

GEMİ MAKİNELERİ İŞLETMESİNDE ERGONOMİK ANALİZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Gazi KOÇAK
512041015

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24 Aralık 2007
Tezin Savunulduğu Tarih : 06 Şubat 2008

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Cengiz DENİZ
Diğer Jüri Üyeleri Prof. Dr. S. Aydın Şalcı
Prof. Dr. Mesut GÜNER

ARALIK 2007

ÖNSÖZ

Endüstrinin gelişmesiyle şirketler büyümüş, karmaşık makine sistemlerinden oluşan büyük fabrikalar kurulmuştur. Zamanla burada çalışan insanların çalışma durumları göz ardı edilmiş, insanlar makine sistemleri arasında daha zor şartlarda çalışmak zorunda kalmış hatta makinelerle kıyaslanarak daha çok çalışmaları istenmiştir. Günümüzde bu durumun yanlışlığı ortaya çıkmış, insan faktörünün önemi anlaşılmış ve kapasitesine ve durumuna göre iş oluşturulması gerektiği görülmüştür. Makine sistemlerinin bu denli gelişmesine rağmen insanın çalışma ortamındaki en önemli faktör olduğu anlaşılmış ve çalışma ortamının insana uygun hale getirilmesi için ergonomi bilimi geliştirilmiştir. Gemi sistemlerinde ve özellikle gemi makine dairesinde henüz yeterli uygulama alanı bulamamış olan ergonomik prensiplerin yeterince uygulanmaya başlaması hem insan faktörü açısından bir gereklilik hem de işletmelerin ekonomisi açısından uzun vadede önemli bir etkidir. Günümüzde yüksek maaşa rağmen personel açığını kapatamayan şirketlerin bunu göz önünde bulundurması ve çalışanların çalışma şartlarını ve ortamını iyileştirme yoluna gitmesi gerekmektedir.

Çalışmanın yapılmasında göstermiş olduğu ilgi ve desteğinden dolayı tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Cengiz Deniz'e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca yardımlarını esirgemeyen Öğretim Görevlisi Mehmet Kör'e, Baş Mühendis Ali Kuşoğlu'na ve kardeşim Emrah Bulut'a çok teşekkür ederim.

Aralık, 2007

Gazi KOÇAK

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	ix
1. GİRİŞ	1
2. ERGONOMİ	3
2.1. Ergonominin Tarihçesi	3
2.2. Ergonominin Tanımı	5
2.3. Ergonomiye Genel Bakış	6
2.4. Ergonomiye Olan İhtiyaç	6
2.5. Ergonominin Amacı ve Yararları	8
2.6. Ergonominin Kapsamı	9
2.7. İnsan Kaynağının Önemi	10
2.8. İnsanın Ergonomik Açıdan İncelenmesi	11
3. ERGONOMİK KRİTERLERİN İNCELENMESİ	12
3.1. Antropoloji, Antropometri ve Antropometrik Yaklaşım	13
3.1.1. Statik Antropometri	14
3.1.2. Dinamik Antropometri	14
3.1.3. Antropometrik Verilerin Kullanılması	14
3.1.4. Çalışma Yerlerinde Boyutlar	16
3.1.5. Çalışma Yüzeyleri	17
3.1.6. Oturma Yüzeylerinin Tasarımı	18
3.1.7. Türk İşçilerine Ait Antropometrik Veriler	21
3.2. Çevresel Şartlar	25
3.2.1. Aydınlatma	25
3.2.1.1. Aydınlatma Şiddetinin Belirlenmesi	27
3.2.1.2. İyi Bir Aydınlatma Düzeninin Özellikleri	28
3.2.1.3. Çalışma Ortamında Renkler	31
3.2.2. Titreşim	31
3.2.2.1. Titreşimin Etkileri	32
3.2.2.2. Titreşimin Etkilerinden Korunma	33
3.2.3. Gürültü	33
3.2.3.1. Gürültünün Etkileri	35
3.2.3.2. Gürültünün Ölçümü	39
3.2.3.3. Gürültü Kontrolü	39
3.2.4. İklim Koşulları	40
3.2.4.1. Sıcaklık ve Nem ile İlgili Tanımlar, Sıcaklık ve Nemin Ölçümü	40
3.2.4.2. İnsan Vücudunda Isı Alışverişinin Önemi	41
3.2.4.3. İklimin Değerlendirilmesi	43

3.2.4.4. İklim Etkileri	44
3.2.4.5. Isıl Konfor	47
3.2.4.6. Çalışma Ortamında Gerekli Nem ve Sıcaklık Değerlerinin Sağlanması	48
3.3. Zararlı Maddeler ve Havalandırma	49
3.3.1. Önemli Zararlı Maddeler	50
3.3.2. Zararlı Maddelerin Etkileri	50
3.3.3. Zararlı Maddelerden Korunma	52
3.3.4. Havalandırma	53
3.4. Vardiya Sistemleri	53
3.5. Deniz Şartları ve Etkileri	54
4. İNSAN PERFORMANSINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER	58
4.1. Performans Farklılıklarını Doğuran Faktörler	58
4.1.1. Kişisel Faktörler	60
4.1.2. Çevresel Faktörler	62
4.1.2.1. Gürültünün İnsan Performansına Etkileri	62
4.1.2.2. Sıcaklığın İnsan Performansına Etkileri	64
4.1.3. Yaşın İnsan Performansına Etkileri	69
4.1.4. Vardiya Sisteminde Çalışmanın Performansa Etkileri	72
4.1.5. İnsanın Zihinsel Performansını Etkileyen Faktörler	74
4.2. İnsan Performansı Hata İlişkisi	75
4.3. Denizcilikte İnsan Hatası ve Performans	76
5. GEMİLERDE ÇEVRESEL ŞARTLAR VE ERGONOMİK TASARIM	77
5.1. Gemilerde İklim Şartları	77
5.2. Gemilerde Gürültü	78
5.3. Gemilerde Titreşim	81
5.4. Gemilerde Aydınlatma	82
5.5. Gemilerde Havalandırma	83
5.6. Çevresel Faktörlerin Meydana Getirdiği Zararlar	84
5.7. Makine Dairesi Ergonomik Tasarımı	86
5.7.1. Ergonomik Tasarım	86
5.7.2. Makine Dairesi Tasarımı	87
5.7.3. Makine Dairesi Tasarımına Ergonomik Yaklaşım	87
5.7.4. Ergonomik Kriterler Açısından Eksiklikler	88
5.7.5. Bir Ergonomik Tasarım Analizi Uygulaması	91
5.7.6. Makine Dairesinin Ergonomiye Yönelik Yerleşim Prosedürleri	93
5.7.6.1. Fonksiyonellik	93
5.7.6.2. Alansal Tasarım İşlemi	94
5.8. Gemi Makine Dairesinde Ergonomiye Etki Eden Çevresel Faktörlerin İncelenmesini Araştırmaya Yönelik Anket Çalışması	99
6. GEMİLERDE İNSAN ETKENİ VE İNSAN HATASI	101
6.1. İnsanın Önemi	101

6.2. İnsan Faktörü	102
6.3. İnsan Yetenekleri ve Limitleri	104
6.4. İnsan Hatası	107
6.4.1. Kaza Karakteristikleri	108
6.4.2. İnsan Hatalarının Kontrolü	113
6.4.3. İnsan Hatası İstatistikleri	113
7. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	115
KAYNAKLAR	117
ÖZGEÇMİŞ	122

TABLO LİSTESİ

	<u>SayfaNo</u>
Tablo 3.1: Türk işçilerine ait antropometrik ölçülerin değerleri.....	24
Tablo 3.2: Renklerin ve yüzeylerin yansıtma oranları.....	27
Tablo 3.3: Bazı işlemlerde önerilen aydınlatma miktarları.....	29
Tablo 3.4: Endüstriyel gürültünün dB(A) olarak bazı tepe değerleri.....	34
Tablo 3.5: Çeşitli gürültü düzeylerinde çalışma süresi sınırları(OSHA)	37
Tablo 3.6: Maksimum kabul edilebilir ses yegînlîği seviyeleri.....	37
Tablo 3.7: Gürültü düzeyinin işitme kaybı üzerindeki etkisi.....	37
Tablo 3.8: Çeşitli Oktav Bandındaki Seslerin İşitme Kaybına Neden Olan Yegînlîği.....	38
Tablo 3.9: Efektif sıcaklıkların belirlenmesi.....	41
Tablo 3.10: Ağır şartlarda çalışma için sıcaklık değerleri ve müsaade edilen süreler.....	42
Tablo 3.11: Bazı işler için konfor değerleri.....	48
Tablo 3.12: Tavsiye edilen optimum hacim ve hava değişim miktarları.....	53
Tablo 3.13: Mücadele etkisi kaybı, 3000 Dwt, 108m bir gemi için.....	56
Tablo 3.14: Mücadele kaybı oranı, 3000 Dwt gemi için.....	56
Tablo 3.15: Tahmin edilen deniz tutması olayı oranları.....	57
Tablo 4.1: Cinsiyete göre vücut ağırlığının bileşenlerine oranları.....	61
Tablo 4.2: Gürültünün insan performansına etkileri.....	64
Tablo 4.3: Bazı sektörlerde sıcaklığın insan performansına etkileri.....	65
Tablo 4.4: Yaşlanmanın etkileri.....	70
Tablo 5.1: Gemiler üzerinde iklim faktörü.....	78
Tablo 5.2: Gemilerdeki gürültü seviyeleri.....	79
Tablo 5.3: Maksimum Müsaade Edilebilir Ses Seviyeleri	80
Tablo 5.4: Bakım ve operasyon yerleri için aydınlatma kriterleri.....	83
Tablo 5.5: Gemiden ayrılmaya sebep olan rahatsızlık vakaları.....	86
Tablo 6.1: Deniz Kazalarının Karakteristikleri.....	108

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1 : Ischium kemiği ve oturma yüzeyi üzerinde kalçaya binen ağırlığın dağılımı.....	19
Şekil 3.2 : Büro masa ve sandalyelerinde önerilen ayarlanabilir boyutlar.....	20
Şekil 3.3 : Alınan antropometrik ölçüler	22
Şekil 3.4 : Alınan antropometrik ölçüler (devamı).....	22
Şekil 3.5 : Standart sapma eğrisi.....	25
Şekil 3.6 : Titreşimin etkileri (Dünya Sağlık Örgütü).....	32
Şekil 3.7 : İşitme alanları.....	35
Şekil 3.8 : Seslerin çeşitli frekans bandında zararlı olabilen basınç düzeyleri.....	38
Şekil 3.9 : Zararlı maddelerin sınıflandırılması.....	49
Şekil 4.1 : Yaş-maksimum kas kuvveti grafiği.....	61
Şekil 4.2 : İki yıl içinde kazaya uğrayan işçi yüzdesi grafiği.....	62
Şekil 4.3 : Aylara göre bağlı çıktı grafiği.....	66
Şekil 4.4 : Sıcaklık ile cinsiyet gruplarında oluşan bağlı iş kazası sıklığı.....	66
Şekil 4.5 : Ortam sıcaklığı ile bağlı iş kazası sayısı.....	68
Şekil 4.6 : Etkili sıcaklığın bir fonksiyonu olarak hataların izlenmesi...	68
Şekil 4.7 : Zarar görmemiş zihinsel performans için üst sınır değeri.....	69
Şekil 4.8 : Yaş Grubu Performans Kalitesi.....	72
Şekil 4.9 : Günün 24 Saati Ortalama Performans Grafiği.....	73
Şekil 5.1 : Maruz Kalma Süresinin Fonksiyonu Olarak Titreşim Tolerans Sınırları.....	82
Şekil 5.2 : Büyük hacimler için havalandırma gereklilikleri.....	84
Şekil 5.3 : Stress sürecinin yapısal taslağı.....	85
Şekil 5.4 : Bazı ergonomik eksiklikler.....	91
Şekil 5.5 : Geminin alanlara bağlı tasarım aşamaları.....	95
Şekil 5.6 : Fonksiyonel alanlar hiyerarşisi.....	96
Şekil 5.7 : Parametrik alanların tasarımı ve birincil bölgelerin oluşturulması.....	98
Şekil 6.1 : Kapalı döngü sistemi.....	105
Şekil 6.2 : İnsan hatalarının kaynakları.....	108
Şekil 6.3 : Alternatif İnsan Performans Seviyeleri.....	110
Şekil 6.4 : Gemide insan-makine kontrolü.....	110

GEMİ MAKİNELERİ İŞLETMESİNDE ERGONOMİK ANALİZ

ÖZET

Avrupada sanayi devriminin yapılmasıyla her geçen gün büyüyen makina sektörü günümüzde hayatın birçok alanında çok etkin hale gelmiştir. Özellikle üretim ve işletim yapılan sektörlerde makineler hayatın vazgeçilmez öğeleri haline gelmiştir. Zaman içinde makineler geliştirilerek büyük ve karmaşık sistemler oluşmuş ve insanların bu sistemleri işletmesiyle insan-makine sistemleri meydana gelmiştir. Makinelerin hayatımızdaki yerinin artması işletimi kolaylaştırıp, üretim kalitesini artırırken bazı dezavantajları da beraberinde getirmiştir. Bu dezavantajlar daha çok insanlarla makinelerin uyumsuzluğundan kaynaklanmaktadır. Bu uyumsuzluğu ortadan kaldırmak veya en aza indirmek için ergonomi bilimi geliştirilmiştir. Gelişmiş ülkelerde önemi anlaşılmış ve hızla uygulanmaya başlanmış olan ergonomi bilimine, maalesef ülkemizde henüz yeterli önem verilmemekte ve yeterince uygulanmamaktadır.

Gemi makine dairesi birçok makine sistemini içeren karmaşık bir sistemdir. Bu makinelerin işletilmesiyle gürültü, titreşim, sıcaklık ve nem gibi bazı çevresel olumsuzluklar meydana gelir. Bunun yanında, geminin hareketli bir platform olmasından dolayı gemi hareketlerinin etkileri söz konusudur. Yetersiz aydınlatma işletimi olumsuz etkileyen başka bir faktördür. Bu olumsuzlukların insan sağlığı ve performansı üzerinde ciddi etkisi vardır. Ama maalesef gemi inşasında ve işletiminde bu faktörler yeterince göz önünde bulundurulmamakta, sadece ekonomik olarak değerlendirilmekte ve insan faktörünün uzun vadede ekonomiye etkisi düşünülmemektedir. Bu durum denizde çalışan personel açısından önemli bir problem olarak önümüze çıkmaktadır. Günümüzde yüksek maaşa rağmen gemide çalışacak personel bulunamamasında gemideki çalışma şartlarının zorluğu ve olumsuz çevresel şartların önemli etkisi olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada gemi makine dairesindeki çevresel şartların ve deniz hareketlerinin çalışanların sağlığına ve performansına etkileri incelenmiştir. Çevresel şartlar aydınlatma, gürültü, iklim ve titreşim olarak etkileri ve korunma yolları gösterilmiştir. Ayrıca zararlı maddelerin etkileri ve ergonomik dizaynın önemi üzerinde durulmuştur. Daha sonra gemideki durum çevresel şartlar, zararlı maddeler, deniz şartları ve yerleşim planı incelenerek daha önce belirlenmiş olan ergonomik durumlarla kıyaslanmış ve gemideki çalışma ortamının ergonomik uygunsuzluğu gözler önüne serilmiştir. Bu uygunsuzlukların nasıl giderilebileceğine dair yöntemler gösterilmiştir. Mevcut bir gemi üzerinde inceleme yapılmış ve bazı önemli ergonomik eksiklikler ortaya konmuştur. Gemide çalışan personele uygulanan bir anket çalışmasıyla çalışanlar açısından gemi makine dairesindeki ergonomik durum değerlendirilmiştir. Ergonomik tasarım gereksinimleri ve yöntemleri gösterilmiştir.

Sonuç olarak gemi makine dairesinde çalışanların son derece olumsuz şartlarda çalıştıkları ve çalışma şartlarının iyileştirilmesi gerektiği, ilgili otoritelerin bu konuda zorunlu kurallar yürürlüğe koymasının gerekliliği, makine dairesi tasarımında gemide çalışma tecrübesi olan gemi makineleri işletme mühendislerinin görev alması gerekliliği gösterilmiştir.

ERGONOMICS ANALAYSES OF SHIP ENGINE ROOM OPERATIONS

SUMMARY

After the industrial revolution in Europe the machinery sector has gradually grown up and machines become very important in many areas of our life. Especially in the production and operational industries, machines become the most important elements. By the time, by developing and integrating the machines, large and complex systems founded. These systems are called human-machine systems since the operators are human. The increment of place of machines in our life yielded not only high quality production and easy operation but also some disadvantages. These disadvantages are mostly because of disharmony of machines and humans. Ergonomics science is developed to reduce this disharmony to minimum. In developed countries the importance of ergonomics science is understood and it has been applied to man-machine systems. Unfortunately, in our country it is not understood and has not been applied adequately yet.

Ship engine room is a complex system which is integration of many machinery systems. The operation of these systems cause some negations as high temperature, humid, noise and vibration. Besides, ship movements have some effects on human. Insufficient illumination is another factor which affects operation of systems. These negations have great effect on human health and performance. Unfortunately, in ship construction and operation these factors are not taken into consideration. Only the economic condition is considered, however, the effects of human factors to economy in long time bases is not considered. This is an important problem for the people who work on-board ship. These days the shipping companies can not find personel to work on-board ship despite high salaries. The effects of bad working conditions and difficulty of job is thought to be one of the most important factors in this situation.

In this study, the effects of environmental factors and sea conditions to human health and performance in ship engine room is inspected. The effects of the environmental factors as illumination, noise, climate, and vibration and the ways of prevention are shown. The effects of sea condition to performance and health is shown. Besides, the importance of dangerous materials and ergonomics design is told. Then, the situation on board the ship is inspected and compared with the determined ergonomic criteria. And it is seen that the ship is not ergonomically sufficient. The ways how to recover these unergonomic situation are shown. An inspection on an existing ship is done to show the ergonomics deficiencies. A questionnaire is carried out to measure the idea of seafarers about working condition on board ship. The requirements and methods for ergonomics design is shown.

In conclusion, the bad working conditions in ship engine room is shown and proved that the working conditions should be improved. An experinced marine engineer should take part in design of ship engine room. Even more, the related authorities should make some mandatory rules related to ergonomic conditions on-board ship.

1. GİRİŞ

Gemi makine dairesinde çalışmak gemi şartlarının zorluğundan ve makine dairesinin sınırlı bir alanda ve karmaşık birçok sistemden oluşmasından dolayı oldukça zordur. Bu karmaşık sistemin iyi bir şekilde işletilmesi insan faktörüne bağlıdır. İnsanın bu sistemi iyi bir şekilde işletebilmesi de tasarımın insana uygun yapılmasına bağlıdır. İnsana uygun tasarlanmış bir sistemde çalışanın üzerine binen iş yükü ve iş stresi azalacağından performansta önemli bir artış gözlenecektir. Bu sebeple tasarımlarda insan faktörü göz önünde bulundurulmalıdır. Böylece hem çalışanların sağlığı korunmuş olur hem de işletme daha verimli hale gelir.

Ergonominin önemi anlaşıldıkça daha fazla alanda uygulanmakta, bu konuda belli kanunlar ve zorunluluklar çıkarılmakta ve iş yerlerinde uygulanmaktadır. Çalışma şartları açısından dünyanın en zor mesleklerinden birisi olarak gösterilen gemilerde ve gemi makine dairelerinde henüz yeterince ergonomi uygulaması yapılmamaktadır. Kara şirketlerinde daha basit çalışma ortamlarında ve iş yükünün gemiden çok daha az olduğu işlerde bile ergonomi uygulamaları zorunlu hale getirilirken gemiler için henüz bir zorunluluk söz konusu değildir. Bu konuda zorunlu bir kurallar dizisinin olmamasından dolayı, tasarımlarda standartlaşma da sağlanamamıştır. Makine dairesi tasarımı için Uluslararası Denizcilik Örgütü Deniz Güvenliği Komitesi'nin yayınlamış olduğu sirküler sadece tavsiye vermekte, teknik olarak herhangi bir bilgi sunmamaktadır.

Gemi sistemlerinde, özellikle makine dairesinde, ergonomi dikkate alınarak tasarım yapılmaması, hali hazırda tehlikeli olan makine dairesini daha da güvensiz yapmaktadır. Bu durum ise zor koşullarda sistemin işletimini güçleştirmekte ve kayıplara yol açabilmektedir.

Ülkemizde işsizlik oranının çok yüksek seviyelerde olmasına rağmen istihdam eksikliğinin ciddi seviyelere ulaştığı denizcilik alanında denizde çalışacak işgücü bulunamamasının sebeplerinden birisi denizdeki çalışma şartlarının zorluğudur. Diğer meslek gruplarına göre çok daha yüksek bir maaşla (yaklaşık 2500 USD) işe

başlama imkanı olan denizcilikte istihdam eksikliğinin olması düşündürücüdür. Gemideki çalışma şartlarının iyileştirilmesi bu eksikliği giderme adına bir adım olacaktır. Bu nedenle gemilerde ergonomik kriterlerin uygulanmasının zorunlu hale gelmesi gerektiği düşünölmektedir.

Bu çalışmanın hedeflerini şu şekilde özetleyebiliriz:

- a. Gemi makine dairesinde insan sağlığını ve performansını etkileyen ergonomik kriterlerin tesbiti amacıyla ilgili bilimsel literatürde inceleme çalışmasının yapılması.
- b. Sıcaklık, nem, güröltü, aydınlatma gibi çevresel faktörlerin sağlığa ve performansa etkilerinin gösterilmesi.
- c. Gemi makine dairesinin zararlı maddeler açıdan incelenmesi ve havalandırma durumunun irdelenmesi.
- d. Gemi makine dairesi yerleşiminin ve tasarımının ergonomik açıdan incelenmesi.
- e. Antropometrinin gemi makineleri tasarımı açısından öneminin gösterilmesi.
- f. Vardiya sisteminde çalışmanın ve deniz hareketlerinin insan performansına ve sağlığına etkilerinin gösterilmesi.
- g. Gemi makine dairesinde insan sağlığını ve performansını etkileyen ergonomik kriterlerin gemi personeli üzerindeki etki seviyesini belirlemek amacıyla bir anket çalışmasının yapılması.
- h. Mevcut bir gemi üzerinde ergonomik eksikliklerin tesbit edilmesi için inceleme yapılması.
- i. Bu çalışma ile ortaya çıkan bulgulara bağlı olarak ulusal ve uluslararası mevzuatın ilgili ergonomik kriterleri sağlama yeterliliklerinin akredite durumunun irdelenmesi.

2. ERGONOMİ

2.1 Ergonominin Tarihçesi

Ergonomi tarihinde öncelikle F.W.Taylor'dan söz edilir. Taylor 18. Yüzyılın ikinci yarısında iş düzeni anlayışını geliştirmiş, iş görenlerin daha verimli ve düzenli nasıl çalışabilecekleri üzerine çalışmalar yapmıştır.

Taylor, işgücünün verimini artırmak için işçinin kullandığı araç ve gereçte bir takım değişiklikler tasarlamış, iş etüdüleri yapılmış, işe uygun işçi seçmenin, işçiyi iş başında eğitmenin, verimli işçiye daha çok ücret vermenin yararları üzerinde durmuştur [1].

1910'larda ergonomik yaklaşımlara öncülük eden iki yeni metod girişimi dikkati çekmiştir. Bunlardan birincisi, mühendis Gillbreth ile psikolog olan hanımının geliştirdikleri İş ve Zaman Etüdü (Time and Motion Study), ikincisi ise, iş başında enerji harcamayı önlemek için, Oksijen Tüketimi (Oxygen Uptake) formülünü geliştiren ve gaz geçirmez örnek alma torbaları ile tanınmış Douglas'ın çalışmalarıdır. Günümüzde her iki yaklaşım da geliştirilmiş metodlarıyla kullanılmaktadır.

Ergonomi bilim alanının ilk adımları uygulamalı psikoloji uzmanlarınca atılmıştır. Munsterberg'in 1913 yılında yayınladığı 'Endüstriyel Etkinliklerde Psikoloji' yapıtı, bu konuda öncü bir eser olmuştur. 1921 yılında ise Cambridge üniversitesinde ilk deneysel psikoloji laboratuvarı kurulmuştur. Birinci Dünya Savaşı ardından İngiltere'de "Yorgunluk Araştırmaları Kurulu" oluşturulmuş ve "Ulusal Endüstri Psikolojisi Enstitüsü'nün" kurulmasına kadar, adı geçen kurul, deneysel çalışmaları ve uygulamalı araştırmaları desteklemiştir [2].

İkinci Dünya Savaşı gerçekten de Ergonomi bilimi açısından gelişmenin en fazla olduğu yıllar olarak anılır. Yeni harp araçları yapımı için artan mekanizasyon sürecinde makinelerin özellikleri abartılarak insan-makine sistemleri ihmal edildiğinden ortaya çıkan başarısızlıklar bu başarısızlıkların nedeni araştırıldığında Ergonomi bilimine verilmesi gereken önemi daha iyi ortaya koymuştur.

Savaşın ardından İngiltere’de Oxford Medical Research Unit ile Cambridge Applied Psychology Unit kurulmuştur. Amerika Birleşik Devletlerinde de Dayton Aeromedical Laboratory Psychology Branch kurularak çeşitli araştırmalar başlatılmıştır. İngiliz Kara Kuvvetleri aynı tarihlerde, kendi gereksinimlerine göre ayrıca örgütlenmiştir. Bu kuruluşlarda insan ve iş psikolojisi yaklaşımlarından çok insan-makine ara kesiti sorunları dile getirilmiş ve araştırmalar bu yöne kaymıştır.

İngiltere’de bu gelişmeler olurken, ABD Hava Kuvvetleri’nden Fitts ve Deniz Araştırmaları Bürosu’ndan Taylor, 1940’larda yaptıkları araştırmalar ile, araç-gereç ve malzeme tasarımlarına önemli yenilikler getirmişlerdir. ABD’de John Hopkins, Tafts ve Princeton Üniversitelerinin de katkıları ilke yapılan benzer çalışmalar önceleri, “İnsan Mühendisliği” adı altında toplanmış, daha sonra da “İnsan Faktörü Mühendisliği” deyimini kullanılmaya başlanmıştır. Son zamanlarda ise ABD kaynakları sadece “İnsan Faktörü” deyimini kullanmaktadır.

1940’lara kadar yapılan çalışmaların dağınık oluşu çeşitli güçlükler sebepten dolayı, 1949’da Oxford Üniversitesinde ve Murrel’in başkanlığında bir toplantı yapıldı. Anatomi, antropoloji, fizyoloji, psikoloji, mühendislik bilimleri, tasarımcılar gibi çeşitli uzmanlık alanlarından gelen araştırmacılar ile yapılan bu toplantıda “Ergonomi” terimi önerildi. Bu arada tüm uzmanlar arasında köklü bir işbirliği kararı da desteklendi. Yunanca’da iş (ergo) ve yasalar (nomos) kelimelerinden üretilen bu yeni isim ile, iş yaşamı ve iş görmenin doğal yasalarını ilgi alanında gören tüm meslek adamlarının çabalarını tek bir başlık altında toplamak olanağı doğmuştu.

ABD’de Human Factors Engineering, İsveç’te Biotechnology, İngiltere’de Applied Psychology ve Almanya’da da Arbeit Physiology gibi ilgi alanlarını ve farklı yaklaşımları içine alan ve ayrıca; Industrial Psychology, Work Study, Human Biodynamics gibi uğraş alanlarını da çatısı altında toplayabilen bir bilimsel yaklaşım da böylece doğmuş oluyordu.

1949’dan bu yana, ergonominin gelişmesi farklı boyutlara ulaşmıştır. İlk zamanlar, ekipman tasarımı araştırmalarında sadece uygulamalı psikoloji yaklaşımının yeterli olmayacağı görülerek, çok disiplinli bir kapsam benimsenmiştir. O zamana kadar genellikle düğmeler, kontrol düzenekleri, göstergeler, makine boyutları ve paneller gibi konularla uğraşılırken, Oxford toplantısından sonra konu, daha geniş bir perspektif içinde ele alınmaya başlanmıştır. Bunu gerçekleştirmede ilk adım ise

“Ergonomi Araştırmaları Konseyi’nin” (Ergonomics Research Council) kurulması olmuştur. Bu kuruluşun çalışmaları uluslararası bir işbirliğini de amaçladığı halde, böyle bir birleşme ancak 1961 yılında Stockholm’de yapılan uluslararası bir toplantıda gerçekleştirilebilmiştir. Bu toplantı vesilesiyle “Uluslararası Ergonomi Topluluğu” (International Ergonomics Society) kurulmuş ve merkezi İngiltere’de bulunan bu uluslararası cemiyetin önemli bir birleştirici etkisi olmuştur.

Türkiye’de ergonomi düşüncesi dolaylı yollardan da olsa, en önce Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi’nde “Ziraatte Canlı Kuvvet Kaynakları” kürsüsünün kurulmasıyla konu edilmeye başlanmıştır. 1969 yılına kadar bu kürsüde genellikle mekanik kuvvet kaynakları üzerinde çalışılmış ve Dinçer’in “İnsan Emeği ve Ziraatteki Prodktivitesi”, “alışma Şekli ve Kas Yorgunluğu” çalışmalarıyla insan faktörü konusunu da uğraş alanı içine almıştır [2].

1970’lerde, işçi sağlığı ve iş güvenliği alanında ergonomik yaklaşım görüşü Ankara’da Refik Saydam Hıfzısıhha Enstitüsü’nde C. Erkan’ın abalalarıyla gündeme gelmiş ve 1968 yılında alışma Bakanlığı ve Dünya alışma Teşkilatı (ILO) işbirliği ile modern bir İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Merkezi (İSGÜM) kurulması için çalışmalara başlanmıştır. Bu merkezin, modern cihazlar ile donatılmış ergonomi nitesi ancak 1972 yılında kurulabilmiştir.

Ergonomi 1971 yılında ODTÜ de Endüstri Mühendisliği Bölümünde “Human Factors Engineering” adı altında ders programına alınmıştır. 1980’lerde Dokuz Eylül niversitesi’nde Endüstri Mühendisliği bölümüne bağı olarak ağdaş bir laboratuvar kurulmuştur. Ülkemizde ayrıca Milli Prodktive Merkezi Ergonomi biliminin gelişmesine son derece fazla katkıda bulunmuştur. Kurumca düzenlenen “Ergonomi”, “İşyerlerinde Fiziksel Ortamların İyileştirilmesi”, “Endüstri Mühendisliğinin İşletmelere Katkısı” gibi çeşitli konularda düzenlenen seminerlerle ergonomi literatürünün gelişmesine önemli katkılar yapılmıştır.

2.2. Ergonominin Tanımı

Ergonomi “iş yasası” anlamına gelen Yunanca bir sözcüktür. “Ergon = iş, çalışma”, “nomos = yasa” anlamlarına gelen Yunanca sözcüklerin birleştirilmesiyle “Ergonomi” sözcüğü elde edilmiştir.

Ergonomi; işçinin ve içerisinde çalıştığı çevrenin ilişkisini inceleyen ve bu arada çıkan problemlere anatomik, fizyolojik ve psikolojik bilgiler ışığı altında çözüm arayan bir disiplindir.

Ergonomi; insan, teknik ve çevre uyumunun temel kurallarını ortaya koyan çok disiplinli bir bilim dalıdır.

Ergonomi; işçi rahatlığını ve iş başarısını artırmayı amaçlayan, çalışma şartlarıyla insan yetenekleri arasında optimum uyumu sağlamaya çalışan bir bilim dalıdır [3].

Daha kapsamlı bir tanım ile ergonomi; insanların anatomik özelliklerini, antropometrik karakteristiklerini, fizyolojik kapasite ve toleranslarını göz önünde tutarak, endüstriyel iş ortamındaki tüm faktörlerin etkisiyle oluşabilecek, organik ve psikososyal stresler karşısında, sistem verimliliği ve insan-makina-çevre uyumunun temel yasalarını ortaya koymaya çalışan, çok disiplinli bir araştırma ve geliştirme alanıdır [2].

2.3 Ergonomiye Genel Bakış

Ergonomi konusundaki çalışmalar ekonomik kökenlidir. Esas olarak verimliliğin artırılması amaçlanmıştır. İnsanın verimini artırmak; makine temposuna ayak uydurmasını sağlamak, daha fazla üretim, daha çok kar için insan özellikleri ve yetenekleri üzerinde araştırmalar yapılmış, insanın çalışma sırasındaki hareketleri en ince ayrıntılarına kadar incelenmiş; insana bir makina gözüyle bakılmış, bu makineyi daha çok üretim yapabilecek duruma getirebilmek için kafa yorulmuştur. Ancak daha sonraları, insanı bir makina gibi görmenin yanlış olduğu, belli bir sürede belli bir işi gerçekleştirebileceği ve gücünün üstünde çalışan insanın yorulması kazalara neden olacağı, insan sağlığı ve mutluluğu pahasına üretim artışının sağlanamayacağı yolundaki görüşler ağırlık kazanmış ve ergonomik çalışmalar hümanist yönde gelişmiştir.

2.4 Ergonomiye Olan İhtiyaç

Endüstriyel kalkınmanın ilk ve orta çağlarında daha çok mal üretmek, daha çok kazanmak, piyasanın istediği kalitede ve sayıda imalatı gerçekleştirmek gibi öncelikler arasında, insan varlığı önemli ölçüde göz ardı edilmiştir. Vasıflı ya da

vasıfsız olsun, insanların yaşam gereksinimlerini karşılayabilmek için bir iş aramaları büyük ölçüde istismar edilerek, insan faktörüne gereken önem verilmemiştir.

Oysa endüstri ortamında insanlar, tüm kapasitelerini ortaya koyarak; hammaddelerin madenlerden çıkarılması, işlenebilir hale getirilmesi, her türlü araç, gereç ve makinelerin tasarımı, üretimi, işletilmesi ve endüstrilerin giderek gelişmesi için devamlı çaba harcamaktadır. Ancak, insanların belli yapısal özellikleri (anatomik) ve boyutları (antropometrik) vardır. Biyolojik varlıklar olarak insanların merkezi sinir sistemini kendine özgü temellerle (biyokimyasal ve nörofizyolojik) işlerlik gösterir. İnsanların zekâ, beceri ve fizyolojik yeteneklerinin kişiye özel boyutları vardır. İnsan organizmasının algı organları belli sınırlar içinde duyarlıdır. İnsanların fiziksel iş verimi ve mekanik etkinliği için, iskelet-kas sistemini biyomekaniği, kasların biyokimyasal enerji gereksinimi ve bunları destekleyen; solunum ve dolaşım sistemlerinin sağlıklı bir şekilde işleyişi önemli etkenlerdir.

İnsan her türlü işini, ölçülebilir düzeylerde ve iş formülleri ile ifade edilebilecek, bir fiziksel iş yaparak gerçekleştirir. Makineler ile kıyaslandığında, insanların iş kapasitesi önemli ölçüde sınırlı görünür. Bu nedenle, insanlara verilecek işler, onların gün boyu gerçekleştirebileceği bir düzeyde kalmak zorundadır. Gücünün üzerinde iş yapmaya zorlanan insan yorulur. Yorgunluk; çalışanların iş verimi, sağlığı, güvenliği ve psikolojik denge açısından olumsuz etkiler doğurabilir.

İnsanlar iş görürken; çeşitli el aletlerini, mekanik araç ve gereci, iş makinelerini, belli bir iş programlanmış sistemleri (robotlar, bilgisayarlar, uzaktan kontrol sistemleri gibi) kullanırlar. Bu işbirliğinden amaç, insanların fiziksel ve zihinsel yeteneklerini desteklemektir. İnsanların kullandığı her türlü araç ve gerecin en etkin şekilde hizmete sokulması ise, onları kullananların; duruş, oturuş, genel sağlık, güvenlik ve sisteme uyum konularının dikkate alınması gerekir. Bu nedenle, insan varlığının bedensel ve ruhsal gereksinimlerini dikkate almak, davranışlarını tanımlamak, insanların kullanımı için tasarlanmış tüm sistemleri onlara uygun ve üstün verim ile çalışan sistemler olarak düşünmek gerekir.

İnsanlar endüstriyel ortamda; soğuk, sıcak, yüksek basınç, alçak basınç ve rutubet gibi çeşitli ortam stresleri ile karşı karşıya kalabilirler. İş ortamında ayrıca; toz, duman, zehirli gaz ve buharlar, zehirleyici maddeler, iyonizan radyasyon gibi çeşitli

sakıncalar da bulunabilir. Bu arada, endüstriyel gürültü, titreşimler, yetersiz ya da fazla ışık gibi çevre faktörleri de insan sağlığını ve iş verimini etkileyebilir.

Ergonomi, insanların fiziksel özelliklerini, antropometrik karakteristiklerini, fizyolojik kapasitelerini göz önünde tutarak, iş ortamındaki tüm faktörlerin etkisi ile oluşabilecek stresler karşısında, sistem verimliliği ve insan-makine-çevre uyumunun sağlanmasına çalışan çok disiplinli bir araştırma alanıdır. Bu nedenle insan performansının bütün boyutlarıyla ortaya çıkartılmasında çok önemli bir yer tutar.

2.5 Ergonominin Amacı ve Yararları

Ergonominin amacı, çalışanla işi arasında iyi bir uyum sağlayarak, insanın çalışırken aşırı zorlanmalar yüzünden yıpranmasını önlemek, öte yandan bu uyum sayesinde iş başarımını artırmaktır.

Ergonomi, çalışanla işi arasındaki istenen uyumu gerçekleştirebilmek için, öncelikle insanın yeteneklerini en iyi kullanabileceği bir işe yerleştirmeyi amaçlar. En uygun yerleşimi sağlayabilmek için de insanı tüm boyutlarıyla inceler.

Ergonomi insanın özelliklerini, yeteneklerini, yeteneklerini geliştirme gücünü ve bu gücün sınırlarını inceleyerek, insandan istenebilecek görevlerin çerçevesini belirler. Bundan sonra çalışanla işi arasında iyi bir uyum sağlar, insanın çalışırken aşırı zorlanmalar yüzünden yıpranmasını önler ve bu uyum sayesinde iş başarımını yükseltir.

Ergonomi, iş sistemi içinde insanı incelerken, daha yüksek iş başarımına ulaşmayla, çalışan kişiden istenen zorlanma arasında bir denge kurmayı amaçlar. Zorlanma aşırı artırılmadan, iş başarımının yükseleceği ilk kez ergonomik araştırmalarla kanıtlanmıştır.

Günümüzde, ergonomik çalışmalarla, ulaşılmak istenen çalışma ortamını, insana gelebilecek bir takım tehlikelerden ve kazalardan arındırmanın ötesinde, bu çalışma ortamını, insanın hoşuna gidecek ve onu mutlu edecek bir ortama dönüştürmektir. İnsanca çalışma ortamı olarak tanımlayabileceğimiz böyle bir ortamda;

- Araç ve gereçler, insan özelliklerine ve yeteneklerine göre tasarlanır.
- Çalışma yöntemleri ve çevre koşulları insana uygun duruma getirilir.
- Yapılan işin anlamlı, ilginç ve yararlı olarak algılanması sağlanır.

- Çalışanlara yeteneklerini kullanma ve kendilerini kanıtlama olanağı verilir.
- Çalışanların kendilerini bir değer olarak görmeleri sağlanır.

Böylece iş sisteminin insan üzerinde oluşturduğu fizyolojik zorlanma ve psikolojik zorlanma en aza indirilmeye çalışılır.

Ergonomik uygulamaların başarıyla yerine getirilmesiyle birlikte iş süresi kısalır; yorgunluk, iş stresi, kazalar, işe devamsızlık, iş gücü kayıpları, malzemenin bozulması, malzemenin israfı azalır; kalite, üretkenlik, verimlilik ve kar yükselir [4].

2.6 Ergonominin Kapsamı

Ergonominin konusu iş ve insan ilişkileri ve bu ilişkileri etkileyen çevresel faktörlerdir. İnsan özellikleri, insan-makine ilişkisi, çalışma koşulları, çevresel koşullar bir bütün olarak ergonominin çalışma sahasına girer. Başka bir ifadeyle masanızın yüksekliği, sandalyenizin rahatlığı, çalıştığınız yerin havasının nemi, gürültü düzeyi, dinlenme araları, çalışma tezgahının konumu, gösterge düzeni, gösterge-kontrol ilişkisinin uygunluğu, çalışma alanının boyutu, renklerin kullanımı, aydınlatmanın yeterliliği vb. konular ergonominin çalışma konularıdır. Ergonominin uğraş alanları aşağıdaki şekilde belirtilebilir [4];

İnsan özellikleri ve kapasite sınırları

- Duyusal özellikler.
- Fiziksel özellikler.
- Ussal özellikler.
- Duyusal, fiziksel, ussal kapasite sınırları.

Çalışma koşulları

- Duruş ve hareketler.
- Yorgunluk.
- Gerilim.
- Monotonluk.
- İş güvenliği.
- Kazalar.
- Motivasyon.
- Vardiya çalışması.

- Çalışma süreleri.
- Otorite, yetki, sorumluluk.
- Grup davranışı.
- Ücret yapısı.

İnsan makine ilişkisi

- Gösterge-kontrol düzeni.
- Boyut sorunları.
- Mekanik sorunlar.

Çevresel koşullar

- Aydınlatma.
- Gürültü.
- Titreşim.
- Sıcaklık.
- Nem.
- Hava akımı.
- Toksin maddeler, buharlar, gazlar.
- Radyasyon.
- Düzen ve temizlik.
- Renk ve manzara.

2.7 İnsan Kaynağının Önemi

İnsan kaynağı malzeme, teçhizat, enerji gibi tüm üretim kaynaklarının içinde en önemlisidir. Çünkü insan; tüm kaynakların gerektiği gibi tahsis edilmesini sağlar, kaynakların doğru miktar ve özelliklerini tespit eder, kaynakların kontrolünü ve ayarlamalarını yapar, süreç içinde görev alır, tüm kaynakların içinde çevresel koşullara karşı en duyarlı olanıdır ve bütün kaynaklar arasında psikolojik ortama duyarlı olan tek kaynaktır.

Bu yüzden insan performansı üretim veya hizmet sürecinde rol oynayan en değişken girdidir. Bu özelliğiyle insan, kalitede rol oynayan en önemli değişkendir. Bu nedenle yöneticilerin hangi tip organizasyonda olursa olsun karşılaştıkları ve çözmek zorunda oldukları en büyük problem çalışanlarından en yüksek performansı nasıl elde edebilecekleridir. Yöneticiler ilk olarak, çalışanların maksimum çabayı

göstermeleri için onları motive etmeli, yani ellerinden gelenin en iyisini yapmalarını sağlamalıdır.

Çalışanın motivasyonu için gereken konuları şu başlıklar altında toplamak mümkündür [5].

1. İşi çalışan için önemli hale getirmek.
2. İşi yapabilecek ve kendini geliştirebilecek potansiyeli olan kişileri seçmek.
3. Çalışana işinden ne beklediğini açıkça belirtmek.
4. Çalışanı gerekli bilgi, beceri ve davranışı kazanacak şekilde eğitmek.
5. Performansı değerlendirmek, sonuçlar ve beklentiler ile ilgili mutabakat ve iletişim sağlamak.
6. Çalışana performansını artırmada yardımcı olmak.
7. Çalışanla ilişkiyi sürdürmek.
8. Yüksek performansı ödüllendirmek.
9. Çalışana uygun bir iş ortamı oluşturmak.

2.8 İnsanın Ergonomik Açıdan İncelenmesi

İnsanın ergonomik açıdan incelenmesinde göz önünde bulundurulacak faktörler şunlardır:

- Yapılabilirlik : (kısa vadeli) Antropometrik, psiko-fiziksel sorun.
- Dayanabilirlik : (uzun vadeli) Çalışma fizyolojisi ve çalışma hekimliği sorunu, “kasla çalışmadaki dayanabilirlik”.
- Beklenebilirlik: Toplumbilimsel sorun, “dayanabilirlik sınırları içindeki koşulların gruplar tarafından kabulü”.
- Hoşnutluk : Psikolojik sorun. “Bireysel ve sosyal psikoloji”.

Ergonomi, özellikle yapılabilirlik ve dayanabilirlik ölçütleri konusunda veriler ortaya koyabilir. Buna karşılık ergonomik iş düzenlenmesi sadece beklenebilirlik ve hoşnutluk ölçütlerinin gerektirdiği koşulları oluşturabilir.

3. ERGONOMİK KRİTERLERİN İNCELENMESİ

Gemi makine dairesinde çalışanlar zor çalışma şartlarından dolayı ciddi bir fizyolojik iş yüklenmesine maruz kalırlar. Fiziksel olarak gayet ağır olan çalışma şartlarına makine dairesinin ve geminin özel karakteristiklerinden dolayı bazı yüklenmeler daha eklenerek çalışanların performansı ve sağlığı zarar görür. Gemi makine dairesinde çalışanların sağlığı ve reel sektörde iş sahipleri tarafından daha önemli bulunan çalışanların performansı esas alınarak bazı ergonomik kriterler belirlenmiştir. Eksik olan ve Türk denizciliğine yönelik olan eksikliklerin ortaya çıkması için bu kriterlerden denizciliği ve gemi makineleri işletme mühendislerini en çok ilgilendirenleri incelenecektir. Bu kriterleri şöyle sıralayabiliriz:

- Antropometri veya Boyutsal Sorunlar: Boyutsal sorunlar Türk endüstrisinde henüz gerekli önemi kazanmış değildir. Zira gelişmiş ülkelerde yapılan üretim incelendiğinde o ülkenin antropometrik verilerinin elde edildiği ve belli periyotlarda güncellenerek bu bilgilerin kullanıldığı görülecektir. Ülkemiz için maalesef bu durum aynı değildir. Henüz ülkemizde adam akıllı bir antropometrik veri bankası dahi mevcut değildir. Özellikle denizcilik alanında ve gemi inşaa sanayiinde yapılan çalışmalarda Türk insanının antropometrisi göz önünde bulundurulmamaktadır. Zira bunun için kullanabilecekleri bir veri bankası da mevcut değildir. Türkiyede denizcilik alanında yapılan bazı akademik çalışmalarda ise kullanılan yabancı kaynaktaki genellikle Avrupa veya Kuzey Amerika insanların antropometrik verileri doğrudan çevirilmekte ve kullanılmaktadır. Bunun bir eksiklik olduğu ve bu konuda bir veri bankasının oluşturulması gerektiği aşıkardır. Bu nedenle antropometriden bahsedilecektir.
- Çevresel Koşullar: Sıcaklık, titreşim, gürültü gibi yukarıda sayılan çevresel koşullar gemilerde en ağır şekilde mevcuttur. Bunların insan performansına ve kazalara etkisi incelenecektir.

- Vardiya Çalışması: Gemilerde çalışan mühendisler genellikle vardiya usulü çalışmaktadırlar. Zira bir geminin 24 saat boyunca durmadan yol alması gerekmektedir. Bu durumun mühendisler açısından etkisi incelenecektir.
- Deniz Şartları: Denizciliğe özel olan bu durum geminin deniz şartlarından dolayı sürekli yalpa ve baş-kıç yapmasıyla insanlar üzerinde ciddi etkiler meydana getirir. Bu durum çalışanların performansını yakından ilgilendirir.

3.1 Antropoloji, Antropometri ve Antropometrik Yaklaşım

Antropoloji, insanın kökenini, gelişmesini ve evrimini inceler. Yunanca anthropo (insan) ve metrikos (ölçme) sözcüklerinden türetilen antropometri, insan vücudunun boyutları ile ilgilenen özel bir bilim dalıdır. Bu boyutlar; uzunluk, genişlik, yükseklik, ağırlık, çevre boyutları gibi boyutlardır.

Antropometri bilimi, bireyler veya gruplar arasında, anatomi, coğrafi bölge ve meslek grupları gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanan farklılıkları ve benzerlikleri saptayarak daha geniş bir insan kitlesine uygun tasarımlar yapma imkanı sağlar. Bu tasarımlar için belirlediği vücut ölçüleri arasında, vücut hareketsiz ve belirli bir standart pozisyondayken alınan yapısal vücut ölçüleri ve vücut hareket halindeyken alınan fonksiyonel vücut ölçüleri bulunur.

Çalışan insanların fiziksel rahatlıkları ve beden yeteneklerini en üst düzeyde kullanabilmeleri öncelikle, kullandıkları malzemeler, çalışma yüzeyleri ve hacimlerin onların boyutlarına uygun olmasına bağlıdır. Her türlü araç ve gereci kullanan iş görenlerin boyut farklılıklarını gözeterak tasarım yapmak çok önemlidir. Böyle bir yaklaşımda antropometri teknikleri kullanılır.

Günümüze kadar insanların antropometrik özellikleri çok değişik nedenlerle inceleme konusu olmuştur. Bir terzinin müşterisine dikeceği elbise için aldığı ölçülerden başlayarak, toplu imalat yapan tekstil endüstrilerinde kullanılan antropometrik ölçüler ve numaralar, ev eşyaları ve gereçleri imal eden kuruluşların insan boyutlarını esas alan tasarım çalışmaları, günümüzün en ileri tekniklerinin kullanıldığı uzay uçuşlarında astronotların oturma yerleri ile hareket alanlarının saptanması gibi pek çok alanda, antropometrik ölçme teknikleri kullanılmıştır. Ergonomik amaçlı antropometri uygulamalarında statik ve dinamik antropometri olarak bilinen iki farklı metot geliştirilmiştir.

3.1.1 Statik Antropometri

Gerçekte antropometri, insanların statik duruş ve oturuşlarında ölçülen metrik değerleri ele alan bir uğraş alanıdır. Bu temel amaca göre insanların yaklaşık 140 tane fiziksel boyut ölçüleri alınabilir. Örneğin, 1954'lerde Hertzberg ve arkadaşları, havacı personelden 4000 kişi üzerinde 132 antropometrik ölçü alarak değerlendirmeler yapmışlardır. Bu araştırmalar sonunda ergonomik tasarımlar açısından önemli olan 30 ölçü de saptanmıştır. Wieland; Hertzberg ve arkadaşlarının yaklaşımlarından esinlenerek 24 boyutu ölçmeyi benimsemiş ve Batı Almanya'da çalışan Türk işçileri ile Alman işçilerinin boyutlarını kıyaslamak amacıyla araştırmalar yapmıştır.

Şüphesiz, her çeşit statik antropometri yaklaşımının özel bir nedeni vardır. Çeşitli yaş grubundaki okul çocuklarının oturacağı sıraların boyutlarını saptamak için uygulanacak ölçüler yanında, bir gaz maskesinin yüz ölçülerine uygun bir şekilde ve boyutlarda tasarımı için gerekli boyutları ölçmede de statik antropometri yaklaşımı kullanılır.

3.1.2 Dinamik Antropometri

Statik antropometri ile elde edilen sayısal veriler, çalışma hayatında çok çeşitli amaçlarla kullanılabilir. Nitekim, insanların kullandığı geçitler, pek fazla hareket etmeden durduğu hacimler ve oturma yeri gibi boyutsal yaklaşımlarda, doğrudan doğruya statik antropometri bulguları kullanılır. Ancak, endüstri ve iş düzeninde iş görenler devamlı hareket halindedir. Bir araba sürücüsünün koltuğunda çeşitli yönlere uzanması ve sürücü fonksiyonunu yerine getirmek için kol, bacak ve gövdesini değişik boyutlarda hareket ettirmesi nedeniyle, çeşitli dinamik boyutların ölçülmesine gerek vardır. İnsanların ayakta dururken ya da otururken çevrelerindeki malzemelere, kontrol sistemlerine ve çeşitli işlem noktalarına uzanabilmeleri için; eğilme, uzanma ve dönme gibi hareketlerinin sınırlarını ölçmek de insan-makina ara kesitlerin tasarımında optimizasyon açısından önemlidir.

3.1.3 Antropometrik Verilerin Kullanılması

Bir sistemin, ekipmanın veya bütününü bir aracın tasarımı, en baştan insan faktörü göz önünde bulundurularak gerçekleştirildiğinde en verimli ve ekonomik tasarım

gerçekleştirilmiş olur. İnsana uygun tasarımda önemli bir yaklaşım, tasarımın insanın fiziksel ölçüleriyle uygunluğunu sağlamaktır.

Yapılacak antropometrik ölçümlerin iyi seçilmiş olması ve önceden belirlenmiş bir amaca dönük olması halinde; işlem alanları, insanların sığacağı hacimler, işyeri boyutları, iş görenlerin kullanacakları araç, gereç ve makineler ile uyum açısından önemli yararları vardır. Hangi antropometrik yaklaşım kullanılırsa kullanılsın ölçülerin, tasarımı söz konusu araç, gereç ve makineyi kullanacak kişilerden ve istatistik metotlar ile alınmış olması gerekir. Bunu gözetmediğimiz hallerde, tasarım sonucu ortaya çıkan mal ve malzemeler yeterli ölçülerde rahat, kullanışlı ve verimli olmaz. Nitekim insanların ölçüleri arasında istatistik açısından farklılıklar söz konusudur.

Öte yandan, işyerlerinde fiziksel boyut sorunlarına yaklaşımda, tüm çalışanların ve her tip insanın kullanımı söz konusu yer ve düzeneklerin bulunacağı da göz önünde bulundurulmalıdır. Tasarım limitleri, kritik vücut boyutları için elde edilen istatistiki verilerin %5 ile %95'i arasında olmalıdır. Herhangi bir boyut için, %5 değeri ölçüm yapılan popülasyonun %5'inin bu değere eşit veya bundan daha küçük ve % 95'inin bu değerden büyük olduğunu; bunun aksine, %95 değeri ölçüm yapılan popülasyonun %95'inin bu değere eşit veya daha küçük, %5'inin de bu değerden daha büyük olduğunu gösterir. Böylece tasarım değerini %5 ile %95 arasında tutarak o popülasyonun %90'ına uygun bir tasarım gerçekleştirilir. Örneğin, işyerindeki her türlü geçit ve kapılar, üzerinde antropometrik araştırmalar yapılan tüm iş görenlerin rahatlıkla geçebileceği boyutlarda olmalıdır. Öte yandan, bazı fiziksel boyutları saptarken en alt yüzde dağılım değerini kullanmak gerekebilir. Makinelerin üzerindeki kontrol kollarının operatöre uzaklığı tüm kullanıcılara göre tasarlanırken, istatistik verilerin %5 dağılım değerleri dikkate alınır. Böyle bir yaklaşımda, üzerinde ölçümler yapılan iş görenlerin %95'inin rahat erişme mesafeleri dikkate alınmış olur.

Çoğu makine ve sistem tasarımında ise; çeşitli antropometrik boyutlar gösteren insanların kullanımını düşünmek zordur. Örneğin; otomobillerdeki sürücü koltukları tek bir kullanıcı için tasarlanamayacağı için, sürücü koltuğuna kim oturursa otursun, rahat ve etkin bir biçimde sürücülük görevini yerine getirmesi sağlanmalıdır. Bu nedenle de otomobillerin sürücü koltukları ayarlanabilir bir düzenekle imal edilir.

Bazı koltuklar sadece ileri-geri ayarlandığı halde, daha modern sürücü koltuklarında yükseklik ayarlanması da düşünülmüştür.

Atropometrik araştırmaların ortaya çıkardığı diğer bir gerçek de ortalama boyutlarda ve standart bir insan tipinin olmamasıdır. İstatistik veriler hangi seçilmiş grup insandan elde edilmişse, istatistik % 50 sadece, sadece söz konusu örnek grubun boyutlarının ortalamasını temsil eder. Nitekim, üzerinde araştırma yapılan deneklerin bazı boyutları uyum sağlasa da daima birkaç ölçü bulgularının farklı olduğu gözlemlenmiştir. Bu gerçeklere rağmen, normal günlük yaşamda ve endüstride, bazı hacim ve eşya tasarımlarının istatistik ortalama değerlere göre tasarımı zorunluluğu vardır. Örneğin; büyük bir mağazada, malların sergilendiği raflar ve kasa bankolarının yükseklikleri ortalama insanlara göre tasarlanır. Burada, ortalama boyutlardan farklı insanların da bir ölçüde zorlanmalarına rağmen, aynı rafları ve bankoyu kullanabileceğikabul edilir. Benzer şekilde çeşitli ağırlıklardaki mal ve malzemenin dizildiği rafların ya da çalışma yüzeylerinin tasarımında en uzun ya da en kısa insan, en çok ve en az kullanılan yer ve en ağır ya da en hafif malzemelerin yerleştirildiği raf gibi kriterler ile boyut tercihleri söz konusudur. Şüphesiz bu tür tasarımlar, tüm insanlar için elverişli ve rahat bir çözüm değildir fakat, tüm tasarımların uzun boylulara ya da tam aksine kısa boylulara göre olduğu hallerde doğacak sorunlara bakarak, en az sorun doğuracak bir çözüm olarak benimsenmiştir.

3.1.4 Çalışma Yerlerinde Boyutlar

İnsanlar belli bir çevre içinde hareket ederek çalışırlar. Bunun için kendisine verilecek görevleri en iyi şekilde gerçekleştirebileceği hacimlerin tasarımı zorunludur. Bir astronotun oturduğu yer ve çevresindeki düzeneklerin yerleşeceği hacimler söz konusu olduğu kadar, bir montaj işçisinin çalıştığı yüzeyler ve hareket alanları da önemlidir.

Günümüz endüstrilerinde çok sayıda iş gören çoğunlukla oturarak çalışmaktadır. İnsanların oturarak çalışırken kullandığı hacimlerin ölçüleri genellikle çok değişiklik göstermez. Bu gibi hacimlerin belirlenmesinde, kol, bacak ve gövdenin dinamik antropometrik ölçüleri esas alınarak yer tasarımı yapılır. Ayrıca, iş görenin iş tarifine göre de bazı boyutların titizlikle saptanması gerekebilir. Bir uçağın pilot kabininde antropometrik ölçülere göre hazırlanmış bir koltukta, emniyet kemeri ile bağlanmış pilotun etkin erişme alanlarının değerlendirilmesi bu açıdan bir örnek olabilir.

Oturan ya da ayakta duran bir iş görenin, omurgası, omuz eklemi, kalçası ya da ayak basma noktaları sabit iken, hareket etme hacimleri ve çeşitli açılarda uzanma ve kavrama mesafeleri de iş ve insan uyumu için önemli boyutları verirler. Bu tür ölçü ve değerlendirmeler ile istatistik açıdan önemli boyutlar elde edilir. Bu ölçü ve değerlendirmelerde, istatistik açıdan anlamlı sayıda ve gerçekten temsilci kabul edilebilecek bir grup iş gören üzerinde araştırmalar yapmak ve gerektiğinde istatistik dağılımın; ortalama alt ve üst uç değerleri gibi sayısal verileri kullanarak iş düzeni kurmak ergonomik yaklaşımların temelidir.

3.1.5 Çalışma Yüzeyleri

Çalışanların etkin bir şekilde iş görebildikleri hacimler incelenirken, belli iş görme düzlemlerinde, en üstün beceri ile çalışabildikleri boyutların da saptanması gerekir. Öncelikle yatay çalışma yüzeylerinden başlayarak, çeşitli eğilimler gösteren iş ve işlem yüzeylerinin de göz önünde tutulması gerekebilir.

Çalışmaların büyük çoğunluğu; tezgahlar, bankolar, masalar, çizim masaları, daktilo masaları, montaj tezgahları gibi yatay ve düz alanlarda gerçekleştirilmektedir. Bu tür düzlemler üzerinde optimal erişim ve iş görme alanlarının saptanması, söz konusu çalışma yüzeylerinin boyutları konusunda önemli bilgiler verir. Normal alan hesaplarında, iş görenin omuzları sabit halde, dirsek ekleminden hareketler ile elin işlem alanları dikkate alınır. Maksimum erişme noktalarının saptanmasında ise, gövde hareketleri ve omuz eklemine de işlekliliği gözötilir.

Masalar, tezgah yüzeyleri, montaj masaları ve benzeri iş koşullarında çalışan iş görenlerin büyük bir kısmı oturarak çalışırlar. Bu gibi yerlerde oturma yüksekliklerinin de optimizasyonu gereklidir. Nitekim, oturma yüksekliği ayarlanamayan bir sandalyede oturan ve ayakları yere değmeyen ya da bacakları masa altına sığmayan insanların veriminin yüksek olması söz konusu değildir. Oturma yüksekliğinin ayarlanması kadar, bacakların kolayca sığabileceği hacimlerin de düşünülmesi zorunludur.

Pratikte, masaların ve tezgahların yüksekliklerinin sabit tutulması benimsendiğinden, bu yüksekliklerin en alt ve en üst değerlerini saptayan araştırmacılar, daha imalat ve montaj aşamasında bu değerlerin kullanılmasını önermektedirler. Araştırmacılar arasında, doğrudan 75 cm. yüksekliği önerenler bulunduğu gibi, bu yüksekliklerin

67-77 cm. aralığında ayarlanabilir bir şekilde tasarımının yararlarını savunanlar da vardır. Ayrıca, ayak altına bir destek konulması halinde 78 cm. yükseklik tercih edilebilmektedir.

Masa ve iş görme yüzeyinin yüksekliğini saptamakta en önemli ölçülerden biri de oturma yüzeyi ile çalışma yüzeyi arasındaki yükseklik farkıdır. Çoğu araştırmacı bunu 26-30 cm. arasında kabul etmektedir.

Ayakta çalışmalar için, rahat çalışma yüzeylerinin boyutları araştırmalarında, çeşitli yüksekliklerdeki masa ve tezgahlar üzerinde becerili ve kolay iş görme yaklaşımı kullanılmıştır. Bu arada; gözle izleme, incelikli işlerde motor koordinasyon, ellerin ve kolların serbestçe hareket ettirilebilmesi, gerçek çalışma yüzeyi, malzeme yüksekliği ve en verimli işlem noktası gibi yaklaşımları kullanan araştırmacılar da vardır. Bu amaçla yapılan araştırmalar, masa yüksekliğinin 105 cm. olduğu hallerde, ayakta çalışmadan yeterli verim alınabildiği ve bu yüksekliğin 92 cm.'ye kadar düşürülmesinin de kabul edilebilir bir yükseklik düzenlemesi olduğunu göstermiştir. Bu arada araştırmacılar, masanın üst seviyesinin iş görenin dirseğinden 5-10 cm. daha aşağıda bulunmasının en verimli bir tasarım olduğunu belirterek, mümkünse tüm çalışma yüzeylerinin orada çalışan insanlara göre yükseklik ayarlaması yapılabilecek bir şekilde önlemler alınması görüşünü de desteklemişlerdir. İş görenlerin, çalışma yüzeyleri alçak olduğu için öne ve masa yüzeyine eğilerek ise çok yorucu ve duruş sağlığı açısından da sakıncalı bulunmuştur.

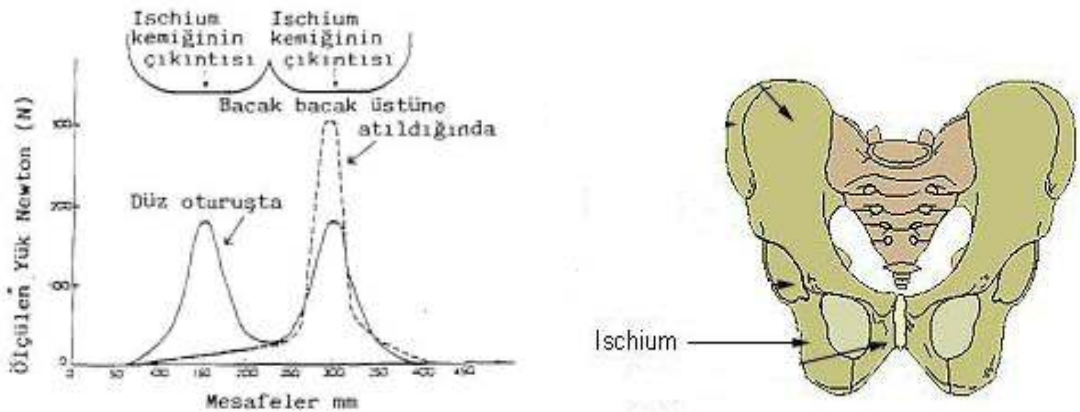
3.1.6 Oturma Yüzeylerinin Tasarımı

İnsanlar; işlerinin başında, bürolarında, evlerinde, dinlenme yerlerinde, taşıtlarda ve her fırsat bulduklarında oturmaktadırlar. Oturulan sandalye, koltuk ve bankoların yapısal özellikleri kıyaslandığında, yumuşak malzeme ile desteklenmiş ya da yaylı oturma yüzeyleri gibi farklı tasarımlar görüldüğü gibi, çoğu işyerinde, iş görenlerin kendi çabaları ile buldukları (kutu, sandık, varil vb.) eşyalar da oturma amacı ile kullanılmaktadır.

Aslında bir stadyumdaki seyirci koltukları ile evinde televizyon izleyen bir insanın koltuğu arasında, amaca uygun tasarım açısından önemli farklar vardır. Belki, kısa süreli olarak kullanılan bu oturma yerlerinin rahat ve özel olarak geliştirilmiş bir tasarım ardından imal edilmiş olması da önemli olmayabilir fakat, tüm gün ve

verimlilik zorlamaları altında iş görürken kullanılacak oturma yüzeyleri ve gereçlerinin bazı özelliklere sahip olması gereklidir. Bu tür oturma yerlerinin standartlarını belirleyen ekonomiklik, rahatlık ve fonksiyonel olması gibi basit kurallar dahi, oturma yüzeylerinin tasarımında uygulandığında önemli iyileştirmeler sağlanabilir. Ergonomik yaklaşımlarda ise oturma yüzeylerinde vücut ağırlığının desteklenmesi ve ağırlık dağılımı, oturak yüksekliği derinliği ve çeşitli pozisyon değiştirme hareketlerine elverişli olması gibi özel gereksinimler göz önünde bulundurulur.

Yapılan araştırmalar, oturan bir insanın vücut ağırlığının önemli bir bölümünün, kalça eklemi de üzerinde bulunduran ischiyum kemiğinin alt çıkıntısı (ischial tuberosity) üzerine düştüğünü göstermiştir. Vücut ağırlığının % 60-80 kadarını taşıyan bu kemik çıkıntıları ve kalçaların genel yapısı da bu yükü taşımaya elverişli özellikler gösterir. Tümü ile düz ve sert bir yüzey üzerine oturulduğu zaman bu bölgelere düşen ağırlık payı da artar. Bu nedenle, kalçanın anatomik yapısına göre şekillendirilmiş ve ischiyum üzerinde düşen ağırlığı dokulara dağıtacak yumuşak bir malzeme ile kaplanmış oturma yüzeyleri tercih edilir. Daha iyisi, oturma yüzeyinin yumuşak bir malzeme ile kaplanması ve böylece ischiyum üzerine düşen ağırlığın etraftaki dokulara dağıtılmasıdır. Şekil 3.1’de ischiyum kemiği ve oturma durumunda üzerine binen yüke ait şekil gözükmemektedir [6].



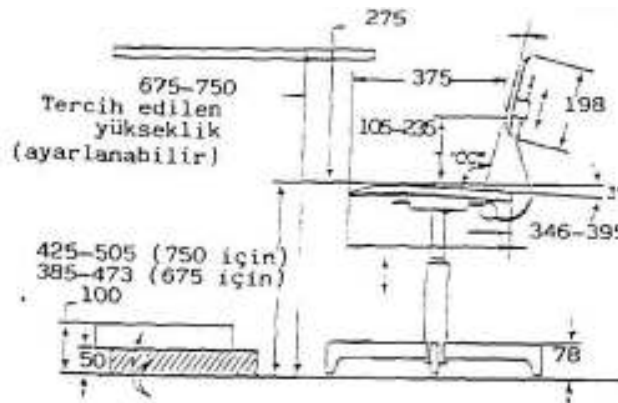
Şekil 3.1: Ischiyum kemiği ve oturma yüzeyi üzerinde kalçaya binen ağırlığın dağılımı

Ayrıca, oturlan yerin yüksekliğinin de ergonomik bir şekilde düzenlenmesinin önemi vardır. Nitekim oturlan yerin ön kısmının baldırlara baskı yapması önlenmelidir. Bunun için oturma yüksekliğinde, istatistik verilerde en kısa boylu bulgularının yüzde 5 dağılım karakteristikleri kullanılır. Böylece, oturan bir insanın

aldırılarının altında yeterli bir boşluk kalarak, ön kenarın baldırını alttan kesmesi önlenir. Genelde oturma yüksekliği erkeklerde 38 cm. ve kadınlarda 35 cm. olarak kabul edilmektedir. Yüksek topuklu ayakkabı giyilmesi ya da ayak altına bir destek konulması halinde ise yükseklik 43 cm.'ye kadar arttırılabilir. Esas çözüm ise, her türlü oturma gereçlerinin yükseklikleri ayarlanabilir bir şekilde imal edilmesidir.

Oturma yüzeyinin yatay ya da dik olması rahatsız edicidir. Nitekim, bu gibi yüzeylerde oturanlar arkalığa dayandıklarında kaymaya başlarlar. Oturma yüzeyi kaygan olmasa da sırtta dayanmak kalçada öne doğru bir itiş oluşturur. bu nedenle oturma yüzeyi geriden başlayarak 3 yada 5 derecelik bir eğimle yükselmelidir. Dinlenme yerlerindeki koltuklarda bu eğim 8 dereceye kadar çıkarılabilir. Böylece, geri dayanmaktan oluşan itme kuvveti oturma yüzeyi üzerine dağılarak ileri kaymayı önler.

Oturma yerinin derinliği ve genişliği de antropometrik temellerle saptanabilir. Oturarak çalışan insanların oturdukları iş sandalyelerinin derinliği 35-40 cm arasında değişebilir. Oturma yüzeyinin genişliğine gelince, burada istatistik dağılımın üst sınırları ve tercihen %95 değeri kullanılır. Tek olarak kullanılacak sandalyelerde oturma yerinin genişliği 40-43 cm. arası olmalıdır. Ancak, bu sandalyelerde insanlar yan yana oturacaklarsa ve dirsek dayamak için olanaklar da gerekirse, böyle bir tasarım değişikliği için gerekli antropometrik boyutlara başvurulmalıdır. Masa yüksekliğinin 675 mm ya da 750 mm'ye ayarlanması halinde oturma yüzeyinin yüksekliği de ayarlanmalıdır.Önemli bir kriter, oturma yüzeyi ile masa üst yüzeyi arasındayaklaşık 275 mm bir fark için ayarlama yapılabilmesidir. [2]



Şekil 3.2: Büro masa ve sandalyelerinde önerilen ayarlanabilir boyutlar(mm) [2]

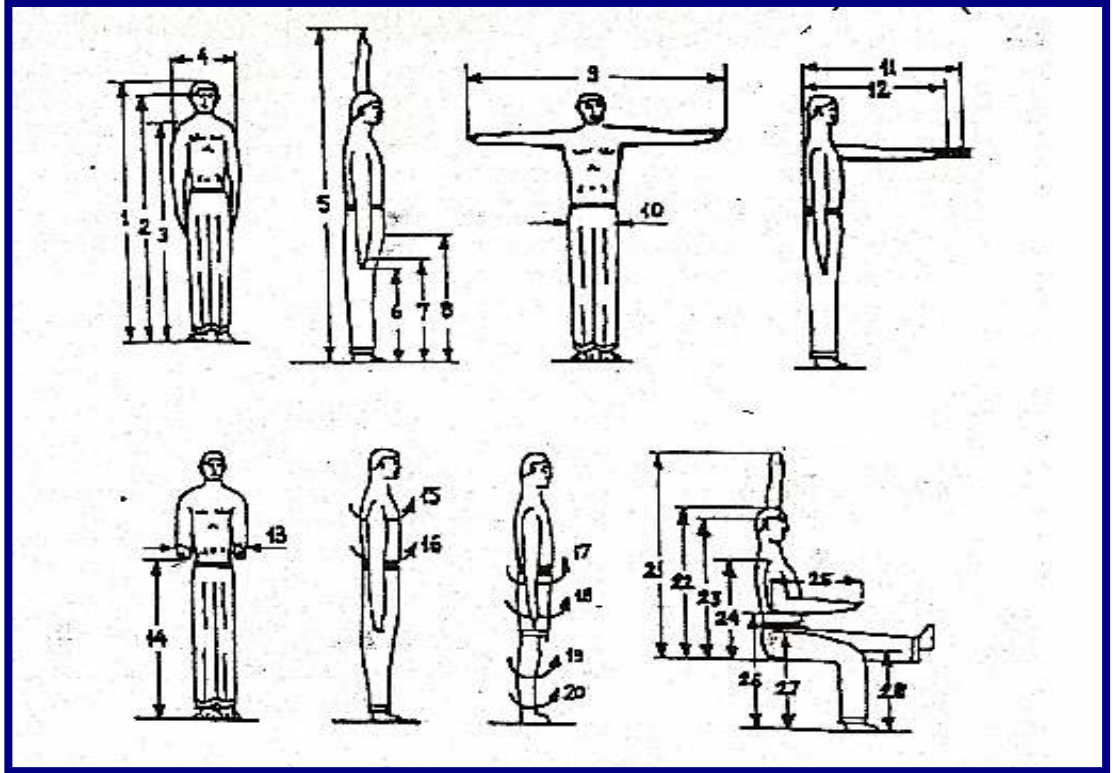
Oturma yerinin rahatlığını arttıran bir yapısal özellik de bel ve sırt bölgelerini destekleyen aralıktır. Böyle bir destek gövdenin rahat ve dik tutulmasında yardımcı olur. Arkalığın desteklenmesinde en başta gelen bölge bel bölgesidir. Kalça gerisine ve omuzlara dokunan arkalıklardan kaçınılmalıdır. Eğer, uzun bir arkalık düşünülüyorsa bunun bel bölgesine destek sağlaması için tasarım öngörülmalıdır. Rahat koltuklarda arkalığın oturma yüzeyi ile teşkil ettiği açı 105 derece olarak belirlenmiştir. Bu tür koltukların ayrıca oturma yüzeyi için de 6,5 derecelik bir eğim öngörüldüğünden, arkalığın yatay yer düzlemine göre eğimi 111,5 dereceye kadar çıkar. Şekil 3.2’de ergonomik oturma yeri için ergonomik ölçüler görülmektedir.

Gelişme yolundaki endüstrilerde önem verilmeyen fakat verimliliğin yanı sıra insan sağlığı ve iş uyumu açısından önemli prensipleri ve nedenlerini vurgulayan bu bilgilerin uygulanmaya konması, ileri endüstrilerin teknolojik düzeyine erişmek için bir ön koşul olarak düşünülmelidir.

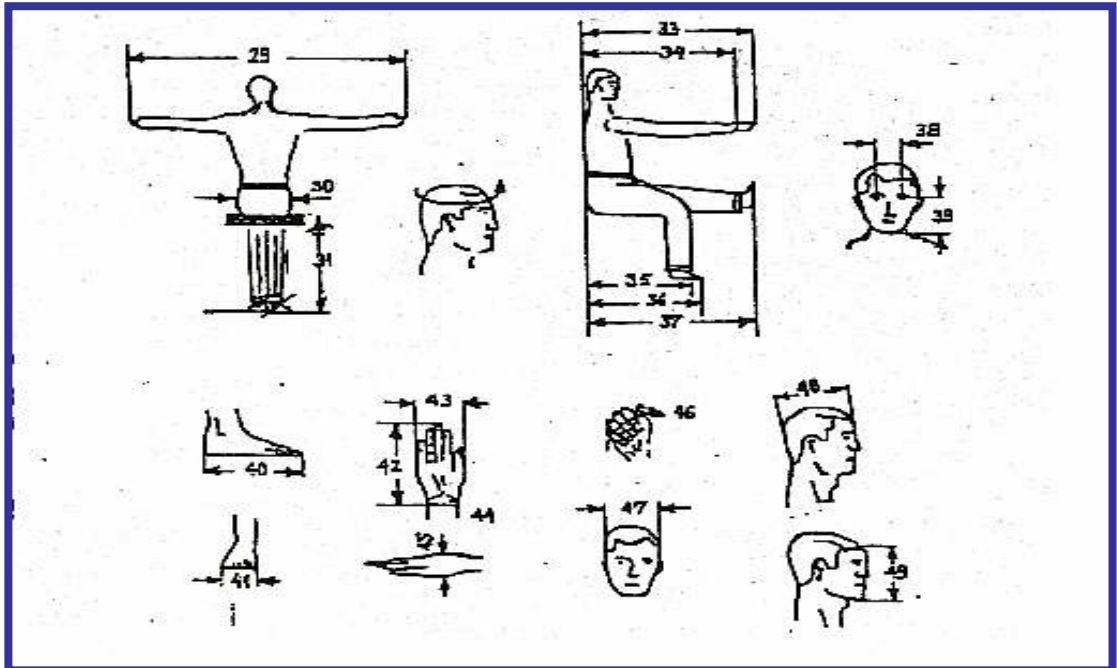
3.1.7 Türk İşçilerine Ait Antropometrik Veriler

Gelişmiş ülkelerde toplumun farklı kesimlerinin antropometrik verileri elde edilmekte ve belirli periyotlarda güncellenmektedir. Üreticiler, ürünlerinin müşterilerine uygun olması için, tasarımcılar tasarladıkları ürünün toplumun antropometrik değerlerine uygun olması için vb. İnsanlar bu değerleri kullanmaktadır. Maalesef ülkemizde insana verilmesi gereken değer henüz verilmemektedir. Türkiye’de henüz ciddi bir antropometrik veri toplanamamıştır. Doğal olarak da güncellenememektedir.

1981 yılında Prof. Dr. Ahmet Fahri Özok’un 5000 Türk sanayi işçisi üzerinde yaptığı antropometrik ölçümler nadide çalışmalardandır. Ama bu bilgilerin güncellenmesi gerekmektedir. Bazı antropometrik veriler için istatistiki güncelleme yaklaşımları geliştirilmiş olsa da bütün veriler için söz konusu değildir. Mesela, mühendislik antropometrisine ait kaynaklarda toplumlardaki boy ortalamasının her 10 yılda yaklaşık 1 cm fazlalaştığı ifade edilmektedir. Gerçekten Türkiye’de de boy ortalamasında 1937den bu yana (1981) 2.8 cm’lik bir büyüme vardır ve bu değer her on yılda yaklaşık 0,7 cm’lik bir artış belirlemektedir. Aşağıda bu çalışma sonucu elde edilen değerler Şekil 3.3 ve Şekil 3.4’de alınan ölçümler ve Tablo 3.1’de değerler olarak verilmiştir [7].



Şekil 3.3: Alınan antropometrik ölçüler



Şekil 3.4: Alınan antropometrik ölçüler (devamı)

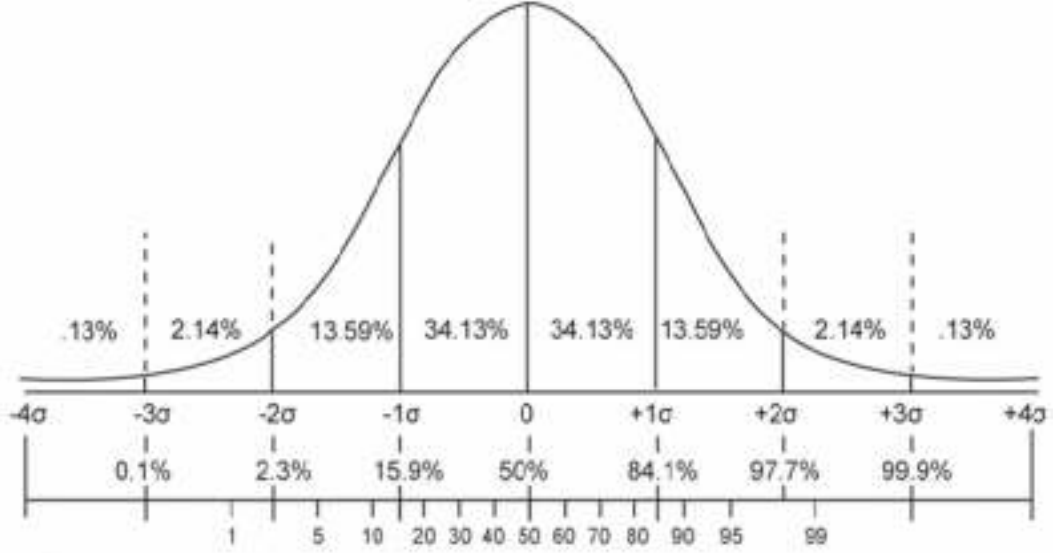
Şekil.3.3 ve Şekil 3.4’de görülen ölçüler şöyle adlandırılmaktadır : Boy (1), Ayakta göz yüksekliği (2), Ayakta omuz yüksekliği (3), Omuz genişliği (4), Ayakta yukarı uzanma mesafesi (5), Yumruk yüksekliği (6), Parmak ucu yüksekliği (7), Apışarası yüksekliği (8), Kollar yana açılmış durumda parmak uçları arasındaki uzaklık (9), Kalça

genişliği (10), Omuz hareketli kol ne uzanmış durumda parmak ucu uzaklığı (11), Omuz hareketsiz kol ne uzanmış durumda parmak ucu uzaklığı (12), Ayakta dirsek yüksekliği (13), Ayakta dirsekler arası mesafe (14), Göğüs evresi (15), Bel evresi (16), Kalça evresi (17), st baldır evresi (18), Alt baldır evresi (19), Ayak bileği evresi (20), Oturur durumda yukarı uzanma mesafesi (21), st vücut yüksekliği (22), Oturur durumda göz yüksekliği (23), Oturur durumda omuz yüksekliği (24), Dirsek parmak ucu uzaklığı (25), Oturur durumda dirsek yüksekliği (26), Uyluk yüksekliği (27), Diz yüksekliği (28), Kollar yana açılmış durumda parmak uçları arası uzaklık (29), Oturur durumda kalça genişliği (30), Oturma yeri yüksekliği (31), Kafa evresi (32), Oturur durumda omuz hareketli kol ne uzanmış durumda parmak ucu uzaklığı (33), Oturur durumda omuz hareketsiz kol ne uzanmış durumda parmak ucu uzaklığı (34), Sırt diz ucu uzaklığı (35), Sırt ayak parmak ucu uzaklığı (36), Sırt ayak taban uzaklığı (37), Gözler arası uzaklık (38), Gz ene arası uzaklık (39), Ayak boyu (40), Ayak genişliği (41), El genişliği (42), El boyu (43), El bileği evresi (44), El yüksekliği (45), Yumruk evresi (46), Kafa genişliği (47), Kafa boyu (48), Kafa yüksekliği (49).

Tablo 3.1: Türk işçilerine ait antropometrik ölçülerin değerleri

Ölçü no	Mak	Min	%5	%50	%95	Ölçü no	Mak	Min	%5	%50	%95
1	189,2	143,6	157,6	168,08	178,56	26	81,5	56,8	62,4	67,81	73,22
2	178,2	135,2	149,97	157,22	167,47	27	67,0	49,7	52,65	58,88	61,11
3	157,5	117,5	128,27	138,27	147,79	28	58,0	40,7	46,16	50,30	54,95
4	51,0	45,6	38,87	42,55	46,25	29	192,7	149,7	159,27	170,72	182,17
5	242,0	187,0	199,02	213,20	227,38	30	44,8	29,5	31,78	35,63	39,48
6	84,0	44,8	63,39	69,69	75,99	31	53,0	34,0	39,54	43,17	46,81
7	73,8	46,1	56,75	62,44	68,13	32	61,5	50,0	52,85	55,78	58,71
8	88,5	60,0	67,55	75,13	82,71	33	107,0	75,0	84,17	91,46	98,75
9	196,6	151,0	159,57	171,13	182,69	34	96,8	64,3	75,31	82,01	88,7
10	40,4	28,3	30,66	33,62	36,56	35	85,3	46,1	56,48	61,02	65,56
11	102,5	78,5	83,41	90,14	96,87	36	97,6	60,5	69,66	75,86	82,06
12	96,0	70,8	76,75	82,79	88,83	37	122,1	79,4	98,29	106,42	114,55
13	130,0	76,0	94,45	102,26	110,05	38	8,0	5,0	5,81	6,39	6,97
14	64,8	33,3	37,84	44,60	51,36	39	14,0	9,5	10,7	11,74	12,78
15	122,0	60,0	79,58	91,14	102,7	40	30,0	20,0	24,02	26,10	28,16
16	121,0	61,5	66,31	82,81	99,31	41	12,5	8,0	8,97	10,14	11,31
17	121,0	77,0	83,73	94,50	105,28	42	12,5	7,5	9,47	10,49	11,51
18	64,8	43,3	44,24	51,81	59,38	43	22,3	14,8	17,5	19,13	20,76
19	46,5	26,0	30,62	35,14	39,66	44	21,0	14,50	15,94	17,19	18,74
20	28,5	18,5	20,3	22,84	25,36	45	6,0	3,00	3,83	4,62	5,41
21	175,5	95,1	117,15	126,95	136,75	46	35,0	18,50	25,51	28,21	30,91
22	99,6	76,3	82,96	88,75	94,54	47	18,0	14,00	15,09	16,13	17,27
23	87,7	59,1	71,51	77,57	83,61	48	21,0	16,2	17,06	18,38	19,7
24	83,1	49,1	54,34	59,37	64,4	49	26,6	18,30	19,72	22,01	24,30
25	55,8	37,8	42,61	46,21	49,81						

Yukarıdaki tablodaki yüzdeler daha önce bahsedildiği gibi daha geniş kitleler için tasarım yapılırken göz önünde bulundurulması gereken değerlerdir. Böylece o toplumun % 95'ine uygun tasarımlar gerçekleştirilebilir. Bu yüzdeler dilimi daha iyi anlamak için Şekil 3.5'de görülen standart sapma eğrisinden faydalanılabilir. Şekilde standart sapma oranları, kümülatif yüzdeler ve yüzdeler görülmektedir.



Şekil 3.5: Standart Sapma Eğrisi

3.2 Çevresel Şartlar

Çevresel şartlar iklim şartları, aydınlatma, gürültü ve titreşimden oluşur. Bunların insan sağlığı ve performansı üzerinde çok önemli etkisi bulunmaktadır.

3.2.1 Aydınlatma

İşyerlerinde her türlü işin kusursuz yapılabilmesi ve en önemlisi de iş görenlerin göz sağlığının korunması iyi bir aydınlatma tekniğini gerektirir. İyi yapılmış aydınlatma, iyi görmeyi sağlayacağından, ürün kalitesinde yükselme, hatalı parça sayısında azalma, toplam iş süresinde kısalma sağlayacaktır. Çalışanların, optimal aydınlatma koşullarında çalıştırılması da onların göz sağlığı ve görme netliğini koruduğu için aynı amaca hizmet eder.

İnsanın enformasyon algılamasında en önemli algılayıcı (reseptör) gözdür. Bütün algılamamanın %80 ile 90'ı göz kanalıyla gerçekleşir. Günümüzde pek çok sanayi işinde görme organı, organizmanın en fazla zorlanan bölümüdür. İş koşullarının doğurduğu yorgunluğun büyük bir kısmının göz zorlanmasından ileri geldiği tahmin edilebilir. Bu yüzden çalışma ortamları gözü yormayacak şekilde mümkün olduğunca aydınlık olmalıdır. İyi bir aydınlatma ile insan performansı % 15 hatta bazen % 40 oranında artabilir.

Gözün başlıca görevleri aşağıdaki kavramlarla tanımlanır:

- a) Adaptasyon.
- b) Akomodasyon.
- c) Sabitleme.

Adaptasyon: Gözün değişik aydınlıklara uyum sağlama sürecine adaptasyon adı verilir. Adaptasyon bir yandan göz bebeği çapının değişmesi, öte yandan da ağ tabakasının duyarlılığı sayesinde gerçekleşir.

Akomodasyon: Gözün değişik uzaklıklara uyum sağlama sürecine adaptasyon adı verilir. Göz merceğinin kasılması sayesinde ağ tabaka üzerine net bir görüntü düşer. Gözün sadece uzağa bakması halinde göz kasları tam olarak gevşer.

Gözün kendisini ayarlayabileceği en yakın noktaya “yakın nokta” adı verilir. Gözün yakın noktaya her yöneliş bir göz kası yüklenmesi doğurur. Yakın alanda farklı uzaklıklara uyum söz konusu olduğunda bu yükleme daha da artar. Göz merceği yaş ilerledikçe esnekliğini kaybedeceğinden bu yakın nokta gözden uzaklaşır. 16 yaşındaki birisi için bu yakın nokta ortalama 8 cm. iken 50 yaşında birisi için 50 cm. civarında olacaktır.

Sabitleme: Gözün üçüncü görevi sabitlemedir. Bu sayede gözlenen nesne gözün uyumu yoluyla, ışığa duyarlı tabakada görüntülenir.

Göz zorlanması ve yorgunluk üzerine etkisi ile birlikte aydınlatma tekniği problemlerini anlayabilmek için bu tekniğin bazı temel kavramlarının bilinmesi gerekir. Bu kavramlar şunlardır; birimi lüks (lx) olan aydınlatma şiddeti, birimi kandela (cd) olan ışık yeğinliği ve birimi lümen (LM) olan ışık akısı. Aydınlatma şiddeti birim alana düşen ışık akısıdır ve lüksmetre ile ölçülür. Aydınlatma şiddeti bulutsuz bir yaz gününde 100.000 lx’ü bulur. Kapalı bir kış gününde bu değer ancak 3000 lx’e ulaşır.

Doğal ve yapay olarak üzere iki tür aydınlatmadan söz edilebilir.

A. Doğal Aydınlatma: Doğal aydınlatmada güneş ışınlarından faydalanılmaktadır. Güneşin aydınlatma düzeyi 5000 lüksün üstündedir. Bu doğal aydınlatma kaynağından en iyi şekilde yararlanabilmek için bazı ilkeleri şöyle sıralayabiliriz [8]:

- a. Pencerelerin toplam yüzeyi oda tabanının en az dörtte biri kadar olmalıdır.

b.Duvarlar ve tavanlar yansıtma katsayısı büyük olan açık renklere boyanmalıdır.

c.Tepe pencere imkanlarından el verdiği ölçüde yararlanılmalıdır.

d.Pencere camları temiz tutulmalıdır.

B. Yapay Aydınlatma: Aydınlatmada gün ışığı kullanmak esastır. Ancak bunun yeterli olmadığı durumlarda yapay aydınlatma kullanılır.

3.2.1.1 Aydınlatma Şiddetinin Belirlenmesi

Bir iş ortamında ve çeşitli iş istasyonlarının gerektirdiği aydınlatma düzeyleri önemli bir husustur. Aslında , en yüksek aydınlatmanın en optimal yaklaşım olmadığı bilinmektedir. Temel olan, amaca uygun aydınlatmadır. Aydınlatma şiddeti belirlenirken şu faktörlerin göz önünde tutulması gerekmektedir:

1. Üzerinde çalışılan işin büyüklüğü: Boyutlar küçüldükçe aydınlatma şiddetinin artırılması gerekmektedir.
2. Çalışılan iş ile zemin arasındaki kontrast: Kontrast azaldıkça aydınlatma şiddetinin artırılması gerekmektedir.
3. Zeminin yansıtma gücü: Zeminin yansıtma gücü azaldıkça aydınlatma şiddetinin artırılması gerekir.
4. Görmek için bakma süresi: Bu süre kısaldıkça aydınlatma şiddetinin artırılması gerekir.

Tablo 3.2: Renklerin ve yüzeylerin yansıtma oranları [16]

Renk	Yansıtma Oranı (%)	Yüzey	Yansıtma Oranı (%)
Beyaz	70-90	Tavan	70-95
Açık Sarı	50-70	Duvarlar	40-60
Açık Yeşil	34-65	Zemin	15-35
Koyu Yeşil	10-20	Mobilyalar	25-40
Açık Kırmızı	30-50	Kumanda tablosu (iç)	80-100
Gök Mavisi	35-45	Kumanda tablosu (dış)	20-40

İyi bir aydınlatma projesinin tasarımında, çalışanların göz sağlığı, yüksek düzeyde iş becerisi, optimal verimlilik ve çalışanların kendilerini rahat hissettikleri aydınlatma

düzeşinin sağlanması gibi bir kriter kullanılabilir. Bir işyerinde büyük ölçüde kaba işlemler yapıldığı için, aydınlatma düzeyi açısından önemli bir sorun olmadığı halde, iş görenlerin kendilerini rahat ve ışıklı ortamda bulmaları ve daha hevesli çalışabilmeleri için de yeterli ve tatmin edici bir aydınlatma düzeyi tercih edilmelidir.

3.2.1.2 İyi Bir Aydınlatma Düzeninin Özellikleri

Bir aydınlatma düzeninin niteliğini belirleyen faktörler şunlardır:

- Aydınlatma şiddeti.
- Eşdüzeşide aydınlatma.
- Işık titreşimlerinin önlenmesi.
- Işık yönü ile gölge etkisi.
- Işık dağılımı.
- Işıktan yararlanma.
- Göz kamaşmasının sınırlandırılması.
- Işığın rengi ve renksel yansıma.

Aydınlanma Şiddeti

En iyi ışığın beyaz ışık (gün ışığı) olduğu bilinmektedir. Bu nedenle gün ışığından imkanlar dahilinde yararlanmak gerekmektedir. Gün ışığının yetersiz olduğu durumlarda ve gece çalışmasında gün ışığına benzeyen ışıklardan yararlanılmalıdır.

Son yıllardaki kapsamlı araştırmalar, aydınlatma şiddetinin yükseltilmesi ile insan performansının arttığını, yorulmanın azaldığını, daha az iş kazasına rastlandığını göstermiştir.

Çalışma yerlerine personel yerleştirirken ışık gereksiniminin ilerleyen yaşla birlikte artma gösterdiği göz önünde bulundurulmalıdır. Yüksek görme kapasitesi gerektiren işler ya sadece genç işçilere yaptırılmalı ya da bu işlerin görüldüğü işyerlerinde aydınlatma şiddeti yaşa göre ayarlanmalıdır. Aşağıdaki tabloda önerilen bazı aydınlatma şiddeti değerleri gösterilmektedir [9].

Tablo 3.3: Bazı işlemlerde önerilen aydınlatma miktarları

İşlemler	Önerilen Lüks
Montaj ve Kalite Kontrol	
-kaba işler	200
-vasat incelikte işler	400
-ince işler	900
-çok ince işler	2000
Dokuma (pamuklu ve Yünlü)	
-Hafif dokumalar	400
-Koyu renkli kumaşlar	900
-Dokumada kalite kontrol	1300
Metal levha işleri	400
Plastik şekil verme ve Levha işleri	400
Ağaç işleri	
-Kaba doğrama	200
-Rende ve tezgahta ince makine işleri	400
-ince tezgah işleri, makine ve cilalama işleri	600

Eşdüzeyde Aydınlatma

Işık Yoğunluğu Farkları: Endüstri ve bürolarda ister doğal, ister yapay ışıkla olsun aydınlatmada bir yandan aydınlığın büyük farklar göstermemesine, öte yandan da tümüyle kontrastsız bir tekdüzeliğin meydana gelmemesine dikkat edilmelidir. Sürekli olarak bulunan bir ortamda aydınlık farkları büyük olursa gözün sürekli olarak adaptasyonu gerekir ki, bu da görme performansının düşmesine neden olur. Aydınlık farkı 1:40 oranının üzerinde olursa bazı durumlarda sağlığın zarar görmesi dahi söz konusu olabilir.

Gün ışığı ile aydınlatmada, yüksek ölçüde eşdüzeylelik sağlamak ancak bir dereceye kadar mümkün olur. Çünkü bu durumda çalışma yerinde bakış alanına giren gökyüzünün yüksek ışık yoğunluğu ile kapalı alanın içindeki çok düşük ışık yoğunluğu arasında büyük ölçüde aydınlık farkları meydana gelmektedir.

Kapalı bir iş ortamı büyük ölçüde gün ışığı ile aydınlatılacaksa, normal pencerelerden gelen gün ışığının ortama en fazla 5-6 m'ye kadar nüfuz edebildiğini hesaba katmak doğru olur. Daha derin çalışma hacimlerinde gün ışığını tamamlayacak bir aydınlatmaya ihtiyaç vardır.

Işık Titreşimlerinin Önlenmesi

Aydınlatma durağan olmalıdır. Işık kaynağı titreşme yapmamalıdır. Titreşme ışık kaynağının parlaklığındaki hızlı değişme olduğundan, göz bu hızlı değişikliklere uyabilmek için aşırı çaba harcar ve çabuk yorulur.

Göz Kamaşmasının Sınırlandırılması

Doğrudan Doğruya ve Yansıma Yoluyla Kamaşma: Görme alanındaki çok yüksek ışık yoğunluğu farklarından ileri gelen bağıl kamaşma yanında doğrudan doğruya ve yansıma yoluyla kamaşmanın da aydınlatma düzlenmesinde dikkate alınması gerekir. Bunlardan birincisi ışık kaynağına doğrudan doğruya bakmakla, ikincisi ise parlak yüzeylerden yansıma ile meydana gelir. Bu durumların hepsinde de gözün adaptasyon yeteneği düşük kalır ve göz mevcut ışık yoğunluğu farklarına yeterince uyum sağlayamaz. Kamaşma etkisi, ışık kaynağının ışık yoğunluğunun çevreninkine oranına, ışık kaynağının görme alanındaki konumuna ve yine ışık kaynağının görülebilir yüzeyine bağlıdır.

Çalışma Yerlerinin ve Işık Kaynaklarının Düzenlenmesi: Görüş alanı içinde bulunan ve doğrudan doğruya bakılan bir lambanın, pencereye karşı yerleştirilmiş bir çalışma yerinin neden olduğu doğrudan doğruya kamaşma kesinlikle önlenmelidir. Bunun için çalışma yerlerinin, ışığın esas geliş yönü sol yukarıdan olacak şekilde ve yatay bakış yönünden itibaren 30 derecenin altında hiçbir lamba bulunmamak üzere düzenlenmesi tavsiye edilir. Işık kaynağının görülebilir yüzeyinden ileri gelen kamaşmayı önlemek için özellikle fülöresan lambalar bakış açısına paralel olarak yerleştirilmeli ve böylelikle gözün gördüğü yüzey perspektif olarak küçültülmelidir.

Işık Rengi ve Renk Yansıtma

Renkli bir yüzeyin iyi görülebilmesi, o yüzeyden yansıyan ışınların yeterli yeğinlikte olmasına bağlıdır. Ayrıca, ortam aydınlatmasının yapay olduğu hallerde çeşitli

renkler, gn altındaki görüntülerinden, bir ölçüde de olsa farklı görünebilirler.  nesnelerinin yanstt renkler n spektral bileşimine bağlıdır. Örneğin gün nn yaklaşık eşit oranlarda mavi, yeşil ve sarı içermesine karşılık akkor lambada nisbeten daha az mavi ve daha fazla kırmızı renk oranları vardır. Bu spektral bileşim lambaların k renklerini belirler.

3.2.1.3 Çalışma Ortamında Renkler

Farklı yansıtma dereceleri ve bundan ileri gelen farklı k yoğunlukları dolayısıyla renk düzenlemesinin çalışma yerlerinin planlaması ve yerleştirilmesi üzerinde etkisi vardır. Renkler alıan insan üzerinde güvenlik simgeleri olarak etki yapabildikleri gibi ruhsal açıdan da morali etkileyebilir.

Güvenlik Renkleri: Güvenlik renkleri olarak kırmızı, yeşil ve sarı geçerlidir. Kırmızı kontrast rengi olan beyaz ile birlikte bir tehlike, bir uyarı veya bir yasağı simgeler. Sinyal etkisinden dolayı tehlikeli yerlerde sar renk kullanılır. Zıt etkisinden dolayı bir tehlikenin sona erdiğini veya kaçış yollarını göstermek üzere yeşil-beyaz renk kombinasyonu tercih edilir. Kurtarma araçları ve ilk yardım istasyonlarının kapıları da bu şekilde belirtilir.

Beyaz yanında sar en yüksek yansıtma derecesine sahip olduğundan ve bundan dolayı az aydınlatılmış yerlerde de grlebildiinden kontrast rengi siyah ile birlikte muhtemel tehlike yerlerini göstermekte ve uyarmakta kullanılır.

Renklerin Ruhsal Etkileri: Renklerin ruhsal duruma etkisi başlıca uzaklık ve sıcaklık duygusuna yol amaları ve genel moral durumu etkilemelerinden ileri gelir.

3.2.2 Titreşim

Çalışma esnasında, gürültüye benzer sebeplerden dolayı titreşim de büyük önem arz etmektedir. Titreşim yapılan ii zorlatıracaaı gibi, bedensel arızalara da yol açabilmektedir. Titreşim kısaca küçük ve hızlı salınım olarak tanımlanabilir.

Gürültüde olduğu gibi mekanik titreimlerde de kitle parçacıkların hareketi söz konusudur. Bu hareketler yol, hız, ivme gibi durum faktörlerinin zamana bağlı değişimleri ile tanımlanır. Durum faktörleri bir periyot esnasındaki maksimum titreşim genliğini belirler. Durum faktörlerinin zamana bağlı değişimi frekans ile karakterize edilir. Duyulabilen sesin frekans aralığının 16 Hz-16 KHz arasında

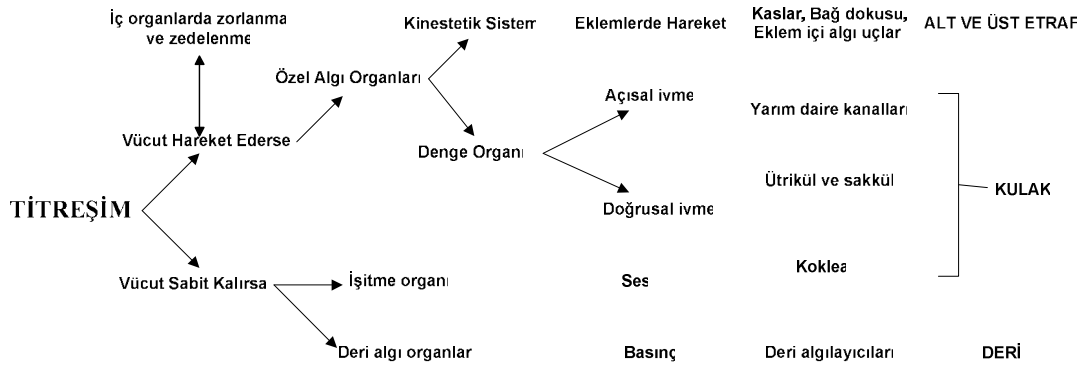
olmasına karşın bütün vücudun titreşim halinde 1-80 Hz, el-kol titreşimi halinde ise 1-1000 Hz frekansları hissedilir.

Titreşen bir sistem ikinci bir sisteme etki yaparsa ikinci sistemi de beraber titreşmeye yöneltir. Eğer etkileyen ve etkilenen frekanslar arasında uyum varsa rezonans söz konusu olur. 4-10 Hz. arasındaki titreşim iç organlarda, bunların desteklerinde, baldırlarda rezonans etkisi yapar. Bu değer baş için 20 Hz. ve göz yuvaları için 40-100 Hz.dir. Titreşimin sebep olduğu görme, işitme ve kontrol bozuklukları işçilerin büyük maddi zararlara yol açabilecek hatta ölümlü sonuçlanabilecek hatalar yapmasına yol açabilir [10].

3.2.2.1 Titreşimin Etkileri

İnsanların oturduğu yerler, temas ettikleri yada ellerinde tuttıkları titreşen araç ve gereç, her türlü makine ve araçların neden olduğu sarsıntılar, uzun dönemde zararlı etkiler oluşturabilmektedir. Bu alanda yapılan araştırmalar; kinestetik duyu organlarında, kas, bağ ve eklem algılama sistemlerinde, iç kulak denge organında, derinin duyarlı kıl dibi ve deri altı algı organlarında, alt ve üst etraf kılcal damar ağında zararlı ve kalıcı etkileri göstermiştir. Şekil 3.6'da Dünya Sağlık Örgütü'nün hazırladığı şekilde titreşimin etkileri görülmektedir.

Titreşimin ayrıca, devamlı baş ağrıları, göz yuvarlağında devamlı titreşimler, uzak görme netliği kayıpları, genel denge bozuklukları, sırt ve boyun kaslarında sertlik, sindirim sistemi rahatsızlıkları gibi sorunlar doğurabildiği haller de vardır [11].



Şekil 3.6: Titreşimin Etkileri (Dünya Sağlık Örgütü)

Mekanik titreşimler, bu şikayetlerin yanı sıra performansı da etkiler. Özellikle sürme ve yöneltme etkinliklerinde önemli olan enformasyon algılaması ile motorik hareketlerin koordinasyonu titreşimden zarar görebilir.

3.2.2.2 Titreşim Etkilerinden Korunma

Titreşimden korunmada tasarım önlemleriyle titreşim oluşumunu azaltmak veya tamamen yok etmek, yalıtım yoluyla titreşimin yayılmasını engellemek, titreşimin yoğun olduğu yerlerde üretim araçlarının düzenlenmesi yoluyla insanları korumak veya organizasyon önlemleriyle (molaların düzenlenmesi), dinlenme imkanlarının sağlanması gibi seçenekler vardır.

Titreşimle çalışmak zorunda olan titreşimli ayırıştırıcılar ve titreşimli taşıyıcı bantlar dışında kalan ve titreşim yapan makinalarda çelik yay ve hava yastıklarından meydana gelen şok emiciler kullanılabilir. Burada amaç sistemi bir süspansiyona alarak hareket enerjisini emmek ve sonra yavaş yavaş bırakmak veya ısı enerjisine dönüştürmektir. Bu taşıt araçlarında ve diğer makinalarda kullanılan temel prensiptir. Bunların dışında elastiki yastıklar, mantar, cam yünü, sünger, keçe, ve benzeri sentetik malzemelerde titreşimi önlemede kullanılmaktadır [12].

Tasarımla ilgili uygulanabilir önlemlere örnek olarak aşağıdaki noktalar sayılabilir:

- Bütün titreşim sisteminde frekans uyumlaşması (örneğin bir motorda kütle dengesinin sağlanması).
- Öncelikle rezonans frekansından kaçınmak için devir sayısının değiştirilmesi.
- Dinamik dengesizliklerin giderilmesi.
- Titreşim amortisörlerinin kullanılması.
- Titreşim yalıtımı.
- Titreşimin insanlara iletiminin sönmelenmesi (örneğin hava tabancası ile çalışılması halinde lastik yastıklı eldiven kullanılması).

3.2.3 Gürültü

Endüstriyel gelişmenin bir yan ürünü olan gürültü, endüstriyel gelişmeye paralel olarak önemli bir mesele haline gelmektedir. Gürültü konusu incelenirken bazı tanımların bilinmesi gerekmektedir.

Ses: Maddenin titreşimi ve bu titreşimin hava, su gibi ortam içinde iletilerek kulağa gelmesi ses olarak tanımlanır.

Gürültü: Hoşa gitmeyen ve rahatsız edici seslere gürültü denir.

Ses Yeğİnliği (Şiddeti): Sesi oluşturan titreşimlerin atmosferde meydana getirdiği basınç sesin yeğİnliğini belirler. Birimi desibel(dB)'dir [8].

İnsan kulağı hem yüksek hem de düşük frekanslı seslerin algılama eşiği aşıldıktan sonra her desibel yeğİnlik değişikliğini algılayabilecek duyarlılıktadır. Bu nedenle de desibel çeşitli seslerin algılamasında düzgün aralıklar gösteren bir yeğİnlik ölçüsü şeklinde geliştirilmiştir. Desibel, insan kulağının 1000 Hz. frekansında en zayıf bir sesi algılayabildiği ses basıncını referans "bir yeğİnlik" olarak kabul eder. Bu sesin yeğİnliği ise 0.00002 Newton / m² karşılığıdır [2].

Endüstriyel gürültünün daha iyi anlaşılması için bazı ses yeğİnliği değerleri Tablo 3.4'de verilmiştir [13].

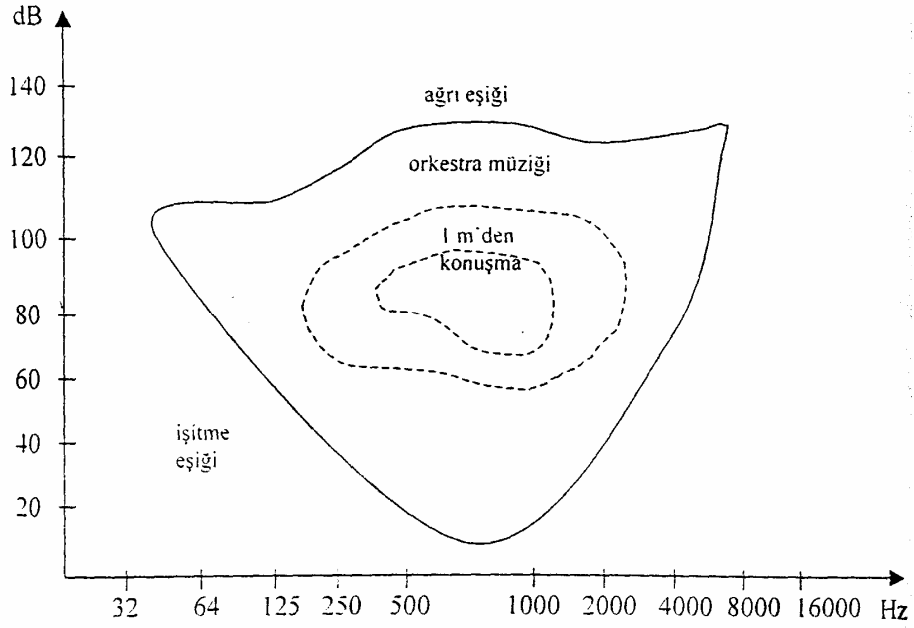
Tablo 3.4: Endüstriyel gürültünün dB(A) olarak bazı tepe değerleri

Ses Kaynağı	Gürültü seviyesi, dB(A)
Tüfek atışı; motor test düzeneği	130
Pnömatik çekici	120
Elektrikli zincir testere, basınçlı havayla çalışan perçin makinesi, elektrikli kesici	115-120
Freze tezgahı, kazan dairesi, dokuma tezgahı, zımbalama makinesi	105-115
Elektrik motoru	100-105
Jet motoru	120

Seslerin desibel değerleri artarken ses şiddeti etkisi logaritmik bir şekilde yükselir. Desibel merdiveni 10'ar desibellik aralarla yükseldiğinde, sesin yeğİnliği 10 misline çıkar. Seslerin yeğİnliğine örnek olarak gösterilen tipik seslerin birer yaklaşık benzetme olarak kıyaslanması desibel etkisinin anlaşılmasına yardımcı olabilir [35].

Sesin Frekansı: Ses basıncının saniyedeki değişme sayısı sesin frekansını belirler. Frekansın birimi Hertz (Hz)'dir.

Sesin etkisinde frekans ve ses yeğİnliğinin büyük önemi vardır. Şekil 3.7'de seslerin Hz. ve dB ilişkileri grafik olarak görülmektedir.



Şekil 3.7: İşitme alanları

İnsanın etkisi altında kaldığı ses yükünü şu şekilde sınıflandırmak mümkündür.

Ses yükü:

1. Yüklenme derecesi

- Ses basıncı
- Ses frekansı

2. Yüklenme süresi

- Zaman içinde gelişimi
- Etki Süresi

Günümüzde 85 dB sınır olmakla beraber son çalışmalar sonucu bu değeri 80 dB'e indirme yoluna gidilmiştir.

3.2.3.1 Gürültünün Etkileri

Ses basıncı, frekans ve ses etkisinin zaman içinde dağılımı ve ayrıca çalışan kişinin özelliklerine bağlı olarak gürültü dolayısıyla yüklenme ruhsal ve fizyolojik tepkilere, işitme organının ve diğer organların zarar görmesine neden olabilir.

Gürültünün insan üzerindeki etkilerini iki grupta ele alabiliriz.

A. İşitme Duyusuna Yaptığı Olumsuz Etkiler

Gürültünün işitme duyusunda oluşturduğu olumsuz etkiler ya ani etki şeklindedir, ya da zamanla görülür.

Ani ve yüksek bir sesin kulak zarını parçalaması ya da hassas korti organının fizyolojik yapısını düzelmeyecek şekilde bozması ani etkilerdir. Bununla birlikte, ani zarar oluşturmayacak düzeydeki gürültü de uzun süre kalan kişilerde de işitme kayıpları oluşabilir. Gürültü işitme sinir hücrelerini zedeleyerek, korti organında çökme oluşturarak ya da işitme sinir hücrelerini zedeleyerek işitme duyusuna zarar verir [14].

B. Fizyolojik ve Psikolojik Etkileri

Gürültünün fizyolojik etkileri, kas gerilmeleri, stres, kan damarlarının daralması, kalp atış hacminde azalma, metabolizmanın yüklenmesi, kan bileşiminde değişiklikler, göz bebeği büyümesi ve uykusuzluk şeklindedir.

Bunların çoğu kısa süreli etkilerdir. Yalnız stres ve uykusuzluk gürültünün uzun süren fizyolojik etkileridir.

Gürültünün psikolojik etkilerinin başında ise sinir bozukluğu, korku, rahatsızlık, tedirginlik, yorgunluk, zihinsel etkinliklerde yavaşlama ve iş veriminin azalması gelir.

Bu olumsuz etkiler sebebiyle gürültünün kontrol altına alınması büyük önem kazanmaktadır. Bunun nedenle, gürültü düzeyini tehlike sınırlarının altında tutabilmek için çeşitli kanuni zorluklar getirilmiştir.

1475 sayılı İş Kanununa göre çıkarılan İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü'nün 22. maddesine göre ağır ve tehlikeli işlerin yapılmadığı yerlerde gürültü düzeyi 80 dB'i geçmeyecektir. Daha çok gürültülü çalışmayı gerektiren işlerin yapıldığı yerlerde gürültü derecesi en fazla 95 dB olabilir. Ancak bu durumda işçilere başlık, kulaklık ve kulak tıkaçları gibi uygun kişisel koruyucular verilecektir. Tablo 3.5'de OSHA (Occupational Safety and Health Organization) tarafından hazırlanmış gürültü seviyesi ve çalışma süresi limitleri verilmiştir. Bu değerler ve süreler arasındaki ilişki, aynı risk değerlerini taşımasıdır [13].

Tablo 3.5: Çeşitli Gürültü Düzeylerinde Çalışma Süresi Sınırları (OSHA)

Gürültü Yeğİnliği(dBA)	Süre (saat)
90	8
92	6
95	4
97	3
100	2
102	1,5
105	1
110	0,5
115	1,25

Tablo 3.6: Maksimum Kabul Edilebilir Ses Yeğİnliği Seviyeleri [15]

Kulaklıksız,dB	Kulaklıkla,dB	Kulaklık ve Kulak Tıkacıyla, dB	Süre
100	112	120	8 saat
108	120	128	1 saat
120	132	140	5 dak.
130	142	150	30 sn.

Daha yüksek frekanslar daha fazla duyma kaybına yol açarak, duyma eşiği değerini yaşın ilerlemesiyle derece derece yükseltir. Senelere bağlı bu işitme kaybı değerleri 3000 Hz. frekans değerini esas alındığında 50 yaşında birisi için 10 dB, 60 yaşında birisi için 25 dB ve 70 yaşında birisi için 35 dB olarak saptanmıştır [13].

Tablo 3.7’de gürültü düzeyine bağlı olarak gürültünün sebep olduğu işitme kaybı değerleri görölmektedir [16].

Tablo 3.7: Gürültü düzeyinin işitme kaybı üzerindeki etkisi

Gürültü Düzeyi (dB)	İşitme Yeteneği Kaybı		
	5 yıl sonra	10 yıl sonra	20 yıl sonra
80	0	0	0
90	4	10	16
100	12	29	42
110	26	55	78

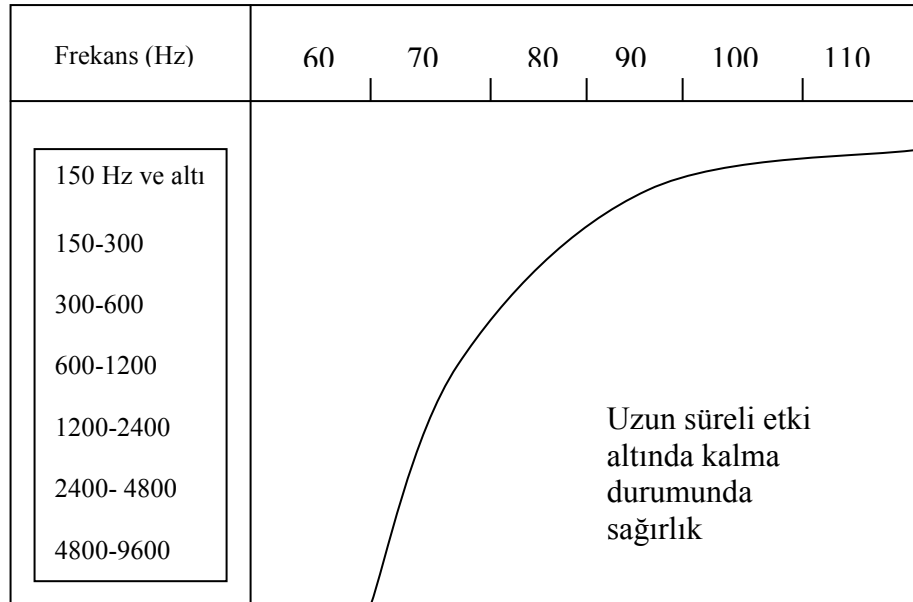
Uzun yıllar gürültülü işyerlerinde çalışan insanların işitme durumunun odiyometrik değerlendirmesi, bu tip insanlarda daha çok 4000 Hz. frekans bandı ve civarında işitme kayıplarının olduğunu göstermiştir. Nitekim bu frekans bandı ve yakın frekanslar, insan kulağının en duyarlı olduğu ve en çok işitme kaybı görölen ses

bantları olarak bilinir. Seslerin frekans gruplarına göre ayrılan oktav bantlarının zararlı olabildiği ses yeğlinliği farklıdır. Örneğin 1500 Hz ve bunun altındaki frekanslarda ses yeğlinliği 80 dB üzerinde olduğu zaman zararlı olmaktadır. Oysa 8000 Hz. frekanslarda 78 dB yeğlilik zararlı etki yapar [2]. Çeşitli frekans değerlerinin zararlı desibel düzeyleri Tablo 3.8’de görülmektedir.

Tablo 3.8: Çeşitli Oktav Bandındaki Seslerin İşitme Kaybına Neden Olan Yeğlinliği

Oktav bandlarının frekans (Hz) değerleri	Zararlı desibel (dB) düzeyi
63	97
125	91
250	87
500	84
1000	82
2000	80
4000	79
8000	78

Dünya sağlık örgütünün (WHO), işitme kaybı riski olan gürültü düzeylerini frekans bantları içinde gösteren grafik Şekil 3.8’de verilmiştir [2].



Şekil 3.8: Seslerin Çeşitli Frekans Bandında Zararlı Olabilen Basınç Düzeyleri

3.2.3.2 Gürültünün Ölçümü

Sesin yeğnliğini ölçmeye yarayan aygıtlara ses ölçer, sonometre veya sound level meter gibi isimler verilmektedir. Ses ölçerler sesin yeğnliğini desibel olarak gösterir. Genellikle ses ölçerlerde A, B, C olmak üzere üç farklı filtre vardır. Bu filtreler, sesin yeğnliğinin insan kulağı tarafından algılandığı gibi ölçülmesini sağlar.

A filtresi kullanıldığında sesin yeğnliğı dB(A), B filtresi kullanıldığında dB(B), C filtresi kullanıldığında dB(C) türünden bulunur. A filtresi kulak duyumuna en yakın karşılığı verdiği için gürültünün zararlı etkileri incelenirken genellikle A filtresi kullanılır.

3.2.3.3 Gürültü Kontrolü

Gürültü, “istenmeyen ahatsız edici ses” olarak tanımlandığı için sağlığa verecek düzeyde olmasa bile rahatsız edici özelliğinden dolayı yok edilmeli ya da azaltılmalıdır. Kişileri gürültüden korumak için alınabilecek önlemlerin tümüne gürültü kontrolü adı verilmektedir.

Gürültü kontrolü genel olarak üç şekilde sağlanabilir.

A. Gürültüyü Kaynağında Azaltmak

- a. Kaynağın yaydığı ses enerjisini azaltmak.
- b. Kaynak ile sesi yayan yüzey arasında yalıtımı sağlamak.
- c. Yüzeyin ses yaymasını azaltmak.

Bunları sağlayabilmek için uygulanan metodları aşağıdaki gibi özetleyebiliriz:

- Planlı bakım ile gürültünün kontrol edilmesi.
- Susturucuların kullanılması.
- Kaynağın ses yalıtıcı ve yutucu malzemeyle kaplanması.
- Titreşim yalıtımı.
- Titreşim yüzeylerinin titreşim sönümleyici maddeyle kaplanması.
- Gürültü kaynağının kapalı hücreler içerisine alınması.
- Kaynakta, malzeme ve tasarım değişikliklerinin yapılması.

B. Yayılma Alanında Gürültüyü Kontrol Etmek

- a. Gürültü kaynağının bulunduğu bölgenin ses yalıtıcı malzemeyle ayrılması.
- b. Ses bariyerlerinin kullanılması.
- c. Gürültü yayılma alanının kontrolü duvar, tavan gibi yüzeylerin ses yutucu malzemeyle kaplanması, askılı ses yutucu yüzeylerin kullanılması vb. metodların kullanılması.

C. Gürültünün Algılandığı Yerde Kontrolü

- a. Gürültüden etkilenen kişi veya kişileri ses yalıtımı sağlanmış bölgelere alarak gürültüden korumak.
- b. Çalışanları kulak koruyucuları kullanarak gürültüden korumak. Pamuk, lastik veya yoğrulabilen yapay malzemelerden yapılan kulak tıkaçlarıyla ortalama 15-30 dB'lik bir sönümleme sağlanabilir. Manşon kulaklıklar ile daha iyi koruma sağlanabilir.

3.2.4 İklim Koşulları

Rahat bir çalışma ortamının sağlanmasında en önemli faktörlerden biri de çalışılan yerdeki ısı ve nem miktarıdır. Normal seviyenin altında ya da üstündeki sıcaklık ve nem değerleri rahatsızlık, vücutta kalıcı veya geçici bozukluklar oluşturmakta, iş veriminin düşmesine ve kazalara neden olmaktadır [17].

3.2.4.1 Sıcaklık ve Nem ile İlgili Tanımlar, Sıcaklık ve Nemin Ölçümü

Nem: Havada bulunan su buharı miktarıdır.

Mutlak Nem: 1 kg. Havadaki su buharı miktarıdır.

Bağıl Nem: Belirli bir sıcaklıkta birim hacim havada bulunan su buharı miktarının, o sıcaklıktaki doymuş havada bulunması gereken su buharı miktarına oranıdır [1].

Radyant Sıcaklık: Katı çevreden (çevredeki cisimlerden) yayılan sıcaklıktır. Bir fırın veya döküm ocağının çevresinde radyant sıcaklık önemli düzeydedir.

Efektif Sıcaklık: Ortamdaki sıcaklık tek bir değişkenden ibaret değildir. Sıcaklığın derece olarak artması veya azalması yanında, nemin ve hava akım hızının durumu da sıcaklığın etkisini artırır veya azaltır.

Hava sıcaklığı, hava nemi ve hava akım hızının beraberce kişi üzerinde oluşturduğu sıcaklık etkisine efektif sıcaklık denir. Tablo 3.9’da bazı durumlar için belirlenmiş efektif sıcaklık değerleri görülmektedir [18].

Tablo 3.9: Efektif Sıcaklıkların Belirlenmesi (Wenzel,Pierarski, 1980)

	Bağıl nem(%)	Rüzgar hızı (m/sn)	Oda sıcaklığı (°C)	Efektif Sıcaklık (°C)
Ortam 1 Baz alınan iklim koşulları	100	0,1	25	25
Ortam 2 Karşılaştırılan iklim koşulları	100	0,5	26	25
	100	2,0	28	
	75	0,1	27	
	25	0,1	32	
	45	2,0	32	
	10	3,0	37	

Nemin Ölçülmesi: Hava nemi psikrometre aracılığıyla ölçülür. Psikrometre üzerinde yaş ve kuru termometre sıcaklıkları okunduktan sonra geliştirilmiş olan çizelgelerden mutlak ve bağıl nem değerleri bulunur.

Hava Akım Hızının Ölçülmesi: Anemometre denilen cihazla ölçülür.

Radyant Sıcaklığın Ölçümü: Globetermometre ile ölçülür.

Efektif Sıcaklığın Ölçümü: Efektif sıcaklığın ölçülmesi için önce psikrometre aracılığıyla havanın ıslak ve kuru termometre sıcaklığı ölçülür. Anemometre ile hava akım hızı ölçülür. Daha sonra geliştirilmiş olan nomogramlardan yararlanılarak efektif sıcaklık değeri bulunur.

3.2.4.2 İnsan Vücudunda Isı Alışverişinin Önemi

İnsan vücudunun sıcaklığı 37°C civarındadır. Bu değerden ancak çok küçük ölçüde farklı olabilir. Aksi halde soğuk veya sıcak rahatsız edici bir biçimde algılanır ya da hastalık belirtileri görülür. Vücut sıcaklığının 1,5°C’den fazla yükselmesi, ısı birikimine neden olarak ‘sıcak çarpması’na yol açabilir.

İnsan vücudu, kaslarda, eklemlerde ve özellikle ciltte büyük sıcaklık değişikliklerini kaldırabilir. Örneğin gayret gerektiren işlerde kasların sıcaklığı birkaç derece fazla; dışarıda soğuk havada cildin sıcaklığı birkaç derece düşük olabilir.

İnsan vücudundaki bütün metabolizma olayları ısı enerjisinin ortaya çıkmasına bağlı olduğundan vücut ısısının dışarı atılması gerekir. Örneğin insan, oturarak çalışma halinde 400kj/saat enerji üretir ki bunun ancak bir kısmı vücut iç sıcaklığının sürdürülmesi için gereklidir. Genel olarak bu fonksiyonu vücudun iç kısımlarındaki sıcaklığı kan aracılığıyla dış bölgelere taşıyan kan dolaşımı üstlenir. İnsan vücudunun ısı düzeni (termoregülasyon) olarak tanımlanan bu işlev, kan dolaşımının, kasları kanla beslemesinden de önce gelen bir görevidir. Kan dolaşımının ısıyı düzenleme işlevinin etkisi, örneğin nemli sıcak bir çevrede nabzın artması şeklinde kendini gösterir. Buradan da zorunlu olarak yüksek iklim yüklenmelerinde uzun süreli kassal çalışmadan kaçınılması gerektiği ortaya çıkar. Tablo 3.10'da ağır şartlarda çalışma için (ortalama 1900 kj/saat enerji tüketilen çalışma) müsaade edilen süre ve sıcaklık ilişkisi görülmektedir [13].

Tablo 3.10: Ağır şartlarda çalışma için sıcaklık değerleri ve müsaade edilen süreler

Islak termometre sıcaklığı (°C)	Müsaade edilen süre (dakika)
30	140
32	90
34	65
36	50
38	39
40	30
42	22

Gemi makine dairesinin sıcaklığının ortalama 36-38°C olduğu göz önünde bulundurulursa burada çalışan mühendis ve personelin günde 39-50 dakika kadar çalışması uygun olur. Fakat gemilerde çalıştırılan personel sayısının minimuma indirilmeye çalışıldığı günümüzde makine dairesinde çalışanlar gününün ortalama 8-10 saatini makine dairesinde geçirmektedir. Bu durumun ne derece sağlıksız ve tehlikeli olduğu gayet açıktır.

İnsan yapısının, vücut sıcaklığını kuvvetli dalgalanmalara karşı korumak üzere, içteki ısıyı dışarı doğru aktarabilmenin dışında, başka ısı düzenleme sistemleri de vardır:

- Soğuğa maruz kaldığında, örneğin 'soğuktan titreme' yoluyla daha fazla ısı oluşturma.

- Terleme.

İnsan vücudunun sözü edilen bu kısa süreli uyumlarının yanında bir de uzun süreli tepkileri vardır. İklim koşullarına uyum (aklimatizasyon) olarak tanımlanan bu tepkiler sayesinde, mevcut yüklenme daha dayanılır hale gelir ve subjektif olarak daha azmış hissini verir. Aşırı sıcakta çalışmada iki-üç haftalık bir uyum süresi, genellikle

- Terlemenin artmasını.
- Cilt sıcaklığı artışının azalmasını.
- Vücut iç sıcaklığı artışının azalmasını.
- Vücut terinde tuz oranının azalmasını.
- Kalp ve dolaşım yükünün azalmasını sağlar.

Ancak iklim koşullarına uyum sağladıktan sonra bu durum kalıcı değildir. Aşırı sıcaklıkta çalışmaksızın geçirilen birkaç günden sonra, derhal bir uyum bozukluğu meydana gelir. İzinle uzatılan hafta sonlarından veya tatil günlerinden sonrasına ilişkin düzenlemelerde buna özellikle dikkat edilmesi gerekir. Aşırı sıcakta çalışmaksızın geçen 1-3 hafta kadar sonra, iklim koşullarına uyum sağlamamış kişilerin ortalama değerlerine tekrar erişilir.

3.2.4.3 İklimin Değerlendirilmesi

Ortam streslerine karşı her insanın farklı reaksiyon göstermesi, iklim etkileri ve ortam koşulları alanında yapılan araştırmaları güçleştirmektedir. Bazı iklim ve ortam etkenlerinin birlikte etkileri organizma üzerinde değişik stresler doğurur. Örneğin, sıcak ve nemlilik derecesi yüksek bir iş ortamı, aynı ölçülerde sıcak fakat nemlilik derecesi düşük bir ortamdaki daha fazla strese neden olur.

Teknik bir yaklaşımla, iş ortamının ısı düzeyi ve iklim koşullarının stres etkilerini değerlendirebilmek için, insan bedeninin iç ısısını etkileyen tüm değişkenleri incelemek gerekir. Bunlar kısaca; işyerindeki hava hareketleri, ortam ısısı, yayılan ısı ve bunun kaynakları, ortam nemlilik derecesi, yapılan işlerin fiziksel düzeyi, insan bedeninin metabolik gereksinimleri ve uyum yetenekleri olarak özetlenebilir. Çalışma yerinde ya da çalışma ortamında iklim aşağıdaki iklim faktörlerinin ölçülmesiyle saptanır [19]:

- Çevredeki havanın sıcaklığı: Gölgede ölçülen hava sıcaklığı-kuru hava sıcaklığı (°C).
- Çevredeki havanın su buharı basıncı: Psikrometre ile saptanan havanın bağıl nemi-nemli sıcaklık(% veya °C).
- Çevrenin ışıınım sıcaklığı(°C).
- Çevredeki havanın hareketi: Kata termometresi ile ya da hava akım hızını verebilen Termik Anamometre ile saptanan hava akım hızı (m/sn).

3.2.4.4 İklim etkileri

Çevresel ısı, havadaki bağıl nem, hava hareketleri ve ısı ışıınım sıcaklığı ile oluşan etkiler iklim etkileridir.

A. Çevresel Isının Etkileri

Soğukta Çalışma

Soğuk çevre koşulları altında çalışmada, insana soğuğu hissettiren etkenler özellikle çalışan yerdeki sıcaklık derecesi ve hava akım hızıdır. Havanın nemi burada daha küçük bir rol oynar. Her iki iklim faktörünü de etkileme olanağı yoksa, sadece uygun bir giysi ile dayanılabilirlik sınırını aşılabilir veya zarar görmenin önüne geçilebilir. Soğüğün etkisi insan sağlığına aşağıdaki şekilde zarar verebilir.

- Soğuk algınlığı rahatsızlıkları.
- Vücudun belirli yerlerinin donması.
- Soğuk yanığı.
- Gözlem ve tepki yeteneğinin azalması.

Soğuk iş ortamına ait sorunlar, aşırı ısı stresi ortamına nazaran daha kolay halledilmektedir. Çalışanlara uygun giyim ve kuşam sağlandığında, ortam soğuk etkisine karşı korunabilirler. Ancak, el ve ayak parmaklarını, burun ve kulakları soğuktan korumak oldukça güçtür. Soğuktan etkilenen el parmakları incelikli iş yapma ve işleklik yeteneklerini kaybederler. Dokunma duyuları duyarlılığını kaybeder, iş verimi düşer ve en önemlisi algılama ,düşünme tepki ve refleks süreleri uzayıp uyusukluğa neden olduğu için de kaza riski artar. Soğuktan korunmak için

giyilen elbiseler ile her türlü teçhizatın kalın, ağır ve hantal olması nedeniyle, soğuktan korunmakla beraber, iş verimi üzerinde olumsuz etkiler yaparlar.

Uzun süre soğuk bir işyerinde çalışan insanların aşırı gıda aldıkları, vücutlarının yağlanarak kilo aldıkları ve böylece organizmanın soğuk etkisine karşı bir savunma oluşturmaya çalıştığı görülmüştür.

Aşırı Sıcakta Çalışma

Aşırı sıcakta çalışmanın insan vücuduna etkisi açık olarak; nabzın, vücut sıcaklığının ve terlemenin artması şeklinde olur.

Bu nedenlerden dolayı sözü edilen fizyolojik değerlerdeki değişimler, ısı yükünün göstergesi olarak kullanılabilir. Çevresel ısının vücudun organik fonksiyonuna etkileri şunlardır:

- A. Isı Çarpması: Öncelikle damar ve kalp hastalıkları geçirmiş, fizyolojik olarak çalışma kapasitesi düşük, havasız ve susuz kalan ya da sürekli alkol alan kişilerde görülür.
- B. Isı Yorgunluğu: Isı yorgunluğunun neden olduğu rahatsızlıklar şunlardır:
 - Dolaşım yetersizliği.
 - Vücutta su eksikliği.
 - Vücutta tuz eksikliği.
 - Terleme yetersizliği.

Bu etkiler sürekli yüksek sıcaklıklarda çalışmak zorunda olan kişilerde görülür. Çevre şartlarının düzeltilmesi ve su-tuz eksikliğinin giderilmesi gerekir.

C. Derinin Zarar Görmesi

D. Ruhsal Yapıya Etkisi: Sıcaklık kişinin karar verme yeteneğini, iş motivasyonunu etkiler ve heyecansal faktörler üretkenliğin önemli ölçüde düşmesine yol açabilir.

Aşırı sıcakta çalışma halinde bedensel iş görme yeteneğinin ne denli kısıtlandığına dair aşırı örnekler olarak sıcak havalı ısıtıcıların, buhar kazanlarının, kimya ve seramik fırınlarının işletme ve tamirinde rastlanabilir. Bu tür çalışmalar, çoğu zaman ara vermeden en fazla birkaç dakika sürdürülebilmektedir. Böyle durumlarda çalışan

kişinin vücudunun tekrar çalışmaya başlayabilecek kadar soğuma süresi, faal olduğu sürenin birkaç katı olmaktadır.

B. Havadaki Bağlı Nemin Etkileri

Normal ortam ısısı koşullarında havanın nemlilik derecesinin önemli bir etkisi olmaz. Ancak, bu koşullarda dahi, aşırı nemden kaçınılmalıdır. Nemlilik, mevcut ortam ısısı koşullarında, işyeri havasını doymuşluk düzeyine kadar getirecek su buharı değerine (yüzde 100 nemli) göre yüzde oranı şeklinde ifade edilir. Böylece elde edilen yüzde değerine “bağlı nemlilik” derecesi diyebiliriz. Isıtılan yerlerde bağlı nem % 40-65 arasında tutulmalıdır. Genelde rölatif nemlilik derecesinin %70 ten yukarı çıkmaması gerekir. Bağlı nemin artması, terin buharlaşmasını engellendiğinden yapışkanlık hissi uyandırır, kapalı bir yerde çalışan insanların, burun ve boğazlarında bir dolgunluk duygusu oluşturur. Bağlı nemin % 30’un altında olduğu yüksek sıcaklıklarda ise gözün dış tabakasında ve solunum yollarında kuruma meydana gelir. Çok kuru havada burun içini, ağız boşluğunu ve soluk yollarını kurutur ve rahatsızlık verir. Bu etki ortam ısısı yükseldikçe daha fazla hissedilir.

C. Hava hareketlerinin Etkisi

Ortam ısısı ve yayılan ısı düzeyleri normal sınırlar içinde iken, ideal hava akımı 150 mm/saniye civarındadır. Hava hareketi 510 mm/saniye’nin üzerine çıktığında, çalışma ortamı esintili kabul edilir. 100 mm/saniye altında hava değişimi olan yerlerde ise, hava hareketlerinin rahatlığı kalmaz ve bu ölçüde hava akımı olan işyerleri havasız etkisi yapar.

Hava hareketlerinin fark edilmesinde, hareket halindeki havanın insan bedenine çarpması sonucu deride meydana getirdiği ısı değişiklikleri rol oynar. Hareketli havanın ısı düzeyi düşük olduğu zaman şikayetler artar. Bunun nedeni, insan bedeninin soğuğa daha duyarlı olmasıdır. Hava akımı aynı kaldığı halde, ortam ısıtılırsa, aynı boyutlarda şikayete neden olmaz. Rahat ısı ortamının üst sınırlarına yaklaşıldıkça, iş görenlerin daha esintili havayı tercih ettikleri bilinmektedir.

D. Isı Işınım Sıcaklığı ve Etkileri

Bir ortamın ısı ışınım sıcaklığı, ortamı çevreleyen ve ortamda bulunan yüzeylerin sıcaklıkları ile ilgilidir. İnsandan ortama olan ısı geçişi, faaliyet türü ve derecesi ile giyim şekline de bağlıdır. Örneğin; nispeten yavaş hareket ettikleri için yaşlılar gençlere göre daha sıcak ortamlarda rahat ederler, üşüdüğümüz zaman üstümüze bir şeyler alırsak [20].

Hava ile temas eden duvar ve pencerelerin, ışınım yoluyla büyük miktarda ısıyı dışarı vermelerini önlemek için, sıcaklık farkının olanaklar çerçevesinde küçük tutulması gerekir. Hava sıcaklığının yeterli olduğu durumlarda bile, soğuk duvar ve pencereler rahatsız edicidir. Bu yüzeylerin sıcaklıkları ile hava sıcaklığının arasındaki sıcaklık farkı $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'den fazla olmamalıdır.

İnsanın ışınım yoluyla çevreye yaydığı ısı günde yaklaşık 4200 ile 6300 kJ arası, yani tüm sıcaklık miktarının % 40-60 kadarını oluşturmaktadır.

3.2.4.5 Isıl Konfor

Kusurlu bir havalandırma ve iklimlendirme yapılması halinde, insanların çalışmaya karşı duyduğu istek bir hayli azalabildiği gibi, genel sağlık durumu da bozulabilir. Havanın temizliği sorunu, dikkate alınması gereken faktörlerden sadece birisidir. Havanın sıcaklığı ve hareketi sorunları ise daha fazla değilse bile, en az temizlik kadar önemlidir [21].

Isıl konfor; insanın, bulunduğu ortamın ısı şartlarından hoşnut olma halidir. İnsan ile ortam arasındaki ısı alışverişini etkileyen büyüklükler ortamın ısı şartlarını oluştururlar. Bunlar ortam havasının kuru termometre sıcaklığı, bağıl nemi, hızı ve ortamın ısı ışınım sıcaklığıdır [20]. Tablo 3.11'de bazı işler için belirlenmiş konfor değerleri mevcuttur [23].

Tablo 3.11: Bazı İşler İçin Konfor Değerleri

Çalışma Şekli	Hava Sıcaklığı °C			Hava Nemi %			Hava Akım Hızı m/s
	Min.	Opt.	Maks.	Min.	Opt.	Maks.	Maks.
Büro İş	18	21	24	30	50	70	0.1
Oturarak Hafif Çalışma	18	20	24	30	50	70	0.1
Ayakta Hafif Çalışma	17	18	22	30	50	70	0.2
Ağır İş	15	17	21	30	50	70	0.4
Çok Ağır İş	14	16	20	30	50	70	0.5

Konfor iklimlendirmesinde, dinlenen veya hafif yoğunluktaki bir işle uğraşan insanların bulunduğu bir ortamda, bağıl nem % 50 havanın sıcaklığı ile ortamın ısı ışınlım sıcaklığı birbirlerine eşit veya yakın değerlerde iken, mevsimin gerektirdiği normal şekilde giyinmiş insanlar için uygun hava sıcaklığı ve hızı, kışın 21°C –22°C ve 0.15 m/s, yazın 24 °C – 26 °C ve 0.25 m/s dir. Yazın bağıl nemi % 35'e düşen bir ortamda, hava sıcaklığı 26 °C'ye yükseltilmelidir [22].

3.2.4.6 Çalışma Ortamında Gerekli Nem ve Sıcaklık Değerlerinin Sağlanması

Soğuğa Karşı Alınacak Önlemler:

- Uygun bir ısıtma düzeniyle işyerinin istenen düzeyde ısıtılması,
- Uygun yerlere yerleştirilmiş çok sayıda küçük ısıtıcı, az sayıdaki büyük ve güçlü ısıtıcılardan daha iyi ve daha dengeli bir ısıtma sağlar,
- Isıtıcılar pencerelerden gelen havanın içeride çalışanlara ulaşmadan önce ısıtılmasını sağlayacak biçimde yerleştirilmelidir.
- Isı yalıtımı yapılmalıdır.
- İşyeri zemini uygun bir malzemeyle kaplanmalıdır.
- İşin özelliği gereği soğuk bir ortamda çalışılması gerekiyorsa işçilere gerekli kişisel korunma teçhizatı verilmelidir.

Sıcağa Karşı Alınacak Önlemler:

- Sistemden doğan ısının ortama yayılmasını önlemek gerekmektedir. Örneğin, fırınların yaydığı ısı, parlak metal paravanlar kullanılarak geniş ölçüde azaltılabilir.

- b. Kazan ve benzeri gereçlerden yayılan sıcaklığın çoğunu, bu gibi gereçlerin üzerine veya çevresine yerleştirilecek davlumbazlarla doğrudan dışarıya vermek imkandır.
- c. Isıyı emen ya da yansıtan özellikle cam yüzeylerden faydalanılabilir.
- d. İşyerinde iyi bir havalandırma düzeni kurulmalıdır. Havalandırma doğal ve mekanik olmak üzere iki şekilde sağlanabilir.
- e. Yansıtıcı iş önlükleri kullanılabilir.
- f. Sıcak havalarda sık sık az miktarlarda sıvı içecekler alınmalıdır.

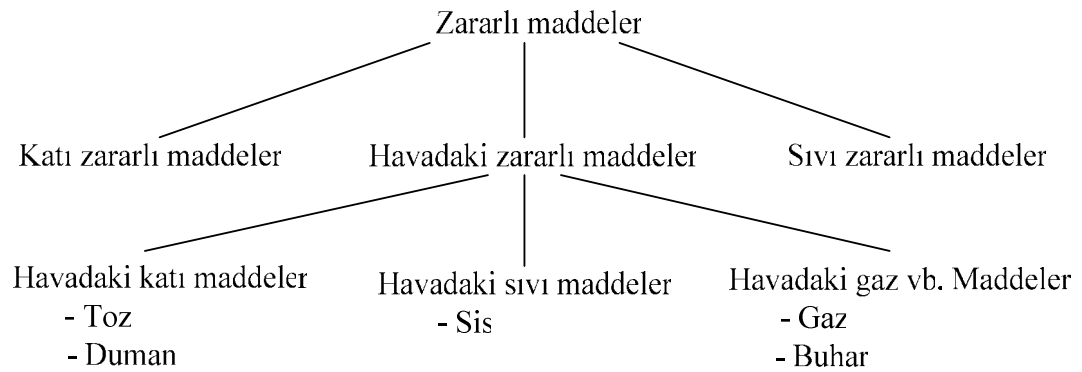
Alınan önlemlere rağmen sıcaklık istenen düzeye düşürülemiyorsa, etki altındaki işçi sayısını azaltmak, uzun ve sık dinlenme molaları vermek gibi organizasyonel tedbirlere başvurulmalıdır.

Neme Karşı Alınacak Önlemler:

Nemin denetimi konusu büyük yatırımlar gerektirmektedir. Nemi kontrol etmek için çeşitli klima gereçleri kullanılmaktadır. Sık sık mola verilerek ve çalışma süresi kısaltılarak aşırı neme karşı bir ölçüde tedbir alınmış olur.

3.3 Zararlı Maddeler ve Havalandırma

Çalışma yerindeki zararlı maddeler kavramı altında bütün katı, sıvı ve havada bulunan zararlı maddeleri toplamak mümkündür. Özellikle önemli olanlar toz, duman, gaz, buhar ve sistir. Zararlı maddeler Şekil 3.9'daki gibi sınıflandırılabilir.



Şekil 3.9: Zararlı maddelerin sınıflandırılması

3.3.1 Önemli Zararlı Maddeler

Zararlı maddeler içinde en önemlileri toz, duman, gaz, buhar ve sistir.

Toz: Toz deyiminden, doğal, organik veya mekanik süreçler sonucunda oluşan çok küçük çaplı katı maddeler anlaşılmaktadır.

Toz metalik, mineral veya bitkisel kökenli olabilir. Tozun zararlı etkisi önemli oranda parçacık büyüklüğüne bağlı olduğu için, tozlar aerodinamik çaplarına göre gruplandırılır. Tozların sağlık yönünden doğurabileceği tehlikeler hakkında yargıya varırken parçacık büyüklükleri yanında;

- Özgül zararlı madde etkilerini,
- Konsantrasyonlarını,
- Maruz kalınan süreleri de dikkate almak gerekir.

İnsan sağlığına zararlı tozlar arasında asbest tozu, kuvars tozu, kurşun tozu ve çimento tozu sayılabilir.

Dumanlar: Dumanlara örnek olarak lehim ve kaynak dumanı, çinko oksidi dumanı sayılabilir.

Gazlar: Gazlar, ortamdaki havaya üç boyutta yayılan elementer veya moleküler yapıda karışımlardır. Bunlar arasında öncelikle karbon monoksit, azot monoksit, azot dioksit, klorhidrik asit, fluorhidrik asit sayılabilir.

Buharlar: Buharlar, sıvı veya katı halleriyle denge durumunda, gaz biçiminde havada bulunan maddelerdir. En önemlileri çözücü buharları olan, benzol, tetrakloretilen, trikloretilendir.

Sisler: Talaşlı imalatta oluşan yağ sisi, en önde gelen sis çeşididir.

3.3.2 Zararlı Maddelerin Etkileri

Endüstride ve çeşitli işyerlerinde, işçi sağlığı açısından önemli sakıncaları bulunan; tozlar, mikroplar, zehirli maddeler ve giderek daha çok işitmeye başlanan radyasyon gibi faktörler, ergonomik açıdan büyük önem taşırlar. Çeşitli, işyerlerinde hijyenik kurallara uyulmadığı için bulunabilen ve çok çeşitli hastalıklara neden olabilen ortam zararlılarının etkilerinin kısaca belirtilmesinde yarar vardır.

Zararlı maddeler solunum, deri teması veya mide-barsak kanalı yoluyla vücuda geçebilirler.Çalışan kişiyi doğrudan doğruya rahatsız etmelerinin yanı sıra, insan sağlığına bir dizi akut ve kronik etkileri olabilir. Gaz ve buharlar tahriş edici, tahrip edici, ekzama yapıcı ve zehirleyici etkide olabilir.Bazı koşullarda yüksek konsantrasyonlu yağ buharı ekzamaya ve akciğer iltihabına yol açabilir. Tozların zehirleyici veya bağ dokusu oluşturuvcu (kanserojen) etkileri olabilir.

Havanın toz tarafından kirletilmesi, yalnız sağlık açısından değil, aynı zamanda fabrikanın veya işletmenin makinaları ve ürettiği mallar için de zararlıdır. Toz en çok solunum sistemini etkilemektedir. Tozun aynı zamanda, solunum sisteminin dışında kulak, göz ve deri için de olumsuz etkileri bulunmaktadır. Tozla devamlı karşı karşıya kalmak çeşitli rahatsızlıklara yol açmaktadır [24].

Ortam zararlıları, özellikle gelişme yolundaki ülkelerde pek çok işçinin hastalanmasına, işgücünü yitirmesine ve önemli sayıda ölümlere neden olmaktadır. Bu zararlıların ilk etkisi, fizyolojik güç ve kapasite kayıpları olduğu için, iş görenlerin verimliliği üzerinde olumsuz etkileri ile önemlidirler. Bu arada, ortam zararlılarına maruziyet, sık sık hastalanmaya ve işten uzak kalmaya neden olduğu için de olumsuz bir etkendir. Tozlara bağlı akciğer hastalıkları bu konuda bir örnek olabilir. Pnömokonyozlar olarak sınıflanan, toz hastalıklarının ön etkileri, işgücü kaybı ve daha ileri şekillerinde ise normal yaşam gücünün tehlikeye girmesidir.

Silisyum, asbest, berilyum, kömür tozu, bitkisel tozlar gibi, zararlı etkileri ile bilinen tozların, iş ortamında belli zararsız düzeylerin üstünde bulunması; silikosis, asbestosis, (kömür tozu hastalığı) ve bagassosis (yada çiftçi akciğeri hastalığı) adları ile bilinen pnömokonyozlara neden olur. Birinci dereceden, akciğer dokusunu etkileyen pnömokonyozlar, akciğer dokusunun sağlıklı fonksiyonunun daralmasına ve iş görenin oksijen alma kapasitesinin düşmesine neden olurlar. Uzun dönemde ölümcül olan çoğu toz hastalıkları, giderek etkisini arttırır ve iş gören, tozlu ortamdaki uzaklaştırılsa bile , kalıcı zararları vardır.

İnsanların oksijen kapasitelerinin daralması ile birlikte, kandaki karbondioksidin vücuttan dışarı atılması da aksayacağından, hücrelerde yorgunluk maddelerinin birikimi hızlanır ve iş verimi düşer.

Bazen, inorganik arsenik, ağır azot gazları, anti-metabolitler olarak bilinen toksik maddeler ve radyasyon, doğrudan kansızlığa neden olurlar. Hemolitik ajanlar olarak

bilinen benzene, nitritler, kolloid gümüş, kurşun ve arsenik gibi toksinler de alyuvarları tahrip ederek, kansızlık reaksiyonlarına neden olurlar.

3.3.3 Zararlı Maddelerden Korunma

Zararlı maddeler konusunda iş düzenlemesi ile ilgili önlemlerde belirli bir sıra izlemek gerekmektedir :

- Zararlı maddelerin oluşumunda teknik/teknolojik önlemler.
- Zararlı maddelerin yayılmasına karşı alınacak önlemler.
- Zararlı maddelerin etkilerine karşı alınacak önlemler.

Zararlı maddelerin oluşumunda alınacak teknik/teknolojik önlemlere örnek olarak zararsız malzemelerin kullanılması, kaynakta tozun azaltılması veya yok edilmesi ve iş tekniğinin değiştirilmesi verilebilir. Bunlar oldukça büyük bir maliyete sahip olamkla beraber uzun vadede büyük faydalar sağlamaktadır.

Zararlı maddelerin yayılmasına karşı alınacak önlemler ise aşağıdaki gibi olabilir :

- Kapalı sistemlerin bulunması,
- Zararlı maddelerin kaynağında havanın emilmesi,
- Havalandırma tekniği ile ilgili önlemler.

Zararlı maddelerin etkilerinden korunmak için:

- Solunum organlarını koruma araçları,
- Eldivenler,
- Koruyucu gözlükler,
- Koruyucu ayakkabılar,
- Önlükler,
- Koruyucu elbiseler kullanılabilir.

Bunların yanısıra zararlı maddelerin doğurabileceği zararlar konusunda eğitim verilmesi de gerekmektedir.

3.3.4 Havalandırma

İnsanlar yaşamak ve çalışmak için belli miktarda oksijen tüketmek durumundadır. Tüketilen oksijen miktarı, yapılan işin niteliğine göre değişiklik gösterir. Ağır işler için daha fazla oksijen gerekirken hafif işler için daha az oksijen yeterli olmaktadır. Bu oksijen miktarı hem çalışanın sağlığı hem de işin daha verimli yapılması açısından önemlidir. Çalışılan yerde, devamlı bulunan her çalışan için belirlenmiş minimum hava hacmi ve sürekli yenilenmesi gereken hava miktarı Tablo 3.12’de görülmektedir [25].

Tablo 3.12: Tavsiye edilen optimum hacim ve hava değişim miktarları

İşin Niteliği	Kişi Başına Hacim (m³)	Temiz Hava Sağlama Oranı (m³/saat)
Çok Hafif	10	30
Hafif	12	35
Normal	15	50
Ağır	18	60

Asgari hava gereksinimi olarak belirlenmiş bu değerlerin, çalışma alanlarına yerleştirilecek işletme donanımları ile daha da azaltılmaması gerekir. Yapay havalandırmada, havalandırma ünitelerinin gereken kapasitede seçilmesi gerekir.

3.4 Vardiya Sistemleri

Firmalar makinaların boş kalmaması için dönüşümlü olarak işçi çalıştırırlar. Gemilerde ise geminin gece durması söz konusu olmadığı için 24 saat boyunca devam eden sürekli çalışma söz konusudur. Farklı saatlerdeki çalışma aralıklarına vardiya denir. Farklı işletmelerin farklı vardiya sistemleri olabilmektedir. Gemilerde vardiya sistemi hemen hemen her gemide aynı olacak şekilde düzenlenmiştir ve gemideki çalışanın pozisyonuna göre ayarlanmıştır.

Gemideki vardiya sistemlerinde 24 saat sürekli çalışmanın sağlanabilmesi için insanların günlük çalışma saatleri 24 saat içine yayılır. Zira geminin gece durması

söz konusu değildir. Teknolojinin gelişmesiyle yeni yapılan gemilere otomasyon sistemlerinin entegre edilmesi bu durumu biraz daha farklılaştırarak gün içinde 8 saatlik çalışma mesaisi gerçekleştirilirken, geceleri de bir mühendis nöbetçi olarak görevlendirilmekte ve normalde istirahat halinde olup alarm çalması durumunda olaya müdahale etmektedir. 24 saat vardiya tutulan gemilerdeyse bir mühendis ve bir yardımcı eleman (yağcı, silici, lostromo) olmak üzere vardiya dağıtımı yapılır. Gemilerde başmühendis, ikinci mühendis, üçüncü mühendis ve dördüncü mühendis olmak üzere 4 mühendis görev yapar. Başmühendis vardiya tutmaz. Diğerlerin vardiya saatleri ise şöyledir:

2. Mühendis: 04:00-08:00 ile 16:00-20:00.
3. Mühendis: 12:00-16:00 ile 00:00-04:00.
4. Mühendis: 08:00-12:00 ile 20:00-24:00.

Gece vardiyalarında ciddi bakım işleri yapılmazken, operasyonun sağlanması ve hafif bakım işleri yürütülür.

Karada çalışanlar üzerinde vardiya sisteminin etkileri hakkında birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda vardiya sisteminin etkileri şöyledir: uyku süre ve kalitesi, günlük iş ve yaşam ritmi, sağlık şikayetleri, iş memnuniyeti, uyanıklık (alarmada olma), zihinsel performans ve kazalar [26].

Alekperov 1988 de denizde çalışan 120 mürettebat üzerinde yaptığı çalışmada vardiya sisteminin etkilerini; kalp atış oranı, atardamarlarda yüksek basınç, kalbin pompalama kapasitesi, merkezi sinir sisteminin görsel-işitsel uyarıcılarında algılama sorunu, dikkat, konsantrasyon ve el kaslarının statik yüklenmelerde kuvvet ve dayanıklılık problemleri olarak belirlemiştir [26].

3.5 Deniz Şartları ve Etkileri

Denizcilik sektörü büyük oranda uzun mesafede çalışan ticari gemilerden meydana gelmektedir. Ticari gemiler yükleme ve boşaltma limanları arasında durmaksızın, vardiyalı sistemle yol alırlar. Bu süreçte kanal, boğaz vb. nedenlerle engeller bulunmadıkça seyir sürekli olarak devam eder. Bu süreç değişik çalışma ve hava koşullarına bağlı olarak bir çok rahatsızlıkları ve sağlık problemlerini beraberinde getirir. Bunların başında hem gemide çalışan personeli hem de yolcuları olumsuz

yönde etkileyen “deniz tutması” gelmektedir. Deniz tutması kişileri farklı şekillerde etkiler ve çoğunlukla bu etki mide rahatsızlığı, mide bulanması, uyuşukluk, huzursuzluk, terleme, bulantı ve kusma şeklindedir. Stevens ve Parsons (2002)’e göre deniz tutmasının sonuçlarından biri de motivasyon bozulması ve gemide kritik emniyet işlemlerine duyulan endişenin artmasıdır [27].

Bir topluluğun yarısından çoğunu deniz tutar ve yeterli sertlikte hareket sağlanırsa herkesin etkilenmesi sağlanabilir. Kısa bir deniz tutması sürecinde sadece temel bakım-tutum görevlerinde başarı sağlanırken ikincil önemdeki bakım-tutum görevlerinde sağlanamamaktadır [28].

Deniz tutmasının nedeni organlar arasındaki duyuşal hareketlerin çatışmasıdır; iç kulak içindeki iletişim sistemde salyangoz kanalı dönme hareketlerine cevap verirken, otolitler dönüşel kuvvetleri algılar. Görme sistemi baş ve çevre arasındaki nisbi hareketi, vücudun hareket edip etmediğı sonucuna göre algılar. Sinir sistemi organlar ve sistemler arasındaki algılayıcıları içerir ve kaslar hareketleri algılar.

Normal koşullar altında bu üç sistem hareketleri belirsizlik içinde algılar. Ancak, bazı durumlarda duyular çelişkilili sinyaller iletir ve bu da deniz tutmasına neden olur. Gemi içindeyken deniz, ufuk ve kara ile ilgili görsel referansların olmadığı durumlarda; işitme sistemi hareketleri görme referansı olmadan algılar, böylece işlevini normal şekilde gerçekleştirir. Fakat gemiden deniz hareketleri izlendiğinde, görme ve işitme sistemleri arasında çelişki sinyalleri meydana gelebilir. Benzer durum simulatör kullanımında ekrandaki deniz görüntüsünün hareket ettirilmesi ile gerçekleştirilebilir.

Şiddetli gemi hareketleri insan yeteneklerini kumanda etme, kontrol etme, iletişim kurma, navigasyon, günlük bakım-tutum yapma ve yemek hazırlama gibi işlerde kısıtlamaktadır. Acil bir durumda, denizde yakıt alımı ve hasar kontrolü gibi operasyonlar da çok ciddi zarar görür [29].

Denize elverişlilik, geminin her koşulda denizde kalabilmesini ve operasyonel görevlerin yerine getirilmesini içeren dayanıklılık, manevra kabiliyeti ve dalga hareketlerine cevap verebilme gibi gemi dizayn karakteristiklerinin hepsini içerir. İnsan faktörü açısından, gemi hareketleri insanları etkilemektedir. Hareket eden bir platformun etkilerinden dolayı kişi için görev daha zor bir hal almakta ve insanlar

daha düşük bir performansla çalışabilmektedir. Tablo 3.13 ve 3.14’de deniz hareketlerinin mürettebat üzerindeki etkisi görülmektedir [28].

Table 3.13: Mücadele etkisi kaybı, 3000 Dwt, 108m bir gemi için

Deniz Durumu	Dalga Yüksekliği (m)	Etki
1-4	2,5’e kadar	Yok
5	2,5-4	Rahatsızlık, işler daha çok zaman alır, duyularda bazı etkiler olur
6	4-6	Mürettebatın yaklaşık yarısını deniz tutar, uyku zorluğu, herkes yorgun bazıları bitkin, zor helikopter operasyonu
7 ve üzeri	6 üzeri	Verimsiz bir gemi

Tablo 3.14: Mücadele kaybı oranı, 3000 Dwt gemi için

Deniz Durumu	% Kayıp
5	10
6	30
7 ve üzeri	95

Hareketli bir platform üzerinde çalışan birinin performansının farklı birkaç şekilde düşmesi söz konusudur. Ağır deniz şartları vücut hareketlerinde, toplam motor kabiliyeti (gross motor skill) ve hassas motor kabiliyeti (fine motor skill) de fiziksel sınırlamalar doğurur. Bunlar, makine operasyonlarını gerçekleştirmek için gerekli olan ayakta durma, yürüme, bakım-tutum ve işletim işlerini içerir. Toplam motor kabiliyeti insanın büyük kas gruplarının ve bütün vücut hareketlerinin istemsiz olarak yapılmasını sağlayan mekanizmadır. Hassas motor kabiliyeti ise küçük kas grupları ve göz-parmak ilişkisini sağlayan ve düzenleyen mekanizmadır. Hassas motor kabiliyeti kontrollerin hassas ayarını, bilgisayar işlemlerini ve elektronik cihaz ve panellerin bakım tutum işlemlerini ilgilendirir [29].

Hareketli bir platform üzerinde gerçekleştirilen fiziksel faaliyetler yorgunluğa ve tüm performansı düşürmeye sebep olacak olan zihinsel çabalardaki kötüleşmeye, bunların sonucunda da kaza potansiyelinin artmasına sebep olur.

Tablo 3.15: Tahmin edilen deniz tutması olayı oranları

Gemilerin tonajı (Dwt)	Tahmin edilen deniz tutması oranı (%)
200	67
1000	62
3000	55
5000	50
10000	41
15000	35
20000	29
30000	22

Hareketten kaynaklanan bir başka rahatsızlık da tutma (deniz tutması vs.) olup performansı düşüren bir başka etkidir. Deniz tutması bunun en güzel örneği olup performansa etkisi çok büyüktür. Tablo 3.15’de farklı Dwt gemilerdeki deniz tutması yüzdesi görülmektedir [30].

Bu fiziksel zorluklar ve insanların tepkileri farklı gibi düşünülebilir ama bu tepkiler bir arada gerçekleşir.

Bunun yanında gemi hareketinden kaynaklanan yorgunluk söz konusudur. Bu bağlamda yorgunluktan kastedilen mana uyku yetersizliği veya deniz tutmasından çok “gayret sonucunda yıpranma” gibi bir biyodinamik problem veya sonuçtur [31].

1989 yılında Colwell denizcilikte biyodinamik problemleri incelerken, gemi hareketinden kaynaklanan yorgunluğun gerçekten çok önemli olduğunu ve yüksek oranda hatalara sebep olduğunu iddia etmiştir [32].

Kuvvetli gemi hareketleri işlerin yapılmasının yanısıra vücut pozisyonunu korumak için de ayrıca bir efor sarf edilmesine sebep olduğu için mürettebatın enerji harcamasını artmasına da sebep olur [33].

Ayrıca gemi hareketlerinden dolayı uykunun bölünmesi de iyi dinlenmeyi engellediği için ayrıca yorgunluğu artırıcı etki gösterir. İşçiler yeni güne iyi dinlenmeden yani yorgun olarak başlarlar.

4. İNSAN PERFORMANSINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

İnsan performansı birim zamanda üretilen mal veya hizmetle ölçülür [34]. İnsanların çalışmaları esnasındaki durumları, çevresel faktörler ve organizasyonel faktörler gibi etkenler insan performansına etki etmektedir.

İnsanın performansının seviyesi sürekli değişmektedir. Farklı kişilerin performans seviyeleri farklılık gösterdiği gibi aynı kişinin zaman içerisinde performans seviyesi de farklılık gösterir. İnsanın kendi performans seviyesinin zaman içinde farklılık göstermesinin çeşitli sebepleri vardır. Bu sebepler aşağıda belirtilmiştir [5].

4.1 Performans farklılıklarını doğuran faktörler

Kişisel Faktörler

- Cinsiyet.
- Yaş.
- Vücut tipi.
- Sağlık durumu.
- Çalışma şekli.

Durumsal Faktörler

- Sıcaklık, nem, gürültü, titreşim gibi çevre faktörleri.
- Çalışma yerinin genel temizliği.
- Çalışma zamanları ve molalar.
- Elde edilebilirlik (çalışma anında ulaşabilme kolaylığı).
- Gözlemcilerin davranışları.
- Çalışma arkadaşlarının davranışları.
- Sendika temsilcileri.
- Ödüllendirmeler, yan gelirler.
- Organizasyonel yapı.

Görev ve Düzenek (Ekipman) Karakteristikleri

- Algılama karakteristikleri.
- Motor yetenekler.
- Görevin karmaşıklığı.
- Kısa ve uzun dönemli hafıza kullanımı.
- İşteki frekans ve tekrarlama.
- Süreklilik.
- Geri besleme.
- Takımsal yapı.
- İnsan ile makina arasındaki görev kesişimi.

İş Yönergeleri

- İstenilen prosedürler.
- Yazılı yada sözlü bilgilendirmeler.
- İş metodları.
- İşletme içi iş özellikleri.

Psikolojik Stresler

- Görevin hızı.
- Görevdeki yüklenme derecesi.
- Kaza yapma riski.
- Monotonluk ve işin anlam-ısızlığı (anlamsızlaşması).
- Aşırı dikkat.
- İşte bulunmamayı güçlendiren faktörler.
- Duygusal depresyon.
- Dikkat dağılımı.

Fizyolojik Stresler

- Fizyolojik yorgunluk.
- Açlık ve susuzluk.
- Oksijen yetersizliği.
- Hareketlerdeki özellik.
- Fiziksel egzersiz yetersizliği.

Bireysel Faktörler

- Daha önceki iş deneyimi.

- Halihazır işteki pratik yapma ve yetenek geliştirme.
- Kişisel ve zeka değişkenleri.
- Motivasyon ve davranış.
- Aile ve diğer sosyal faktörlerin etkisi.
- Grup içindeki birey davranışı.

Ölçüm Faktörleri

- Doğrudan ölçüm faktörleri.
- Öngörülen verilerin doğruluk dereceleri.
- Öngörülen zamanda tamamlama.
- Reaksiyon zamanı.

Dolaylı Değerlendirme Faktörleri

- Birimler için öngörülen zaman süreleri.
- Ürünlerin dış görünümü.

Başarı Faktörü

- Ürünlerin hurda miktarları ve düzeltilme oranı.
- Hata ve kaza oranları.
- Çalışılan saatlere göre kaza oranları.
- İlgili istatistikler.

İnsan performansı; olumlu çalışma koşulları, bireyin nitelikleri ve kullandığı araçlara bağlı olarak artar [35].

Performans farklılıklarını doğuran faktörlerin en önemlileri kişisel ve çevresel faktörlerdir.

4.1.1 Kişisel faktörler

Bireylerin kendi kapasitelerinden dolayı oluşan farklı performans seviyelerinin sebepleridir. Bunlar cinsiyet, yaş, vücut tipi, sağlık durumu ve çalışma şeklidir.

1) Cinsiyet: Fiziksel kapasitenin değişmesinde önemli bir etkidir. Örneğin kas kesiti kuvvet üretiminde oldukça belirgindir. Vücutta bulunan kas miktarı üretilebilecek kuvvet miktarını da belirler. Cinsiyete göre vücut ağırlığının bileşenlerine oranı Tablo 4.1’de görülmektedir.

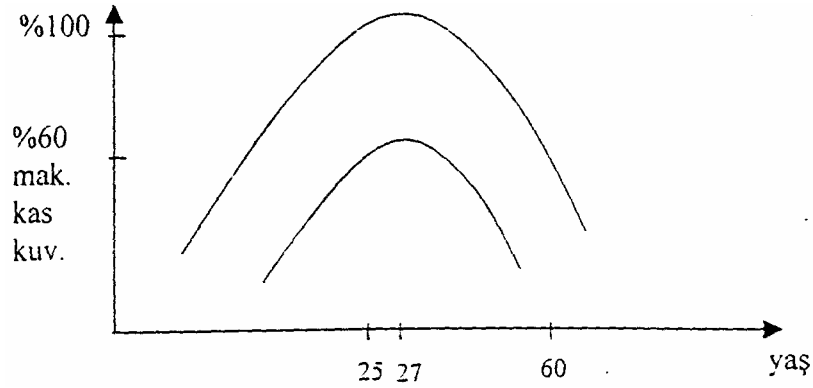
Tablo 4.1: Cinsiyete göre vücut ağırlığının bileşenlerine oranları

Vücut ağırlığı bileşenleri	Erkek (%)	Kadın (%)
Kas dokusu	41,8	35,8
Yağ dokusu	18,2	28,2
İskelet	15,9	15,1
Diğer dokular	24,1	20,9

Bununla birlikte fizyolojik ölçüler dolayısıyla bazı sektörde bazı işlerde kadınlar bazılarında da erkekler tercih edilebilir. Örneğin elektrik montaj işlerinde ellerin küçüklüğü dolayısıyla daha çok kadınlar tercih edilebilir.

2) Yaş : Genellikle fiziksel performans etkenleri yaş ile düşmektedir. Kuvvet üretimi algılama ve reaksiyon hızı, soyut ilişkileri anlama hızı yaşla azalır. Kısa dönemli hafıza ve karmaşık görevlerde tepki yaş arttıkça azalır.

Diğer taraftan iş ve meslek deneyimi, kapsamlı düşünme yeteneği, sosyal işbirliği yeteneği, güvenilirlik, sorumluluk bilinci ve monotonluğa dayanım yaş arttıkça artmaktadır.



Şekil 4.1: Yaş-Maksimum Kas Kuvveti Grafiği

Şekil 4.1'de görüldüğü gibi bir erkeğin 60 yaşındaki kas kuvveti halen maksimum kas kuvvetinin % 68'ini oluşturmaktadır.

3) Vücut tipi: Aynı cins olsa dahi vücut tipi ve dolayısıyla vücut bileşenlerinin farklı yüzdeleri değişik kuvvet seviyelerinin oluşmasına neden olur.

4) Sağlık durumu : Özellikle kassal çalışmalarda sağlık durumu çok önemlidir. İş için gerekli kas gücünü üretebilecek sağlık durumunda bulunulmalıdır.

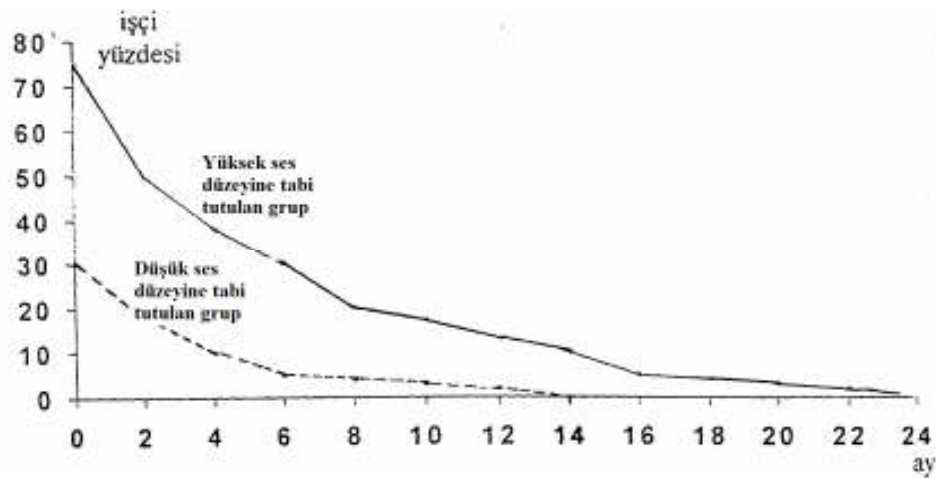
5) **Çalışma şekli:** Her insanın kendine özgü bir çalışma şekli vardır. Bazıları hızlı çalışmasına rağmen duyarlılığı zayıftır. Diğerleri daha yavaş ancak etkin ve hatasız çalışabilir.

4.1.2 Çevresel Faktörler

Görevler, insan performansı için sınırlar ve güçler göz önünde bulundurularak ergonomik prensiplere uygun tasarlanmalıdır. Doğru işte doğru insanın kullanılması (iş-insan uyumu) insanların iş yükünü azaltırken, iş sonuçlarının da çok daha verimli olmasını sağlar. Fiziksel olarak iş-insan uyumu tüm çalışma yerinin tasarımını ve çevresel şartları içerir. Zihinsel uyuma kişinin bilgi ve karar verme gereklilikleri ile görev ve risk algılarından oluşur. İş gereklilikleri ve insan kabiliyeti arasındaki uyumun sağlanamaması insan hatası potansiyelinin doğmasına sebep olur.

4.1.2.1. Gürültünün İnsan Performansına Etkileri

Birçok endüstriyel araştırmalar gürültü olmayan ortamlarda gürültü olanlara göre verimliliğin daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Bu konudaki bir araştırmasında iki farklı deney grubunu incelenmiştir. İlk grup yüksek ses düzeyine maruz kalarak çalışırken, ikinci grup düşük ses düzeyi olan bir ortamda çalışmıştır. İlk grup iki yıl içinde yüksek kaza oranı ile düşük bir performans göstermiştir. İkinci grup ise düşük kaza oranı ile yüksek performans göstermiştir. Sonuçları gösteren grafik incelendiğinde ilk grubun % 80'inin en az bir kazaya uğradığını görülür. Aynı oran az gürültü ile çalışan grupta % 30 civarındadır. Bu dikkat çekici fark gürültünün insan performansına etkisinin zaman zaman çok önemli seviyelere ulaştığını göstermektedir [36].



Şekil 4.2: İki yıl içinde kazaya uğrayan işçi yüzdesi grafiği

Farklı ses düzeyindeki kazaları gösteren Şekil 4.2’de yatay eksen iki yıl içindeki toplam iş kazası sayısını gösterirken dikey eksen kazaya uğrayan işçi yüzdesi göstermektedir [5].

Bazı araştırmacılar bu farkın ses düzeyinden kaynaklanmadığını aslında ses düzeyi yüksek ortamların diğer çevresel koşullardan da etkilendiğini; farkın dikkat çekici olmasının buradan kaynaklandığını ortaya atmaktadırlar. Ancak gürültünün olumsuz etkileri çok açık bir gerçektir.

Ses karmaşasının gürültü olarak algılanması sadece sesin yoğunluğuna değil, ses karmaşasının içerdiği enformasyon oranına ve algılayan kişinin sesi nasıl karşıladığına bağlıdır. Gürültü yüklenmesi ses basıncı ve çalışan kişinin özelliklerine bağlıdır. Buna bağlı olarak ruhsal ve bedensel reaksiyonlara; işitme organının ve diğer organların zarar görmesine neden olabilir.

Müsaade edilen 85 dB şiddetindeki ses düzeyinin üzerinde gürültü yükü altında kalan kişilerde duyma kaybı oluşur. Enformasyon algılama ve işleme sürecinde gürültü insanın performansını büyük ölçüde olumsuz yönde etkileyebilir. Özellikle konuşarak haberleşme ve sinyallerin tanınması gibi etkinlikler gürültünün bastırma özelliği ile engellenebilir. Gürültü yükü altında sadece enformasyon algılama ve enformasyon işleme etkinlikleri değil, aynı zamanda işin yerine getirilme biçimi de olumsuz yönde etkilenir. Örneğin gürültünün özellikle el becerisini ve hareket akışlarını etkilediği belirlenmiştir. İş yapma zamanı yani aynı iş için gerekli süre yüksek ses düzeyinde çok daha fazladır. Ayrıca gürültü yorgunluğa neden olduğu için insan performansını olumsuz yönde etkiler.

Tablo 4.2’de gürültünün performansa etkileri görülmektedir [15].

Tablo 4.2: Gürültünün insan performansına etkileri

Ses Seviyesi, dB	Etki
100	Alarmlara karşı uyanıklıkta ciddi düşüş. Dikkat dağınıklığı. 600-1200 Hz arasında, korunma olmazsa geçici duyma kaybı. Çalışanların çoğu bu ses seviyesini kabul edilmez bulur.
95	Çalışanların gürültülü olduğunu beklediği çalışma alanlarında kabul edilebilir üst limit. 300-1200 Hz arasında geçici duyma kayıpları oluşur. Konuşma oldukça güçleşir, insanlar doğrudan karşısındakinin kulağına konuşsa da bağırarak zorunda kalır.
90	Değerlendirme yapan bir grubun en az yarısı gürültülü bir ortam beklmelerine rağmen çok gürültülü olduğuna karar verir.300-1200Hz arasında geçici duyma kaybı oluşur. Kabiliyet hataları ve zihinsel kapasitede düşüş sıklaşır. Rahatsızlık faktörü yüksek ve belirli fizyolojik değişiklikler sıkça oluşur. (göz bebeği büyümesi, kan basıncı artması, kalp atış hızında azalma gibi). İyi bir kulaklık olmadan radyo veya telsiz dinlemek imkansız.
85	150-1200 Hz arasında gürültülü kabul edilen ortamlar için kabul edilebilir üst limittir. 300-1200 Hz arasında geçici duyma kayıpları oluşur. Üst konfor limiti olarak belirlenmesine rağmen zihinsel performansta düşüş beklenebilir, özellikle karar vermenin gerekli olduğu yerlerde.
80	İletişim zorluğu vardır (insanlar 0,3 metreden daha az mesafede bile bağırarak iletişim kurmak zorundadır). 1 saatten sonra net düşünmek zorlaşır.Mide kasılması ve metabolizma hızında artış olabilir. Sınırlandırılmış hacimlerde çalışanlardan ciddi şikayetler beklenir.
75	İyi bir telefon görüşmesi için çok gürültülü.Karşılıklı konuşmada 0,68 metre uzaklıkta sesi yükseltmek gerekir.Çoğu insan bu ortamı oldukça gürültülü bulur.
70	Normal iletişim için üst limit. İnsanların birbirine yakın olması durumunda (1,8 metre ve yakını) sanayi ve gemi gibi gürültülü ortamlarda çalışanlar için kabul edilebilir seviye. Korunmasız olarak telefon görüşmesi zordur. (Telefon görüşmesi için üst limit 68dB'dir.)
65	Gürültülü bir ortam bekleyenler için kabul edilebilir seviye.Aralıklı iletişim için kabul edilebilir. Bir deneme grubunun yaklaşık yarısı uyuma zorluğu çeker.
60	Yemek yeme, sosyal iletişim ve dinlenme faaliyetleri için üst limit. Çoğu insan genel günlük yaşam şartları için iyi kabul eder.
55	Sessiz bir ortam bekleyenler için üst limit (150-2400 Hz.). 2,4 metreden fazla uzaklıktan iletişim kurmak için sesin hafifçe artırılması gerekir. Sese karşı hassas olanlar için hala rahatsız edici bir seviyedir.
50	Sessiz bir ortam bekleyenler için kabul edilir seviye. 2,4 metreye kadar normal iletişim mümkündür.
40	Sessiz olarak herkes için çok kabul edilir seviye.Sessiz yaşama yerleri için kabul edilen üst limit. Buna rağmen bazıları uyuma zorluğu çekebilir.
30	Özel dinleme testleri için gerekli seviye (sinyal algılama eşiği belirleme gibi)
30'dan düşük	Yeni problemlerle karşılaşılır: düşük seviyeli, aralıklı sesler rahatsız edici olur. Bazıları için aşırı sessizliğe alışmakta güçlük olabilir. Çok azı psikolojik olarak rahatsız olabilir.

4.1.2.2. Sıcaklığın İnsan Performansına Etkileri

Yapılan işin niteliğine göre ortam sıcaklığının insan performansına ve iş verimliliği üzerine etkileri tartışılmaz bir gerçek olarak ortaya konmuştur. Çalışanların çevresel sıcaklıkla etkileşimi şöyle özetlenebilir;

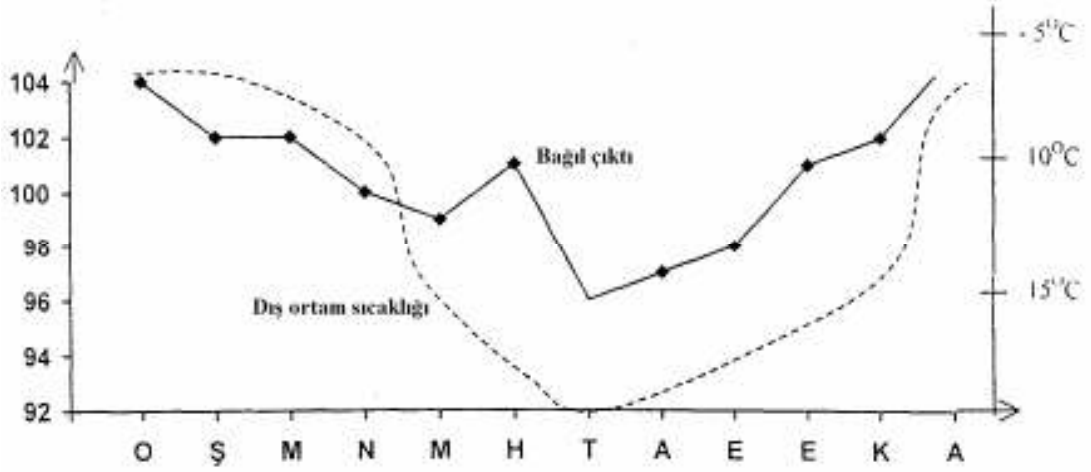
- a. Rahatsızlık.
- b. İş veriminde düşüş.
- c. İş kazalarında artma.
- d. Fizyolojik risk altında çalışma.
- e. Vücudun organik fonksiyonlarının yavaşlaması ya da durması.
- f. Aşırı sıcaklık düşüşü ya da yükselmesi sonucu acı duyulması.

Yapılan araştırmalar işin niteliğine göre soğuk veya sıcak ortamlarda çalışma verimliliğinin düştüğüne göstermektedir. Bazı araştırmaların sonuçları Tablo 4.3’de verilmiştir.

Tablo 4.3: Bazı sektörlerde sıcaklığın insan performansına etkileri

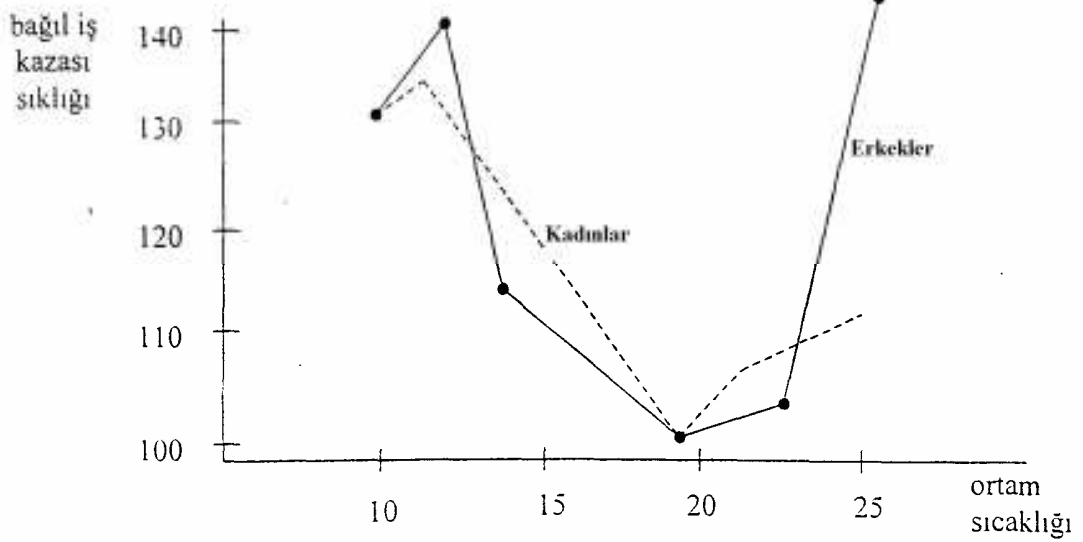
Araştırmayı Yapan	Araştırmanın Yapıldığı Sektör	Sonuç
Farnev	Cam sektörü	Yazın düşük verimlilik
Vernon	Çelik Endüstrisi	Yazın düşük verimlilik
Vernon	Demir sac işçileri	Sıcaklık > 24° ise verim düşük
Wyalt	Tekstil işçileri	Sıcaklık 17°’den 32°’ye çıktığında verim düşük
Vernon	Kömür Madenleri	Sıcaklık 20°’den yukarı çıktıkça kaza oranı artmaktadır
Vernon	Cephane Endüstrisi	

Bu çalışmalardan sac işçileri dikkate alınarak gerçekleştirilmiş olan araştırmanın sonucunda aylara göre bağlı çıktı düzeyini veren grafik Şekil 4.3’de verilmiştir. Bu grafikte artan sıcaklığın etkisinin çok büyük olduğu net bir şekilde görülmektedir.



Şekil 4.3: Aylara Göre Bağlı Çıktı Grafiği

Yüksek ve düşük sıcaklığın etkileriyle ilgili yapılan bir diğer araştırmada ise değişen sıcaklığa göre kadın ve erkek gruplarında oluşan bağlı iş kazası sıklığı incelenmiştir [37].



Şekil 4.4: Sıcaklık ile Cinsiyet Gruplarında Oluşan Bağlı İş Kazası Sıklığı

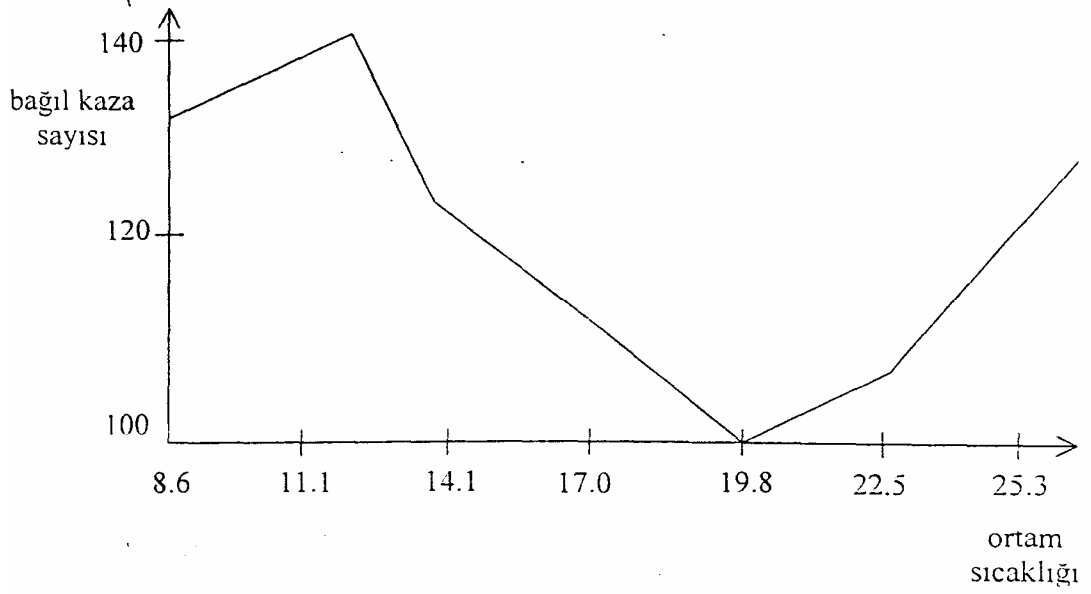
Şekil 4.4'deki grafikten düşük sıcaklıkta da, yüksek sıcaklıkta da iş kazalarının arttığı görülmektedir. Soğğun el becerisine etkisini araştıran çalışmalar küçük parçaların montajında el sıcaklığının 25°'den 10°'ye inmesine karşın performans yeterliliğinin % 80'den % 40'a indiğini göstermektedir.

Genel olarak insanın vücut sıcaklığının 37°C civarında olduğu ancak bu değerden çok küçük sapmalar olabileceği bilinir. Bu sapmalar belli sınırları aştığında insan sıcak ve soğuktan çok değişik biçimlerde etkilenerek çeşitli hastalıklara

yakalanabilir. İnsan için sıcak ve soğuk çalışma ortamında yüklenebileceği yük ve dayanabilirlik sınırları ile aşırı sıcak ve aşırı soğuktan korunma ve nihayet insanların karşılaşabilecekleri rahatsızlıklar daima vardır. Çalışan insandan beklenen performansı alabilmek için o insana sağlanan çalışma tekniği, çalışma yöntemi ve çalışma koşullarına bağlıdır. Bu koşullar ise üzerinde çalışılan işi etkileyen teknik, ekonomik, örgüt yapısı ve sosyal faktörlerden meydana gelir. Ancak burada en aza indirildikleri durumlarda iş akışını etkileyen dolayısı ile verimin artmasına yol açan çevre koşullarından sıcak ve soğğun insan üzerindeki etkileri incelenmeğe değerdir. Yapılan araştırmalar insanın vücut sıcaklığının 37° civarında olduğu ve bu değerden çok küçük sapmalar gösterebileceği yönündedir. İnsan vücudu yaratılışı gereği kaslarda ve özellikle cilt sıcaklığında meydana gelebilecek değişiklikleri kaldıracak yapıdadır. Örneğin sürekli hareket ve kuvvet gerektiren vücut sıcaklığı birkaç derece artabileceği gibi soğuk havada da cildin sıcaklığı normal cilt sıcaklığının birkaç derece altında olabilir.

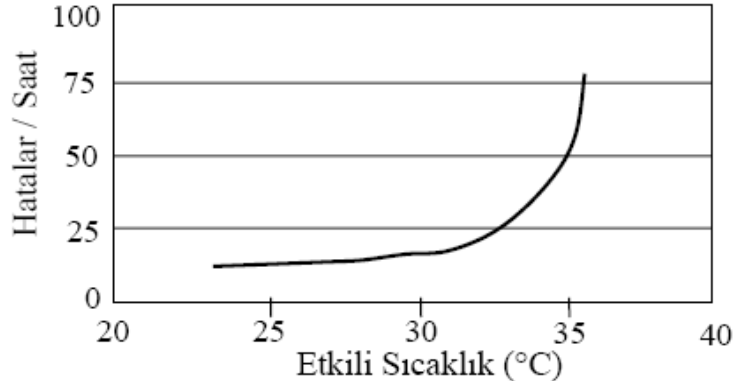
Düşük çevre ısısının hakim olduğu geniş bir alanda istenmeyen ve insan performansına etki eden soğuk etkilerden korunmak için gerektiği gibi giyinmek lazımdır. Bazı özel durumlarda örneğin Orta Avrupa'da ortaya çıkan çok düşük sıcaklıklarda ısı izolasyonu için korumalar, kılıflar geliştirilmiş ancak bunların da oldukça ağır olduğu ve insan çalışmasını ve vücut hareketlerini kısıtladığı görülmüştür. Soğuk çalışma ortamlarında yetersiz giyinme uyanıklık, dikkatlilik ve reaksiyon süresini olumsuz şekilde etkiler ve motorik duyuların koordine edilebilmesinde de düşüşler söz konusu olur. Soğuk bir ortamda yeterli bir çalışma elbisesi ile görevini yapmağa çalışan kişiler çıplak elle bir iş yaptıklarında becerilerinde bir düşüş olabileceği gibi soğuk algınlıklarına da yakalanabilirler.

İnsanların yaş, cinsiyet, ısı ortamına alışkanlık düzeyi ve genel kültürlerinin ısı stresi konusundaki subjektif değerlendirmeleri etkilediği görülmüştür. Erkeklerle bakarak kadınlar ve yaşlılara bakarak genç işçiler, rahatlık açısından daha yüksek ısı düzeylerini tercih etmektedirler. Performans yaklaşımı ile yapılan araştırmalarda belli bir sınır değere kadar önemli farklar görülmemesine rağmen strese sebep olacak ölçülerdeki sıcak ve soğuk ortam durumlarında iş becerisi, işlemlerin doğruluğu gibi verimliliğe yansıyan yeteneklerin düştüğü ve en önemlisi de iş kazalarının arttığı ortaya çıkmıştır. Şekil 4.5'de iş kazası sayısının sıcaklığa bağlı değişimi görülmektedir [38].



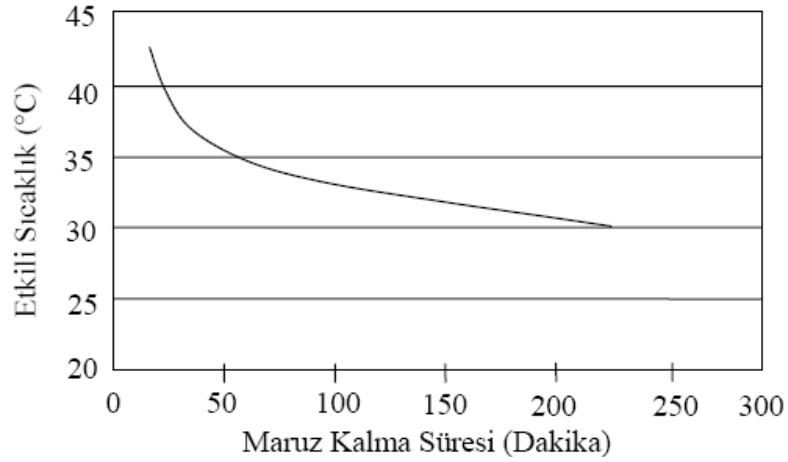
Şekil 4.5: Ortam sıcaklığı ile bağlı iş kazası sayısı

Mackworth (1946) sıcaklığın insan faktörü üzerinde etkisi ile ilgili yaptığı çalışmalar sonucunda, sıcaklığın 30°C'yi aşmasından sonra hatalarda, şekil 4.6'da gösterildiği gibi şiddetli artış olduğunu belirtmiştir [39]. Bu da bize çalışma şartlarında üst sıcaklık sınırını geçmemesi gerektiğini veya elverişli sıcaklık aralığını göstermektedir.



Şekil 4.6: Etkili sıcaklığın bir fonksiyonu olarak hataların izlenmesi

Çalışma şartlarında sıcaklık değerinin yanı sıra etkili sıcaklığa maruz kalma süresi de önemli bir etmendir. Şekil 4.7'de gösterildiği gibi etkili sıcaklık değeri 30°C'yi geçtiğinde, zarar görmemiş zihinsel performans süresi hızla azalmaktadır [40].



Şekil 4.7: Zarar görmemiş zihinsel performans için üst sınır değeri

4.1.3. Yaşın insan Performansına Etkisi

İnsanın yaşı ilerledikçe algı organlarının etkinliğinde genel bir gerileme görülür. Örneğin göz merceğinin esnekliği erken çocukluk yaşlarından başlayarak gitgide azaldığından, yaşlanma sonucu görme fonksiyonunun gerilemesini doğal kabul etmek gerekir. Görme netliği görme alanı genişliği, derinlik algılaması ve renk ayrımı gibi duyulardaki gerilemeler genelde 40 yaş sınırından sonra önemli olmaya başlar. Öte yandan, günümüz endüstrilerinde mikro montaja kadar çeşitli incelikli işlerin sayısı da giderek arttığından, bu gibi iş şekillerinde daha genç insanların tercih edilmesi sorunu ortaya çıkmaktadır. Yaşlı insanların karanlığa uyum yetenekleri de gerilediğinden onların çalıştığı iş yerlerindeki ortam aydınlatması düzeylerinin yükseltilmesi gerekir.

Yaş ilerledikçe görülen işitme kayıpları genellikle yüksek frekanslı ses bantlarında ortaya çıkmaktadır. Aslında yaşlanan işçilerin, çok gürültülü bir fabrika ortamında dahi, konuşulanları anlamakta özel bir yetenek geliştirdikleri bilinmektedir. Bu açıdan işitme kayıplarının istihdam açısından pek önemli bir kayıp olmayacağı kabul edilebilir.

Yaşlanan işçilerin kinestetik duygularında da belli ölçülerde gerileme görülmesine rağmen bu tip işçiler bu açıklarını görme fonksiyonu ile kinestetik algılamalarını birleştirerek kapatabilmektedirler [41].

Yaşlanma ile insanların fiziksel iş kapasitelerinde meydana gelen düşüşler iş yaşamında tahmin edildiğinden az bir olumsuz etki meydana getirir. Fizyolojik kapasite daralmalarının etkisi sadece ağır fiziksel işlerde ya da hızlı tempo ile

çalışmalarda görülür. Nitekim insanların yaşı ilerledikçe fiziksel efor sırasında erişebildikleri maksimum kalp atım düzeyi değişir. Genç yaşlarda, dakikada 150-160 kalp atımı temposunda çalışabilen işçilerin bu yeteneği ileri yaşlarda 120-130 atım düzeyine iner. Yaşlanan işçilerin kas kuvvetinde de genel bir düşüş söz konusudur. Kaldırma kuvveti, elin sıkma kuvveti gibi ölçülebilir kuvvet performansları düşüşler gösterir. Ancak bu tür kas kuvveti kayıpları nedeni ile iş veriminde bir düşüş olması şart değildir. En göze çarpan değişiklikler eklem işleklieği ve kas esnekliğinde görülür. Örneğin ileri yaşlardaki işgörenlerin bacakları açık ya da kapalı iken ne eğilme yetenekleri azalır. Tablo 4.4’de yaşlanmanın etkileri görülmektedir.

Tablo 4.4: Yaşlanmanın Etkileri (Dünya Sağlık rgt)

	Etki	Sonuçları
Algı Organları	Organların etkinliğinde genel bir gerileme	Görme için daha iyi ışık gerekir. İşitme kayıplarının çoğu zaman etkisi yoktur.
Merkezi sinir sistemi etkinliği	Bilgi işlem ve kavrama yeteneği azalır.	Zeka işleklieği kaybolur. Karmaşık işlerde ipin ucu kaar.
Fiziksel iş yapma kapasitesi	60 yaşına kadar yavaş olmak üzere bir ölçüde gerileme	Duruş ve oturuş sağlığı önem kazanır. Çok hızlı olmamak kaydıyla ağır işler yapılabilir.
Dengeleyici Faktörler	Artan deneyim, azalan ilgi	çok çeşitli koşullar denenmiştir. Giderek artan bir güvenilirlik.

Yaşlı iş görenlerin çoğunluğunun, yanlarındaki genç insanların iş temposuna ayak uydurmaya çalıştıkları bilinmektedir. Fakat bu gibi durumlarda işlem hataları artar. işlem hatalarına önem verildiğinde de çalışma temposu düşer.

Bazı iş görenler, yaşlılık belirtilerini pek erken yaşlarda da sergileyebilirler. Fakat kıdemli iş görenlerin büyük bir bölümünün 60 yaşlarındaki beden gücü ve becerileri 20 yaşlarındaki gençlere yakın olabilir. Nitekim alışma hayatı insanları canlı, sağlıklı ve doyumlu varlıklar haline getirir ve çalışan insanların kronolojik yaşlarından çok, fizyolojik yaşlarına bakmalıdır. Yaşlanan iş görenlerin büyük bir çoğunluğu, tüm işlerini başarılı bir şekilde devam ettirerek görev yaparlar. Bizzat

endüstride yapılan gözlemlere göre, her yaşlı insan olumsuz bir tercih değildir. Bu konudaki gözlemlerin bazı bulguları çok çarpıcıdır [42].

(1) Laboratuvarlarda, yaşlanmış insanların hafıza geriliği olduğu, el becerileri ve reaksiyon zamanlarında düşüşleri görüldüğü gibi veriler ile sonuçlanan araştırmalar; genellikle belli kayıpları olan insanlar üzerinde yapılmış deneylere dayanmaktadır. Deneyimli ve çalışır durumdaki insanların, diğer çalışanlardan pek farklı olmadığı da gözlemlenmiştir.

(2) Yaşlanan insanların bildikleri bir işte ve devamlı kullandıkları makinalar ile çalışmalarında beceri ve başarılarını korudukları ve hatta geçmiş deneyimlerinden yararlandıkları da gösterilmiştir.

(3) Yaşlanan işçiler en çok teknolojik yeniliklerden etkilenmektedir. Geçmişteki beceri ve işlerinin artık bir işe yaramaması onları korkutur. Yapılacak iş her çeşit teknolojik yenilik için kıdemli işgören kadrolarını bir uyum eğitiminde geçirmektedir.

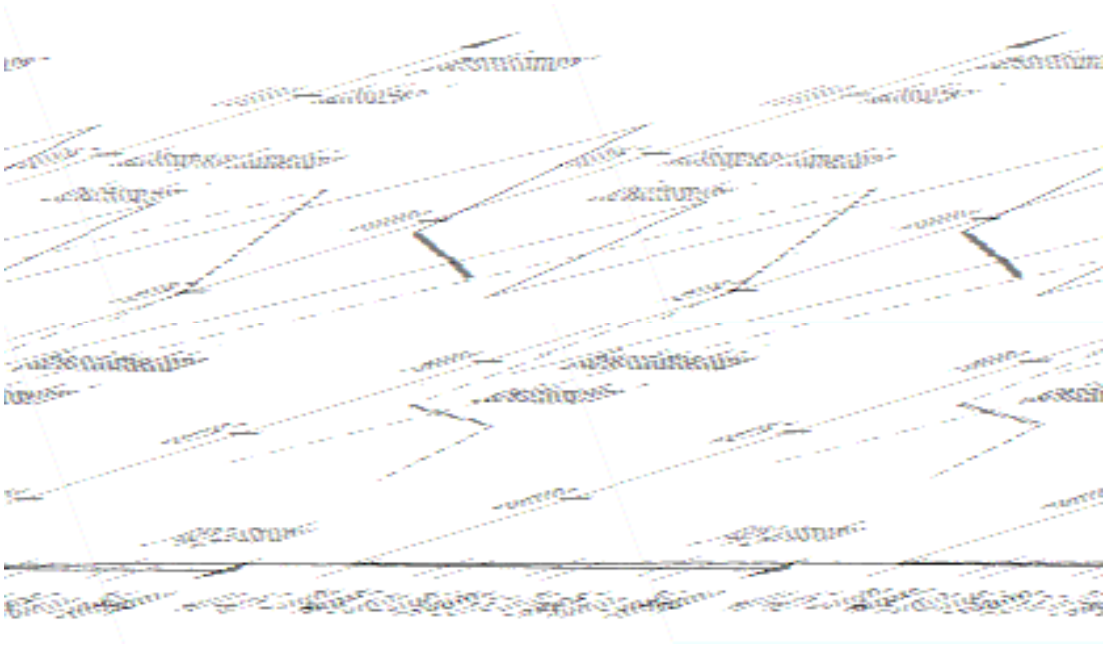
(4) İleri yaşlarda en etkili eğitim uygulamalı eğitimidir.

(5) Sadece üretim hızı açısından bakıldığı zaman, yaşlı işçiler gençlerle yarışamazlar. Fakat, yaşlı işgörenlerin daha tutarlı olmaları nedeni ile gençlerden daha aşağı kabul edilmeleri gerekmez. Özellikle, yaşlı kadın işçiler daha düzenli ve daha çalışkandır.

(6) Yaşlı işgörenlerin mazeretsiz işe gelmek gibi bir eğilimi yoktur. Kısa süreli, rahatsızlıkları gençlere göre daha azdır.

(7) Genç işçilerin sık sık iş değiştirmesine karşın kırk yaşını aşmış işçilerin işlerine bağlılığı tamdır. Böylece sık sık işgören değiştirmek zorunluluğu ile oluşacak yönetim ve emek kayıpları da söz konusu olamaz.

Şekil 4.8'de yaşın performansa etkisi görülmektedir [5].



Şekil 4.8: Yaş Grubu Performans Kalitesi

Yukarıda ve benzeri gözlemlere göre, yaşlı işçilerin işlerine devam etmelerinin belli avantajları olduğu kabul edilebilir. Bu tip işgörenlerin geçmişteki deneyimlerini değerlendirmelerine fırsatlar verildiğinde, genç işçilere örnek olabilir ve çok etkili görevler yapabilirler. Ancak yaşı ilerleyen işçileri zamana karşı çalıştırmak, parça usulü ücret sınıfına sokmak, gece vardiyasında görevlendirmek onları çok sıcak ve çok soğuk ortam koşullarında çalıştırmak verimlerini düşürür. Ayrıca, bu tip işgörenler gerekli ön eğitim verilmeden yeni bir iş istasyonunda görevlendirilirse başarılı olamazlar.

Bütün bu bilgilerin ışığında işgörenlerin yaşlanması sorununa belli kuralların getirilmesi düşünülebilir. Kurumlar bu tür insanları az fiziksel efor gerektiren işlere kaydırabilirler. Ancak bunu yaparken onların statü ve kıdemlerini korumak önemlidir. İşverenler çoğu zaman yaşlı ve deneyimli işgörenleri gözetim, denetim gibi ve aktif işlerde görevlendirmeyi tercih ederler. Böylece kıdemli işgörenlerin geçmiş deneyimlerinden önemli ölçülerde yararlanmak fırsatı doğar.

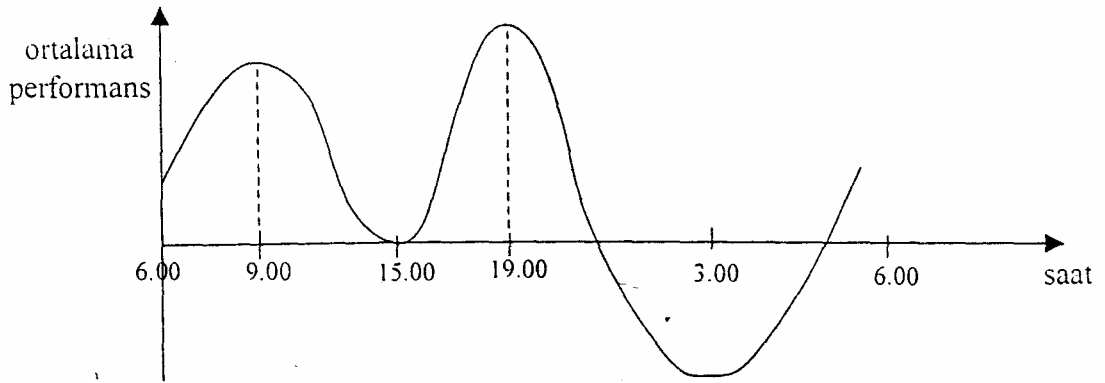
4.1.4. Vardiya Sisteminde Çalışmanın Performansa Etkileri

Gece vardiyalarında insan bedeninin biyolojik ritmi zorlanır ve bir takım değişiklikler gösterir. Gündüz vardiyasından geceye ya da gece vardiyasından gündüze geçen iş görenlerde, yeterli günlük ritmi uyum yaklaşık 4-5 günde oluşur.

Genelde gece vardiyasından gündüze geçiş daha kolaydır. Uyumsuzluğun temel nedeni uyku saatlerindeki değişimdir. Yedi günü aşan gece vardiyalarında gündüze geçişte önemli uyum sorunları ortaya çıktığı gözlenmiştir. Bu nedenle gece vardiyalarının gerek mesai saati ve gerekse gün sayısı açısından kısa tutulması gerekir. Günlük ritimle ilgili yapılan araştırmalarda şu bulgular ilgi çekmiştir [16]:

- Devamlı gece vardiyalarında, ilk dört hafta içinde verim gündüz vardiyasınınkinin çok altındadır.
- Bir gece vardiyasını izleyen gündüz vardiyalarında, işe devamsızlık oldukça yüksektir.
- İki haftalık gece vardiyalarında işe gelmeme olayları, ikinci hafta içinde giderek artmaktadır.
- Süresi iki haftadan uzun gece vardiyalarının süresi arttıkça devamsızlık artar.
- Günlük ritim uyumu aktif iş şekillerinde daha çabuk oluşmaktadır.
- Bir hafta süreli gece vardiyalarında sabah 04:00 saatlerindeki işlem hataları, gündüz vardiyasında yapılanlardan %100 daha fazladır.

Vardiya sistemiyle çalışılan yerlerde şekil 4.9'da görülen 24 saat için verilen performans değişimleri göz önünde bulundurulmalıdır. [5]



Şekil 4.9: Günün 24 Saati Ortalama Performans Grafiği

Vardiya çalışmalarına gereksinim duyulan işletmelerde, ne tip bir vardiya sisteminin seçileceğine karar verirken; aşağıdaki kriterler göz önüne alınmalıdır:

1. Biyolojik kriterlere göre vardiyalar, iki ya da üç gün gibi kısa süreli ya da en az dört hafta gibi uzun süreli planlanmalıdır.

2. Sosyal gereksinimler kriterine göre vardiyalar, iş görenlerin sosyal yaşantısını tedirgin etmeyecek şekilde, kısa süreli ya da kişinin içinde bulunduğu toplumun yerleşik kurallarına en uygun uzunlukta seçilmelidir. Kısa ya da uzun vardiyalarda, biyolojik ritim etkisi hafta sonlarında bozular. Uzun süreli vardiya sistemlerinde bu etki daha az hissedilir.

Gece vardiyası çalışmalarının insan organizmasına getirdiği yük ve ritim değişikliği sürecinde verim düşüklükleri gibi nedenlerle, bu çalışmalar yakından denetlenmelidir. Yönetici kadroların vardiya çalışanlarıyla birlikte kalmaları çalışanları motive edecektir.

Gece çalışanlara; ulaşım kolaylıkları, dinlenme arsında sıcak servis ve kantin gibi destek hizmetleri verilmelidir.

4.1.5. İnsanın Zihinsel Performansını Etkileyen Faktörler

İnsan-makine sistemlerinin geliştirilmesine performansını arttırılmasına yönelik olarak ortaya konan argümanların doğrulanması ve bir ölçüde kontrol edilmesi arzu edilen bir durumdur. İnsan dışındaki argümanların mükemmel olduğu varsayımından hareketle insandan kaynaklanan olumsuzlukların, hataların iki önemli unsuru vardır. Birincisi insanın kassal performansının yeterince değerlendirilmemesi, ikincisi ise zihinsel (mental) performansının ortaya konamamasıdır. Bunlardan dolayı oluşacak olumsuzluklar, hatalar, sistem performansı da etkiler. Mental performans ile kassal performansın birlikte uygun kombinasyonları sistem performansının önemli ölçüde arttırılmasını sağlar.

İnsanın zihinsel performansını etkileyen faktörlerden bazıları şunlardır [5] ;

- Bilgi birikimi.
- Deneyim.
- Algılama.
- Dikkat.
- Eğitim.
- Gözlemlene.
- Dili kullanma.
- Sezgi ve ani kavrayış.
- Kişilik ve benlik.

- Zeka.
- Uyumluluk, uyumsuzluk.
- Duygusallık.
- Kalıtsal faktörler.
- Yetiştigi sosyal ortam.
- Sorumluluk.
- Değişim ve yeniliğe açık olmak.

4.2 İnsan performansı ve hata ilişkisi

“Beklenen performanstan sapma” biçiminde düşünülen hata kavramı, insan faktörlerinin temelini oluşturur. İnsan faktörleri uzmanları hatanın en aza indirilmesini, eğer hata oluştuysa, bu hataya neden olan insan faktörlerinin incelenmesi ile hatanın anlaşılmasını ve elimine edilmesini sağlar.

Hata yalnızca ekipmanın kullanılması ya da bakım sırasında oluşmamaktadır. Bu ekipmanların geliştirilmesi sırasında da hata ile karşılaşılabilir. Gerçekten de kullanıcı hatasının en büyük nedeni olarak, ekipmanın geliştirilmesi sırasında uygun olmayan tasarımların uygulanmasıyla hatanın sistemin içerisine başlangıçta yerleştirilmesi düşünülmektedir.

Eğer hata oluşmuyorsa ya da sistem fonksiyonları açısından hatanın etkisi çok küçük ise hatayı sistem geliştirme disiplini olarak düşünmek çok gerekli değildir. Fakat eğer hata, sistemin geliştirilmesini ve performansını önemli ölçüde etkiliyorsa ve eğer tasarımdaki insan faktörleri bu hatanın bulunma oranını azaltıyorsa, o zaman bu disiplin oldukça önemsenmelidir [43].

İnsan performansında hata arzu edilmeyen, istenmeyen bir durumdur. İnsan güvenilirliğini artırmak, sistemin güvenilirliğini arttırmak anlamına gelir. Çalışma ortamında yani insan-makine sisteminde insan unsurunu ve insan hatasını yok kabul ederek probleme yaklaşmak doğru değildir. İnsan hatalarını insan performansı içinde ve tüm sistemi gözönüne alarak çözüm aramak gerekir. Sistem performansını incelerken, değerlendirirken gözönüne alınan ölçütlerin başında insan performansı gelmektedir.

İnsandan kaynaklanan hataların çok çok azı tesadüfen gerçekleşir. Genelde çeşitli faktörlere ve çeşitli nedenlere bağlıdır. İnsan hatalarının nedenleri sonuçları,

oluşumları açısından çeşitlilik göstermektedir. İnsan hatalarını anlayıp kavramak, hatayı meydana getiren nedenleri, hataya etki eden faktörleri ve hatanın ortaya çıkışındaki mekanizmaları tespit etmek gerekir. Hataları karakteristiklerine göre belirli gruplarda toplayarak incelemek, hatayı oluşturan nedenleri ortadan kaldırmayı ve faktörleri iyileştirmeyi mümkün kılar.

4.3 Denizcilikte insan hatası ve performans

Denizcilik endüstrisinin önemli bir yönü işçilerin çalıştıkları yerde yaşamaları gerektiğidir. Sahile yakın (offshore) gaz ve petrol endüstrisi de benzer özellikler taşımasına karşın gemi şartları daha ağır kabul edilebilir. Gemi personeli ailelerinden ve evlerinden uzun süre ayrı kalmanın yanında, yalpa, baş-kıç gibi gemi hareketlerine maruz kalmakta ve titreşim, gürültü, sıcaklık ve aydınlatma gibi çevresel faktörlerin ağır etkisinde çalışmaktadır. Bu faktörlerin her biri mürettebatın günlük performansında oldukça etkilidir. Bunlar fiziksel ve zihinsel yorgunluğu artırarak performansı gerçekten önemli oranda etkilerken insan hatalarında da artışa sebep olmaktadır. İnsan performansını artırmak ve insan hatasını azaltmak için en etkili iki faktör çalışma yerinin tasarımı ve çevresel şartlardır. Denizcilerin maruz kaldıkları çeşitli çevresel şartların tipi, nitelik ve niceliği mürettebat üzerinde negatif veya pozitif etki oluşturabilir. Gemi mürettebatının çalıştığı, uyuduğu, yaşadığı ve dinlendiği yerlerin şartlarının daha iyi olması veya tasarlanması çalışanların iş performansında ve rahat hissetmelerinde oldukça etkilidir.

5. GEMİLERDE ÇEVRESEL ŞARTLAR VE ERGONOMİK TASARIM

Gemi sadece bir işyeri olmaktan öte, içerisinde köprüüstü, makine kontrol odası, makine dairesi, kargo kontrol odası, kargo ambarları, mutfak gibi hepsinin kendine özgü işletim kriterleri bulunan belli işyerlerini bulunduran ve aynı zamanda orada çalışanlar için ev olan bir yerdir. Bunun da ötesine hava, sıcaklık, nem, gürültü, titreşim ve gemi hareketleri (yalpa, baş-kıç) gibi herbiri emniyet ve performans açısından belirleyici iç ve dış etkenler tarafından da etkilenen yüzen bir platformdur. Gemi personelinin çalışma şartlarında performansını etkileyen çevresel faktörler; iklim şartları, gürültü, titreşim ve aydınlatmadır.

5.1 Gemilerde İklim Şartları

İklim; sıcaklık, nem, hava sirkülasyonu ve ısı yayılması gibi çok sayıdaki faktörün bir fonksiyonudur, iş yükü ve kişisel giysiler ile ilişkilidir. Geminin farklı iklim bölgelerinde işletilmesi, geminin farklı bölümlerinde çok farklı iklim (hava) şartlarının mevcut olması (örneğin; makine dairesi ve mutfak sıcak iken yük kontrol odasının soğukluğu), personelin farklı ısı streslere maruz kalması ve acil durumlarda personelin aşırı sıcaklık yüklenmesi sebeplerinden dolayı iklim şartlarının gemi üzerinde ciddi etkisi olmaktadır. Tablo 5.1’de geminin çeşitli bölümlerinde iklim kontrolü ile ilgili problemler özetlenmektedir [44].

Tablo 5.1: Gemiler üzerinde iklim faktörü

Bölüm	Durum	Çözüm
Yaşam Mahali	Orta dereceli kontrol	Standart havalandırma ve hava kondisyonu
Köprüüstü	22-28 °C'ye kadar termik kontrol, Isı Kaynakları: büyük pencere camları, elektronik ekipmanlar ve açık kapılar.	Standart havalandırma ve hava kondisyonu
Mutfak	Ocak gibi bir çok ısı kaynağı, Termik rahatlık kriterinden düşük uzun süreli durum.	Isı kaynaklarının izolasyonunun artırılması
Makine Dairesi	Makinelerin soğutulması, Dış atmosfer sıcaklığından 10-20 °C daha yüksek sıcaklık, Sıcak yüzeylerden dolayı ısı yayılması, Ağır bakım ve onarım işleri, Dar ve kapalı alanlarda yüksek nisbi nem.	Makine dairesinde çalışmak genelde dış termik rahatlık kriteri dahilindedir. Kış şartlarında aynı alan içinde büyük sıcaklık değişimleri.
Yük Bölümleri	Sıcak iklim altında temizleme işlemleri ve kontrollerinin zorlaşması ve gerileme neden olması, Koruyucu giysiler gerileme katkıda bulunabilir.	Devamlı kurulan ekipmanın temizlenmesi
Güverte	Coğrafik alan ve zamana bağlı düşük ve yüksek sıcaklıklar, Güneş ışınımı, Kış koşullarında rüzgar etkisi.	Giyinme ve korunma

5.2 Gemilerde Gürültü

Gemide gürültü genel çalışma alanlarının içinde ve dışında süreklilik arz eder. Yaşam mahallinde, dinlenme yerlerinde, kamarada dahi arka planda sürekli bir gürültü söz konusudur.

Bir gemide ya da deniz aracında gürültü ve titreşimin belli kaynakları vardır. Bunlar [45]:

- Geminin hareketini sağlayan ana makine (genellikle dizel motoru).
- Yardımcı makinalar.
- Şaft mekanizması.
- Pervaneden iletilen basınç ve yatak güçleri.
- Havalandırma ve ısıtma sistemi.
- Manevra üniteleri (pitch control, baş ve yan pervaneler).
- Kargo elleçleme ve manevra makine düzenekleri.
- Hava girişleri ve egzostlar.

- Yalpa, baş-kıç ve çarpma hareketleri olarak sayılabilir.

Tablo 5.2’de ana gemi bölümleri için kayıt edilen maksimum gürültü seviyeleri ve tavsiye edilen değerler verilmektedir [44].

Tablo 5.2: Gemilerdeki Gürültü Seviyeleri

Bölüm	Durum	Çözüm
Yaşam Mahali	En yüksek değer: dB(A) = 58-70 Makine dairesinden uzaklığına bağlıdır. Deneyimlere göre %28 can sıkıcıdır.	
Köprüüstü	En yüksek değer: dB(A) = 65-73 Direk iletişim etkisi ve dahili haberleşme cihazları.	Baş kasaralı gemilerde en alçak gürültü seviyesi (Yolcu ve Ro-Ro Gemileri)
Mutfak	Ortalama değer: dB(A) = 71-77 Tavsiye edilen değer: 65 dB(A) (arka planda gürültü artış olacağından)	
Makine Dairesi	En yüksek değer: dB(A) = 93-113 Tavsiye edilen değer: 100 dB(A) Faktörler: güç ve makine tipi. Fiziksel hasar riski (işitmenin azalması) Makine personelinin %50’si can sıkıcı olduğunu düşünüyor.	Kulak koruma ekipmanlarının kullanılması, Makine dairesini bölmelere ayırma.

Frekansı 20 Hz’den az olan akustik ses dalgaları insanlar tarafından duyulamaz. Yüksek şiddete sahip olan infra-sesler insan üzerinde, yorgunluğu ve tepki süresini arttırıcı negatif etkiye sahiptir. Gemilerde ölçülen infra-ses aralığı 4 Hz [55 dB(A)] ile 16 Hz [95 dB(A)] dir. Bu tür seslerin varlığı gemi emniyet işlemlerinde problemlere neden olabilmektedir.

Gemilerde Gürültüden Korunma

Potansiyel olarak tehlikeli ses seviyelerinin meydana çıkmasını önlemek için, gemiler ve açık deniz platformları, IMO Kongre Kararı A.468(XII)’de ”Gemiler Üzerinde Ses Seviyeleri İle İlgili Kod”da belirtilen gürültü için maksimum müsaade edilebilir maruz kalma limitlerine uygun olarak dizayn edilmelidirler. Bir gemi ya da açık deniz platformu içindeki özel alanlar için müsaade edilebilir maksimum ses seviyeleri Tablo 5.3’de verilen değerleri aşmamalıdır. Bu alanlar içinde 85dB(A)’den daha yüksek ses seviyesinin olduğu alanlar içindeki personel gürültüden korumak için kulaklık takmalıdır.

Tablo 5.3: Maksimum Müsade Edilebilir Ses Seviyeleri [46]

Alan	Maksimum Ses Limiti dB(A)
Çalışma Alanları:	
Makine alanı (içinde sürekli insan bulunan)	90
Makine alanı (içinde sürekli insan bulunmayan)	110
Makine kontrol odaları	75
Atölye	85
Belirtilmeyen alanlar	90
Seyirle İlgili Alanlar:	
Köprüüstü ve harita odası	65
Dinleme noktası, kırılma noktaları ve lumbuzlar	70
Telsiz odası	70
Radar odası/ Alanları	65
Yaşam Mahalli Alanları:	
Kamaralar ve revir	60
Yemekhane ve istirahat alanları	65
Umumi dinlenme salonları	75
Ofisler	65
Hizmet Verme Alanları:	
Gemi mutfağı	75
Servis yapma yerleri ve kilerler	75
Normalde boş olan alanlar ve belirtilmeyen alanlar	90

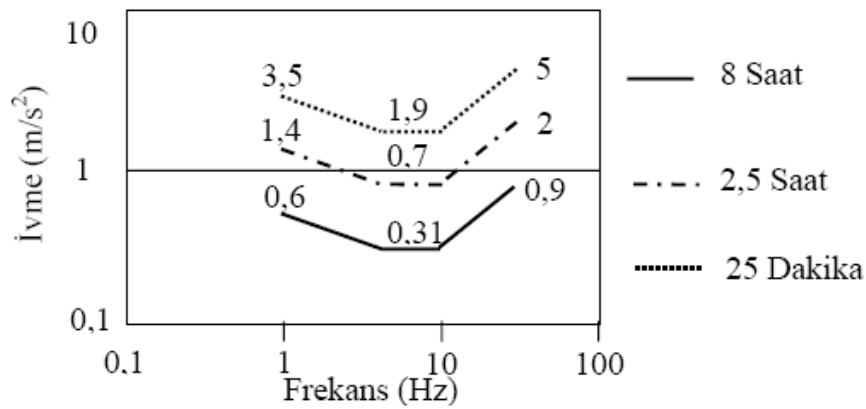
Gürültüden korunma, 85dB(A) ve daha yüksek bir ses seviyesinin olduğu bütün alanlarda yapılmalıdır. Kulak tıkaçlarının, kulaklıkların ya da her ikisinin kullanımı maruz kalınan ses seviyesine ve süreye dayanır. Gürültüden koruyucular, kulakta en az aşağıda verilen ses azalması değerleri kadar ses azalması sağlamalıdır [47]:

- Kulak Tıkaçları 20dB(A).
- Kulaklıklar 30dB(A).
- Kulak Tıkaçları ve kulaklıklar 35dB(A).

Bir alan içindeki ses seviyeleri 85dB(A)'i aştığı zaman, bir sembol ve ilave uyarı işareti her girişe yerleştirilmelidir. Eğer normal çalışma şartları altında el aletleri ya da teçhizat 85dB(A)'in üzerinde ses seviyelerine sebep oluyorsa, işitme korumasının kullanım gerekliliği ve tehlikeyi teşhis etme için bir işaret çalışma mahalline yerleştirilmelidir.

5.3 Gemilerde Titreşim

Gemide bulunan kişileri en fazla etkileyen faktörlerden biri de titreşimdir. Titreşim, insanları hem çalışırken hem de dinlenme durumunda rahatsız etmektedir. Titreşim, seçilen frekans bandındaki ivme (m/s^2) ile ifade edilir. Titreşimin kaynakları daha önce bahsedilen gürültü kaynakları ile aynıdır. Ayrıca, geminin deniz ortamında yaptığı hareketler (yalpa ve baş-kıç) sonucunda, gemi bünyesinde meydana gelen değişimler (hagging ve sagging) neticesinde düşük de olsa titreşim oluşmaktadır. ISO, “iş performans azalması” ve “konfor (rahatlık) azalması” ile ilgili titreşime maruz kalma süresine dayalı olarak standart değerler vermektedir.



Şekil 5.1: Maruz Kalma Süresinin Fonksiyonu Olarak Titreşim Tolerans Sınırları

Şekil 5.1’de bakım ve tutum işlemi için ISO titreşim standardı gösterilmektedir [48]. Buna göre; en hassas frekans alanı 4-8 Hz, uzun zaman dahilinde dikey ivme değeri $0,31 m/s^2$ ’yi geçemez.

Tüm Vücut Titreşimi

Gemiler ya da açık deniz plattormları üzerinde çalışma ve/veya yaşama, personel üzerine sevk şok yüklerine ilaveten bir düşük ve yüksek frekans titreşimi serilerini yükler. Yükler, ayakta duran personelin ayaklarından, oturan personelin kalçasından, sırtından ve ayaklarından ya da uzanan personelin destek aldığı alandan, 0,5-80 Hertz’lik frekans serisi içinde iletilir.

Düşük frekans titreşimleri, değişen deniz şartları, rüzgar hareketleri, gemi hızı, manevra şartları v.b. etkenler tarafından ortaya çıkar. Düşük frekans titreşimleri kasmaya, sallanma hareketine ve/veya kas yorgunluğuna sebep olabilir. Yüksek

frekans titreşimleri genel olarak yüksek hızda dönen makinelerle bağlantılıdır. Yüksek frekans titreşimleri, benzer hareketlere ve personelin performansında ve sağlığında olası bir azalmaya yol açan ve personel için rahatsızlık doğuran kuvvetlere sebep olurlar. Titreşimin bu tipinin şiddetini etkileyen diğer faktörler; gemi ya da açık deniz plattformunun büyüklüğü, personelin yerleşimi, deniz şartları, geminin hızı, seyirin doğrultusu, personelin vücut pozisyonu, maruz kalmanın sürekliliği ve titreşim sönümlendirme, dengeleme ya da balast donanımının hazır bulunması gibi faktörleri içerir.

Tüm bedenin aşırı derecelerde, uzayan titreşime maruz kalması çalışma kalitesini, verimliliği, güvenliği, sağlığı, refahı etkileyebilir ve mide bulanmasına sebep olabilir. Titreşim, bir operatörün ya da bakım yapan kişinin algılamasını azaltabilir, kontrol hareketlerini etkileyebilir ve konuşmasında bozulmaya yol açabilir. Bu faktörler insan hatası olasılığında bir artmaya ilaveten muhtemelen artan algılama ve cevap verme sürelerine sebep olur [47].

5.4 Gemilerde Aydınlatma

Aydınlatma insan performansı ve sağlığı açısından önemli çevresel şartlardan biridir. Gemilerde, özellikle makine dairesinde, kapalı bir mekan olması sebebiyle neredeyse tamamen yapay aydınlatma kullanılmakta ve gün ışığından istifade edilememektedir. Bu sebeple makine dairesi aydınlatması önem kazanmaktadır. Tablo 5.4'de gemilerde bakım ve operasyon yapılan bölgeler için aydınlatma kriterleri görülmektedir [49].

Tablo 5.4: Bakım ve operasyon yerleri için aydınlatma kriterleri

Yer	Aydınlatma Seviyesi (Lüks)	Yer	Aydınlatma Seviyesi (Lüks)
Makine olan yerler (genel)	150	Yük ambarları (portatif aydınlatma)	30
Makine Dairesi	300 (540)	- Genel aydınlatma - Kargo operasyonu yapılırken	300
Jeneratör ve Panel Odası	300 (540)	- Geçiş yolları ve boşluklar	80
Havalandırma ve iklimlendirme odası	150	Denetleme ve tamir işleri	325 (540) 540 (1075) 1075 (2155) 2155 (3230)
Motor odası	300 (540)	- Kaba işler - Orta işler - Hassas işler - Çok hassas işler	
Motor-jeneratör odası (Yük elleçleme)	150		
Pompa dairesi	300 (540)	Sintine-Boş yerler	75
Dümen Dairesi	300 (540)	İnsansız makine dairesi	325 (540)
Irgat Odası	100	Şaft tüneli	100
Akü odası	200 (540)	Kaçış yolları	30
Kazan Dairesi	200	Atölyeler	325 (540)
Yük elleçleme-güverte	150	Toplanma alanı	200
		Lumbarağzı	200

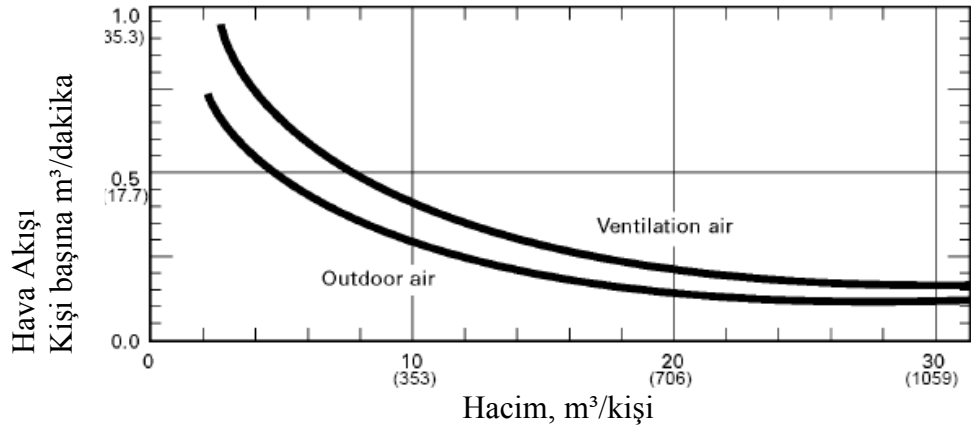
5.5 Gemilerde Havalandırma

Normalde insan bulunan yerlere temiz hava sağlanarak yeterli havalandırma yapılmalıdır. Küçük hacimler için (bir insan için 4,25m³ hacim), yaklaşık üçte ikisi atmosfer havası olmak üzere bir kişi için dakikada 0,85m³ hava sağlanmalıdır. Büyük hacimler için, kişi başına hava tedariki Şekil 5.2'deki gibi (Büyük hacimler için havalandırma gereklilikleri) olmalıdır. Kapalı hacimler için hava değişim oranı en az bir saatte 6 defa tamamen havanın yenilenmesi şeklinde olmalıdır. Dışardan hava sağlanan yerin egzost çıkışı, tehlikeli bir bölge, koku kaynağı bir bölge, kirlilik kaynağı bir bölge (çöp kutusu gibi) olmamasına dikkat edilmelidir.

Havlandırmada hava hızı ortalama 30m/dak.'yı geçmemelidir. Personel için özel soğutma sağlanan çalışma bölgeleri buna dahil değildir. Bu durumlarda hava hızı 60m/dak.'dan düşük olmalıdır. El kitaplarının veya benzer dağımık bakım sayfalarının kullanıldığı çalışma yerlerinde hava hızının 20m/dak. olması tercih edilmeli ve 30m/dak. geçmemesi gereklidir.

Makine dairesi havalandırması ISO 8861 (Engine room ventilation in diesel engine ships-Design requirements and basis of calculations) ve ISO 8862 (Air conditioning and ventilation of machinery control—rooms on board ships—Design conditions and basis of calculations)'de belirtilen kriterlere uygun olmalıdır.

Yağ sisini soluma ve yağa maruz kalma gibi sağlığı tehdit eden potansiyel tehlikeleri azaltmak için, yağ sisi ve buharı üreten makinaların yerleşimi, yeri ve havalandırmasına ayrıca özen gösterilmelidir. Havalandırma hava giriş yerleri egzost boruları ve insineratör gibi havayı kirleten kaynakların etkisinden etkilenmeyecek yerlere yerleştirilmesi gerekir [47].

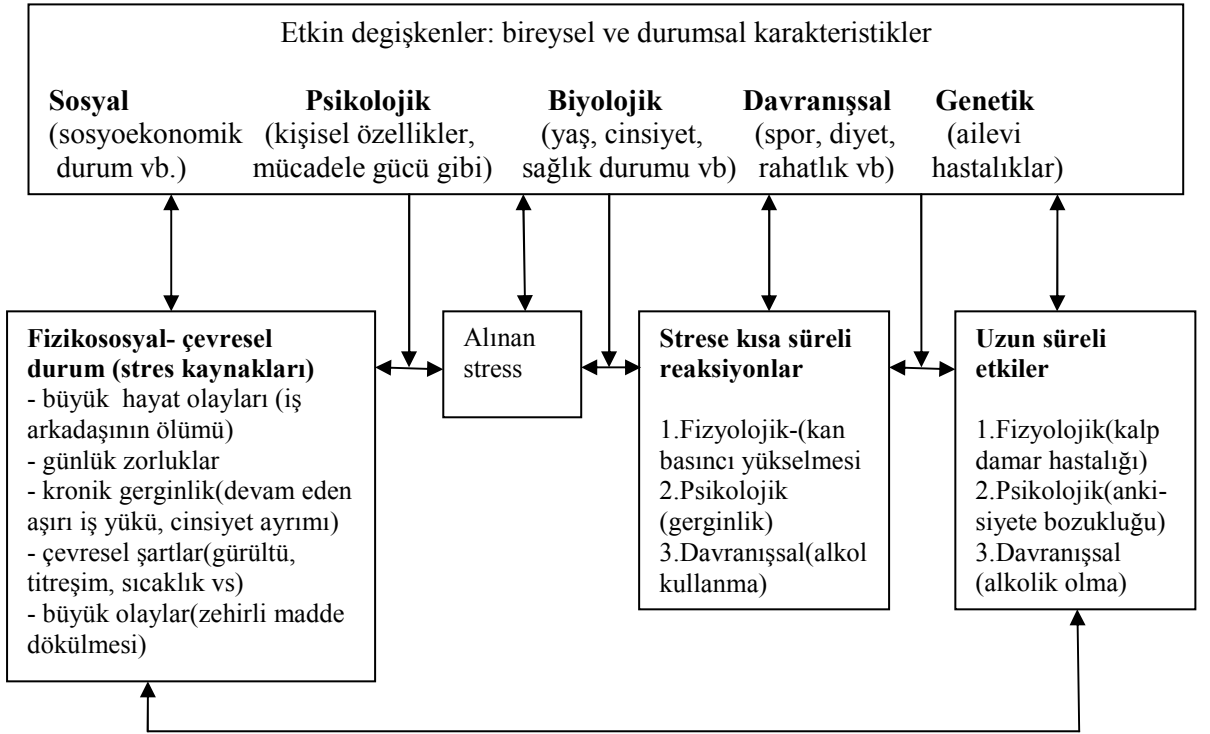


Şekil 5.2: Büyük hacimler için havalandırma gereklilikleri [15]

5.6 Çevresel Faktörlerin Meydana Getirdiği Zararlar

Gemi, farklı bir çalışma ortamı olmasından dolayı gemide çalışanlar birçok strese maruz kalırlar. Karadaki streslere ilaveten değişken okyanus iklimi, titreşim, gürültü gibi çevresel şartlar, vardiya usulü çalışma, fazla mesai, aile ve evden uzun süre ayrı kalma, sınırlı bir alanda çalışma ve yaşama, deniz şartları ve monoton bir hayat tarzı gemide çalışanlar için birer stres kaynağıdır.

İş stresinin insan sağlığına tartışılmaz etkileri vardır. İş stresi Avrupa ve Amerika'daki işçilerin başarısızlığındaki temel sebeptir. Stresin sebep olduğu rahatsızlıklar; yüksek tansiyon, kalp ve serebrovasküler (beyin kan damarları ile ilgili) rahatsızlıklar, peptik ülser, fonksiyonel gastrointestinal (mide ve barsakla ilgili) bozukluklar, kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları, bağışıklık sistemi fonksiyonları ve hormon seviyelerinde tümör oluşumuna sebep olabilecek kadar değişiklik olarak sayılabilir. Bunun yanında sigara, alkol ve uyuşturucu kullanma gibi davranış riskleri de doğuruyor. Alekperov (1988)'un denizde çalışanlar üzerinde yaptığı bir çalışmada 64 kişiden % 23,4'ünde yüksek tansiyon tespit etmiştir [26]. Şekil 5.3'de stress sürecinin yapısal taslağı görülmektedir.



Şekil 5.3: Stress sürecinin yapısal taslağı [26]

Ling'in 1998'de 891 deniz ve 2298 kara çalışanı üzerinde yaptığı çalışmada denizde çalışanlarda yüksek tansiyon oranının (%11,5) karadakilerden (%8) oldukça fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Tablo 5.5'de denizde çalışanların karşılaştığı ve gemiden ayrılmak zorunda kaldığı rahatsızlıklar görülmektedir [50].

Tablo 5.5: Gemiden ayrılmaya sebep olan rahatsızlık vakaları

Rahatsızlıklar	Vaka Sayısı	Oran (%)
Sindirim sistemi bozuklukları	239	30,3
Kas-iskelet sisteminde rahatsızlık	156	19,7
Solunum sistemi rahatsızlıkları	117	14,8
Sinir sistemi rahatsızlıkları (göz, kulak dahil)	96	12,2
Zihinsel rahatsızlıklar	42	5,3
Kalp-damar hastalıkları	41	5,2
Cilt ve derialtı dokusu rahatsızlıkları	33	4,2
Üreme ve idrar yolları rahatsızlıkları	26	3,3
Bulaşıcı hastalıklar ve parazit	35	4,4
Diger hastalıklar	5	0,6
Toplam	790	100

5.7 Gemi Makine Dairesi Ergonomik Tasarımı

Gemi makine dairesinin ergonomik tasarımını anlamak için öncelikle ergonomik tasarım ve makine dairesi tasarımının bilinmesi gerekir.

5.7.1 Ergonomik Tasarım

Tasarımcıların ve mühendislerin personelin çalışma performansını da etkileyen sosyal, psikolojik ve fizyolojik kapasitelerini, sınırlarını ve ihtiyaçlarını göz önünde bulundurması önemlidir. Cihazların ve ekipmanın tasarım, yerleşim ve düzeninin çalışanların kapasite, sınır ve ihtiyaçlarıyla uyum içinde olması gerekir. Çalışma yerinin tasarımı, çalışma yerinin fiziksel tasarımı ve yerleşimi ile bunların çalışanların emniyet ve performansına etkisini de içerir.

Tasarımcılar ve mühendisler kültürel ve bölgesel farklılıkların insanların davranışlarında ve beklentilerinde etkisi olduğunun farkında olmalıdır. Bu, farklı kültürlerin renkleri farklı algılaması ve iklim etkilerinden farklı etkilenmelerini de içerir. Kadın-erkek, uzun-kısa, Kuzey Amerikalı-Güneydoğu Asyalı gibi fiziksel farklılıkların farkında olmak gereklidir. Böylece çalışma yerinin tasarım, yerleşim ve düzenlemesi çalışanların çoğu için uygun hale gelir.

Eğer bu faktörler göz önünde bulundurulmazsa, çalışma yerinin tasarımı insan hatası ihtimalinin artmasına sebep olabilir. İlave eğitimler, operasyonlar, bakım kitapları ve çok detaylı yazılı prosedürler tasarım eksikliğinden kaynaklanan insan hatalarını azaltamayacaktır.

5.7.2 Gemi Makine Dairesi Tasarımı

Gemilerde makine sistemlerinin tasarım çalışmaları SOLAS gereklilikleri ve klas kuruluşlarının zorunlu kuralları çerçevesinde yürütülmektedir. Bu kurallar geçmişte meydana gelen vakalardan elde edilen veriler ve uygulama alanlarında yaşanan tecrübeler temeline dayanmaktadır [51].

Bakım-onarım imkanları tasarım unsurlarından biridir ve emniyet, verimlilik, işletme maliyetleri gibi fonksiyonlar ile ilgilidir. Bakım onarım-işlemlerinin gerekliliği sistemin etkin bir şekilde işletilebilirliğinin sürdürülmesidir [52].

5.7.3 Makine Dairesi Tasarımına Ergonomik Yaklaşım

Ergonomik prensiplerin sistemlere sistematik olarak uygulanabilmesi için bir insan-sistem arayüz tasarım yöntemi kullanılmalıdır. Bu yöntem mühendislik tasarımı çalışmaları esnasında yürütülebilecek 3 faaliyeti içermektedir.

- Analiz.
- Tasarım.
- Doğrulama ve Onaylama.

Yöntem, mühendislik dizaynı içine ergonomi prensiplerini ve kriterini katmaya önem veren, insan-sistem arayüzlerinin tasarlanması temeline dayanmaktadır. Bu yöntem, deniz sistemlerinin tasarımı ya da iyileştirilmesi (modifiye edilmesi) işlemleri sırasında yerine getirilebilir. Yöntem, tasarım faaliyetleri üzerine hareket eden analizlerle başlar, doğrulama ve onaylama işlemleri ile son bulur. Anlatılan bu yöntem detaylı bir yaklaşım sağlamak için tasarlanmıştır [47].

Sistemlerin ergonomik tasarımında iki yöntem vardır. Bunlar; tasarım aşamasında ergonomik prensiplerin uygulanması ve işletilmekte olan bir sistemin ergonomik prensiplere göre yenilenmesidir. Birinci yöntem çok daha az maliyetli ve kolay iken ikinci yöntem aşırı yüksek maliyetlere sebep olmaktadır. Bu nedenle sistemlerin daha

tasarım aşamasındayken ergonomik kurallara uygun tasarlanması gerekir. Aksi takdirde işletilen bir sistemin yenilenmesi çok yüksek maliyetlere sebep olduğu için ergonomik prensipler yeterince uygulanamayacaktır.

Çevresel Faktörlerin Analizi

Yaşama alanı ve çalışma alanı çevresel şartlarının insan performansına etkilerinden önce personelin maruz kalacağı çevresel şartların teşhis edilmesine ihtiyaç vardır. Çevresel analizler; sıcaklık artmaları, yüksek sese, titreşime ve aydınlatmaya maruz kalma, beklenen platform hareketleri ve deniz şartları gibi dahili ve harici faktörlerin belirlenmesi için yapılır. Bu faktörlerin hepsi tasarımda göz önünde bulundurulmalıdır.

Gerekli Boş Alan Düzenlemeleri

Yapımı tamamlanan sistemin işletme sürecinde gerekli olan faaliyetlerin etkin yürütülmesi amacıyla planlama aşamasında sistem öğeleri için gerekli olan serbest alanların tasarlanma çalışmalarıdır. Sistem karmaşıklığının, ekipman sayısının ve ekipmanlar arasındaki bağlantıların artması yerleşim planlarının hazırlanması sürecinde bu konuda daha kapsamlı bir çalışma yürütülmesi gerekmektedir. Gemi makine dairesinde yerleştirilen dizel makineler, pompalar, ısıtıcı-soğutucular ve diğer donanımların bakım-onarım, parça değişimleri, denetim, kontrol işlemlerinin etkin bir şekilde yürütülebilmesi için serbest alanlar düşünülmesi gerekmektedir [53].

Serbest alanların, fonksiyonel açıdan sınıflandırılması sistemin amaç ve kullanım özelliklerinin tam olarak sağlanabilmesi için destek sağlayacaktır. Bu yöndeki çalışmalar aşağıda sıralanan serbest alan türleri esas alınarak yürütülecektir [54].

- Söküm çalışması için alanlar,
- Geçici olarak depolama alanları,
- İşletmeciler için çalışma alanları,
- Kalıcı parça ve ekipmanlar için serbest alanlar,
- Tehlike unsuru yaratabilecek yasak alanlar.

5.7.4 Ergonomik Kriterler Açısından Eksiklikler

Ergonomi, sistemlerin var olduğu süre boyunca, işletmecinin ve bakım yapan kişinin ihtiyaçlarını ve gereksinimlerini bir araya getirir ve ortaya çıkarır. Amacı, insan

hatalarını en aza indirmek suretiyle, insan ve toplam sistem güvenliğini ve etkinliğini en yüksek seviyeye ulaştırmaktır. Bu hedefler doğrultusunda aşağıda sıralanan çalışmalar yürütülmektedir [47] :

- Ergonomi prensipleri, temel kurallar ve gerekli kriter ilgili sistemler için tespit edilmektedir.
- Görev gerekliliklerini ve ihtiyaçlarını karşılamak için bakım faaliyetlerini yürüten kişilerden bilgi talebi ve bu konudaki uygun analizlerin yapılması gerekmektedir.
- Mantıklı ve elverişli bir insan-sistem arayüz tasarım metodu uygulanmaktadır.

Bu çalışmalar ile mühendislik tasarımı içine ergonomi prensiplerini ve kriterini katmaya önem veren bir temel insan-sistem arayüz tasarım yöntemi elde edilir. Bu yöntem, gemi sistemlerinin tasarımı ya da iyileştirilmesi sürecinde kullanılır. Yöntem, tasarım faaliyetleri üzerine hareket eden analizlerle başlar, doğrulama ve onaylama yöntemleri ile son bulur. Tasarım aşamasında bu tür faaliyetlerin sistematik olarak yürütülmemesi bir takım eksikliklerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Gemi makine dairesinde, yüksek sıcaklığa sebep olan dizel motorlarının, kazan sistemlerinin, ısıtıcıların izolasyonlarının iyi yapılmaması; pompa, ısıtıcı, soğutucu, valf gibi ekipmanın yerleşiminde bakım-tutum alanlarının düşünülmemesi; boru devrelerinin bakım-tutum işlerini engelleyecek şekilde yerleştirilmesi ergonomik eksikliklerden sadece birkaçıdır ve işletmeci performansını üzerinde önemli etkisi vardır.

Bir geminin makine dairesindeki ergonomik eksikliklerin tesbit edilmesi için yapılan çalışmadan elde edilen bazı fotoğraflar Şekil 5.4'de görülmektedir. Şekil 5.4-a da makine dairesinde bulunan bir yağlama yağı seperatörüne ait devrelerin bir kısmı görülmektedir. Ergonomik olarak çalışma durumunun göz önünde bulundurulmadığı bu tasarımda, şekilde görülen valflerin onarımı gerekli olduğu zaman işlerin ne kadar zorlaşacağı ve ne kadar daha uzun sürede yapılabileceği açıkça görülmektedir. Bu bölgede, seperatör dairesi olması sebebiyle birçok ısıtıcının varlığı da göz önünde bulundurulduğunda gemi makine dairesindeki en sıcak bölgelerden birisi olduğu görülür. Bu da burada yapılan çalışmalardan kaynaklanan iş yükünün daha da artması demektir. Şekil 5.4-b'de çalışılan alanın yeterli olmadığı görülmektedir. Bu çalışanlar üzerinde iş yükünün artmasına ve performansın düşmesine sebep olacaktır. Şekil 5.4-c'de aşırı dik ve dar yapılmış bir merdiven görülmektedir. Bu bölgeden

geçişlerde özellikle acil durumlarda risk faktörünü artıracak ve daha emniyetsiz bir çalışma ortamı oluşacaktır. Şekil 5.4-d 'de makine dairesindeki yetersiz aydınlatma olan bir bölge görülmektedir. Şekil 5.4-e' de bazı sıcak bölgelerdeki izolasyon görülmektedir. Burada kullanılan izolasyon maddesi asbest tozu olup gemilerde genellikle tercih edilen izolasyon tipidir. Buradaki izolasyonun makine dairesine yayılan ısıyı yeterli derecede engellemeyeceği açıktır. Bunun yanında asbest tozunun rahatlıkla makine dairesine yayıldığı görülmektedir. Kanserojen etkiye sahip olan asbest tozunun makine dairesinde çalışanların sağlığını tehdit ettiği açıktır. Şekil 5.4-f'de makine dairesi havalandırma kanallarından biri gözükmemektedir. Gemi makine dairesindeki havalandırmanın nasıl olduğu daha rahat anlaşılabilir. Öncelikle yeterince temiz olmadığı görülmektedir. Bunun yanında aşırı yağ sisi ve az evvel bahsettiğimiz gibi asbest tozlarının havada uçuştığı bir ortamda havalandırmanın ne kadar önemli olduğu anlaşılmaktadır.



a



b



c



d



e



f

Şekil 5.4: Bazı ergonomik eksiklikler

5.7.5 Bir Ergonomik Tasarım Analizi Uygulaması

Gravite ile basılan bir dışarı basma (disçarc) devresinde iki adet geri döndürmez valf olmalı ve bakım-tutum esnasında bunlara ulaşılabilir olmalı. Bu devrenin ve valflerin

ergonomik prensiplere uygun tasarlanması belirli bir plan ve yöntem çerçevesinde yürütülmelidir. Bu konuda ABS Klas Kuruluşu'nun önerdiği 4 aşamadan oluşan analiz işlemleri ve çalışmalar sonucu valf tasarımına yönelik elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir [47].

Bu devre öncelikle en yüksek su seviyesinin üstünde olmalıdır.

Analiz Aşamaları

Ergonomik açıdan analiz işlemi; personel görevlerini, görevi yerine getirecek personeli, işletme ve en kötü durum şartlarını teşhis etme konusunda yürütülecek çalışmaları içermektedir.

Aşama 1: Personel görevlerini tanımlama

Personel; valfin, devreye montaj edildiği bağlantıların görsel denetimini yapabiliyor olmalıdır. Valfin yerleşimi ve yeterli aydınlatması, işletme ve bakım yapma için fiziksel temasın ve görsel denetimin her ikisinin de yapılabilmesini sağlamak zorundadır. Ayrıca, valfin kaçırma durumunda bakım-onarım veya yenilenme gereksinimi olabilecektir. Bu gibi durumlarda valfin yerinden sökülmesi, üzerindeki donanımların valftan ayrılması gerekmektedir. Personel tarafından yerine getirilecek bu görevler için belirli oranca fiziksel güç kullanımı gerekecektir. Bu noktada uygun bir çalışma alanının tasarlanması gerekmektedir.

Aşama 2: Görevi yerine getirecek olan personeli teşhis etme

Gemide görev alması muhtemel kimselerin ırklarının genel fiziksel değerlerine göre bir tasarım yapılmalıdır. Yani antropometrik veriler kullanılmalıdır. Ancak, personelin değişkenliği bu bölüm için daha ileri bir çalışma gerektirmektedir. Eğer gemide hangi ırktan personelin görev alacağı bilirse, personelin fiziksel ölçülerini teşhis etmek daha kolay olacaktır.

Aşama 3: İşletme şartlarını teşhis etme

Fiziksel çalışma çevresinin aydınlatma, sıcaklık, nem, ses, havalandırma gibi etkileri göz önünde bulundurulmalıdır. Gerekirse havalandırma ve soğutma için havalandırma devresinden portatif bağlantı yapılmalıdır. Aydınlatma yeterli değilse seyyar lamba ile aydınlatma sağlanmalıdır.

Aşama 4: En kötü durum şartlarını teşhis etme

En kötü durum şartları aşağıda verilenlerin bir birleşimi olabilir.

- Normalde bir görevi tamamlama deneyimine sahip bir gemi personeli herhangi bir sebepten dolayı görevi tamamlayamayabilir ve bu görevin daha az tecrübe sahibi biri tarafından tamamlanması zorunlu hale gelebilir.
- Stres ve baskı oluşturan olağanüstü durum şartları altında görevin yerine getirilmesi gerekli olabilir.
- Şiddetli veya kötü işletme şartları altında görev tamamlanabilir. Titreşim, sıcaklık gibi aşırı çevresel değerler ve ağır deniz koşulları bunlara örnek gösterilebilir.

Geminin tasarımı aşamasında, en kötü durum şartlarının önceden düşünülmesi gereklidir ve bu uygulama insan hatalarının düşürülmesinde olumlu katkılar sağlayacaktır. Dolayısı ile planlama aşamasında aşağıdaki kriterlerin dikkate alınması gerekmektedir.

- Valf için uygun aydınlatma düzeyleri seçilmelidir.
- Personelin valfa ulaşımını kolaylaştırmak için yerleşime önem verilmelidir.
- Valfi tamir etme çalışmasına müsaade edecek bir çalışma platformu düşünülmelidir.

Bu ve benzer durumlarda, bu tür bir tasarım yöntemi kullanılarak kontrolü daha kolay ve bakım-onarım imkanları için daha elverişli bir çalışma ortamı tasarlanmış olur.

5.7.6 Makine Dairesinin Ergonomiye Yönelik Yerleşim Prosedürleri

Makine dairesinin ergonomiye yönelik yerleşimi yapılırken iki ana faktör üzerinde durulur. Bunlar fonksiyonellik ve alansal tasarım işlemidir. Bu sayede tasarım sonucunda elde edilen her ünitenin ve toplam sistemin fonksiyonel olması ve makine dairesi alan ve hacimlerinin optimum değerlendirilmesi söz konusudur [55].

5.7.6.1 Fonksiyonellik

Geminin ne amaçla yapıldığına bağlı olmaksızın, belirlenen gereksinimleri yerine getirmesi gerekmektedir. Eğer yeterli değilse, gemi kabul görmeyecektir. Ancak gemi, operasyona yaramayacak ekipman ve ekstra malzeme ile donatılması gibi, aşırı mühendislik ürünü olmaktan da uzak tutulmalıdır. Buna karşılık, geminin üretim

maliyetlerini aşağıya çekmek için en alt seviyeye rafine edilmemesi gerekir. Böyle bir durumda malzemedeki kazanım sağlanırken, işletme maliyetleri artacaktır.

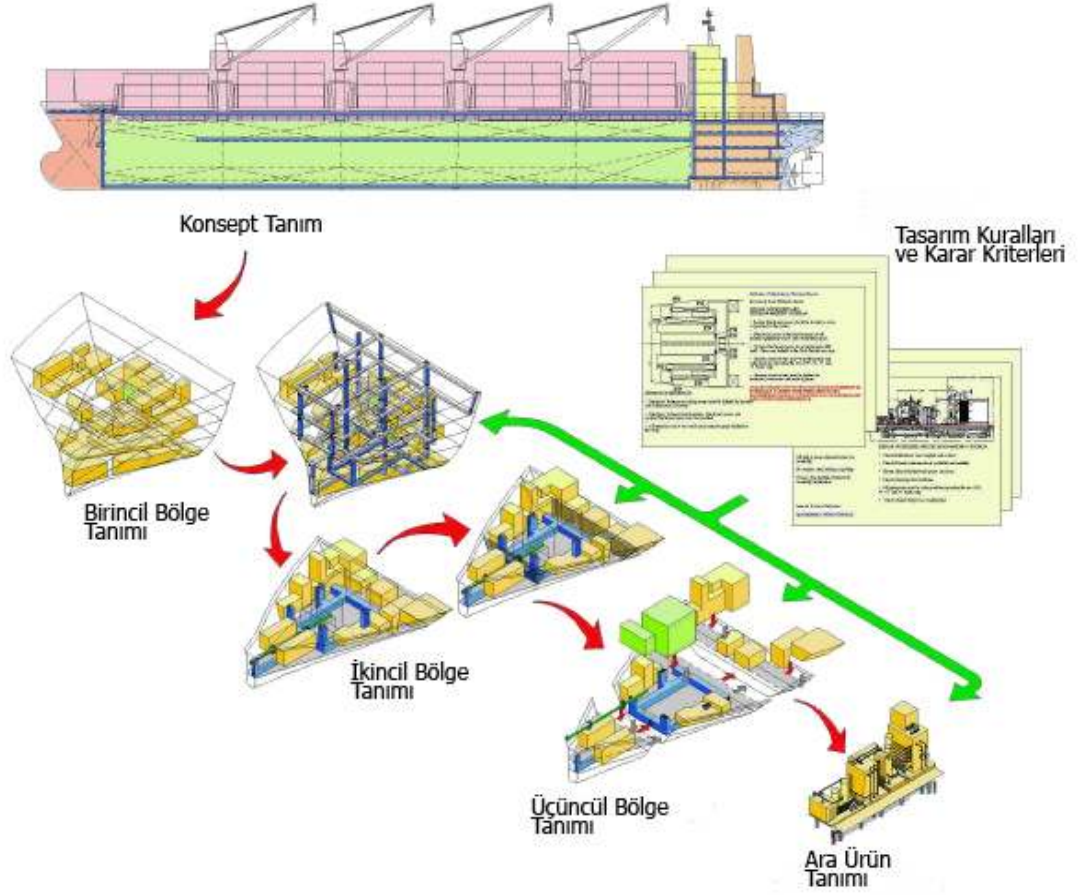
Geleneksel tasarım işlemi öncelikle fonksiyonellik üzerinde durur. Tasarımcı, uzun ömür ve tatminkar performans sağlamak amacıyla güvenlik faktörlerini göz önünde bulundurarak çalışır.

5.7.6.2 Alansal Tasarım İşlemi

Üretime yönelik tasarım işleminin altında yatan kabul, geminin sistemlerden, birincil bölgelerden, fonksiyonel alanlardan ve ara ürünlerden oluştuğudur. Alansal tasarım yaklaşımında gemi, içeriden dışarıya doğru tasarlanır. Alansal tasarım sistemi, geminin bir çok evrensel sistemlerden oluştuğunu göz önünde bulundurarak, her bir evrensel sistemin hacim ve yakınlık ihtiyaçlarını tek tek ve bütün halinde analiz eder ve geminin toplam hacmi ile konfigürasyonunu belirler.

Alansal tasarım, en üst seviyede evrensel sistemlerin bulunduğu hiyerarşik bir tasarım işlemidir. Bir sonraki adım ise geminin birincil bölgeleri ile ilgili işlemlerdir. Her bölge, fonksiyonellik ve üretilebilirliğe dayalı, kendilerine özel, kural ve yönergelerle tanımlanır.

Bu işlemde bir sonraki adım ise fonksiyonel hacim seviyesidir. Bu adımda birincil bölgeler, fonksiyonel alanların kombinasyonu veya gruplandırılması ile oluşturulur. Üretilebilirliğe ve fonksiyonelliğe yönelik kural ve yönergeler dahilinde her alanın hacimsel ve konfigürasyon gereklilikleri hesaplanır.

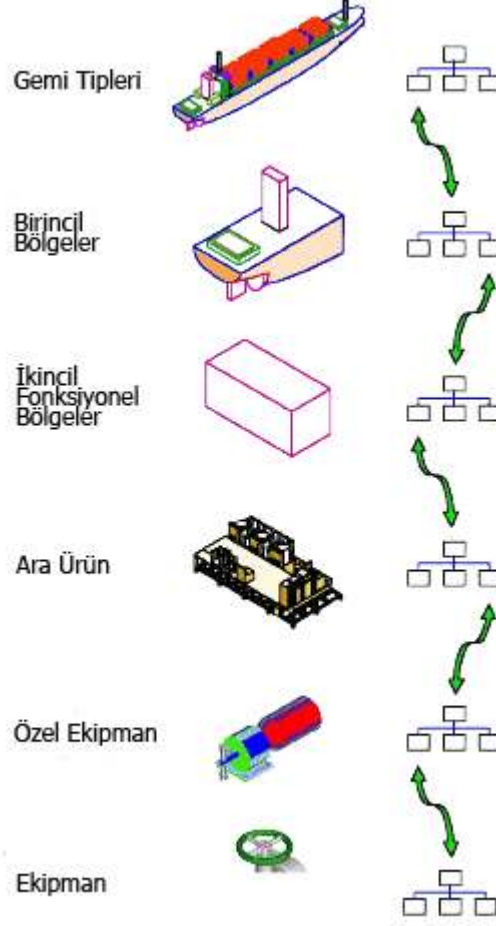


Şekil 5.5: Geminin alanlara bağlı tasarım aşamaları

Bu işlemin en son adımı ise ara ürünler seviyesidir. Ara ürünler ise kendi aralarında hiyerarşik bir ara ürün düzenindedirler. Her seviyedeki ara ürün kendisinden bir önceki ara ürünler ve/veya en alt bileşen seviyesindeki materyaller ile oluşturulur. Her ara ürün fonksiyonellik üzerine kurulu kurallar ile tasarlanır. (Şekil 5.5)

Fonksiyonel Alanlar

Fonksiyonel alan, bir nesne ya da pompa grupları gibi benzer işi yapan birkaç nesnenin birden kapladığı alan olarak tanımlanabilir. Ancak bu fonksiyonel alanlar; kamaralar, tanklar veya yapılar da olabilir. Bu fonksiyonel alanların da diyagramda ara ürünlere ayrılan alt veya fonksiyonel alanları birleştiren üst hiyerarşik birimleri bulunur. (Şekil 5.6)



Şekil 5.6: Fonksiyonel alanlar hiyerarşisi

Ek olarak her fonksiyonel alan birimi, kendilerinin fiziksel karakteristiklerini ve bu karakteristikleri değiştirmeye ne kadar parametrik olduklarını açıklayan ve kendi seviyelerindeki diğer fonksiyonel alanlarla olan bağlantılarını belirleyen bir takım tasarım kurallarına sahiptir.

Fonksiyonel alanlar genel olarak üç grup olarak ayrılabilir:

- Parametrik olmayan alanlar
- Yarı parametrik alanlar
- Parametrik alanlar

Parametrik Olmayan Alanlar

Bu fonksiyonel alan türü basitçe fiziksel karakteristikleri açısından sabittir. Bunlar dış etkilere bağlı değişmeyen ürün gruplandırmasını içerir. Parametrik olmayan bir alana örnek vermek gerekirse bu, konteyner ve kılavuz fonksiyonel alanıdır.

Bu tür fonksiyonel düzenlemeler için tasarım kuralları gayet basittir. Alan orada bulunabilir ya da bulunamaz. Alanın boyutları dışında diğer özellikleri değişebilir ancak boyutları sabit kalmak zorundadır.

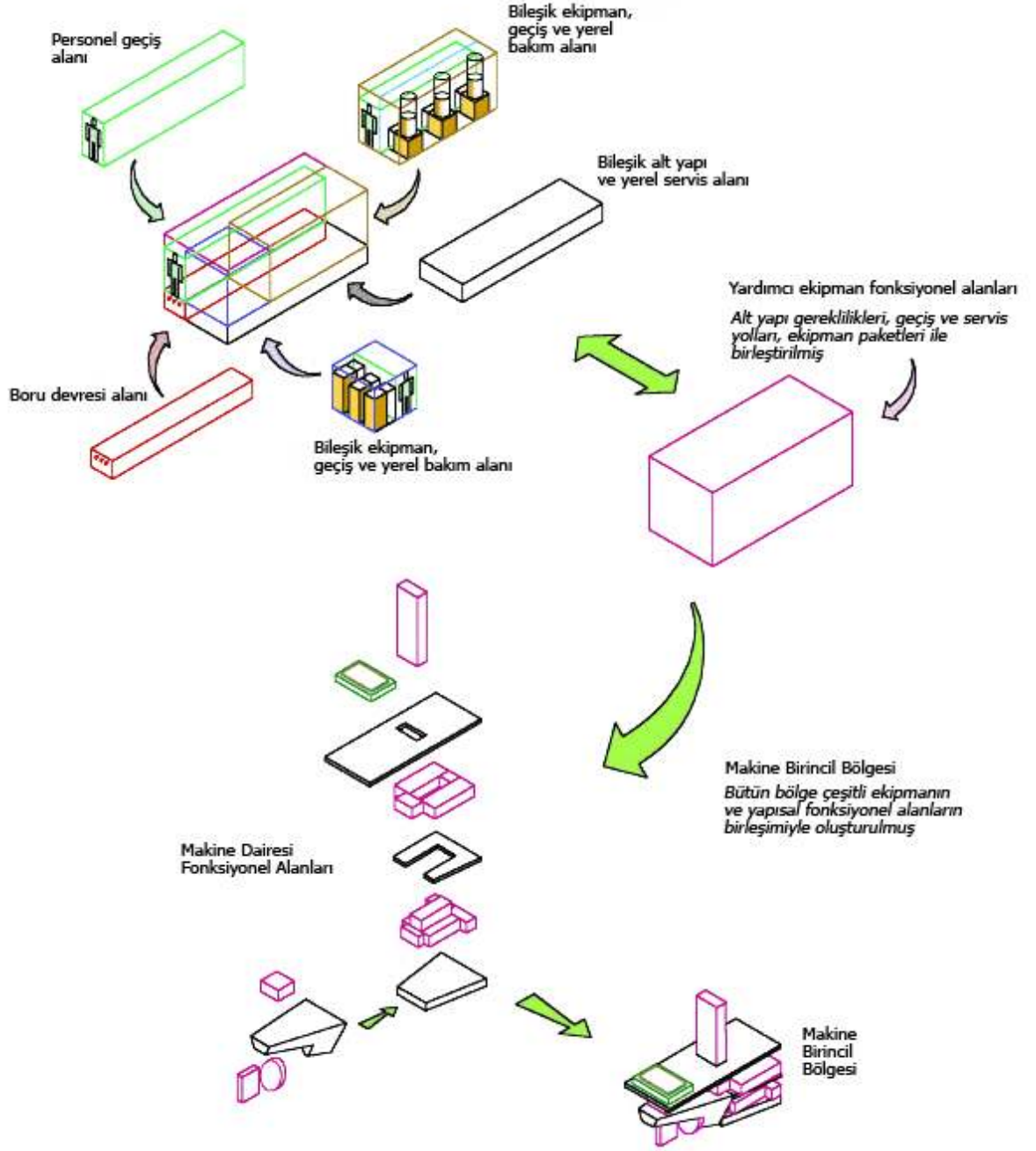
Yarı Parametrik Alanlar

İkinci tip fonksiyonel alanlar ise fiziksel karakteristikleri dış etkenlere göre sınırlı özgürlükle değiştirilebilen yaşam mahali gibi alanlardır.

Bu tür alanlarda operasyonel ergonomi kurallarına dayalı olarak kimi boyutlar yeniden düzenlenebilir. Ancak yürüyüş yolunun uzunluğu çevre fonksiyonel alanlarına uyması için olabildiğine esnekler.

Parametrik Fonksiyonel Alanlar

Son tür fonksiyonel alan ise, fiziksel karakteristiklerinin değiştirilmesi bağıl serbest olan parametrik alanlardır. Birleşik ya da ayrı tanklar veya kapalı alanlar gibi içeriklerinin esnekliği nedeniyle yerleşimi kolaydır. Buna ek olarak, bir veya daha fazla fonksiyonel alanla bağlantı parametreleri olan alanlar da bunlardır. (Şekil 5.7)



Şekil 5.7: Parametrik alanların tasarımı ve birincil bölgelerin oluşturulması

Bu alanlardan bahsederken konu tanklar ise, bunların geometrisi tekne yapısına göre kolaylıkla değişebilir. Benzer olarak, geçiş alanı, servis alanı ve destek yapısı tek başlarına düşünüldüğünde esnek olabilmektedir. Daha yüksek seviye fonksiyonel alan gruplamaları ise birçok parametre ile değişen daha karmaşık tasarım kurallarına bağlıdır.

5.8 Gemi Makine Dairesinde Ergonomiye Etki Eden Çevresel Faktörlerin İncelenmesini Araştırmaya Yönelik Anket Çalışması

36 gemi makineleri işletme mühendisinin katılımıyla gerçekleştirilen anket çalışmasında çalışanların ergonomik faktörler hakkındaki düşünceleri değerlendirildi. Değerlendirmede sorulara şu şekilde cevaplar istendi;

1-Çok az, 2- Az, 3- Normal, 4- Fazla, 5- Çok fazla.

Anket sonucuna göre çalışanların;

- %25'i makine dairesi yerleşiminin ergonomik olarak yetersiz olduğunu düşünürken, %41,6'sı normal bulmaktadır.
- %27,7'si sıcaklığın performansları ve sağlıkları üzerindeki etkisini fazla ve aşırı fazla bulurken, %25'i normal derecede etkili bulmakta; %36,1'i ise az olduğunu düşünmektedir.
- %33,3'ü titreşimin performansları ve sağlıkları üzerindeki etkisini fazla ve aşırı fazla bulurken, %19,4'ü normal derecede etkili bulmakta; %52,7'si ise az etkisi olduğunu düşünmektedir.
- %38,8'i gürültünün fazla ve çok fazla etkili olduğunu düşünmekte, %25'i normal derecede etkili, %25'i de az etkili olduğunu düşünmektedir.
- %13,8'i gün ışığının performanlarına ve sağlıklarına etkisini fazla ve çok fazla etkili, %58,3'ü normal derecede etkili bulmakta; %16,6'sı az etkili olduğunu düşünmektedir.
- %38,8'i yaşam mahalli ve kamaralarındaki gürültünün dinlenmelerine çok fazla ve fazla etkisi olduğunu düşünmekte; %16,6'sı normal derecede etkili, %25'i ise az etkili bulmaktadır.
- %27,7'si vardiya sisteminin performansları üzerindeki etkisini fazla ve aşırı fazla bulmakta; %27,7'si normal derecede etkili, %25'i ise az etkili bulmaktadır.
- %25'i makine dairesi havalandırmasını yetersiz bulurken; %30,5'i normal, %44,4'ü iyi ve çok iyi olduğunu düşünmektedir.
- %36,1'i deniz şartlarının etkisini fazla ve çok fazla bulurken, %19,4'ü az etkili, %36,1'i çok az etkili bulmaktadır.

- %52,7'si çalışma şartlarının ağırlığından dolayı fiziksel (kas-iskelet sistemi) rahatsızlık ve ağrılar hissederken, %47,2'si benzer problemler yaşamamaktadır.

Sonuç olarak normal derecede ve üzerindeki etkiler için belirli önlemlerin alınması gerektiği düşünülürse bahsedilen ergonomik şartların iyileştirilmesinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

6. GEMİLERDE İNSAN ETKENİ VE İNSAN HATASI

6.1 İnsanın Önemi

İnsan elemanı sistem tasarımı ve operasyonu açısından gemideki en önemli etkenlerden biridir. Geminin operasyonunun optimum şartlarda yürütülebilmesi için, insan elemanının operasyonel parametreleri ve prosedürleri sağlaması gerekir. Bu yüzden geminin, iyi, kalifiye ve motivasyonu yüksek denizcilere ihtiyacı vardır. Denizciler uygun donanım ve yeterli eğitimle sorumluluklarını güvenli ve verimli bir şekilde yerine getirebilirler. Bu güne kadar kişisel niteliklerin üzerinde pek durulmamıştır. Ürün ve hizmet kalitesi sadece eğitim standardına ve sağlanan eğitime değil temel insan ihtiyaçları olan beyin, ruh ve bedenin ihtiyaçlarına da bağlıdır. Beyin, ruh ve bedenin temel 7 ihtiyacı aşağıdaki gibidir [56]:

Beyin

1. Yeterlik

Eğitim ve kurs ile bilgi, kavrayabilme, meyil, vasıf ve profesyonellik kazanan denizciler ihtiyaç duydukları yeterliği kazanır.

2. Tavrı

Kendini tanıma ve değerlendirme ile hafıza, zeka, kişilik ve duyarlılık kazanılarak olumlu tavrı sergilenir.

3. Motivasyon

Diyalog, yönlendirme, takım çalışması ve karakter yapılandırması ile liderlik, adaptasyon ve koordinasyon sağlanarak motivasyon elde edilir.

Beden

4. Sağlıklı ve Mutlu Hayat Tarzı

Dengeli beslenme, temizlik, spor ve dinlenme ile enerji, fiziksel sağlık, fiziksel güç, dayanıklılık ve iyi hissetme sağlanır. Bu da sağlıklı ve mutlu hayat tarzını getirir.

5. Güvenli Ortam

Güvenlik bilgisi ve kültürü ile ergonomi, güvenli çalışma, koruyucu ekipman, fiziksel koruma sağlanır ve güvenli ortam elde edilir.

Ruh

6. Bilinç

Amaç bilinci, özdeşlik, güven, beklenti, gerçekçi olma, aitlik, itibar, duygu birliği, güvenlik ile kişisel etkiler, vicdan, kültürel bütünlük, liderlik ve uzmanlık sağlanır. Bunlar da bilinci getirir.

7. Ahlak

Kültürel ve dini bilinç ile kendine güven ve disiplin sağlanır ve ahlaki değerler kazanılır.[56]

6.2 İnsan Faktörü

İnsan faktörünü incelemenin kolay bir yolu şu üç esas niteliği göz önünde bulundurmak ve bunların organizasyon ve kişinin içinde bulunduğu ortam da göz önünde bulundurularak insan davranışlarına etkisini anlamaktır [56]:

1. Kişi
2. Meslek
3. Organizasyon ve yönetim

Bu üç önemli etkeni anlamak için özelliklerini şöyle sınıflandırabiliriz:

Kişi

Vasıflar

Yeterlik, pratik, deneyim, güncellik, liderlik.

Kültürel Farklılıklar

Din, ulusal gelenekler, giyim, dil.

Fiziksel Durum

Kişisel sağlık ve hijyen, zindelik, sağlıklı beslenme.

Bilgi

Eğitim ve pratik

Motivasyon

Çalışma ortamı [sıcaklık, nem, hava kalitesi, aydınlatma, gürültü, titreşim, temizlik], çalışma saatleri [sürekli operasyonlar, vardiya], yaşanılabirlik, alet ve ekipman yeterliliği, mürettebat sayısı, organizasyon yapısı [otorite, sorumluluk, iletişim], tanıma ve faydalar, iş tanımı, prosedürler ve el kitapları.

Fiziksel Kapasite

Güç, dayanıklılık, zorlanma, yorgunluk, rahatsızlık, açlık ve susuzluk, yüksek sıcaklık, titreşim, hareket kısıtlamaları, yetersiz egzersiz, günlük ritim bozuklukları.

Psikolojik Durum

Görev hızı, görev yükü, işi kaybetme ya da başarısız olma korkusu, monotonluk, onur kırıcı ve anlamsız işler, uzun süren tedirginlik durumu, çalışma performansı hakkında çelişkili yorumlar, eksik ya da negatif destek, duyuusal mahrumiyet, çelişkili ipuçları, dikkat dağıtıcılar [gürültü, aşırı aydınlatma, gemi hareketleri, renkler].

Psikolojik Yeterlilik

Algı, karar verme mekanizması, bilgi yükü, görevin darlığı, kısa/uzun süreli hafıza, hesaplama gereksinimleri, geri besleme, dinamik adım adım sonuçlama, takım yapısı ve iletişim, insan-makine arayüzü.

Meslek [görevler, çevre ve donanım]

Ekipman ve İş Sahası Tasarımı

Sistem tasarımı [kullanılabilirlik], insan-sistem arabirimi [insan-insan, insan-makine, insan-bilgisayar], antropometri [vücut büyüklüğü], güç ve dayanıklılık [gücün ve dayanıklılığın limitleri], iş sahası tasarımı [kullanıcı yetenekleri ve sınırlamaları], stres ve riskleri [vücut motivasyonu, yorgunluk, titreşim, gürültü, karanlık, ısı, uyku kaybı], görüş ve ışıklandırma [insan görüşü, göstergeler, ışıklandırma], işitsel bilgi [işitmeyi kullanarak bilginin operatöre iletimi], sesli iletişim [konuşma ve işitmenin karakteristiği, yüzyüze veya elektronik yardımcı konuşma], kontroller [optimum şekil, büyüklük, operaasyon dinamikleri ve yerleşim], bakım kolaylığı [ulaşılabilirlik], alet ve ekipmanlar [rehberler ve prosedürler].

Organizasyon ve Yönetim

Üst Düzey Yönetim

Güvenlik politikası, bütçe hesabı, kaynak ataması, liderlik felsefesi.

Personel

Seçim ve becerilerin kontrolü, eğitim ve pratik, liderlik ve denetleme, motivasyon, tutumların değişimi.

İşletme

Sörvey yöntemleri, bakım-tutum yöntemleri ve prosedürleri, operasyon prosedürleri, sistem belgelendirmesi, gemilerin donatımı ve seyir sistemleri

Teknik

Güvenilirlik ve uygunluk, sistem performansı, cihazlar ve donanımlar, izleme, otomasyon, insan-makine arabirimi, çalışma sahası şartları.

Güvenlik Yönetimi

Yönetim, organizasyon, hareket yöntemi, sörvey ve denetleme, geri bildirim, öğrenme, acil durum planlaması ve eğitim, sağlık, çevre, iş güvenliği.

6.3 İnsan Yetenekleri ve Limitleri

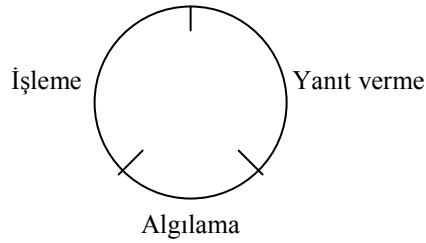
Ergonomi, bir insan-makine sistemin verimliliğini, o sistemdeki insan faktörünün performansını yükselterek artırmaya çalışır. Bu nedenle ilk iş, insanın yetenek ve limitlerini çok iyi bir şekilde bilmek ve mekanik tasarımları buna göre yapmaktır. Ancak bilinmelidir ki, insanlar arasındaki farklılıklardan ötürü tek bir doğru yoktur, bunun yerine kabul edilebilir davranış limitleri bulunmaktadır. Ayrıca bu yetenek ve limitler, kavramsal ve fiziksel özellikler ile tüm insanlar arasında incelenmelidir.

Kavramsal Özellikler

İnsan hareketleri, duyarlar tarafından alınan verilere tepki olarak gelişir. Ancak beş duyu olmasına rağmen bu verilerin %90ı yalnızca görme (%70) ve duyma (%20) üzerinden alınır.

Eğer bilgi, anlaşılabilir bir şekilde gelmezse döngüde kırılma olur. Böyle durumlarda operatör devam edebilmek için bazı varsayımlarda bulunur. Bu varsayımlar ise kimi zaman doğru, kimi zaman yanlış olabilir.

İnsan, bilgiyi duyular aracılığıyla alır, algılananı işler ve işlenene karşılık verir. İnsanlar duyular aracılığı ile bilgi toplar, yaptıklarının doğru olup olmadığını sorgular ve işler ve ileri hareketlerde bulunur. Bu çevrim kapalı döngü olarak tanımlanabilir. Kazalar ise bu döngü kırıldığında meydana gelir. (Şekil 6.1)



Şekil 6.1: Kapalı döngü sistemi

İnsanlar maksimum verimlilikte iş yapabilmek için neyi ve nasıl yaptıklarını görebilmelidir.

Aşağıdaki liste insanların bazı kavramsal karakteristiklerini göstermektedir. İnsanlar;

- İyi algılama için temiz ve açık sinyallere ihtiyaç duyarlar.
- Bazen giriş sinyallerinin algılanması için eğitime ihtiyaç duyarlar. (Yedi kısa bir uzun sinyalin gemiyi terk anlamına geldiğinin öğretilmesi gibi)
- Optimum sinyal gösterim hızına gereksinim duyarlar. (Duyuları çok fazla yormayacak kadar az, ancak ilgisizlik ve dikkatsizlik yaratmayacak kadar fazla sayıda)
- Genelde yavaş işlem yaparlar ancak hızlı olmak için doğruluktan sapabilirler.
- Problem çözme yetenekleri gelişmiştir ve yüksek derecede adaptif ve beceriklidir.
- Şablonları tanımlamada çok iyidir ve sınırlı veri içinden ara değerlere veya sonuca ulaşabilirler.
- Büyük miktarda veri içinden hızlı bir şekilde doğru veriyi elde etme yeteneği zayıftır.

- Gerçekçi veriler için sınırlı kısa süreli hafızaları vardır
 - 7+2 bilgi parçasına sınırlı
 - Yeni ve ilgisiz veriye duyarlı
- Uzun süreli hafızasında büyük miktarda veri saklayabilir, ancak hatırlama genelde, daha yakın gösterilen bilgiye göre zayıftır.
- Akılda resimleri dönüştürebilme konusunda zayıftır.
- Birçok izleme ve işleme işi için analog göstergeleri iyi kullanırlar ancak hassas değer gerektiren uygulamalarda kullanılan dijital göstergeler kullanılması tercih edilir.
- Kültürel beklentileri vardır. Örneğin, dünyanın birçok bölgesinde insanlar;
 - Soldan sağa, yukarıdan aşağıya okur.
 - Kırmızı rengi tehlike ile tanımlar.
 - Valfleri saat yönünün tersine açar ve saat yönünde kapatır.
- Ekipmanın tasarım şekline göre tepki verir. (T şeklinde kolu çekme, mantar başlı butona basma güdüsü)
- Çok yönlüdür ve artan değişikliklere kolayca adapte olur.
- Aşırı yükleme durumlarında bütün bir çökmeyi engellemek için çeşitli stratejiler kullanabilir.

Fiziksel Özellikler

İnsanlar çok farklı şekillerde ve boyutlarda bulunabilirler. Bunun sonucunda ortalama kullanıcı gibi bir tanıma ne yazık ki ulaşamaz. Bir insan-makine sisteminin her bir parçası sistemi kullanması beklenen kişilerin tamamı tarafından işletilebilmeli ve bakımı yapılabilecek şekilde tasarlanmalıdır. Birçok sistemi kullanacak kişiler tabii ki kategorize edilebilir. Örnek olarak, bir yolcu gemisinde çalışan insanların daha yaşlı olması beklenilebilir, ancak donanmaya ait bir gemide çalışacak personel daha genç, daha güçlü ve daha fit insanlardan olacağı kabul edilir. Kullanıcı özellikleri tanımlandıktan sonra sistemin tasarımı ise, sistemi kullanacak kişilerin en büyük ve en küçüğü tarafından aynı kolaylık ve verimlilikle çalıştırılabilir şekilde tasarlanması gerekir.

Sistemlerin tasarımında hedeflenen kullanıcı kitlesi, tahmini çalışma ortamları ve giyilmesi gereken kıyafetler ile göz önünde bulundurulması gerekir.

Aşağıdaki maddelerde insanların fiziksel özelliklerinden bahsedilmiştir.

- İnsan iskelet yapısı uygulanacak kuvvetin yönünü ve şiddetini kısıtlar.
- Fiziksel kabiliyetler yaş ile birlikte değişir.
- İnsan vücudu yüksek kuvvetler uygulamada zorlanır.
- İnsan vücudu uzun süre boyunca yüksek güç uygulamakta zorlanır.
- İnsan vücudu tekrarlı güç uygulaması gerektiren konularda ve vucutlarının biçimsiz şekil aldığı koşullarda çalışmakta yetersizdir.

6.4 İnsan hatası

İnsan hatası, bir sistemin tolerans limitini geçen bir hareket olarak belirtilir. İnsan hatası; hatayı yapan kişinin, uyarıyı algılayamaması, birçok uyarı arasında ayırım yapamaması, bir uyarıyı yanlış tanımlaması, yanlış karar verme, doğru tepkiyi verememe ya da yanlış bir yolla yanıt vermesi gibi sebeplerden kaynaklanır.

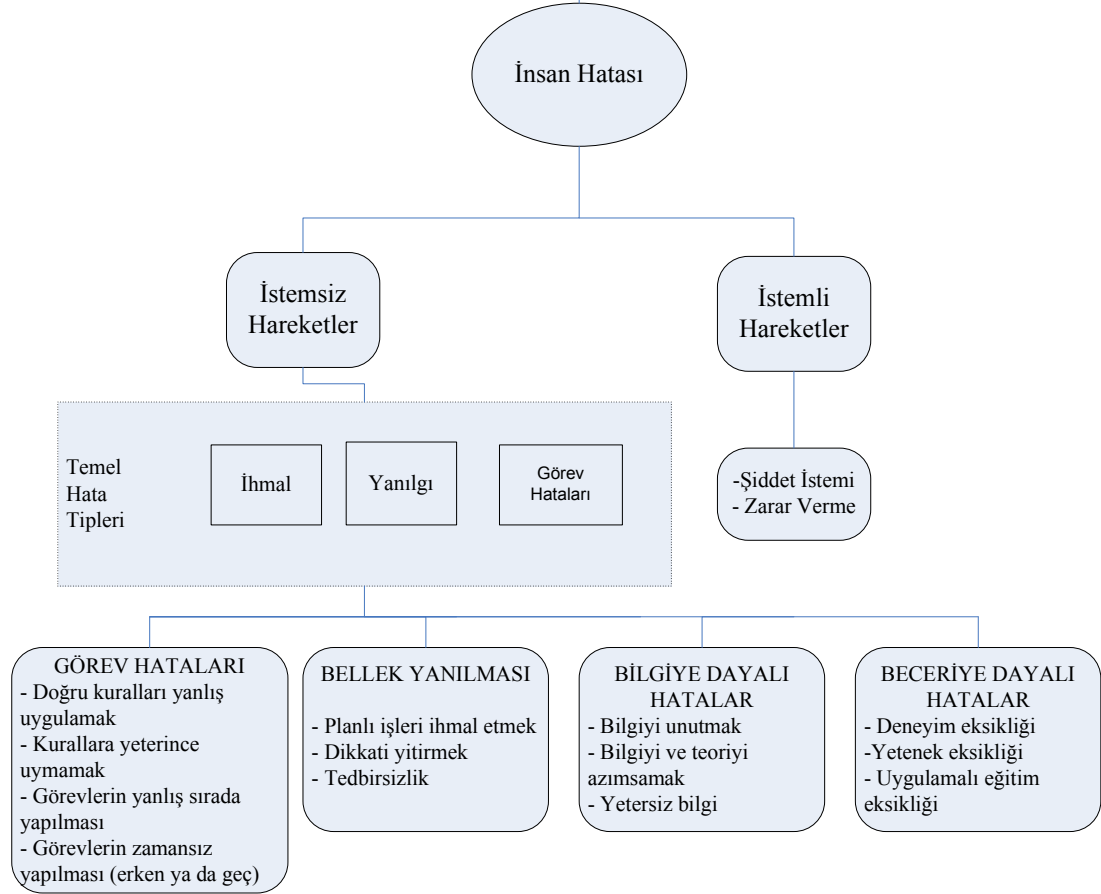
Gemi fonksiyonlarının yerine getirilmesinde gemi adamlarına dayalı insan hatalarının mevcut olması kaçınılmazdır. İnsan hatalarını belirleyen ve şekil 22'de sıralanan bazı etkenler, başlangıçta iyi eğitildiği ve sınındığı varsayılan, fiziksel açıdan da yeterli bulunarak, gemide ilgili görevlere atanan gemi adamlarının, sonradan veya sefer süresince içinde olabilecekleri fiziksel, sosyal ve psikolojik zafiyetler, gemi kazaları başta olmak üzere gemi ve çevreye yönelik tehlikelerin meydana gelmesinde, denetimi zor bir boyutu oluşturmaktadır.

Denizcilik alanına her geçen gün eklenen yeni tekniklerin ve teknolojilerin sağladığı olanaklar ile mevcut kullanılan yönetim uygulamalarının emniyet, güvenlik, ekonomiklik ve bilimsellik koşulları altında değerlendirilmesi, gemi fonksiyonlarını kullanıcısı olan gemi adamlarının niteliksel ve niceliksel özellikleri ile yakından ilgilidir [57].

Yıllardan beri gemi kazalarının insan hatalarından kaynaklandığı yolunda yapılan çalışmaların popüleritesi oldukça fazladır. Bu çalışmalar neticesinde herkesçe kabul gören ve yaygın bilgi, gemi kazalarının % 75-90 nedeninin insan hatası kaynaklı

olduğudur. Bu çoğu zaman kınama veya ihmalkarlığın bir sonucu oluşan hata olarak düşünülür.

İnsan hatası kaynakları Bak'ın [57] çalışması biraz daha geliştirilerek şekil 6.2'de verilmiştir.



Şekil 6.2: İnsan hatalarının kaynakları

6.4.1 Kaza Karakteristikleri

Uluslararası Çalışma Örgütü (International Labor Organization) tarafından yayınlanan İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Ansiklopedisinde iş kazası “belirli bir zarar ya da yaralanmaya neden olan beklenmeyen veya önceden planlanmamış olay” olarak tanımlanmıştır.

Emniyet ve güvenliği artırma ve insan hatasını ve kazaları asgariye indirmek için, tablo 6.1’de belirtilen deniz kaza karakteristiklerini her zaman göz önünde bulundurmalıyız [44].

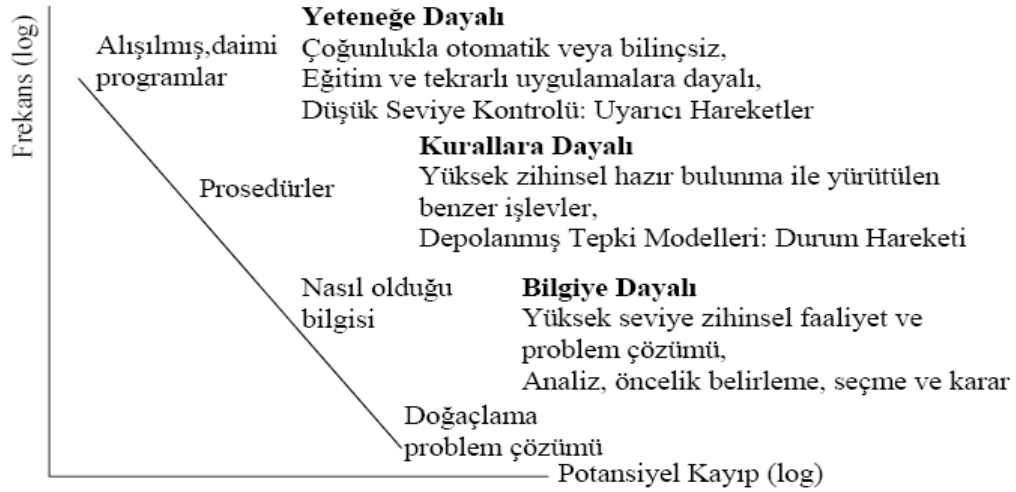
Test etme, kalibre etme, tamir veya değiştirme gibi rutin (alışılmış) olmayan görevler hata oluşturma eğilimindedir. Davranış mekanizmaları analiz edildiğinde, rutin

olmayan görevlerdekine benzer şekilde, işlevsel olarak ayrılmış roller hata oluşturma eğilimindedir [58].

Tablo 6.1: Deniz Kazalarının Karakteristikleri

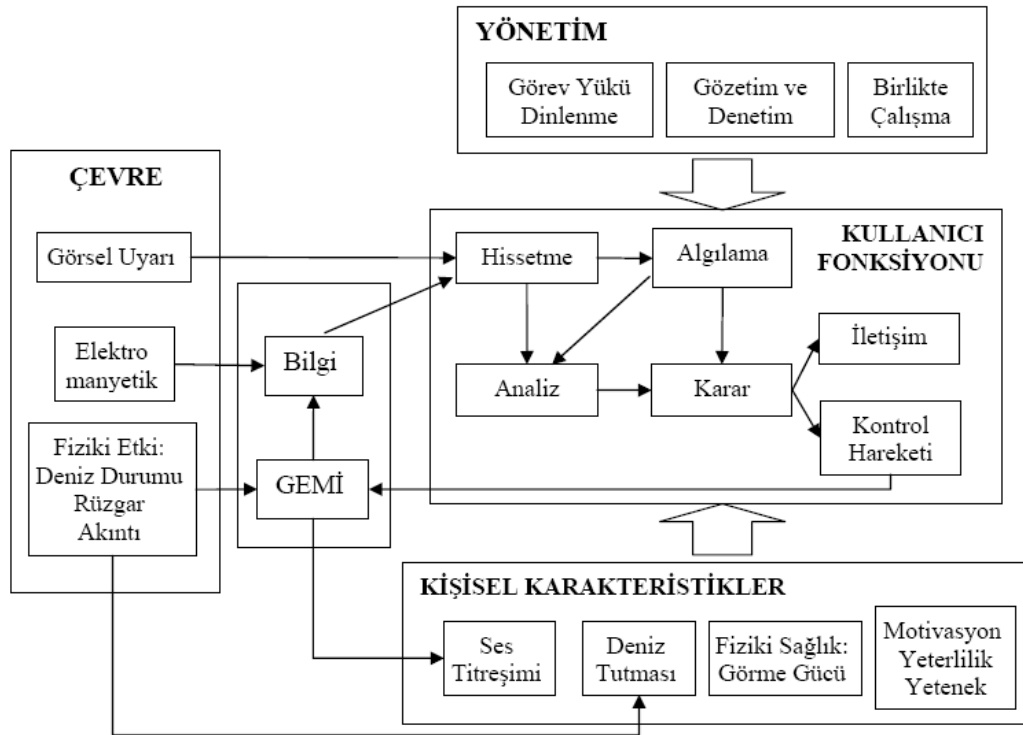
Karakteristik	Tanımlama
Rutin	Anormal durumlardaki kazayı tetikleyici faktörler dışındaki rutin aktivite ve durumlar ile ilgili olan sapmalar veya hatalar.
Çoklu Nedenler	Kazayı sadece tek bir nedenin oluşturması enderdir. Genelde kaza bir çok sayıdaki hata sonucu oluşmaktadır.
Süreç	Nedensel faktörlerin diğerleri ile etkileşmesidir.
Dereceli İlerleme	Kazalar genelde hemen oluşmaz, zamana bağlı işlevsel azalma veya hata ile gelişir ve sonuçları kaza eğilimine ilerler.
Kullanıcı (İnsan) Hatası	Görev ve ihmal terimleri kullanıcı (insan) hatasını temsil eder.
İlgili Durum	Kazasal süreç içinde kaza ile ilgili (özellikle şartlı) durumların birleşimi veya sonucu daha da kritik hale getirir.
Sonuca Odaklanma	Hatanın en son kaza evresinde tanımlanması başlangıçta tanımlamaya göre daha kolaydır. Bu nedenle alınacak önlemler, kazayı tamamıyla önleme yerine sonuçları sınırlandırma biçiminde yapılır.

Rasmussen (1982), Şekil 6.3’de belirtilen temel performans (beceri veya yetenek, kural ve bilgi) seviyeleri arasında önemli ayrımları ortaya koymuştur [59]. Yeteneğe dayalı davranışlar, öğretilerden kaynaklanan bilinç altı hareketleridir. Kurallara dayalı davranışlar da benzer şekilde, bilinen durumların önceden edinilen kesin bilgi ile yanıtlanmasıdır. Karmaşık durumları oluşturan bazı problemlerin çözümüne bilgiye dayanan davranışlar ile ulaşırız, yeni durumlarda analiz veya denemelere ihtiyaç duyarız. Günlük işlevlerin çoğunluğu yeteneğe dayalı davranışlar ile gerçekleştirilir. Diğer taraftan aşına ve kolay olmayan işlevlerde bilgiye dayalı davranışlardan faydalanılır.



Şekil 6.3: Alternatif İnsan Performans Seviyeleri

Gemilerin yönetim ve idaresi insan-makine kontrolüne dayanmaktadır. Şekil 6.4’de insan faktörü ile ilişkili olarak gemi kontrolünün kavramsal modeli gösterilmektedir [60]. Gemi ve kullanıcı fonksiyonunun etkileşimi, bu kontrol devresinin merkezini oluşturmaktadır.



Şekil 6.4: Gemide insan-makine kontrolü

Kullanıcı, gemideki bilgiyi kullanmaktadır. Bu bilgi görüntüleri ve görsel çevre verilerini veri işlemlerden geçirerek, kontrol hareketlerini ve diğer gemi personeli ile iletişimi başlatır. Fiziksel çevre şartları, genelde gemi kontrolünü olumsuz

etkilemektedir. Kişisel karakteristikler, amirler ve diğer personel ile etkileşim, kullanıcı performansını idare etmektedir.

Yukarıdaki şekilde gemilerdeki insan-makine kontrolünü oluşturan ana birimler şöyle sıralanabilir:

- Yönetim.
- Kişisel karakteristikler.
- Bilgi.
- Kullanıcı fonksiyonu.
- Çevre.

Bu birimlerin ayrı ayrı yapabilecekleri hatalar gemi kontrolünde ciddi zorluklara ve büyük kazalara sebebiyet verebilir. Bu hataları şöyle inceleyebiliriz:

Yönetim hataları: Daha çok görünmeyen hatalardır ve prosedürlerin ya da işletmenin politikasının yanlışlığından ileri gelir. Yönetim hatalarına verilebilecek bazı örnekler şöyledir;

- Hatalı Standartlar.
- Şirket hedefleri, politikaları ve uygulamaları arasında bağlantısızlık.
- Belirsiz politikalar, prosedürler ve uygulamalar.
- Yetersiz kurallar.
- Emniyetli çalışmanın gerçekten yürütülmemesi.

Kişisel Karakteristikler: Bu hatalar daha çok operatörün fiziksel ve zihinsel sağlık durumundan kaynaklanır. Bazı örnekleri şunlardır;

- Dikkatsizlik.
- Önemsememe.
- Yorgunluk.
- İşçi sağlığının iyi olmaması.
- Deneyimsizlik.
- Aşırı iş yükü.

- Eğitim eksikliği.
- Liderlik eksikliği.
- Aşırı stres.

Çevre: Bu hatalar da genellikle kaza soruşturması bitene kadar geri planda kalır. Bunların içinde;

- Ekipman tasarımında yetersizlik.
- Tehlikeli doğal ortamlar.
- Yetersiz bakım-onarım.
- Gemideki çalışma ortamının fiziksel şartlarının uygunsuzluğu.
- Kötü hava şartları.
- Dikkat dağıtıcı unsurlar sayılabilir.

Bilgi: Bilginin yetersiz olduğu durumlarda karar verebilme yeteneği de etkilenir. Bilgiden kaynaklanan bazı hatalar şunlardır;

- Genel teknik bilgi eksikliği.
- Gemi operasyonları hakkında yetersiz bilgi.
- Yeni cihazlar.

Kullanıcı Fonksiyonu: Bu başlık ise kazalar ile doğrudan ilişkilendirilebilir. Ancak karar verme bilgi, operatör durumu ve buna benzer birçok faktörden etkilenir. Bazı hatalar şunlardır;

- Yetersiz bilgiyle verilen kararlar.
- İyi değerlendirememeden kaynaklanan kararlar.

Bahsedilen hataları gemideki çevresel faktörlerin insan sağlığı ve performansına etkisi ile kıyasladığımızda çevresel faktörlerin yapılan hata ve kazalarda ne kadar önemli olduğu açıkça görülmektedir. Buna rağmen denizcilik endüstrisinde bu konuda yeterli iyileştirme sağlanamamakta, sınırlayıcı kanunlar eksik kalmakta hatta gemide çalışan insan sayısı minimize edilerek çalışanların iş yükü ciddi manada artırılmaktadır.

6.4.2 İnsan Hatalarının Kontrolü

Geçmişten günümüze, insan hatalarının yalnızca insanın kendisinden kaynaklı olduğu düşünüldü. Hatalar; dikkatsizlik ve ihmal, yetersiz tutumlara ya da kombinasyonlara bağlandı. Önüne geçmek için daha iyi insanlar çalıştırılmaya, daha çok eğitim vermeye, güvenlik kampanyaları başlatılmaya ve cezalandırıcı önlemler alınmaya çalışıldı. Ancak bu yöntemler gerçekten bir verimlilik getirmedi. Artık yeni yeni kabul edilmekte olan bilimsel yaklaşımlar ile insan hatalarının kaynakları anlaşılmaya çalışılmaktadır. Bunların içinde;

- Kolay kullanılabilir sistemlerin tasarımı ve görevlerin basitleştirilmesi,
- Yapılacak işlere göre insan seçimi,
- Ergonomi tabanlı eğitimlerin sağlanması,
- Eğitim ve desteğin vurgulanması bulunmaktadır.

6.4.3 İnsan Hatası İstatistikleri

Nükleer tesis acil durumlarının %90'ı, havayolu kazalarının %65'i, otomobil kazalarının %90'ı insan hatasına bağlı olarak gerçekleşmektedir. Gemilerde karşılaşılan kazalarla ilgili insan hatasını gösteren bazı istatistiksel değerler aşağıdadır [61] :

- Kazaların ise %80'i insan hatalarından kaynaklanmaktadır.
- Ölümlerin %50'si gemi kazalarından; diğer %50'si ise insan hatası nedeniyle gerçekleşmektedir.
- Yaralanmaların %12'si gemiye bağlı olarak, %88'i ise insan hatası nedeniyle gerçekleşmektedir.
- Personel kazalarının %33'ü gemide düşmeye bağlıdır.
- Açık deniz platformlarında gerçekleşen kazaların %80'i insan hatasına bağlıdır ve bunların %64'ü operasyon sırasında gerçekleşmiştir.
- Yüzer vinçlerde gerçekleşen kazaların %66'sı insan hatası dolayısıyla olmuştur.

- 1993 Yılında Gerçekleşen Deniz Kazaları Raporu'nda insan hatalarına bağlı olaylar, makineye bağlı gerçekleşen olayların 5 katı olduğu belirtilmiştir.
- Gemide gerçekleşen kazaların %25'inin ise yetersiz tasarımdan kaynaklandığı görülmüştür (Yetersiz tasarımdan kaynaklanan insan hatası).

7. SONUÇ VE TARTIŞMA

Dünya taşımacılığının yaklaşık % 80'ini oluşturan deniz taşımacılığında artan arz-talep dolayısıyla her geçen gün mevcut gemi sayısı artmakta ve denizde çalışacak olan insanlara daha çok ihtiyaç duyulmaktadır. Öte yandan, gemideki çalışma şartlarının zorluğundan dolayı yüksek gelir getirmesine rağmen insanlar denizde çalışmayı tercih etmemekte, hatta son günlerde mevcut gemi adamlarının da denizde çalışmaya son verenlerinin oranında ciddi bir artış olduğu gözlenmektedir. Bu durum bize gemideki çalışma ortamının gözden geçirilmesinin gerekliliğini göstermektedir.

Yapılan çalışma sonucunda gemi makine dairesini ilgilendiren ergonomik kriterler ve bunların insan sağlığı ve performansı üzerindeki etkileri irdelenerek su sonuçlara varılmıştır:

- a. Yapılan literatür incelemesi sonucunda gemi makine dairesinde insan sağlığını ve performansını birinci derecede etkileyen ergonomik faktörlerin; makine dairesindeki ve yaşama alanındaki çevresel şartlar, makine dairesinin ve burada bulunan makine ve ekipmanların ergonomik tasarımı, tasarımda antropometrik verilerin kullanılması, vardiya sisteminde çalışma ve deniz şartlarının olduğu kanısına varılmıştır.
- b. Sıcaklık, nem, gürültü ve aydınlatma gibi çevresel şartların gemi makine dairesinde üst düzeyde etkili olduğu tesbit edilmiştir. Bunlara karşı alınabilecek önlemler gösterilmiştir.
- c. Gemi makine dairesinde yağ sisi ve asbestos gibi zararlı maddelerin yoğun bir şekilde bulunmasından dolayı bunların azaltılması yolunda önlemler alınmalı ve havalandırmanın bu faktörler göz önünde bulundurularak yapılmasının gerekliliği kanısına varılmıştır.
- d. Gemi makine dairesinin yerleşimi ve tasarımı ergonomik açıdan incelenmiştir. Ergonomik tasarımın nasıl yapılması gerektiği hususunda yöntem gösterilmiştir. Gemi makine dairesi yerleşiminde ergonomik kriterlerin tasarım aşamasında uygulanması gerektiği, bunun için de gemideki

- e. çalışanlardan gelen geribildirimlerin tasarım aşamasında ciddi bir şekilde değerlendirilmesi ve tersanelerde makine dairesi donatımında deniz tecrübesi olan gemi makineleri işletme mühendislerinin görev almasının gerekliliği kanısına varılmıştır.
- f. Ülkemizde henüz ciddi bir antropometrik ölçüm bilgi bankası olmadığı ve güncellenmediği, böyle bir çalışmanın yapılmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır.
- g. Vardiya sisteminde çalışmanın ve deniz şartlarının insan sağlığı ve performansına etkileri gösterilmiştir. Günümüzde denizcilik sektöründe işverenlerin gemideki personel sayısını ciddi şekilde azalttıkları görülmektedir. Halbuki gemideki çalışma şartları, vardiya sistemi ve deniz şartları göz önünde bulundurulduğunda personel sayısını azaltmak değil belki artırmak gerektiği kanısına varılmıştır. Zira profesyonel çalışan bazı yabancı şirketlerde 4 zabıt yerine 5 zabıt görev almakta ve kişi başına düşen iş yükü azaltılmaya çalışılmaktadır.
- h. Yapılan anket çalışması sonucunda gemi makine dairesinde çalışan personelin gemideki ergonomik şartların iyileştirilmesi gerektiği düşüncesi ortaya çıkmaktadır.
- i. Mevcut bir gemi üzerinde yapılan incelemede çalışma ortamının ergonomik açıdan birçok eksikliği olduğu tesbit edilmiş, çalışanların sağlığının ciddi tehdit altında olduğu gözlenmiştir.
- j. Ulusal ve uluslararası mevzuatta konuyla alakalı çalışmaların eksik olduğu, özellikle Dünya Denizcilik Örgütü (IMO) nezdinde gerekli çalışmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] **İncir G.**, 1983, “İmalat Sanayii İşyerlerindeki Ergonomik Uygulamalara Genel Bir Bakış”, MPM Yayınları, Ankara
- [2] **Dr. Necmettin Erkan**, 1988, “Ergonomi: Verimlilik, Sağlık ve Güvenlik için İnsan Faktörü Mühendisliği”, MPM Yayınları, Ankara
- [3] **Sabancı A.**, 1977, “Tarımda İnsan-Makine İlişkileri ve Antropometrik Ölçülerin Önemi”, Tarımsal Mekanizasyon Semineri, Çukurova Üniversitesi, Adana
- [4] Verimliliği Artırıcı Yaklaşım ve Teknikler Dizisi,2005, MPM Yayınları
- [5] **Bakkaloğlu, O.**, 1999, İnsan Performansını Etkileyen Faktörlerin ve İnsandan Kaynaklanan Hataların Bulanık Kümeler ile İncelenmesi, Tez (Doktora), İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü
- [6] **Shackel, B.**, 1977, Applied Ergonomics Handbook, IPC Science and Technology Press, Surrey
- [7] **Özok, A.F.**, 1981, Türk Sanayi İşçileri Üzerine Antropometrik Bir Araştırma, Doğa Bilim Dergisi, Cilt 5
- [8] **İncir, G.**, 1980, Ergonomi, MPM Yayınları, Ankara
- [9] Recommendations for Lighting Buildings Interiors, 1968, Illuminating Engineering Society, The IES Code:, IES, London
- [10] **Cheremisinoff, P.R.**, 1977, Industrial Noise Control Handbook, 2nd ed., Ann Arbor Michigan
- [11] **Singleton, W.T.**, 1972, Introduction to Ergonomics, World Health Organization, Geneva
- [12] **Özler, C.**, 1983, “Fabrika Tasarımında Ergonomi”, 2. Ergonomi Sempozyumu, Ankara
- [13] **Kroemer, K.H.E.**, Grandjean, E., 1997, Fitting the Task to the Human: Textbook of Occupational Ergonomics, 5th Edition, Taylor & Francis, London

- [14] **Özguven, N.**, 1984, Endüstriyel Gürültü Kontrolü, TMMOB Mak. Müh. Odası Yayınları, Ankara
- [15] Standard Practice for Human Engineering Design for Marine Systems Equipment, and Facilities, 2006, **ASTM** (American Society for Testing and Materials Standards), American National Standards Institution(ANSI)
- [16] <http://www.students.itu.edu.tr/~ergonomi/default.html>
- [17] **Mc Cormick, E.**, 1970, Human Engineering, Mc Graw Hill
- [18] **Attia, M., Engel, P.**, 1980, A Field Study of Thermal Stress and Recovery Using Thermoregulatory Behavioral and Physiological Indicators, International Archives of Occupational and Environmental Health, Vol. 47, No:1/ Oct 1980
- [19] İş Gereklilerinin Belirlenmesi, 1988, MPM Yayınları, REFA (İş Düzenleme, İşletme Organizasyonu ve İş Geliştirme Birliği) Çevirisi
- [20] **Özçelebi, S.**, 2000, “İklimlendirme Sistemlerine Genel Bir Bakış”, “Klima-Soğutma Rehberi”, Teknik Yayıncılık
- [21] **Köktürk, U.**, 1975, “Pratik Havalandırma Tesisleri Kılavuzu”, Birinci Cilt, Arpaz Matbaacılık, İstanbul
- [22] **Aktaş, M., Özdemir, M.B.**, 2004, “Yaz İklimlendirme Sistemlerinde Kanal Çaplarının Bilgisayar Programı ile Hesaplanması”, TEKNOLOJİ, Cilt 7, Sayı 3, 381-386
- [23] **Dinçer, M.**, 1977, Ziraatte Canlı Kuvvet Kaynakları, AÜ Ziraat Fakültesi, Ankara
- [24] **Drinker, P., Hatch, T.**, 1954, Industrial Dust, Mc Graw Hill, New York
- [25] **Dulieu, J., Werdmeester, B.**, 2001, Ergonomics for Beginners: A Quick Reference Guide, CRC Press, London
- [26] **Chen, W.**, 2001, Occupational Stress and Its Influence on Workers' Health in Offshore Oil Industry in China, Thesis for Doctor of Philosophy in Medical Science, Chinese University of Hong Kong, China
- [27] **Stevens, A. D. and Parsons, M. G.**, 2002. Effects of Motion at Sea on Crew Performance, *Marine Technology*, Vol. 39 (1), pp. 29-47

- [28] **Crossland, P.**, 1994, Experiments to Quantify the Effects of Ship Motions on Crew Task Performance – Phase II: Assessment of Cognitive Performance. DRA/AW/AWH/TR94001
- [29] **Dobie, T.G.**, The Importance of the Human Element in Ship Design, National Biodynamics Laboratory, University of New Orleans
- [30] **Pethybridge, R.J.**, 1982, Sea Sickness Incidence in Royal Navy Ships. INM Report 37/82, Institute of Naval Medicine, Gosport, England
- [31] **Powell, W. R., Crossland, P.**, 1998, A Literature Review of the Effects of Vessel Motion on Human Performance – Possible Implications for the Safety and Performance of Personnel Aboard Floating Production Storage and Off-Loading Vessels. INM Technical Report No.98027
- [32] **Colwell, J. L.**,1989, Human Factors in the Naval Environment: A Review of Motion Sickness and Biodynamic Problems. DREA Technical Memorandum 89/220, Dartmouth: Canadian National Defence Research Establishment Atlantic
- [33] **Wertheim, A. H., Kistemaker, J. A.**, 1997, Task Performance during Simulated Ship Movements. Report TM-97-A014, TNO Human Factors Research Institute, Soesterberg, Netherlands
- [34] **Özok, A.F.**, 1991, Otomasyon, İşyükü Niteliklerinin Değişimi ve İnsan Performansı, Sanayide Bilgisayar Kullanımı ve Otomasyon Sempozyumu Bildiriler Kitabı, İstanbul
- [35] **Özok, A.F.**, 1987, Üretim Değer Yargılarımız ve Ergonominin Önemi, 1. Ulusal Ergonomi Kongresi Bildiriler Kitabı, MPM Yayınları, 467-477
- [36] **Davies, A.D.M.**, 1975, The Effects of Noise and Time of Day Upon Age Differences in Performance at Two Checking Tasks, Ergonomics Vol.18, 321-336
- [37] **Meister D.**, 1984, Human Reliability, Human Factors and Ergonomics Society, Santa Monica, USA
- [38] **Osborne, E., Vernon, H.**, 1922, The influence of temperature and other conditions on the frequency of industrial accidents, Her Majesty's stationary office, London

- [39] **Mackworth, N. H.**, 1946. Effects of Heat on Wireless Telegraphy Operators Hearing and Recording Morse Messages, *British Journal of Industrial Medicine*, Vol. 3, pp. 143-158.
- [40] **Wing, J. F.**, 1965. A Review of the Effective Ambient Temperature on Mental Performance, USAF, AMRL, TR 65-102.
- [41] **Davies, D.R.**, 1968, Age differences in paced inspection tasks, *Human Ageing and Behaviour*, New York: Academic Press
- [42] **Davies, D.R., Griew, S.**, 1965, Age and vigilance. In A.T. Welford and J.E. Birren (Eds), *Behaviour ageing and the nerves system*, Springfield III.c.c.
- [43] **Miller, D.P., Swain, A.D.**, 1987, Human error and human reliability, *Handbook of Human Factors*, Wiley and Sons, USA
- [44] **Kum, S.**, 2005, Petrol Tankerlerinde Risk Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [45] **Carlton, J. S., Vlası'c, D.**, 2005, Ship vibration and noise: Some topical aspects, **Lloyd's Register Technical Papers**, 1st International Ship Noise and Vibration Conference: London,
- [46] IMO Kongre Kararı A.468(XII), "Gemiler Üzerinde Ses Seviyeleri İle İlgili Kod"
- [47] Guidance Notes for The Application of Ergonomics to Marine Systems, 2003, ABS (American Bureau of Shipping), USA
- [48] **ISO-2631**, 1985, Guide to the Evaluation of Human Exposure to Whole Body Vibration, *International Standardization Organization*.
- [49] Guide for Crew Habitability on Ships, 2001, ABS (American Bureau of Shipping), USA
- [50] **Norman, J.N., Ballantine, B.N., Brebner, J.A., Brown, B., Gauld, S.J., Mawdsley, J., Roythorne, C., Valentine, M.J., Wilcock, S.E.**, 1988, Medical Evacuations from Offshore Structures, *Br. J. Ind. Med*, 45: 619-623
- [51] **Papadopouloşi, Y., Petersen, U.**, 2003. Combining Ship Machinery System Design Principle Safety Analysis, 8th International Marine Design Conference, Athens.

- [52] **Sydenham, P.**, 2003. Systems Approach to Engineering Design, pp. 219-238, USA.
- [53] **Sapidis, N.S., Theodosiou, G.**, 2000, Informationally-Complete Product Models of Complex Arrangements for Simulation-Based Engineering: Modeling Design Constraints using Virtual Solids, Engineering with Computers, 16, pp.147-161.
- [54] **Theodosiou, G., Sapidis, N.S.**, 2004. Information models of layout constraints for product life cycle management: a solid-modeling Approach, Computer-AidedDesign, 36, pp.549-564
- [55] **National Steel & Shipbuilding Co.**, 2000, National Shipbuilding Research Program, Advanced Shipbuilding Enterprise, Project 99-21, Whole Ship Design Rules & Guidelines.
- [56] **Squire, C.D.**, The human element in shipping, Alert! – The International Maritime Human Element Bulletin, CBE, FNI Editor, The Nautical Institute, Llyods Register
- [57] **Bak, O. A.**, 1999, Denizcilik Sektöründe Risk Analizi ve Uluslararası Güvenlik Yönetim Kodu, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [58] **RSS**, 1975. An Assessment of Accident Risk in US Commercial Nuclear Power Plants, WASH 1400 (NUREG 74/014), US Nuclear Regulatory Commission.
- [59] **Rasmussen, J.**, 1982. Human reliability in risk analysis, High Risk Safety Technology, John Wiley, Chichester.
- [60] **Kristiansen, S.**, 2005. Maritime Transportation Safety Management and Risk Analysis, Elsevier Butterworth-Heinemann, Burlington.
- [61] **Khandpur, R.**, 2000, Human Factors in Ship Design, United States Coast Guard, Office of Compliance, Washington D.C
- [62] Gemi Makine Dairesinde Ergonomiye Etki Eden Faktörlerin İncelenmesini Araştırmaya Yönelik Anket Çalışması

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Ankara’da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Şentepe İlköğretim Okulu’nda tamamladı. Daha sonra Yenimahalle Anadolu Meslek Lisesi Elektronik Bölümünü bitirdi. 1998 yılında İTÜ Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Bölümünü kazandı. Uzun gemi stajını Teekay, Canada tanker firmasında yaptı. 2003 yılında mezun olduktan sonra aynı şirkette makine zabiti olarak bir kontrat çalıştı. Daha sonra Genel Denizcilik ve Nemaş Denizcilikte makine zabiti olarak birer kontrat çalıştı. 2005 yılı başında Denizcilik Müşteşarlığı’na bağlı Tuzla Liman Başkanlığı’nda 3 ay Liman ve Bayrak Devleti Kontrol Uzmanı olarak çalıştı. Bu arada 2005 yılında İTÜ Denizcilik Fakültesi’nde yüksek lisans eğitimine başladı. 2005 Mart ayında İTÜ Denizcilik Fakültesi Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Bölümü’nde araştırma görevlisi olarak göreve başladı. 2005 Mayıs ayında JICA’nın sağladığı 6,5 aylık “Maritime Safety Management Education-Engineering” kursu için Japonya’ya gitti. İTÜ Denizcilik Fakültesinde araştırma görevlisi olarak çalışmaya devam etmektedir.