun parçalarını taşımak için vücudundan destek alan çalışan, bu nedenle yürümekte zorlanmaktadır. Kavraması da oldukça zayıf olan bu malzemeleri kurulacağı yere kadar bu şekilde götürmektedir.



Şekil 4.4. Uygulama 4

Fotoğrafa yapılan analizlerin sonucu, orta ve ortanın altında olarak değerlendirilmiştir.

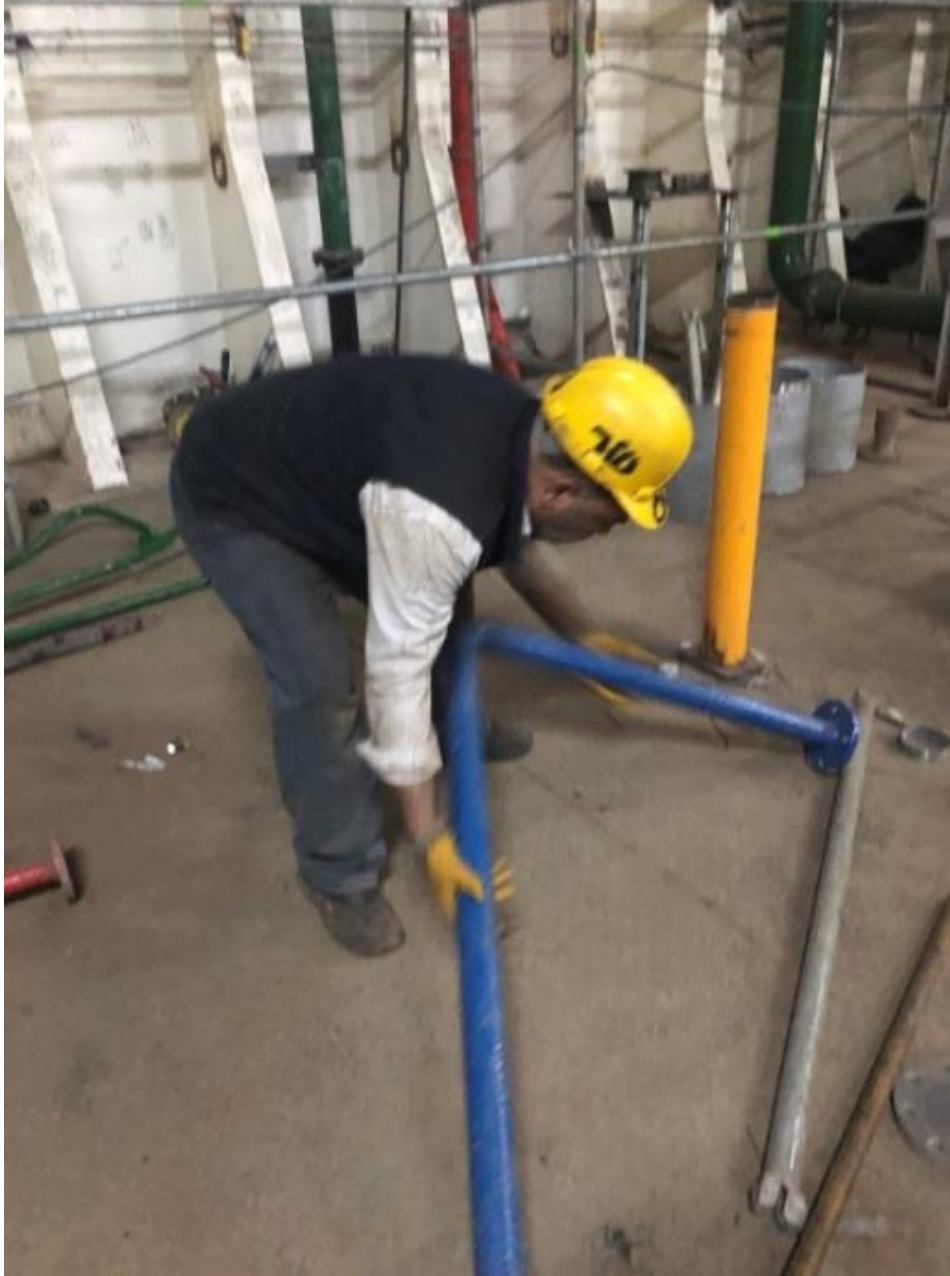
Tablo 4.32. Uygulama 4 Analizi

REBA					OWAS		QEC	
Risk Seviyesi		Eylem			Eylem Sınıfı	Açıklama	Eylem Sınıfı	
Orta		Gerekli			1	Ergonomik düzenleme gerekmez	Daha fazla araştırılmalı ve yakın zamanda değişiklik yapılmalı	
PLIBEL					MANTRA			
Yüzde Oranları					Sonuç			
Boyun/ Omuzlar, sırtın üst bölümü	Dirsek, ön kollar ve eller	Ayaklar	Diz ve kalça	Bel	Alt ekstremit	Sırt	Boyun/Omuz	Kol/ Bilek/El
47%	47%	47%	47%	47%	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur

4.5. Uygulama 5

Beşinci uygulamada boru devrelerini hazırlayıp, birleştiren bir çalışan ele alınmıştır. Boru devreleri gemilerin olmazsa olmaz ekipmanlarındandır. Evlere doğal gaz veya su hattı, elektrik hattı dışarıdan devreler ile bağlanmaktadır. Gemilerde ise tüm ihtiyacın karşılanacağı sistemler kendi içinde mevcut olmak zorundadır. Hava, yağ, yakıt, su, buhar gibi hemen tüm sistemlerin üretim, depolanma, taşınma ve kullanım alanı gibi sistem kısımlarına iletildikleri boru devreleri bulunmaktadır. Bunlar içinden geçecek akışkanın özelliğine göre, boyut ve malzeme olarak farklılık göstermektedirler. Çok ince devreler olabileceği gibi, içine bir insanın girebileceği boyutlarda da olabilmektedirler. Elbette tüm bu borular bilgisayar çizimlerinin ardından, ölçülerine göre hazırlanmakta ve montajları çalışanlar tarafından yapılmaktadır. Hazırlanan boru parçaları yerlerine götürülmesi ve monte edilmelidirler. Fakat monte edilecek alanlar, bazen geminin en alt yüzeyi sintinede, bazen merdivenle çıkılması gereken bir yükseklikte, bazense çok dar ve sıkışık yerlerde olabilmektedirler. Taşınan malzemenin ağır olması ve kavrama yerinin

bulunmamasını göz önüne alırsak, boru ustalığı yapan işçiler gün içerisinde eğer yardımcıları veya taşımalarına yardım edecek ekipmanları mevcut değilse, ters ve sıkıntılı durumlara düşebilmektedirler. Bu fotoğrafta ince uzun ve kıvrımlı bir boruyu, çok ağır olmamasına rağmen, yerden kaldırmak isteyen bir işçi görülmektedir.



Şekil 4.5. Uygulama 5

Yöntemler kullanılarak analiz edildiğinde, REBA, OWAS ve PLIBEL yöntemlerinde risk seviyeleri yüksek bulunurken, QEC ve MANTRA yöntemleri herhangi bir sakınca görmemektedirler.

Tablo 4.33. Uygulama 5 Analizi

REBA		OWAS		QEC
Risk Seviyesi	Eylem	Eylem Sınıfı	Açıklama	Eylem Sınıfı
Yüksek	Yakın zamanda gerekli	3	Ergonomik düzenleme mümkün olduğunca erken yapılmalıdır	Kabul Edilebilir
PLIBEL				
Yüzde Oranları				
Boyun/ Omuzlar, sırtın üst bölümü	Dirsek, ön kollar ve eller	Ayaklar	Diz ve kalça	Bel
39%	39%	39%	39%	39%
MANTRA				
Sonuç				
Alt ekstremit	Sırt	Boyun/Omuz	Kol/ Bilek/El	
Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur	

4.6. Uygulama 6

Altıncı uygulamada boru devresini yerine götüren işçi, herhangi bir kavraması bulunmayan boruyu olabildiğince düzgün şekilde tutarak montajını yapacağı yere götürmektedir. Çalışan devreyi herhangi bir ergonomi bilgisi olmadan, kendi vücudunun rahat edeceği pozisyona göre taşımaktadır.



Şekil 4.6. Uygulama 6

Analiz yöntemleri ile değerlendirdiğinde genel olarak orta seviyeye yakın bir risk olduğu görülmektedir. OWAS ve MANTRA yöntemleri herhangi bir sakınca görmemektedirler.

Tablo 4.34. Uygulama 6 Analizi

REBA					OWAS		QEC	
Risk Seviyesi		Eylem			Eylem Sınıfı	Açıklama	Eylem Sınıfı	
Orta		Gerekli			1	Ergonomik düzenleme gerekmez	Daha fazla araştırılmalı ve yakın zamanda değişiklik yapılmalı	
PLIBEL					MANTRA			
Yüzde Oranları					Sonuç			
Boyun/ Omuzlar, sırtın üst bölümü	Dirsek, ön kollar ve eller	Ayaklar	Diz ve kalça	Bel	Alt ekstremité	Sırt	Boyun/Omuz	Kol/ Bilek/El
39%	39%	39%	39%	39%	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur

4.7. Uygulama 7

Tersane koşullarında çalışan işçilerin görevleri ne olursa olsun, sahada dinlenebilecekleri, çalışırken oturabilecekleri bir ortamları yoktur. Dinlenme zamanları dışında insanın devam ettiği kısımlarda eğer oturarak iş yapmaları gerekmekte ise, ya bir boru devresine ya da yine sağlıklı olmayan bir pozisyonda herhangi bir yere oturmak durumunda kalmaktadırlar. Bu fotoğrafta işçi iki elini birden kullanırken parçayı tutmak maksadı ile gördüğü boru devresine oturmaktadır. Hâlbuki atölyede bu işlemi yapmış olsaydı, çok daha rahat edecekti. Arada bulunan mesafeyi yürümek istememesi ve işi yerinde yapması gerektiğinden bu durumu yaşamaktadır.



Şekil 4.7. Uygulama 7

Analiz yöntemlerinde REBA, orta seviyede risk görürken, diğer yöntemler eylem önceliği görmemişlerdir.

Tablo 4.35. Uygulama 7 Analizi

REBA					OWAS		QEC	
Risk Seviyesi		Eylem			Eylem Sınıfı	Açıklama	Eylem Sınıfı	
Orta		Gerekli			1	Ergonomik düzenleme gerekmez	Kabul Edilebilir	
PLIBEL					MANTRA			
Yüzde Oranları					Sonuç			
Boyun/ Omuzlar, sırtın üst bölümü	Dirsek, ön kollar ve eller	Ayaklar	Diz ve kalça	Bel	Alt ekstremit	Sırt	Boyun/Omuz	Kol/ Bilek/El
17%	17%	17%	17%	17%	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur

4.8. Uygulama 8

Tersanelerin hemen her yerinde gün içinde onlarca kaynak makinesi çalışmaktadır. Bunlardan bazıları taşınabilir, bazıları ağır ama tekerlekli, bazıları ise sabitlenmiş konumda bulunmaktadırlar. Tek kişinin rahat taşıyabileceği çanta şeklinde kaynak makineleri olabildiği gibi, fotoğraftaki gibi hem ağır hem de kavraması bulunmayan makineler olabilmektedir. Makinenin bu durumda olması iş yapılmasına engel olmadığı gibi, sürekli bir yerden bir yere taşınması da gerekmektedir. Tutma yerinin olmaması ağır olması ve iki kişinin taşınması zaten işleri zorlaştırırken, üzerine bir de tersane zeminleri, yerdeki boşluklar, lineer olmayan yüzeyler ve titreşimi eklediğimizde bu durumun oldukça zor olduğu açıkça görülmektedir.



Şekil 4.8. Uygulama 8

Fotoğrafta kaynak makinesini taşıyan sağdaki çalışan ergonomik risk analizi yöntemleri ile değerlendirdiğinde tüm yöntemler de riskin yüksek olduğu ve düzenlemenin yapılması gerektiği görülmüştür. Sadece MANTRA yönteminde eylem önceliği görülmemiştir.

Tablo 4.36. Uygulama 8 Analizi

REBA					OWAS		QEC	
Risk Seviyesi		Eylem			Eylem Sınıfı	Açıklama	Eylem Sınıfı	
Yüksek		Yakın zamanda gerekli			2	Ergonomik düzenleme yakın bir gelecekte yapılmalıdır	Daha fazla araştırılmalı ve yakın zamanda değişiklik yapılmalı	
PLİBEL					MANTRA			
Yüzde Oranları					Sonuç			
Boyun/ Omuzlar, sırtın üst bölümü	Dirsek, ön kollar ve eller	Ayaklar	Diz ve kalça	Bel	Alt ekstremit	Sırt	Boyun/Omuz	Kol/ Bilek/El
61%	61%	61%	61%	61%	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur

4.9. Uygulama 9

Dokuzuncu uygulama da kaynak makinesini taşımakta olan soldaki çalışan incelenmiştir. Kavrama yeri olmayan ağır makineyi tutmak için arkalarda bulunduğu bir boşluktan makineyi kaldırdığı ve bu seviyeye inmek için eğildiği fakat bu eğilmeyi de bilinçsiz şekilde yaptığı görülmektedir. Bu işi günde onlarca defa yaptığı düşünüldüğünde, durum oldukça riskli görülmektedir.



Şekil 4.9. Uygulama 9

Analiz yöntemleri ile incelediğinde yüksek risk seviyesi ve hızlı şekilde değişikliğe gidilmesi öngörülmektedir. Bu pozisyonda ki işçi için MANTRA yöntemi de eylem yapılmalı sonucunu vermektedir.

Tablo 4.37. Uygulama 9 Analizi

REBA					OWAS			QEC	
Risk Seviyesi		Eylem			Eylem Sınıfı	Açıklama		Eylem Sınıfı	
Yüksek		Yakın zamanda gerekli			3	Ergonomik düzenleme mümkün olduğunca erken yapılmalıdır		Daha fazla araştırılmalı ve yakın zamanda değişiklik yapılmalı	
PLIBEL					MANTRA				
Yüzde Oranları					Sonuç				
Boyun/ Omuzlar, sırtın üst bölümü	Dirsek, ön kollar ve eller	Ayaklar	Diz ve kalça	Bel	Alt ekstremité	Sırt	Boyun/Omuz	Kol/ Bilek/El	
64%	64%	64%	64%	64%	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur	

4.10. Uygulama 10

Onuncu uygulamada kaynak makinesinin yerini değiştirmek için ele alan çalışanlar makine ile birlikte yürümektedirler. Tutmanın zor olduğu, ve makinenin yapısı nedeni ile düzgün yürüyemedikleri gözlemlenirken, sağdaki personel analiz yöntemleri ile incelenmiş ve aşağıdaki sonuca ulaşılmıştır.



Şekil 4.10. Uygulama 10

Tablo 4.38. Uygulama 10 Analizi

REBA					OWAS		QEC	
Risk Seviyesi		Eylem			Eylem Sınıfı	Açıklama	Eylem Sınıfı	
Yüksek		Yakın zamanda gerekli			3	Ergonomik düzenleme mümkün olduğunca erken yapılmalıdır	Daha fazla araştırılmalı ve yakın zamanda değişiklik yapılmalı	
PLIBEL					MANTRA			
Yüzde Oranları					Sonuç			
Boyun/ Omuzlar, sırtın üst bölümü	Dirsek, ön kollar ve eller	Ayaklar	Diz ve kalça	Bel	Alt ekstremit	Sırt	Boyun/Omuz	Kol/ Bilek/El
50%	50%	50%	50%	50%	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur

4.11. Uygulama 11

Geminin iskeleti ve tüm malzemeleri metal ağırlıklı olduğundan hemen her yerinde kaynak yapılmaktadır. Gövde birleştirme, ekipman montajı, imalat gibi her alanda kaynak çalışması yürütülmektedir. Bu kaynaklar atölye ortamında tezgahlarda olabileceği gibi, çok dar veya çok yüksek yerlerde de yapılabilir.



Şekil 4.11. Uygulama 11

Bu fotoğrafta çalışan, hem yüksek hem dar, hem de yatay bir zeminde kaynak yapmaktadır. REBA ve OWAS yöntemlerine göre riskli bulunan bu duruş, QEC, PLIBEL ve MANTRA yöntemlerine göre kabul edilebilir düzeyde sonuç vermiştir.

Tablo 4.39. Uygulama 11 Analizi

REBA					OWAS		QEC	
Risk Seviyesi		Eylem			Eylem Sınıfı	Açıklama	Eylem Sınıfı	
Yüksek		Yakın zamanda gerekli			3	Ergonomik düzenleme mümkün olduğunca erken yapılmalıdır	Kabul Edilebilir	
PLIBEL					MANTRA			
Yüzde Oranları					Sonuç			
Boyun/ Omuzlar, sırtın üst bölümü	Dirsek, ön kollar ve eller	Ayaklar	Diz ve kalça	Bel	Alt ekstremité	Sırt	Boyun/Omuz	Kol/ Bilek/El
36%	36%	36%	36%	36%	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur	Eylem Önceliği Yoktur

BÖLÜM 5. SONUÇ

Bu çalışmada işe ilişkin kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının önüne geçilmesi bakımından, en çok kullanılan ergonomik risk değerlendirme araçları gruplandırılmış, gemi inşa sektörünün gelişmesi ve bu alanda istihdamın çoğalması ile birlikte artan iş gücünü, iş sağlığı ve güvenliğinin yanı sıra çalışanların ergonomik açıdan değerlendirilmesini ve koşulların iyileştirilmesi için çalışmaları içermektedir.

Endüstrinin çeşitli alanlarında kullanılan beş yöntem incelenmiştir. Bunlar REBA, OWAS, QEC, PLIBEL ve MANTRA yöntemleridir. Bu yöntemlerin uygulama şekilleri, değerlendirme yöntemleri ve kriterleri anlatılarak karşılaştırması yapılmıştır. Tersanede çeşitli çalışma alanlarında çalışan işçilerin fotoğrafları, anlatılan beş yöntem ile değerlendirilmiş ve iş hakkında genel bilgiler verilerek, metotların eylem sonuçları sıralanmıştır.

Yöntemlerin duruşlar karşılında uygulanması sonucunda her birinde farklı sonuçlar çıktığı gözlemlenmiştir. Bunlardan bazıları birbiri ile uyumlu bazıları ise birbirinden alakasız sonuçlar ortaya koymuşlardır. Bunun sebebi her birinin kriterlerinin ve baz aldığı değerlerin farklı oluşundan kaynaklanmaktadır. Bunun yanında her bir yöntem sonucunu etkileyen birimlerin hassasiyetinin de farklı olduğu görülmüştür.

Bütün bunların sonucunda kriter olarak çevrim zamanı, tekrarlama, hız, güç gibi duruş ile alakalı bozukluklardan bağımsız kriterler ortaya koyarak inceleme yapan MANTRA yönteminin bizim çalışmamıza konu olan gemi inşa sektöründe sonuç vermediğini görülmüştür. Bunun sebebi genel çalışma alanı geniş olan tersane içerisinde çalışan bir işçinin her an başka bir yerde, başka bir tezgahta farklı pozisyonlarda çalışması ve tek bir tezgah başında aynı hareketleri tekrarlamamasından kaynaklanıyor olabileceği düşünülmüştür.

Diğer yöntemleri ele aldığımızda ise her birinin farklı hassasiyetlerde sonuç verdiklerini görmekteyiz. Yüzdelik sonucu veren PLIBEL yöntemi bunlar arasında en düşük hassasiyet oranına sahip yöntem olduğu sonucuna varılmıştır. REBA, QEC, OWAS yöntemleri ise her duruş için kendi kriterlerine uygun biçimde sonuçlar vermiş ve bu sonucu bir eylem sınıfı ile açıklamışlardır. Eylem sınıflarının öncelik belirten bir skalaya sahip olmaları da bu yöntemleri ön plana çıkarmaktadır.

Buna karşılık sonuçların eylem sınıflarının doğru orantılı olmadığı durumların da sıklıkla görüldüğü kaydedilmiştir. Sonuç veren yöntemler içinde de vücudun farklı bölgelerinin farklı hareketleri baz alındığından dolayı eylem sınıfları birbirinden bağımsız şekilde sonuçlar doğurabilmektedir. Bu sebeple bir yöntemin oldukça riskli gördüğü bir duruş, diğer bir yöntemle göre risk teşkil etmeyebilir ve bu durumun tam tersi bir başka durum için geçerli olabilmektedir.

Tüm bunlar göz önüne alındığında her duruş için riskleri ortaya koyup, en aza indirmek ve eylem önceliklerini belirlemek için birden fazla yöntemin bir arada uygulanması kesinlikle en etkili yöntem olarak düşünülmüştür.

Sonuç olarak en hassas yöntemler olarak listelediğimiz REBA, QEC ve OWAS gemi inşa sektöründe bir arada uygulandığında birinin belirleyemediği riskleri diğerinin tespit edebilmesi ve birbirini tamamlayan yapıları sayesinde kas iskelet sisteminden doğabilecek hastalıkların önüne geçmek ve daha sağlıklı bir çalışma ortamı yaratmak açısından gemi inşa sektörü saha çalışanları açısından birlikte kullanılmaları en etkili uygulama olarak belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] G. Tozkoparan ve J. Taşoğlu, «İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ UYGULAMALARI İLE İLGİLİ,» *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* , cilt xxx, no. 1, pp. 181-209, 2011.
- [2] S. Koç ve Ö. M. Testik , «MOBİLYA SEKTÖRÜNDE YAŞANAN KAS-İSKELET SİSTEMİ,» *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, cilt 27, no. 2, pp. 2-27, 2016.
- [3] «International Ergonomics Association,» [Çevrimiçi]. Available: <http://www.iea.cc/whats>. [Erişildi: 31 10 2018].
- [4] Ç. Güler, Sağlık boyutunda ergonomi, Ankara: Palme yayıncılık, 2004.
- [5] 5510 Sigortalar Kanunu, «SOSYAL SİGORTALAR VE GENEL SAĞLIK SİGORTASI KANUNU,» 31 05 2006. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5510.pdf>. [Erişildi: 2 11 2018].
- [6] ILO, «ILO List of Occupational diseases,» 2010. [Çevrimiçi]. Available: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/publication/wcms_125137.pdf. [Erişildi: 3 11 2018].
- [7] US Department of Health and Human Services, «Elements Of Ergonomic Programs,» 3 1997. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/97-117/pdfs/97-117.pdf>. [Erişildi: 4 11 2018].
- [8] E. Özel ve O. Çetik, «MESLEKİ GÖREVLERİN ERGONOMİK ANALİZİNDE KULLANILAN ARAÇLAR,» *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Dergisi*, no. 22, pp. 41-56, 2010.
- [9] E. Özcan, «İş Yerinde Ergonomik Risklerin Değerlendirilmesi ve Hızlı Maruziyet Değerlendirme (HMD) Yöntemi,» *Mühendis ve Makina Dergisi*, cilt 52, no. 616, pp. 86-89, 2011.
- [10] M. Chiasson, D. Imbeau, J. Major, K. Aubry ve A. Delisle , «Influence of Musculoskeletal Pain on Workers Ergonomic Risk-Factor Assessments,» *Applied Ergonomics*, no. 49, pp. 1-7, 2015.

- [11] M. Chiasson, D. Imbeau, J. Major, K. Ambry ve A. Delisle, «Comparing The Results of Eight Methods Used to Evaluate Risk Factors Associated with Musculoskeletal Disorders,» *International Journal of Industrial Ergonomics*, cilt 5, no. 42, pp. 478-488, 2012.
- [12] G. David, «Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders,» *Occupational Medicine*, no. 55, pp. 190-199, 2005.
- [13] B. Das, T. Ghosh ve S. Gangopadhyay, «Assessment of Ergonomic and Occupational Health-Related Problems Among Female Prawn Seed Collectors of Sunderbans, Prawn Seed Collectors of Sunderbans, Prawn Seed Collectors of Sunderbans,» *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)*, cilt 18, no. 4, pp. 531-540, 2012.
- [14] S. S. Nalbantoğlu ve K. Enez, «Comparison of ergonomic risk assessment utputs from OWAS and REBA in forestry timber harvesting,» *International Journal of Industrial Ergonomics*, no. 70, pp. 51-57, 2019.
- [15] S. Hignett ve L. McAtamney, «Rapid Entire Body Assessment (REBA),» *Applied Ergonomics*, pp. 201-205, 200.
- [16] G. David, V. Woods, G. Li ve P. Buckle, «The development of the Quick Exposure Check (QEC),» *Applied Ergonomics*, pp. 57-69, 2008.
- [17] A. F. Bell ve J. R. Steele, «Risk of musculoskeletal injury among cleaners during vacuuming,» *Ergonomics*, cilt 55, no. 2, pp. 237-247, 2012.
- [18] K. Kemmlert, «Method Assigned for the Identification of Ergonomic Hazards - Plibel,» *Applied Ergonomics*, cilt 26, no. 3, pp. 199-211, 1995.
- [19] E. Atasoy Mert, «ERGONOMİK RİSK DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI VE BİR ÇANTA İMALAT ATÖLYESİNDE UYGULANMASI,» T.C. ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ, Ankara, 2014.
- [20] D. Subhash Chander ve M. P. Cavatorta, «An observational method for Postural Ergonomic Risk Assessment (PERA),» *International Journal of Industrial Ergonomics*, no. 57, pp. 32-41, 2017.
- [21] H. Alıcı, H. Atıcı Ulusu ve T. Gündüz, «Mobilya Sektöründe Pnömatik Zımbalama ve Vidalama Ğçlerinin Ergonomik Risk Değerlendirmesi,» *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, cilt 4, no. 32, pp. 221-226, 2017.

- [22] R. Limerick, «Further Risk Assessment Methods,» 21 12 2015. [Çevrimiçi]. Available: <http://ergonomics.uq.edu.au/>.
- [23] S. Koç ve Ö. M. Testik, «MOBİLYA SEKTÖRÜNDE YAŞANAN KAS-İSKELET SİSTEMİ,» *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, cilt 27, no. 2, pp. 2-27, 2016.



ÖZGEÇMİŞ

Güneyhan TOL, 01.03.1990'da İstanbul'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Kocaeli'nde tamamladı. 2007 yılında Gölcük Atatürk Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2007-2012 yılları arasında Dokuz Eylül Üniversitesi Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği ve Anadolu Üniversitesi İşletme bölümlerini aynı anda bitirdi. 2012 yılında Sakarya Üniversitesi E-Mühendislik Yönetimi yüksek lisans programına başladı. Bu esnada yurtdışında çeşitli firmalarda mesleki tecrübe edindi. 2017 yılında Kocaeli Üniversitesinde öğretim görevlisi olarak işe başladı ve halen bu görevini sürdürmektedir.