

T.C.

ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI

ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK EĞİTİM VE ARAŞTIRMA MERKEZİ

**MONTAJ HATTINDA ERGONOMİK RİSK UNSURLARININ
İNCELENMESİ: OTOMOTİV SEKTÖRÜNE YÖNELİK BİR UYGULAMA**

Uzmanlık Tezi

Burak Ayan

ANKARA-2015

T.C.
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK EĞİTİM VE ARAŞTIRMA MERKEZİ

MONTAJ HATTINDA ERGONOMİK RİSK UNSURLARININ
İNCELENMESİ: OTOMOTİV SEKTÖRÜNE YÖNELİK BİR UYGULAMA

Uzmanlık Tezi

Burak Ayan

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Metin DAĞDEVİREN

ANKARA-2015

T.C.
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK EĞİTİM VE ARAŞTIRMA MERKEZİ

MONTAJ HATTINDA ERGONOMİK RİSK UNSURLARININ İNCELENMESİ:
OTOMOTİV SEKTÖRÜNE YÖNELİK BİR UYGULAMA

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim Uzmanlığı Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Metin DAĞDEVİREN

Tez Jürisi Üyeleri

Adı ve Soyadı

İmzası

.....
.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Tez Sınavı Tarihi

T.C.
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK EĞİTİM VE ARAŞTIRMA MERKEZİ
BAŞKANLIĞINA

Bu belge ile, bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplanıp sunulduğunu beyan ederim. Bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları andığımı ve kaynağını gösterdiğimi ayrıca beyan ederim (...../...../2015).

Tezi Hazırlayanın

Adı ve Soyadı

.....

İmzası

.....

TEŞEKKÜR

Uzmanlık tezimi hazırlamamda desteklerini esirgemeyen Merkez BaŐkanı Sayın İsmail AKBIYIK'a , Merkez BaŐkan Yardımcısı Sayın Dr. Ali İhsan SULAK'a, tez danışmanım Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Doç. Dr. Metin DAĞDEVİREN'e, çalışmalarımı nihayete erdirmem için desteklerini sunan değerli çalışma arkadaşlarıma, manevi desteklerini ve dualarını hep yanımda hissettiğim annem başta olmak üzere aileme teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
TABLOLAR DİZİNİ.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 Ergonominin Tanımı.....	3
2.2 Ergonominin Tarihsel Gelişimi	4
2.3 İş Yükü.....	5
2.3.1 Fiziksel İş Yükü	6
2.3.2 Zihinsel İş Yükü	7
2.4 İşle ilgili Kas İskelet Sistemi Hastalıkları.....	9
2.5 Çalışma Ortamında Ergonomik Risk Faktörleri	12
2.5.1 Çalışma Yerinin Düzenlenmesi.....	13
2.5.2 Montaj Hattı ve İş Sağlığı Açısından İncelenmesi	13
2.5.3 Antropometrik Açıdan İş Yeri Düzenleme	17
2.5.4 Çalışma Ortamındaki Fiziksel Risk Faktörleri	20
2.6 Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemleri	41
3. MATERYAL VE METOT	45
3.1 Materyal	45
3.1.1 İşletmenin Tanıtımı	45
3.2 Metot.....	47
3.2.1 REBA (Rapid Entire Body Assessment) Metodu	48
3.2.2 MURI Metodu	56
3.2.3 NIOSH Malzeme Taşıma / Kaldırma Kontrol Listesi Metodu	58
3.2.4 ACGIH HAL TLV Metodu	59

4. BULGULAR	62
4.1 REBA Metodunu Değerlendirmesi	62
4.2. Muri Metodunun Uygulanması	69
4.3. REBA ve MURI Yöntemlerinin Sonuçlarının Karşılaştırılması	73
4.4 NIOSH Malzeme Taşıma / Kaldırma Kontrol Listesi ile Volan Montaj Hattının Değerlendirilmesi	75
4.5 ACGIH	78
4.6. Reba Metodunun Farklı İstasyonlarda Sonuçları	81
GENEL DEğERLENDİRME	85
5.1. Sonuç	85
5.2. Öneriler	87
4. KAYNAKLAR	90
5. ÖZGEÇMİŞ	96
6. EKLER	97
EK I- Acgih Wbgt İndeksi Hesaplama Tablosu	97
EK II- Single Task Job Analysis	99
EK III- Multi Task Job Analysis	100
EK IV- Reba Çalışan Değerlendirme Formu	101
EK V- Reba Formu Türkçe	102
EK VI- NIOSH Manual Material Handling(MMH) Checklist.....	103
EK VII- NIOSH Malzeme Taşıma/Kaldırma Kontrol Listesi(Türkçe).....	104
EK VIII- Acgih El Faaliyeti Hesaplama Tablosu.....	105
EK IX- Reba Formu Volan Montajı İyileştirme Öncesi.....	106
EK X- Reba Formu Volan Montajı İyileştirme Sonrası	107
ÖZET	108
ABSTRACT	109

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Kanada’ da İş kazası ve Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları Maliyet Yüzdeleri(Zhan, 2010:2)	10
Şekil 2.Kuzey Avrupa Ülkelerinde Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları Yüzdeleri(Broberg, 1996:545).....	11
Şekil 3. Klasik Bir Montaj Hattı.....	14
Şekil 4. Yalın düşünce prensibi (Maria, 2012:1).....	15
Şekil 5. Çalışma Tezgâhında Çalışma Alanları (CCOHS, 2015).....	18
Şekil 6. Honda Motor Şirketi Tarafından Geliştirilen Yürüme Destek Aracı (Honda, 2014)	20
Şekil 7. Gürültü Maruziyet Sınır Değerlerine Göre Çalışma Süreleri.....	23
Şekil 8. Günlük Titreşim Maruziyet Değerlerine Göre Çalışma Süreleri	27
Şekil 9.Genel Aydınlatma (HSE, 1997:19)	30
Şekil 10. Genel ve Bölgesel Aydınlatma(HSE, 1997:19)	31
Şekil 11. Bölgesel Aydınlatma(HSE, 1997:19).....	31
Şekil 12. Güvensiz Davranışlar ve Termal Koşullar İlişkisi (Ramsey, vd., 1983:105-114)	34
Şekil 13. ACGIH Termal Konfor WBGT indeksi Limit Değerleri (Bernard T. E., 2014) .	36
Şekil 14. Kavrama Kalitesi Karar Ağacı (Waters, Anderson ve Garg, 1994:32).....	37
Şekil 15. Karasek’in Talep kontrol Modeli(Karasek, 1979:288)	40
Şekil 166. Boyun, Gövde ve Bacak Analizleri	51
Şekil 17. Puan A Değerini Bulma	52
Şekil 18. Kol ve El Bileği Analizleri	53
Şekil 19. Puan B Değerini Bulma.....	54
Şekil 20. Tablo C Puanını Bulma	55
Şekil 21. REBA Formu’nda Puanlama.....	55
Şekil 22. MURI Duruş Analizi Tablosu	58
Şekil 233. El Faaliyet Seviyesi Göstergesi.....	60
Şekil 24. Elle Çalışma için Normalleştirilmiş Azami Kuvvet Tahmini	60
Şekil 255.El Faaliyet Seviyesine Göre TLV Sınır Değerleri (ACGIH, Personal Health, 2014).....	61
Şekil 26. Volan Montajı İyileştirme Öncesi Boyun ve Bel Duruşu	63
Şekil 27. Volan Montajı İyileştirme Öncesi Kol Duruşu	64
Şekil 28. Volan Montajı İyileştirme Öncesi Bacak, Bilek ve Gövde Duruşu	65
Şekil 29. Volan Montajı İyileştirme Sonrası İstasyonun Görünümü	66
Şekil 30. Volan Montajı İyileştirme Sonrası Boyun Duruşu.....	67
Şekil 31. Volan Montajı İyileştirme Sonrası Boyun ve Bel ve Kol Duruşu.....	68
Şekil 32. İyileştirme Öncesi Risk Seviyeleri	71
Şekil 33. İyileştirme Sonrası Risk Seviyeleri	72
Şekil 34. Montaj hattında yapılan iyileştirme sonrası REBA ve MURI Risk Puanları.....	73
Şekil 35. MURI Metoduna Göre İyileştirme Öncesi ve Sonrası Risk Puanları	74
Şekil 36. REBA Metoduna Göre İyileştirme Öncesi ve Sonrası Risk Puanları	75
Şekil 377. İyileştirme Öncesinde ACGIH HAL TLV Risk Seviyesi	79

Şekil 388. İyileştirme Sonrasında ACGIH HAL TLV Risk Seviyesi	80
Şekil 399. İyileştirme Öncesi ve Sonrasında ACGIH HAL TLV Risk Kıyaslaması	81
Şekil 40. Boyun Bel ve Bacakların Konumu.....	82
Şekil 41. Boyun Üst Kol ve Alt Kolun Konumu.....	83
Şekil 42. İki İstasyonun Tablo A ve Tablo B Değerlerinin Karşılaştırması.....	84
Şekil 43. Vücudun Farklı Bölgelerinin Risk Puanlarının Karşılaştırması.....	84

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Ölçüm yöntemlerine ilişkin değerlendirme yöntemleri(Ursin ve Ursin, 1979:349-365).....	9
Tablo 2: Ayakta çalışanlar için uygun tezgâh yükseklikleri(cm) (Grandjean, 1975).....	19
Tablo 3. Yaş Sınırlarına Göre Gerekli Aydınlatma Düzeyi (Su, 2001:162)	28
Tablo 4. Değerlendirme Tekniklerinin Maruziyetlere Göre Listesi (Özel & Çetik, 2010:45)	43
Tablo 5. Manuel proseslerde çalışan hareketleri ergonomi değerlendirme matrisi.....	70
Tablo 6. İyileştirme öncesi MURI Skoru	71
Tablo 7. İyileştirme Sonrası MURI Skoru.....	72
Tablo 8. NIOSH Malzeme Taşıma/Kaldırma Kontrol Listesi.....	76
Tablo 9. NIOSH Malzeme Taşıma/Kaldırma Kontrol Listesi.....	77

SİMGELER VE KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
ACGIH	American Conference of Industrial Hygienists
ILO	Uluslararası alışma Örgütü
İKİSR	İşe Bağlı Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları
İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
İSGK	İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu
KKD	Kişisel Koruyucu Donanım
OSHA	İş Güvenliği ve Sağlığı İdaresi
REBA	Rapid Entire Body Assessment
WBGT	The Wet Bulb Globe Temperature
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

1. GİRİŞ

Montaj hattı dengeleme problemiyle ilgili çoğu araştırma istasyon sayısını azaltmayı amaçlamaktadır. Ancak, bu durum işçiye aşırı iş yükü atanmasına neden olabilmektedir. İşçiye atanan iş yükü kapasitesini aştığında, yorgunluk ve dikkatsizlik görülebilir ve bu yüzden hattın üretim hızının değişmesi olasılığı ile kalite problemleri ve iş kazaları riski artmaktadır (Özel ve Çetik, 2010:41-55).

İnsan performansı, fiziksel ve zihinsel iş yükünün her ikisinden de yoğun şekilde etkilenebilir. Ağır iş yükü insanda genellikle yorgunluk ve strese yol açabilir ve korkunç sonuçlara neden olabilir. Kritik görevleri yerine getirirken yetersizlik, güçsüzlük ortaya çıkabilir. Hafif iş yükü ise, dikkat eksikliği ve bıkkınlık nedeniyle hataların ortaya çıkmasına neden olabilir. Tüm bunlar dikkate alındığında, montaj hatlarında işçilere iş yükü açısından daha dengeli atama yapılması gerekmektedir.

Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda yer alan "otomotiv sanayinin endüstrileşmedeki itici gücünden yararlanma" ilkesine göre hazırlanmış olan Montaj Sanayi Talimatı,. ithalata bağımlı üretimin azaltılması amacıyla hazırlanmış olup otomotiv sanayinin gelişmesinde büyük rol oynamıştır (Bedir, 2002:5-10).

Otomotiv sektörü baş döndürücü bir hızla gelişen teknolojiyle birlikte dinamik bir sektördür. Artan talebi karşılayabilmek için daha az maliyetli daha hızlı ürün çıkarmayı hedefleyen üretim sistemleri geliştirmek işletmeler için ayakta kalabilmenin gereği olmuştur. Böylece işletmeler üretim hacimlerini oldukça yüksek tutmaktadırlar. Ürün tasarımında yapısal farklılık, montaj sırasında kullanılan ve "know-how" olarak bilinen ve hem kaliteli ürün elde etmek hem de üretim hızını

arttırmak amacıyla işletmeye özel geliştirilen üretim teknikleri ile sağlanabilmektedir. (Özkıran ve Düşünür, 2011:1)

Bu tez çalışması , montaj hattında çalışan işçilerin maruz kalabileceği ergonomik risk faktörlerinden gürültü, titreşim, termal konfor, aydınlatma gibi çevresel risk faktörleri ile duruş bozuklukları ve psikososyal risk etmenlerini ortaya koymak amacı ile tasarlanmıştır.

Tezde yer verilen ergonomik risklere, montaj hattının çalışma prensipleri göz önünde bulundurlarak değinilmiş ve bahsedilen risklerin ortadan kaldırılabilmesi için yapılan çalışmalar ve yaklaşımlardan bahsedilmiştir. Bu yaklaşımlar içerisinde Rapid Entire Body Assessment metodu seçilerek belirlenen iş istasyonunda risk değerlendirmesi yapılmış olup işletme tarafından daha önce kullanılagelen ve Yalın Üretim Felsefesinin bir parçası olan risk değerlendirme metodlarından MURI metodu uygulama sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Daha sonra REBA metodu risklerin önceliklendirilmesi amacıyla farklı iki istasyonda uygulanarak iki istasyon sonuçları karşılaştırılmıştır. Yapılan değerlendirme sonucunda getirilen çözüm önerilerine tezin son bölümünde yer verilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Ergonominin Tanımı

Ergonomi, çalışanların anatomik, fizyolojik ve psikolojik özelliklerini dikkate alarak insanın sağlık, güvenlik şartları içerisinde verimli bir şekilde çalışabilmesi için gerekli çalışma ortamını araştıran, disiplinler arası bilim dalıdır. Ergonomi, insan faktörünü ön planda tutmak suretiyle insanın kapasite ve limitleriyle, insan-makine ve insan çevre ilişkisini değerlendirerek, çalışma ortamı tasarımında insan faktörüne göre düzenlemeyi öngörür (Bridger, 1995:15).

Ergonomi deyimini ilk olarak 1949 yılında İngiltere’ de kullanılmıştır. Avrupa ülkelerinde ergonomi sözcüğü yaygın olarak kullanılmasına karşın ABD’ de “İnsan Mühendisliği” (human engineering) olarak kullanılmaktadır (Karl, Henrike ve Kroemer, 2000:2).

Ergonomi kelimesi yunanca iş anlamına gelen “ergos” ve yasa anlamına gelen “nomos” kelimelerinden oluşmaktadır. TDK tarafından işbilim olarak Türkçeleştirilen terimin tanımı “Çalışmanın yöntemli bir biçimde düzenlenmesi; makine ve donanımların, çalışanların yetenek ve eğilimlerine göre saptanması amacıyla yapılan inceleme ve araştırmaların tümü” olarak yapılmıştır (Sabancı P. D., 1989:20-28).

Tanımlardan anlaşılacağı üzere insan, biyolojik bir varlık olarak belirli sınırlılıklara sahiptir ve üretim yapabilmek için kullandığı araç-gereçleri ve çalışma ortamını bu sınırlılıklara göre tasarlamak durumundadır. Biyoloji, psikoloji, fizyoloji,

biyomekanik, mühendislik gibi bilim dallarıyla kesişim noktaları olan ergonomi çok disiplinli bir çalışma alanıdır (Karl, Henrike ve Kroemer, 2000:7).

Ergonomi çalışmalarının amacı:

- 1- İş kazaları ve meslek hastalıklarının önüne geçmek
- 2- Fizyolojik ve psikolojik yorgunluğun azaltılması
- 3- İşgücü kayıplarının önüne geçmek
- 4- İş veriminin ve ürün kalitesinin artırılması

şeklinde özetlenebilir.

2.2 Ergonominin Tarihsel Gelişimi

İnsanlar ilk çağlardan beri daha kolay, sağlıklı ve güvenli yaşamın yollarını keşfetmeye çalışırken her ne kadar adı konmamış olsa da bir takım ergonomik kuralları uygulamış ve doğaya uyum sağlamaya, ihtiyaçlarını karşılamaya çalışmıştır. Ancak Ergonomi adına yapılan bilimsel ilk çalışmalar 1890'lı yıllarda değirmende farklı işler için aynı tip küreklerin kullanılmasını gözlemleyerek farklı işler için farklı ağırlık ve ebatlarda kürekler tasarımıyla iş verimini artırmayı amaçlayan F.W. Taylor' a aittir (Yalçınkaya, 2014).

İkinci Dünya savaşı sırasında ülkeler arasındaki üst düzey askeri teknolojik rekabet ile askeri araç ve gereçlerin üretimi hız kazanmış ancak üretim tasarım aşamasında insan faktörünün dikkate alınmamasına bağlı olarak üretilen ürünlerden beklenen verim alınamamıştır. Bu gelişmeler ergonomi alanında yapılan çalışmaların hızlanmasını sağlamıştır (Sabancı P. D., 1989:20-28).

Ancak ne var ki farklı bilim dallarındaki araştırmacıların çalışmalarının birbirinden kopuk olması çok disiplinli bir bilim dalı olan ergonomide ilerlemeyi kısıtlamıştır. Bu eksikliği gidermek amacıyla İngiltere’de ‘‘Ergonomi Araştırma Konseyi’’(Ergonomics Research Council) kurulmuş ve bu konseyde anatomist, fizyolog, psikolog, mühendisler, mimarlar ve iş güvenliği profesyonelleri bir araya getirilmiştir. Bu alanda yapılan çalışmaların ilk defa Ergonomi olarak adlandırılması 1949 yılında Murrel tarafından önerilmiştir. İngiltere’de kurulan konseyin yürüttüğü çalışmalar tüm dünyada ilgi görmüş ve 1964 yılında Uluslararası Ergonomi Derneği(The Ergonomics Society)’nin kuruluş hikâyesinin aktörü olmuştur (Sabancı P. D., 1989:20-28).

2.3 İş Yüğü

İnsanın fiziksel ve zihinsel olarak belirli bir iş yapabilme gücü vardır. Kapasitesinin üzerinde çalıştırılan insanda solunum, dolaşım, kas-sinir sistemi, merkezi sinir sisteminin zorlanması sonucu dinlenme ihtiyacı oluşur. Çalışanın yeteri kadar dinlenemediği durumlarda oluşacak fiziksel ve zihinsel yorgunluğa bağlı olarak iş kazaları ve meslek hastalıklarıyla karşılaşılma ihtimali artacak, iş verimi düşecektir. İş yükünün ağırlığı yapılan işin türüne göre farklılık göstermektedir. İşyerinde yapılan düzenlemelerle iş yüğü daha az zorlayıcı hale gerilemeli, getirilemiyorsa çalışanların çalışma ve dinlenme süreleri düzenlemesine gidilmelidir (Erkan, 1989:31).

İş yükünü bu noktada temel olarak zihinsel ve fiziksel iş yüğü olarak ikiye ayırmak gerekmektedir. Fiziksel iş daha çok kasların kullanımıyla yerine getirilmekte olup

iskelet-kas, solunum ve dolaşım sistemlerini etkiler. Zihinsel işler ise bilgi ve işlem üretmeye yönelik olarak üretim sürecinde düşünme ve dikkat gerektiren ve merkezi sinir sistemini, duyu organlarını etkileyen işlerdir. Fiziksel iş yükünün insan üzerindeki etkilerini ölçmek için kesin yöntemler mevcut olmasına karşın zihinsel iş yükü için aynı kesinlikte yöntemlerden söz etmek zordur (Ateş, 1989:104).

2.3.1 Fiziksel İş Yükü

Fiziksel iş yükü bir işi yerine getirirken harcanan enerji miktarına bağlı olarak hesaplanmaktadır. Kasların kullanımına bağlı olarak yapılan iş esnasında aşağıdaki fizyolojik tepkiler iş yükünü belirleyen unsurlardır:

- Kalp atım hızı,
- Kan basıncı,
- Oksijen tüketimi
- Solunum sıklığı ,
- Vücut sıcaklığı,
- Kandaki laktik asit düzeyi,
- Deri direnci.

Bir kişinin bir işi yerine getirirken ki fiziksel aktivitesi için yeterli kapasitesinin derecesi o kişinin “maksimum performansı” olarak adlandırılmaktadır. Maksimum performans iskelet kaslarında aerobik ve anaerobik metabolizma ile ortaya çıkan enerji miktarının fiziksel iş yükünü ölçülebilir kılmaktadır. Fiziksel yük temel olarak solunum, dolaşım, kas-sinir sistemi, merkezi sinir sisteminin zorlanma düzeyidir.

Fiziksel zorlanmaya bağlı olarak kişide yorgunluk baş gösterecek ve dinlenme ihtiyacı ortaya çıkacaktır (Ateş, 1989:105).

Bir işin uzun süre verimli bir şekilde devamlı olarak yapılabilmesi için oksijen ihtiyacının kolaylıkla sağlanabilir olması gerekmektedir. Zorlu çalışmalarda organizmanın zorlanarak oksijen kullanma kapasitesi yani aerobik kapasitenin aşılması durumunda oksijen borcu ile çalışma gerçekleştirilir. Bu şekilde fizyolojik aktiviteye uzun süre devam edilmesi mümkün değildir. Çalışanların aerobik kapasitelerinin yarısını aşan düzeyde efor harcamasını gerektiren işler “çok yorucu iş” olarak adlandırılmaktadır. Sağlıklı bir çalışan günde ortalama 2000 Kcal iş enerjisiyle çalışabilmektedir. Çalışanın bu düzeyde çalışabilmesi içi fizyolojik ve psikolojik olarak sağlıklı olması gerekmektedir. Çalışanların çalışma kapasitelerini aşarak çalışması durumunda kişide yorgunluğa bağlı olarak dikkatsizlik, kendini işe verememe, reflekslerin zayıflaması gibi durumlar ortaya çıkacaktır (Erkan, Ergonomi, 1988).

2.3.2 Zihinsel İş Yüğü

Zihinsel kapasiteyi açıklamak için her ne kadar zihinsel iş yüğü kavramı kullanılmakta ise de tam bir tanımı ve kapsamını belirleyebilecek kesin çizgiler henüz bulunmamaktadır. İnsan zihni sürekli olarak bir bilgi akışına maruz kalmaktadır. İnsanın insanla ve insanın çevreyle etkileşimi sırasında zihin sürekli olarak havadaki bilgi paketçiklerini alıp yorumlamakla meşguldür ve bu aktivitesi süreklidir. Zihin kapasitesinin üzerinde gelen bilgi akışı zihinsel yorgunluğa sebep

olacaktır. Özellikle teknolojik ilerlemelerin günümüzde kişiyi zihnini daha çok kullanmaya itmekte olduğunu söylemek mümkündür. (Çilingir, 1981:188-197)

Zihinsel iş yükünün aşırı olması durumunda çalışan zihnine gelen bilgilerin tamamını değerlendiremeyecektir ve hata yapma olasılığı artacaktır. Zihinsel iş yükünün çok az olması durumunda ise durağanlık sıkılmaya neden olacak ve hata yapma eğilimi artacaktır. Bu nedenle zihinsel iş yükünün en uygun seviyede olması gerekmektedir (Rolfe & Lindsay, 1973:199-206).

Zihinsel iş yükünü ölçmek için fiziksel iş yükünün aksine kesin ve kesin sonuçlardan bahsetmek zordur. Ancak genel olarak öznel değerlendirmeler, fizyolojik ölçümler ve ikincil iş metodu gibi yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden en çok kullanılan işçinin bir faaliyet esnasında bütün zihin gücünü kullanmadığı varsayılarak zihnin ikinci bir iş vermek suretiyle ölçülmesini hedefleyen ikincil iş metodudur (Çilingir, 1981:188-197).

Zihinsel iş yükünü ölçmek için çeşitli davranışsal, öznel ve fizyolojik yöntemler kullanılmaktadır. Ancak sahada uygulanabilirliğine bakıldığında fizyolojik ölçüm tekniklerinin daha iyi sonuçlar verdiği ve kullanımının uygun olduğu görülmektedir. Bunun sebebi ise fizyolojik ölçümlerde sürekli veri akışının sağlanabilir olması ve birincil işe bağımlılık durumuna yol açmamasıdır (Hollands ve Wickens, 2000).

Fizyolojik ölçüm tekniklerinin dayandığı temel nokta merkezi sinir sistemi faaliyetleridir. Fizyolojik ölçümler 3 ana kategoriye ayrılmaktadır:

- 1- Beyinle ilgili ölçümler
- 2- Gözle ilgili ölçümler

3- Kalple ilgili ölçümler

Tablo 1’de bu ölçüm yöntemlerine ilişkin değerlendirme yöntemleri yer almaktadır (Ursin ve Ursin, 1979:349-365).

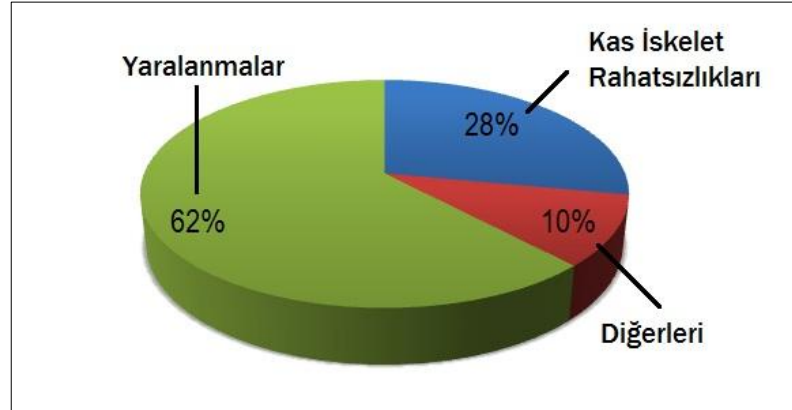
Tablo 1. Ölçüm yöntemlerine ilişkin değerlendirme yöntemleri(Ursin ve Ursin, 1979:349-365)

Beyinle ilgili ölçümler	Gözle ilgili ölçümler	Kalple ilgili ölçümler
Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme(fMRI)	Elektrookülografi	Elektrokardiyografi
Elektroensefalografi	Göz Kırpma Aralığı	Nabız
ERPs: (Event related potentials)	Göz Kırpma Oranı	Kan hacmi

2.4 İşle ilgili Kas İskelet Sistemi Hastalıkları

Mesleki kas ve iskelet sistemi rahatsızlıkları, iş metotları ve çalışma ortamına bağlı olarak zayıf ergonomik koşulların neden olduğu kas iskelet sistemi rahatsızlıklarıdır. Ağır, tekrarlanan ve yorucu işlerle uzun süreli maruziyetle ortaya çıkarlar. Kas iskelet sistemi hastalıkları, dünyada yaygın sağlık problemlerinden birisi olup kasların, sinirlerin, tendonların, bağ dokuların, eklemlerin, kıkırdakların ve spinal diskin yaralanması ve bozuklukları olarak tanımlanır (Özel ve Çetik, 2010:41-55).

İşe bağlı kas iskelet sistemi hastalıkları montaj hattında çalışanları arasında görülen en yaygın, en fazla işgücü kaybına neden olan ve maliyeti en yüksek rahatsızlıktır. Kanada’da yapılan bir araştırmaya göre kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının maliyeti iş kazası ve meslek hastalıkları maliyetinin %28’i olarak hesaplanmıştır(Şekil 1) (Zhan, 2010:2).



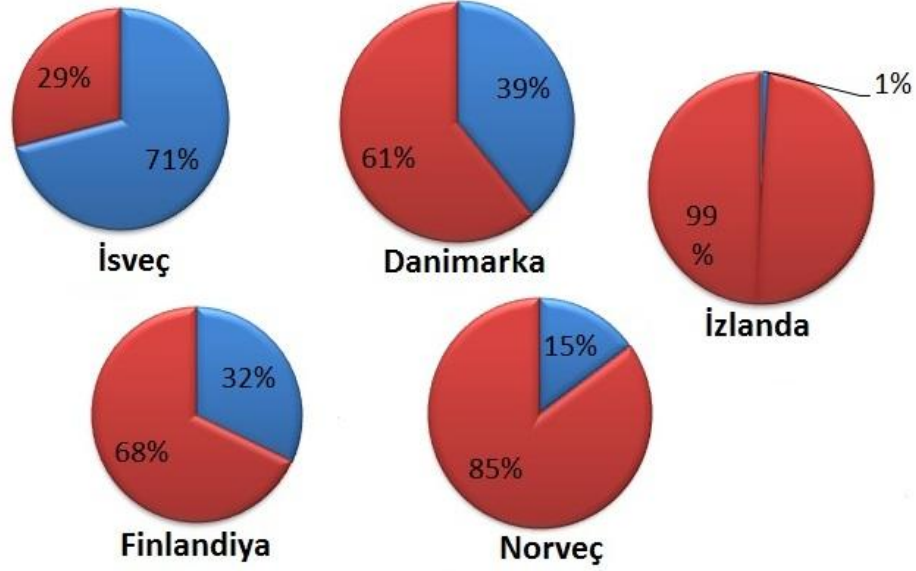
Şekil 1. Kanada’ da İş kazası ve Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları Maliyet Yüzdeleri(Zhan, 2010:2)

İngiltere’de, Sağlık ve Güvenlik İdaresi (Health and Safety Executive-HSE) 2006 yılında hazırladığı raporda işe ilişkin kas iskelet sistemi rahatsızlıklarından yılda bir milyon çalışanın muzdarip olduğunu ve en yaygın mesleki rahatsızlık olduğunu belirtmiştir. HSE ve Washington Çalışma ve Endüstri Departmanı tarafından “Tehlikeleri Önleyebilmek için Sağlık ve Güvenlik Değerlendirmesi ve Araştırması” adıyla yapılan çalışmada endüstri çalışanlarının %50’sinin kas iskelet rahatsızlığına yakalandığı ortaya konulmuştur (Özel ve Çetik, 2010:41-55).

Amerika’da 2001 yılında Bureau of Labor Statistics tarafından gerçekleştirilen Mesleki Yaralanma ve Rahatsızlıkların Yıllık Araştırmasına göre Amerika’da, 522.528 İKİSR hastasının bulunduğu rapor edilmiştir (Özel ve Çetik, 2010:41-55).

Kuzey Avrupa ülkelerinde yapılan bir çalışma da İsveç, İzlanda, Norveç, Danimarka, Finlandiya ele alınmış ve bu ülkelerin ulusal istatistiklerine yansıyan mesleki kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının oranı karşılaştırılmıştır. Bu ülkeler arasında kültürel, teknolojik ve mevzuat açısından çok büyük farklar olmamasına rağmen mesleki kas iskelet sistemi hastalıklarının farklılık göstermesinin temel nedeni idari

uygulamaların farklı işleyişi ve patofizyolojik mekanizmaya ilişkin bilgi eksikliğidir. Tespit edilen kas iskelet sistemi rahatsızlıklarında Şekil 2’ de görüldüğü gibi İsveç %71 ile başı çekerken İzlanda’da bu oran %1’de kalmıştır (Broberg, 1996:545) .



Şekil 2. Kuzey Avrupa Ülkelerinde Kas İskelet Sistemi Rahatsızlıkları Yüzdeleri (Broberg, 1996:545)

Türkiye’de meslek hastalığının teşhisi noktasında yaşanan sıkıntılar, çalışanlarda mesleki kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının görülme sıklığına dair bir istatistiki veri elde edilememesine neden olmaktadır. Yeterli istatistiki veri olmaması nedeniyle mesleki kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının Türkiye açısından ne ölçüde problem olduğu tam olarak ortaya konulamamaktadır.

İşe bağlı kas iskelet sistemi hastalıkları üst ekstremitte hastalıkları ve bel hastalıkları olmak üzere genelde ikiye ayrılmaktadır (Yılmaz, Şahin ve Kuran, 2006:15-22).

a) Üst ekstremitte hastalıkları daha çok boyun omuz ağrıları, karpal tünel sendromu, tendinitler, lateral epikondilit, medial epikondilit, tenosinovitler, tetik

parmak, de Quervain sendromu, torasik çıkış sendromu gibi hastalıkları kapsamaktadır (Hooper, Sher ve Mulligan, 2002:322-323).

Boyun ve omuz ağrıları çalışanlarda en sık görülen rahatsızlıklardandır. Bu rahatsızlığa sebep olan ergonomik risk faktörleri arasında; çalışanın işini yaparken postür bozukluğu, fiziksel pozisyonu, tekrarlayıcı hareketlerde bulunması, vibrasyona ve soğuğa maruz kalması ve çalışırken harcadığı kuvvet sayılabilir (Ariens, Van Mechelen, Bongers, Bouter ve Van Der Wal, 2000:7-19).

b) İşe bağlı bel hastalıkları arasında mekanik bel ağrısı, akut veya kronik bel zorlaması, myofasial ağrı sendromu, fibromyalji, postür anomalileri bulunmaktadır. Çalışma esnasında ağırlık kaldırma, bel ve vücudun yanlış pozisyonlarda kullanılması ve kontrolsüz hareketlerin sebep olabileceği bel ağrısı sıkça görülmekte ve işgücü kaybına yol açmaktadır (Altinel, Köse ve Altinel, 2007:115-120).

2.5 Çalışma Ortamında Ergonomik Risk Faktörleri

İşyerinde ergonomik düzenlemelerin amacı, çalışanların fizyolojik ve psikolojik özelliklerini dikkate alarak sağlıklı çalışma ortamını tesis etmek ve çalışan sağlığını korumaktır. Günümüzde ergonomi bunun da ötesinde inan onuruna yaraşır iş ortamını sağlamayı hedefleyen bir bilim dalı haline gelmiştir. Dolayısıyla insan odaklı bir çalışma ortamını sağlayarak çalışanları çalışma ortamından kaynaklanan sağlık ve güvenlik tehditlerinden korumak ergonominin amacıdır. Çalışma ortamının, kullanılan ekipmanların, işin yapılış şeklinin çalışanlar açısından uygun olmamasına bağlı olarak birçok iş kazasıyla ve başta mesleki kas iskelet sistemi rahatsızlıkları olmak üzere meslek hastalıklarıyla karşılaşmaktadır (Su, 2001).

2.5.1 Çalışma Yerinin Düzenlenmesi

Günümüzde ergonomik çalışmalarla ulaşılmak istenen temel amaç, insan yapısına uygun çalışma düzeni sağlamak ve çalışma ortamını, kazaya sebep olabilecek tehlikelerden arındırmaktır (Su, 2001).

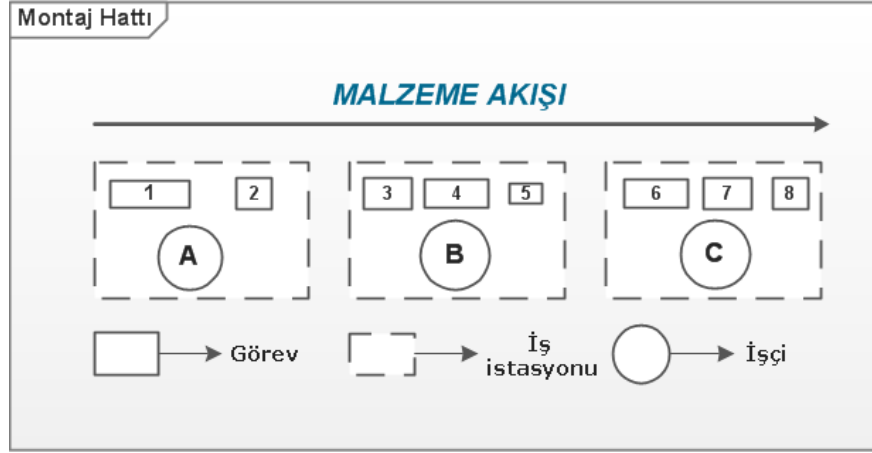
Ergonomik ilkelere uygun olarak oluşturulan çalışma ortamı iki yönden incelenmektedir;

- İşin insana uyumu: İş sistemlerinin insana uygun şekilde tasarlanması
- İnsanın işe uyumu: Çalışanın iş sistemine uygun olması durumu

İnsanın işe uyumu ve işin insana uyumu açısından yapılan çalışmalar müstakil değil birbirleriyle ilişkilidir ve ergonomi çalışmalarında birlikte değerlendirilmelidir. Çalışma ortamının tasarımında göz önüne alınması gereken en önemli faktör insandır.

2.5.2 Montaj Hattı ve İş Sağlığı Açısından İncelenmesi

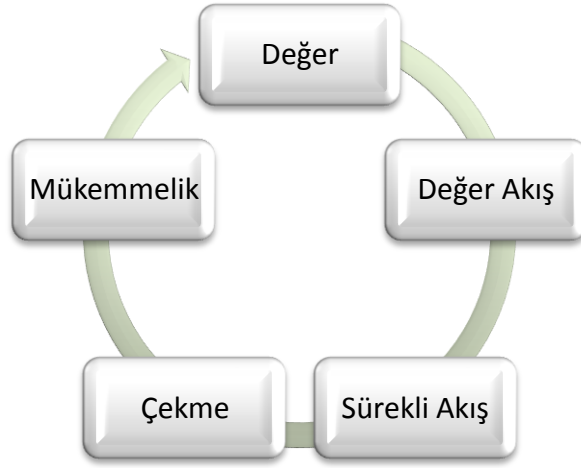
Montaj hattı iş istasyonlarından oluşan ve bir ürünün alt parçalarının birleştirilerek bir malzeme taşıma sistemiyle nihai ürünün elde edildiği sistemdir. Montaj süreci öncelik ilişkisine dayanarak bir işin yerine getirilmesi ilişkisine dayanır ve montaj hatları bu ilişkiye bağlı olarak düzenlenir(Şekil 3). Düzenleme, ürün üzerinde yapılan işlem sürelerinin dikkate alınarak bekleme sürelerini ortadan kaldırmayı hedefleyen montaj hattı dengeleme problemi olarak tanımlanmaktadır. Hat dengeleme sayesinde toplam iş yükünün istasyonlara dengeli olarak dağıtılması sağlanır (Tanyaş ve Baskak, 2012:35-54).



Şekil 3. Klasik Bir Montaj Hattı

Montaj hatları dengelemede insancıl ve çalışan sağlığını dikkate alan kısıtlar modele eklenerek istasyonlara iş ataması gerçekleştirilebilir ve böylece iş kazaları, meslek hastalıkları ve dikkatsizlikten kaynaklı kalite problemlerinin önüne geçilebilir. Dengeleme için kurulacak modelde işin monotonluk-sıkıcılık seviyesi, işi gerçekleştirirken birim zamanda harcanan enerji miktarı, işlerin risk düzeyleri, dikkat gerektiren işlerin fiziksel kapasiteleri ve yetersizlikleri gibi ergonomik açıdan önemli unsurların kısıt olarak yer almasıyla çalışan odaklı bir montaj hattı elde edilecektir. Bu kısıtların eklenmesiyle istasyon sayısının artması, çalışan sağlığı dikkate alındığında göz ardı edilebilir olmaktadır (Güner ve Hasgül, 2012:407-415).

Günümüzde özellikle montaj hatlarında uygulanagelen Yalın Üretim Stratejileri ile israflardan kaçınmak adına yapılan çalışmalar ergonomik iyileştirmeleri kapsamaktadır. Yalın düşünce ile bir takım ergonomik araçlar kullanılarak çalışanların fiziksel ve zihinsel kapasitelerini aşmayacak şekilde montaj hattı montaj hattı dengeleme çalışmaları yalın felsefenin bir gereği olarak ifade edilmiştir.



Şekil 4. Yalın düşünce prensibi (Maria, 2012:1)

Bu prensipler, işletmedeki tüm süreç ve faaliyetleri sürekli iyileştirme ve yalın felsefenin ana fikri olan “daha azıyla daha fazlasını başarma” dır. Burada daha azdan kasıt daha az alan, daha az taşımacılık, daha az stok ve en önemlisi çalışanların daha az efor sarfetmesidir. Yalın üretim araçlarından olan 5S, Standardized Work, SMED, Kaizen; işletmeyi ergonomik açıdan ele alarak daha az karmaşık çalışma ortamı, ekipmanların doğru kullanımı ve kullanım talimatları, çalışanlara daha fazla sorumluluk ve moral ,daha az stres kaynağı gibi noktaları ele almaktadır (Maria, 2012).

Literatürde montaj hattına yönelik yapılan çalışmalarda çalışanın dikkate alındığı araştırmaların sayısı çok azdır. Corominas, mevsimsel faktörlere bağlı olarak değişen talepleri karşılayabilmek adına çalıştırılan geçici işçilerin işi normal işçilerden daha uzun sürede tamamladığı sonucuna varmıştır (Corminas, Pastor ve Plans, 2008:1126-1132).

Choi, karma modelli montaj hatları için hedef programlama ile işlerin tekrar etme sıklığı, duruş bozuklukları ve çevresel sebeplerden kaynaklanan risk faktörlerini ele alarak çözüm geliştirmiştir (Choi, 2009:395-400).

Güner ve Hasgöl, sürdürülebilir denge için ergonomik faktörleri dikkate aldıkları çalışmada U tipi montaj hattı dengelemesinde çalışanların performans değerlerini ve işin enerji gereksinimini modele kısıt olarak eklemiş ve çalışanlara iş yükünün dengeli dağıtıldığı model önerisi getirmişlerdir (Güner ve Hasgöl, 2012:407-415).

Xu, Ko, Cochran ve Jung montaj hattı dengeleme için kurulacak modelde Amerikan Endüstriyel Hijyenistler Konferansı(ACGIH) tarafından limit değerleri tanımlanan “titreşim” ve “el faaliyet seviyesi(hand activity level)” kısıtlarına yer vererek üst ekstremitelerde rahatsızlıklarına karşı kabul edilebilir değerler içerisinde dengelemeye yönelik model geliştirmişlerdir (Xu, vd., 2012:431-441).

Eswaramoorthi 2010 yılında RULA metodunu kullanarak “Redesigning assembly stations using ergonomic methods as a lean tool” adıyla yazdığı makalesinde “yalın montaj hattı” kurmayı amaçlamış, çalışanlar üzerindeki fiziksel ve zihinsel yükün israf kaynağı olduğunu tespit ederek ergonomik riskleri ve postür bozukluklarını incelemiştir(Eswaramoorthi, 2010:231-240).

Üretilen ürünün öğelerine ayrılması ve bu öğeler üzerindeki işlemlerin farklı çalışanlar tarafından gerçekleştirilmesi, daha hızlı ve daha az maliyetli üretim imkanı sağlamaktadır. Günümüz rekabet koşullarında işletmeler için üretim süreçlerindeki esneklik, üretim hızı gibi ürünün üretim aşamaları önem kazanmıştır. Montaj hattında düzenli bir malzeme akışı ve işin en kısa sürede tamamlanmasını sağlamak için çalışanın gücünden en fazla faydalanma hedefi beraberinde ortaya çıkabilecek iş

kazası ve meslek hastalıklarının sebeplerinin incelenmesine gerek vardır. Bu sebepler gerek duruş bozuklukları gerek çalışma ortamından kaynaklanan faktörler olarak ele alınacaktır.

2.5.3 Antropometrik Açıdan İş Yeri Düzenleme

İşin insana uydurulmasında temel ölçüt çalışanın vücut ölçüleridir. Antropometri insanın vücut ölçüleriyle ilgilenen bilim dalıdır. Kilo ve boyun yanı sıra vücut ölçülerinin oranları dolayısıyla hareket sınırlılıkları, güç ve kuvvet kişiden kişiye farklılık göstermektedir (Sanders M., 1992:5-20).

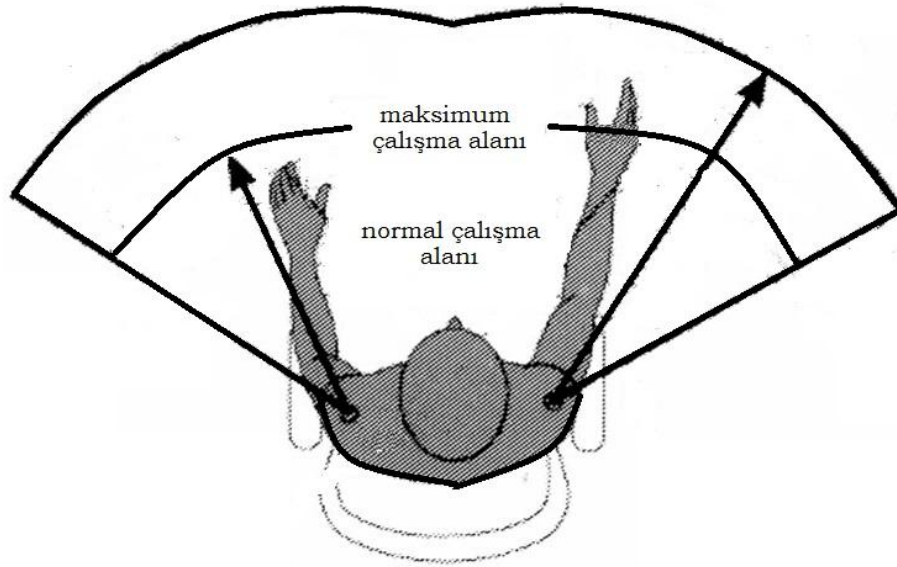
Antropometrik ilkelere göre düzenlenmiş bir çalışma ortamında çalışanın fiziksel özellikleri dikkate alındığından daha az yorulacaktır ve dolayısıyla iş kazası riski daha az olacaktır. Çalışma yerinin düzenlenmesinde insan vücudunun fiziksel sınırlılıklarını ve uzanma mesafelerini dikkate almak gerekir(Hsiao, 1998:923-936).

Antropometrik açıdan uygun bir iş istasyonu tasarlanırken orada çalışacak profilin fiziksel özelliklerine dair bir takım veriler bulunması gerekir. İş istasyonunda çalışacak kişilerin yaş, cinsiyet, ırk gibi özelliklerine göre normal, minimum, maksimum erişim alanları ve rahatlık açıları dikkate alınmış belirli bir gruba yönelik antropometrik tasarım yapılır. Antropometri “statik antropometri” ve “dinamik antropometri” olarak ikiye ayrılmaktadır:

- Statik antropometri: ayakta ve oturur durumda çalışanın ölçülerini hesaba alarak işyerinde kullanılan araç ve gereçlerin boyutlarıyla ilgilenir ve kişiye uygun olmasını hedefler.

- Dinamik antropometri: vücut ölçüleri fiziksel aktivite esnasında ölçülür ve kişinin belirli bir işi yaparken vücudun unsurlarının uzay düzlemindeki ölçüleri hesaplanır (Sabancı A. , 1999).

Antropometrik verilere göre yapılan iş istasyonu tasarımında dikkat edilecek husus ortalama ölçülerin yanı sıra uç boyutların da dikkate alınması gerekliliğidir(Şekil 5). Bu ölçüler ve işin süresi, aydınlatma miktarı gibi faktörler dikkate alınarak çalışanın tezgahı veya masasındaki normal ve maksimum süpürme alanlarına göre çalışma ortamı ayarlanmalıdır (Aksoy, 1989).



Şekil 5. Çalışma Tezgâhında Çalışma Alanları (CCOHS, 2015)

Ayakta yapılan çalışmalar için tezgâhların uygun yüksekliklerde olması gerekmektedir. Tezgâh yüksekliği belirlenirken çalışmanın içeriği önemlidir. Yük yükleme gibi kas zorlayıcı faaliyetler varsa yükseklik normalden biraz daha az olmalıdır(Tablo 2).

Tablo 2: Ayakta çalışanlar için uygun tezgâh yükseklikleri(cm) (Grandjean, 1975)

İş Türü	Erkek	Kadın
Dirsekten Destekli	100-110	95-105
Küçük parçalarla beceri gerektiren işler	90-95	85-90
Aşırı güç gerektiren işler	75-90	70-85

Günümüzde vücut yapısını, hareket mekaniğini ve kinematiğini inceleyen biyomekanik bilimindeki ilerlemelerle fiziksel bir aktivite esnasında kişinin vücudunda ortaya çıkan tepkiler kolaylıkla ölçülebilmektedir. Çalışırken kişinin aktivitesinin monitorize edilerek bilgisayar ortamına aktarılması hareketin her aşamasında fiziksel zorlanmayı ölçme imkanı vermektedir (Karl, Henrike ve Kroemer, 2000:4).

Ford Motor Şirketinde üretim mühendisleri, sanal üretim tasarımı ile montaj hattındaki görevleri ve sürekli tekrar eden hareketleri modelleyerek iş kazaları ve iş stresine neden olabilecek durumları tahmin etmeyi amaçlayan yazılımlar kullanmaktadır. İnsan hareketlerini modelleyen bu yazılımla tekrarlı hareketlerin uzun dönem etkisini ölçmede başarı sağlamışlardır (Weber, Ergonomics: Ford Simulates, 2008).

Honda Motor Şirketi (Tokyo) mühendisleri tarafından üretilen yürüme destek aracı sayesinde montaj hattında çalışan işçilerin bacaklarına, kaslarına binen yükün azaltılmasını sağlamışlardır(Şekil 6). Yürüme destek aracına ayaklarını koyup üzerine oturan işçinin ağırlık merkezine göre hareket eden mekanizma, insanın hareket mekaniği ilkelerine uygun bir hareket kabiliyetine sahiptir (Weber, Ergonomics: Honda Innovates, 2008)



Şekil 6. Honda Motor Şirketi Tarafından Geliştirilen Yürüme Destek Aracı (Honda, 2014)

Porsche AG’ de DesignCheck metodu ile ürün geliştirme aşamasında montaj hattının ergonomik faktörler dikkate alınarak optimize edilmesinin sadece çalışan sağlığını değil, hatalı ürün sayısını ve üretim süresini de olumlu yönde etkilediğini ortaya konmuştur (Gabriele, vd., 2012:4384-4388).

2.5.4 Çalışma Ortamındaki Fiziksel Risk Faktörleri

Çalışanların sağlık ve güvenliklerinin sağlanması ergonomi ve çalışma alanı tasarımının temel aracıdır. Çalışma ortamı tasarlanırken gerek fen bilimlerinden gerekse sosyal bilimlerin sosyoloji, psikoloji gibi ilgili disiplinlerinden faydalanmak gerekmektedir. Uluslar arası standartlardan faydalanılmasının yanı sıra ulusal çalışmalarla ortalama yaş, cinsiyet, boy, kilo gibi faktörlere göre tasarım ilkeleri oluşturulmalıdır. Bunun yanı sıra ortamdaki gürültü, titreşim, termal konfor,

aydınlatma faktörleri ele alınarak çalışan sağlığını olumsuz etkileyebilecek tehditler ortadan kaldırılmalıdır (Su, 2001).

2.5.4.1 Gürültü

Uluslararası Çalışma Örgütü'nün (UÇÖ) 63.konferansında imzalanan sözleşmenin 3.maddesinde gürültüyü “bir işitme kaybına yol açan veya sağlığa zararlı olan veya başka tehlikeleri ortaya çıkaran bütün sesler” olarak tanımlamıştır. Gürültülü çalışma ortamları çalışanlar açısından sadece işitme kayıpları değil aynı zamanda çalışan-çalışan ve çalışan-ortam arasındaki iletişime de engel olarak iş kazalarına veya çalışanın psikolojik olarak yıpranmasına neden olmaktadır (Su, 2001).

Yapılan risk değerlendirmelerinde gürültü düzeyinin ölçülmesi ve doğru tedbirlerin alınması gerekmektedir. Gürültünün kişi üzerindeki etkisi gürültünün şiddetine, frekansına göre değiştiği gibi gürültünün dalgalı, kesikli olması gibi gürültü tiplerine göre de değişmektedir. Ayrıca gürültüye maruz kalan kişinin yaşı ve duyarlılık düzeyi maruziyetin etkisinde önemlidir (Güler, 2004).

Montaj tesisleri gürültülüdür. Presleri, elektrikli el aletleri, kaynak makineleri, robotlar, titreşimli besleyiciler, güç ve serbest konveyörler ve pnomatik aktüatörler gürültüyü oldukça artırmaktadır. Tüm bunlar tam anlamıyla çalışanın sağır olması için yeterli sebeplerdir. İş Güvenliği ve Sağlığı Ulusal Enstitüsü (NIOSH) göre, 22 milyondan fazla ABD işçisi işitme kaybına sebep olan gürültü seviyelerine maruz kalmaktadır. 2000 yılında, Michigan Üniversitesi araştırmacıları tarafından 1000'den fazla kişide kalıcı işitme kaybı tanısı tespit edilmiştir. Bunların yüzde 51'lik kısmı imalatta istihdam edilmekteydi (Sprovieri, 2014).

Gürültü, frekans bandına göre geniş bant gürültü ve dar bant gürültü olarak ikiye ayrılmaktadır. Geniş bant gürültü frekans bandında geniş bir aralığı kapsayacak şekilde yayılım göstermektedir. Dar bant gürültüde ise seslerin frekansları belirli bir frekans aralığında yoğunluk gösterir (Withington, 2004:27-33).

Zamana bağlı olarak gürültü kararlı gürültü ve kararsız gürültü olarak sınıflandırılmaktadır. Gözlem esnasında gürültünün azalıp artmasına veya kesilip başlamasına göre kararsız gürültü;

1. Dalgalı gürültü
2. Kesikli Gürültü
3. Darbe Gürültü

olarak üç kısımda incelenmektedir. Araştırmalar kararsız gürültünün kişi üzerindeki etkisinin kararlı gürültüye göre daha fazla olduğunu göstermektedir. Günümüzde teknolojik gelişmelere bağlı olarak gürültü kaynaklarının sayısı artmış ve insan için önemi giderek artan bir problem haline gelmiştir. Trafik gürültüsü, ofis gürültüsü, alışveriş merkezi gürültüsü gibi gürültü çeşitleri insan sağlığını tehdit eder olmuştur. Bir diğer gürültü türü olan endüstriyel gürültü de çalışanların sağlığını yitirmesine sebep olmaktadır (Güler, 2004).

Gürültünün işitme sistemi üzerindeki etkisi gürültünün türüne ve maruz kalan kişiye göre farklı şekillerde ortaya çıkmaktadır. Çok yüksek şiddette patlama gibi bir gürültüye maruz kalınması durumunda kulak zarının ve sinir hücrelerinin zarar görmesiyle yaşanan işitme kayıpları akut olaylar olarak isimlendirilmektedir. Gürültünün belli bir süre boyunca kişiyi etkilemesiyle işitme eşiği yükselir. Geçici eşik kayması olarak tanımlanan bu değişim sırasında kişi gürültülü ortamdan

uzaklaştıktan sonra işitme normale döner. Geçici işitme kaybı yaşanan bu ortamda maruziyet uzun süreli olursa bir süre sonra işitme hücrelerinin yapısının bozulmasına, fonksiyonlarını yitirmesine sebep olacak ve çalışan açısından bir meslek hastalığı olarak kalıcı sağırılık görülecektir (Karl, Henrike ve Kroemer, 2000:225).

Gürültü maruziyetleri genel bir kriter olarak günlük 8 saat çalışma süresi üzerinden hesaplanmaktadır. Avrupa ve Amerika’ da, çalışanlar için maksimum gürültü seviyesi sırasıyla 85 dB ve 90 db’dir. 85 dB’in üzerinde OSHA önlem alınması gerektiğinin altını çizmiştir. Gürültü seviyesinin logaritmik özelliği nedeniyle önlem maruziyet süresi de bu özellik dikkate alınarak hesaplanır. Amerika’da 5 dB iki kat çarpanı, Avrupa’da 3 dB iki kat çarpanı kullanılmaktadır. Örneğin 5 dB iki kat çarpanına göre gürültüyü tolere edebilmek için ortamda çalışma süresinin yarıya inmesi gerekmektedir. 8 saat boyunca 90 dB gürültüye maruz kalan çalışan, 95 dB gürültülü ortamda 4 saat çalışmalıdır. 100 dB gürültülü ortamda 2 saat çalışmalıdır (NIOSH, 1998:3-10).



Şekil 7. Gürültü Maruziyet Sınır Değerlerine Göre Çalışma Süreleri

Gürültüye karşı alınabilecek önlemler 3 başlık altında incelenmektedir. Alınacak önlemlerde modern iş sağlığı güvenliği ilkelerinde olduğu gibi gürültüye karşı alınacak önlemler de sırayla;

1. Gürültünün kaynaktan önlenmesi
2. Gürültünün kaynakla çalışan arasında önlenmesi
3. Gürültünün çalışanda önlenmesi

olarak üç kısımda incelenmektedir.

Gürültünün kaynaktan önlenmesi ilkesi iş sağlığı güvenliği tedbiri olarak ilk akla gelmesi gereken fakat ne var ki uygulanması gerek mühendislik açısından gerekse de ekonomik açıdan nispeten güç bir yöntemdir. Makine tasarımında değişiklik yapılması, makineye uygun susturucu takılması veya çeşitli yalıtım teknikleriyle gürültünün önüne geçilmesi kaynaktan kontrol tedbirlerindedir. (Çalışkan, 1986:24-27)

Gürültü kaynaktan önlenemiyorsa bir başka deyişle kabul edilebilir seviyeye indirilemiyorsa gürültünün kaynakla alıcı arasında önüne geçilmeye çalışılmalıdır. Gürültü kaynağı ile kişi arasındaki mesafenin artırılması çalışmaları, ses bariyerleri kullanımı, kaynağın hücre içine alınması teknikleri bu yöntem dahilindedir. Özellikle hücre uygulaması ile gürültüyü 15-20 dB kadar azaltmak mümkün olmaktadır (Çalışkan ve Özgüven, 1986:24-27).

Gürültüyü azaltmanın mümkün olmadığı durumlarda gürültünün kişi üzerindeki etkisini azaltabilmek amacıyla çalışanların maruziyet süresinin azaltılması, kişisel

koruyucu donanımlar verilmesi gibi yöntemlerle çalışanlar korunmalıdır (OSHA, 2014).

2.5.4.2 Titreşim

Titreşim sanayileşmenin ilk yıllarında sağlık açısından çok dikkate alınmamıştır. İlerleyen yıllarda makinelerin daha hafif malzemelerden yapılması ve daha çok güç üretmesiyle titreşime maruz kalan işçilerde çeşitli sağlık sorunları saptanmıştır. Günümüzde gerek sanayi gerekse tarımda titreşim önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (Su, 2001).

Titreşimin insan üzerindeki etkisi titreşimin frekansı ile doğrudan ilişkilidir. Saniyedeki çevrim sayısı olarak ifade edilen frekansın 20 Hz'nin üstünde olması çalışanların kalıcı sağlık problemlerine neden olabilmektedir (Seidel ve Heide, 1986:1-26).

Titreşimin 3 farklı türü bulunmaktadır;

1. Sürekli ve yoğunluğu değişmeyen titreşimler,
2. Hava tabancası gibi şok darbeleri titreşimler,
3. Çıkış zamanları kestirilemeyen rastlantısal titreşimler (Su, 2001).

Titreşim, ÇSGB tarafından 22.08.2013'de yayımlanan "Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik" de insan üzerindeki etkisine göre iki kısımda ele alınmaktadır;

El – kol titreşimi: İnsanda el–kol sistemine aktarıldığında, işçilerin sağlık ve güvenliği için risk oluşturan ve özellikle de, damar, kemik, eklem, sinir ve kas bozukluklarına yol açan mekanik titreşimi,

Bütün vücut titreşimi: Vücudun tümüne aktarıldığında, işçilerin sağlık ve güvenliği için risk oluşturan, özellikle de, bel bölgesinde rahatsızlık ve omurgada travmaya yol açan mekanik titreşimi ifade etmektedir.

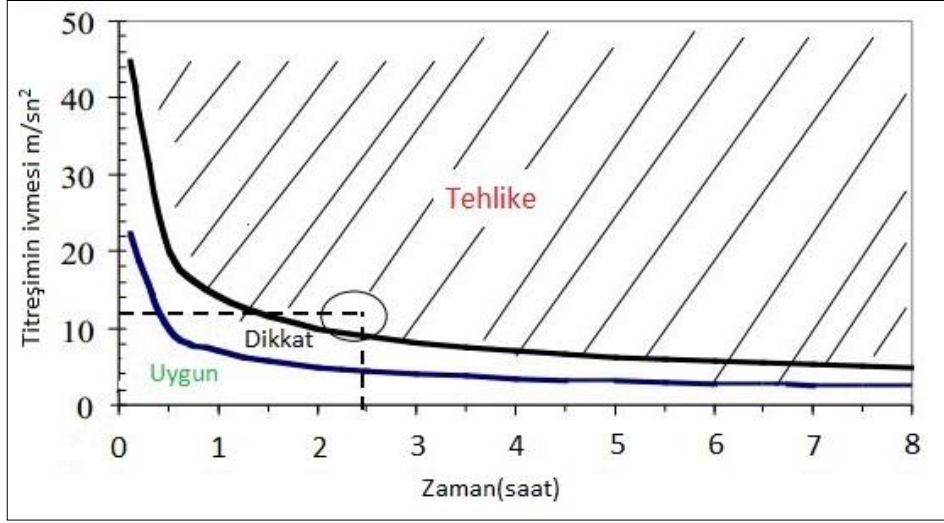
El kol titreşimi için 8 saatlik çalışma süresi için günlük;

- Maruziyet sınır değeri 5 m/s^2
- Maruziyet etkin değeri $2,5 \text{ m/s}^2$

Bütün vücut titreşimi için 8 saatlik çalışma süresi için günlük;

- Maruziyet sınır değeri $1,15 \text{ m/s}^2$
- Maruziyet etkin değeri $0,5 \text{ m/s}^2$

olarak belirlenmiştir. Maruziyet sınır değeri çalışanların belirtilen titreşim değerinin üstüne kesinlikle maruz kalmamasını, maruziyet etkin değeri ise belirtilen titreşimin üzerindeki değerlerde risklerin kontrol altına alınarak gerekli tedbirlerin alınması gerektiğini ifade etmektedir (ÇSGB, 2013).



Şekil 8. Günlük Titreşim Maruziyet Değerlerine Göre Çalışma Süreleri

Şekil 8’de görüleceği üzere örneğin 12 m/sn^2 lik bir titreşimde 2,5 saat çalışmanın tehlikeli bölgede yer aldığı ve 5 m/sn^2 nin üzerinde ($6,7 \text{ m/sn}^2$) olduğu için çalışmanın uygun olmadığını göstermektedir. 10 m/sn^2 ’lik titreşime 1 saat maruz kalan bir işçinin “dikkat” bölgesinde yer aldığı görülmektedir. Bu bölgede günlük maruziyet düzeyi $2,5 \text{ m/sn}^2$ ile 5 m/sn^2 arasında ($3,5 \text{ m/sn}^2$) çıktığından dolayı risklerin kontrol altına alınması gerektiğini göstermektedir (Bernard T. , 2002).

İş sağlığı güvenliği tedbirleri açısından titreşimin kaynağında önlenmesi öncelikli olmalıdır. Titreşimin sönmülmesi için gerekli mühendislik önlemleri, şok emiciler, makinelerin bakım onarımının yapılması ve yağlanarak sürtünmenin azaltılması bu gibi çalışmalardır. Çalışanlar üzerinde alınan önlemler ise vibrasyon önleyici eldivenlerin kullanılmasıdır. Ancak düşük frekanslı titreşimler için eldiven kullanımının sağlık risklerini ortadan kaldırmadığı bilinmeli, çalışanın titreşimden kaynaklanabilecek sağlık sorunlarına karşı sağlık gözetiminin yapılması gerekmektedir. Titreşim ölçümlerinin yapılarak çalışma sürelerinin ayarlanması ve maruziyetin kabul edilebilir seviyeye getirilmesi sağlanmalıdır (Güler ,2004).

2.5.4.3 Aydınlatma

Çalışma ortamının aydınlatma koşulları çalışan sağlığı ve iş verimi açısından oldukça önemlidir. İnsan algısının %90'ı göz aracılığıyla gerçekleşmektedir. Aydınlatmanın birim lüks, birim m²'ye bir mumun yaymış olduğu ışık akısı miktarıdır. Aydınlatma düzeyi gözün algı sınırlarının ötesinde ve fitratına aykırı olmamalı, işin niteliğine, ayrıntı düzeyine ve çalışanın görme yetisine göre yapılmalıdır. Gözün görme kabiliyetinin yaşın ilerlemesiyle düştüğü göz önünde bulundurulduğunda yaşlı bir kişinin yaptığı iş için aydınlatma düzeyi farklı olmalıdır. Yapılan araştırmada 40 yaşında bir kişinin kitabı okumak için gereken aydınlatma değeri 1 kabul edilmiş ve yaş sınırlarına göre aydınlatma ihtiyacı belirlenmiştir (Güler, 2004).

Tablo 3. Yaş Sınırlarına Göre Gerekli Aydınlatma Düzeyi (Su, 2001:162)

Yaş Sınırları	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
Aydınlatma düzeyi	0.3-0.5	0.5-0.7	0.7-1.0	1.0-2.0	2.0-5.0

Aydınlatma doğrudan aydınlatma, dolaylı aydınlatma veya bu ikisinin kombinasyonu ile yarı dolaylı aydınlatma olarak yapılabilmektedir (CCOHS, 2014).

Dolaylı aydınlatmada ışığın doğrultusunun %90-%100' ü tavana doğrudur. Tavandan yansıyan ışık çalışma alanını aydınlatır. Dolaylı aydınlatmada enerji tüketimi nispeten yüksek olmasına karşın daha yumuşak, gölge oluşumunun ve yansımanın az olduğu bir aydınlatma sağlanır. Çalışma alanında yansıtıcı cisimler bulunuyorsa parlama oluşumunu engellemek için kullanılır (CCOHS, 2014).

Doğrudan aydınlatmada ışığın %90-%100'ü çalışma alanına kendisi ulaşır. Işığın çalışanı rahatsız etmemesi için çalışılan nesnenin ve ortamın yansıtıcı etkisinin az olması gerekmektedir (CCOHS, 2014).

Yarı dolaylı aydınlatmada ışığın yönü çalışma alanı ve tavan olmak üzere iki yönlüdür. Tavandan yansıyan ışınlarla yansıma kabul edilebilir seviyeye getirilebilir. Aydınlatma doğal ve yapay aydınlatma olarak iki kısımda incelenmektedir (CCOHS, 2014).

a) Doğal Aydınlatma:

Aydınlatmanın en uygun şekli olan doğal aydınlatma; gün ışığının çatıdan ya da pencerelerden çalışma ortamına erişimi sağlanmasıyla gerçekleşir. Doğal aydınlatma gün ışığının işletmenin her bölümüne eşit şekilde dağılması beklenir ki bu da en iyi çatıdan aydınlatma ile mümkün olmaktadır. Endüstride gün ışığından 250 lüks düzeyinde faydalanılması beklenir ancak zamana bağlı olarak gün ışığı miktarı değişkenlik gösterdiğinden aynı düzeyde aydınlatmanın yakalanması güçtür (Güler,2004).

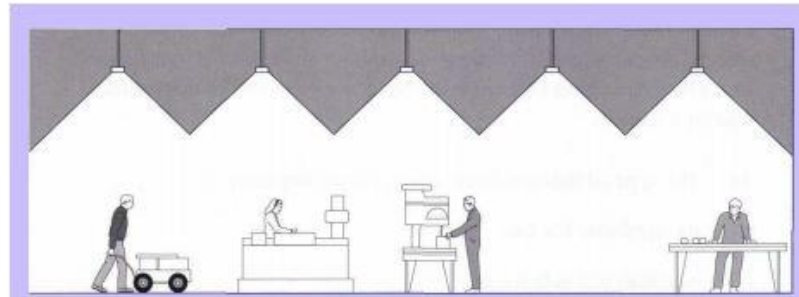
Pencereden aydınlatmada makine tezgâh yerleşimine dikkat edilerek işçilerin gözüne doğrudan ışığın vurmasıyla çalışmasını zorlaştıracak etkilerden kaçınılmalıdır. Genel prensip olarak bir çalışma alanında gün ışığından yeterli ölçüde faydalanabilmesi için bütün pencere yüzey alanı toplamının çalışma alanı zemininin 5'de 1'i olması gerekir. Gün ışığı miktarının yeterliliği "pencere yüzey alanı toplamı/zemin yüzeyi" ile hesaplanır. Yüksek konumlandırılmış pencereler gün ışığından daha fazla faydalanılmasını sağlar. Pencerenin işin yapıldığı alana uzaklığı ise pencerenin yüksekliğinin iki katından az olmalıdır (Erkan, 1988).

b)Yapay Aydınlatma:

Gün ışığından yeterli miktarda faydalanılmadığı durumlarda aydınlatma yapay aydınlatma ile sağlanır. Doğal aydınlatma ile gün ışığının insan psikolojisine olumlu etkisi ve ekonomikliğı düşünöldüğünde, yapay aydınlatma daha çok destek aydınlatma yöntemi olarak düşünölmelidir. Yapay aydınlatma üç şekilde yapılmaktadır (Su, 2001).

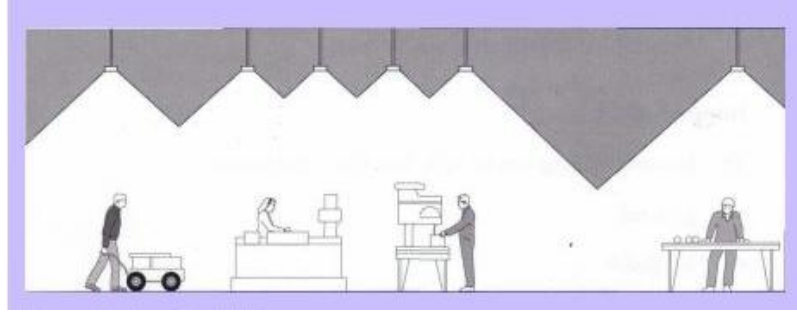
- Genel aydınlatma,
- Genel ve bölgesel aydınlatma,
- Bölgesel aydınlatma.

Genel Aydınlatma: Çalışma ortamının her yerinin aynı düzeyde aydınlatıldığı aydınlatma sistemleri ile yapılır. Lambaların mümkün olduğu en yüksek yere konumlandırılması ve iki lamba arasındaki mesafenin çalışma yüzeyinin 1,5 katının altında olması iyi bir genel aydınlatma için gereklidir (HSE, 1997:18-27).



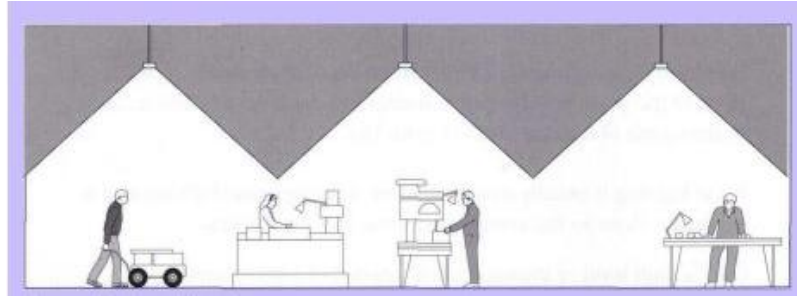
Şekil 9.Genel Aydınlatma (HSE, 1997:19)

Genel ve Bölgesel Aydınlatma: Hassas işlerin yapıldığı ve aydınlatma düzeyinin sadece o çalışma için üst düzey olması gereken durumlarda bu çalışma yerlerine özel aydınlatma yapılmalıdır (HSE, 1997:18-27).



Şekil 10. Genel ve Bölgesel Aydınlatma(HSE, 1997:19)

Bölgesel Aydınlatma: Sadece çalışma yerlerinin, tezgahların, panoların güçlü şekilde aydınlatılmasının gerekli olduğu durumlarda yapılan bölgesel aydınlatmada güçlü ışık kaynakları konumlandırılır (HSE, 1997:18-27).



Şekil 11. Bölgesel Aydınlatma(HSE, 1997:19)

Aydınlatmada kontrast düzeyi iş kazalarına sebep olabildiği için dikkat edilmelidir. Renk zıtlığı olarak tanımlanan kontrast, çalışanın iş ve iş parçasına odaklanması ile doğrudan ilgilidir. Çevrenin, çalışma alanından daha aydınlık olması çalışanın dikkatini dağıtarak işe değil çevreye odaklanmasına neden olur. Yine kontrast farkının az olması nedeniyle hareketli makine parçasının fark edilebilirliğini azaltabilmektedir (Güler, 2004).

Çalışma ortamında parlamanın önüne geçilmelidir. Parlama, kaynaktan yansıyan ışınların doğrudan göze gelmesiyle gerçekleşir. Göz, ortamdaki en parlak seviyeye göre kendini uyarladığından görüş etkinliği azalır. Parlamanın önüne geçmek için

gerekirse ışık kaynaklarının yerlerini, aydınlatma miktarını, parlamaya sebep olan cisimlerin yansıtıcı yüzeylerinin renklerini değiştirmek gibi önlemler alınmalıdır (Güler, 2004).

Uygun olmayan aydınlatma şüphesiz çalışan sağlığı için risk oluşturmaktadır. Ergonomik prensiplere aykırı aydınlatma çalışan üzerinde yorgunluğa sebep olur. Baş dönmesi, göz iltihabı, çatalı görme, baş ağrısına yol açar. Yorgunluğa, dikkat dağılmasına bağlı olarak iş kazaları meydana gelmektedir. Uygunsuz aydınlatma çalışanın daha iyi bir görüş sağlamak için normal duruş pozisyonunu bozmasına sebep olacak ve uzun dönemde kas iskelet sistemi rahatsızlıkları ortaya çıkacaktır. Gün ışığından yeterli ölçüde faydalanılmayan işletmelerde çalışanlar psikolojik açıdan olumsuz etkileneceklerdir (Güler, 2004).

2.5.4.4 Termal Konfor

Termal konfor, kişinin ortam sıcaklığını bireysel olarak sıcak veya soğuk olarak değerlendirmesidir. Fiziksel ve zihinsel aktivitelerin sağlıklı bir şekilde yerine getirilebilmesi için çalışılan ortamının sıcaklığı, hava akımı ve nem miktarı önemlidir. Termal konfor kavramını etkileyen iki değişken vardır (HSE, 2014):

Cevresel faktörler:

- Hava sıcaklığı
- Radyant ısı
- Hava akım hızı
- Nem

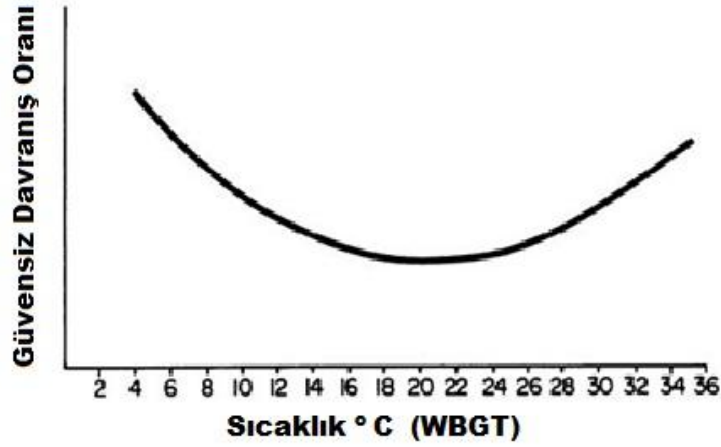
Kişisel faktörler:

- Giyilen kıyafet
- Metabolik ısı

Çalışma ortamı sıcaklığının normal değerlerin üzerinde veya altında olması insan sağlığını ve iş verimini olumsuz etkilemektedir. İnsanın normal vücut sıcaklığı 36-37 derece arasındadır. 39,5 derecenin üzeri ise işlevsel sağlık sorunlarına, 42 derecenin üzeri ise ölüme sebep olmaktadır. 25 derecenin altındaki değerler de insan için ölümcül kabul edilir (Su, 2001).

İnsan vücudu sıcaklık değişimlerine metabolik olarak terleme, kalp atış hızı, nabız, titreme, vücut duruşunun değişmesi ve buna bağlı olarak vücut sıcaklığının değişimi ile hızla yanıt verebildiği gibi uzun vadede vücuttaki yağ dokusu miktarında değişim gibi fizyolojik tepkiler vermektedir (Karl, Henrike ve Kroemer, 2000:233-250).

Sıcaklık değişimlerine bağlı olarak güvenli çalışma davranışındaki değişimleri ölçmek amacıyla yapılan çalışmada 17 derece ve 23 derece arasındaki sıcaklık değerleri güvenli davranış indeksine göre en güvenli davranış aralığı olarak belirlenmiştir. 16 derece bir çok ülke tarafından minimum çalışma sıcaklığı olarak belirlenmiştir (Jerry D. Ramsey, 1983:105-114).



Şekil 12. Güvensiz Davranışlar ve Termal Koşullar İlişkisi (Ramsey, vd., 1983:105-114)

Sıcak çalışma ortamlarında çalışan sağlığı açısından hava hareketliliğinin sağlanması, iş rotasyonu, dinlenme aralığı sıklığının artırılması ve sıvı kaybını dengelemek amacıyla sıvı takviyesi, iş kıyafetlerinin sıcak ortama uygun seçilmesi gibi önlemler almak gerekmektedir (HRH The Prince of Wales, 2007).

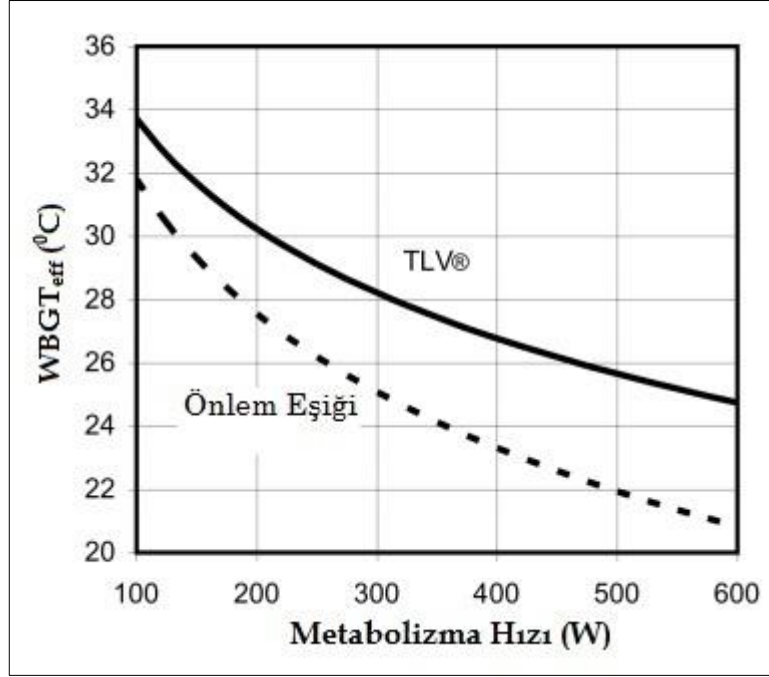
Havadaki nem miktarı termal konfor kriterlerinden bir diğeridir. Higrometre ile ölçülür. Mutlak nem, 1 m³ havada bulunan gerçek su buharı miktarını ifade etmektedir. Göreceli nem havadaki mutlak nemin maksimum neme oranının yüzdesel şekilde ifadesidir. Çalışma ortamında %30-%70 göreceli nem oranı ideal olarak kabul edilir. Aşırı nemli ortamda salgılanan terin vücuttan buharlaşması mümkün olmamaktadır. Nemsiz ortamda ise fazla buharlaşmaya bağlı olarak deri ve mukoza tabakasında aşırı kuruluk görülür (Güler,2004).

Hava hareketinin çok az olması durumunda insan bedeni etrafında nem ve sıcak havadan oluşan ve dışarıya ısı vermesini engelleyen bir atmosfer tabakası oluşur. İdeal hava akım hızı 0.15-0.5 m/sn arasındadır. Göreceli nemin %35 olduğu bir

çalışma anında; hava akımı yokken 25⁰C derece iken, 2,5 m/sn hava akımı olduğunda 28,5⁰C sıcaklık hissedilir (Su, 2001).

Çalışma ortamı sıcaklığının yol açtığı etkilerin değerlendirilmesi, rahatsızlık hissini tespit edilebilmesi amacıyla kabul görmüş bir takım indekslerden faydalanılır. Etkin sıcaklık indeksi, işlevsel sıcaklık indeksi, ısı stresi indeksi, Oxford indeksi gibi indekslerden faydalanılmaktadır (Brake ve Bates, 2002:165-174).

ACGIH tarafından termal konfor için geliştirilen WBGT indeksinde sıcaklık stresi için eşik sınır değerleri (treshold limit value) belirlenmiştir. Yapılan iş esnasında fiziksel zorlanmaya bağlı olarak metabolizma hızını dikkate alarak önlem alınması gereken ve artık çalışılmayacak değerler belirlenmiştir. WBGT değeri hesaplanırken ortamın sıcaklık ve nem değerleri, hava akım hızı da dikkate alınmaktadır. WBGT değeri bulunduktan sonra çalışanın giydiği kıyafetin türüne göre indekste o kıyafet için belirlenen sıcaklık değeri WBGT'ye eklenerek WBGT_{eff} değeri bulunur. Hesaplamaya dair bilgiler EK I' de bulunmaktadır (ACGIH, 2005).



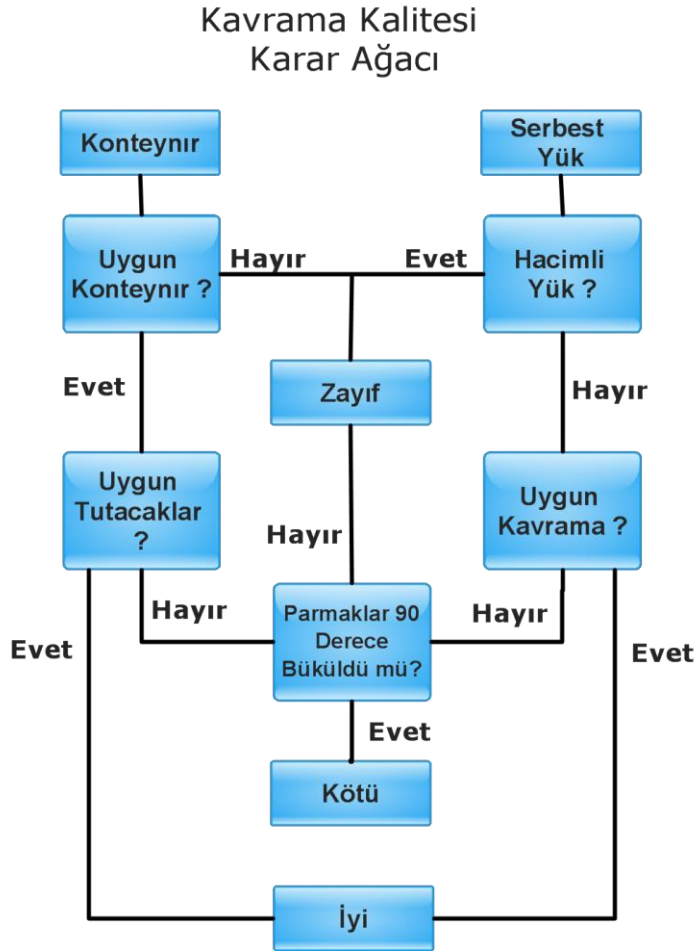
Şekil 13. ACGIH Termal Konfor WBGT indeksi Limit Değerleri (Bernard T. E., 2014)

2.5.4.5 Elle Taşıma İşleri

Elle taşıma işi; bir veya daha fazla çalışanın bir yükü kaldırması, indirmesi, itmesi, çekmesi, taşınması veya hareket ettirmesi gibi işler esnasında, işin niteliği veya uygun olmayan ergonomik koşullar nedeniyle özellikle bel veya sırtının incinmesiyle sonuçlanabilecek riskleri kapsayan nakletme veya destekleme işlerini ifade eder (Centers for Disease Control and Prevention, 2007).

Gerek Türkiyede gerekse iş sağlığı ve güvenliği mevzuatı olan ülkelerde genel olarak çalışanların taşıyabileceği maksimum yük belirtilmemiştir. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından yayımlanan Elle Taşıma İşleri Yönetmeliğinin Ek-1’inde Yükle İlgili Risk Faktörleri sıralanırken “Ağır Yük” ifadesi yer almakta ise de ağır yükün tanımı yer almamaktadır. Amerika Birleşik Devletleri’nde OSHA yine

yükün ağırlığına ilişkin bir sınırlandırma getirmemekle birlikte NIOSH tarafından oluşturulan matematiksel modellerle risk değerlendirmesi yapılarak yük taşınırken doğabilecek risklerin tahmin edilmesi öngörülmüştür. NIOSH tarafından geliştirilen iyi bir kavrama olup olmadığı kararı için geliştirilen Kavrama Kalitesi Karar Ağacı Şekil 14’de yer almaktadır.



Şekil 14. Kavrama Kalitesi Karar Ağacı (Waters, Anderson ve Garg, 1994:32)

NIOSH kaldırma eşitliği çalışma alanında elle taşıma işleri sırasında doğabilecek riskleri değerlendirmek için kullanılmaktadır. NIOSH kaldırma eşitliği ile “Önerilen Ağırlık Sınırı(Recommended Weight Limit)” belirlenerek 8 saatlik bir çalışmada tüm sağlıklı çalışanların kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına maruz kalmaması için

çalışabilecekleri maksimum ağırlık değeri belirlenir. Daha sonra “Kaldırma İndeksi(Lifting Index)” ile belirlenen bir iş için göreceli risk değeri belirlenerek farklı işler için risk kıyaslaması yapılabilir (Waters, Anderson ve Garg, 1994:9-56).

Kaldırma İndeksi = $\frac{\text{Kaldırılan Ağırlık}}{\text{Önerilen Kaldırma Sınırı}}$ denklemleri ile hesaplanır.

Elle taşıma işi sırasında eğer önplana çıkan tek bir taşıma işlemi varsa “single task job analysis(EK II)” kullanılmalıdır (Huynh, 2014).

Eğer bir iş yerine getirilirken çok farklı ve değişken kaldırma işlemi uygulanıyorsa “multi task job analysis(EK III)” kullanılmalıdır (Huynh, 2014)

2.5.4.6 Psikososyal Risk Faktörleri

Montaj hattı çalışanları genellikle gürültü, titreşim, tehlikeli makineler gibi iş stresine yol açabilecek ortamda çalışmaktadır. Montaj hattındaki teknolojik gelişmelere bağlı olarak daha karmaşık görevler çalışanlar üzerinde baskı oluşturmaktadır. İsveç’ de yapılan bir çalışmada mesleki kas iskelet sistemi rahatsızlıklarının İsveç’ e maliyetinin askeri harcamalardan daha fazla olduğu ve bu rahatsızlıkların genellikle iş stresine bağlı olduğu gözlemlenmiştir (Kvarnström, 1997).

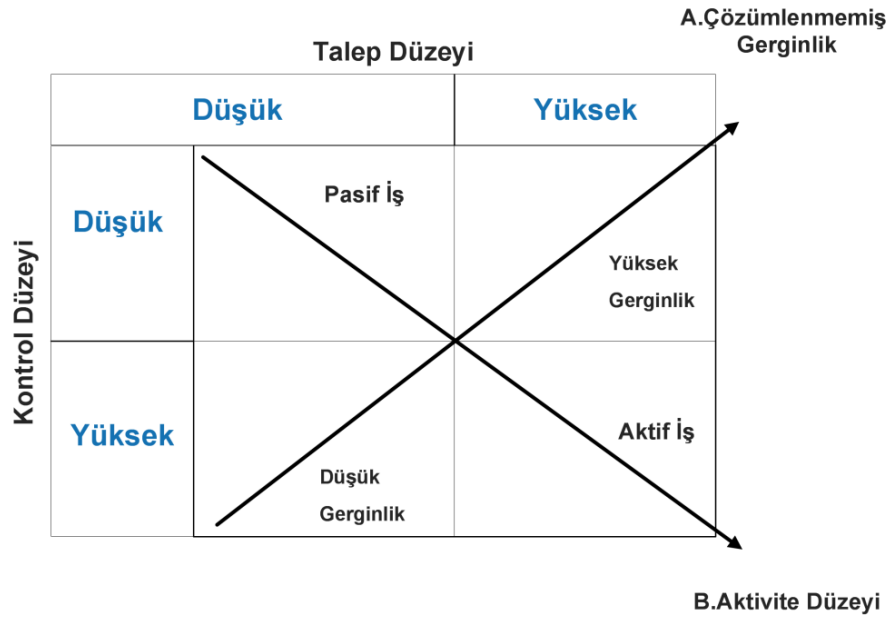
Montaj hattının üretim süreçlerinde gün geçtikçe artan rolüyle beraber bu çalışma türünün çalışan üzerindeki psikolojik etkileri de araştırma konusu olmuştur. Özellikle montaj hattının akıcı ancak bireysel kontrolün çok fazla olmadığı monoton bir çalışma sisteminin çalışanın öz-saygısını yitirmesine sebep olabileceği ortaya koyulmuştur (Coburn, 1975:198-212).

İşe bağlı gerilimi ortaya koyan Karasek'in "İş Gerilim Modeli" de işe bağlı gerginliğin sebeplerini kişisel nedenlerden ziyade çalışma modeli ile ilişkilendirmektedir. İşe ilişkin gerilimde birden çok faktör rol oynamaktadır ve Karasek'in modeline göre işe ilişkin talep(job demand) ve çalışanın iş üzerindeki kontrol düzeyi(job control) iki önemli faktör olarak yer almaktadır(Karasek, 1979:288).

İşe ilişkin talep düzeyi çalışanın üzerindeki iş yükü ve kendisinden beklenenler olarak ifade edilmektedir. Kontrol düzeyi ise çalışanların iş üzerinde karar verebilme ve seçim yapabilme sorumluluk alabilme gibi özellikleri ifade etmektedir (ILO, 2011).

Karasek iş gerginliğinin talep düzeyinin yüksek ve kontrol düzeyinin düşük olduğu durumlarda ortaya çıktığını aşağıdaki şekilde formüle etmektedir;

İşe Bağlı Gerginlik = İş Talebi - alışanın İş Üzerindeki Kontrol Düzeyi



Şekil 15. Karasek'in Talep kontrol Modeli(Karasek, 1979:288)

Modelde iş üzerindeki kontrol düzeyi ve çalışandan talep edilen iş miktarı değişkenleri iki durumu ortaya çıkarmaktadır. Kontrol düzeyinin oranı durum pasif çalışan ve aktif çalışan olarak iki tür çalışmanı göstermektedir. Talep düzeyi ve kontrol düzeyi arasındaki oran çalışandaki iş stresini göstermektedir. Şekil 15' de görüldüğü üzere bu değişim yüksek gerginlik ve düşük gerginlik gibi iki duruma neden olmaktadır (Yürür ve Keser, 2010:165-193).

Montaj hattında stres faktörleriyle başa çıkmak için yapılan çalışmalar sonucunda getirilen önerilerin üretimde verimliliğe de olumlu yönde katkıda bulunduğu gözlemlenmiştir. Stresle başa çıkmak için en fazla 10 kişiden oluşan çalışma takımlarının kurulması, işçiyle işletmenin bir parçası olduğunu hissettirecek iletişimin kurulması, toplantılara dahil edilmesi ve fikirlerinin alınması, çalışanlara gerekli eğitimler verilerek bu eğitimlere bağlı sorumluluklar verilmesinin iş

motivasyonu, güvenliği ve verimliliğini artırdığı sonucuna varılmıştır (Kvarnström, 1997).

2.6 Ergonomik Risk Değerlendirme Yöntemleri

Ergonomik açıdan bir çalışma ortamının incelenmesi ve risklerin belirlenmesi için uygun bir risk değerlendirme metodunun kullanılması gereklidir. Bu alanda geliştirilen ergonomik risk değerlendirme yöntemlerinin birbirlerine göre farklı alanlarda üstünlükleri bulunmaktadır. İşle ilgili karşılaşılan problemlerin çoğu vücudun üst kısmı olan boyun, omuz ve sırt bölgelerinde yoğunlaştığından geliştirilen teknikler çoğunlukla bu alana yöneliktir (Özel ve Çetik, 2010:41-55).

Çalışma esnasında fiziksel maruziyetin üç boyutu vardır:

- Fiziksel aktivite esnasında uygulanan kuvvet miktarı
- Fiziksel aktivitenin yerine getirilme sıklığı
- Fiziksel aktivitenin süresi

Maruziyetlerin değerlendirilebilmesi için bu veriler risk değerlendirme teknikleri açısından gereklidir. Risk değerlendirme yöntemleri çok çeşitli olmakla beraber üç başlığın altında kategorize edilmişlerdir (David, 2005:190-199):

- Çalışanlar tarafından yapılan öznel değerlendirme teknikleri (self-reports)
- Gözleme dayalı teknikler (observational methods)
- Direkt ölçümler (direct measurements) (Li ve Buckle, 1999:674-695)

Çalışanın kendi beyanatına dayalı değerlendirme teknikleri: Çalışanlarla yapılacak görüşmeler, anketler, kontrol listeleri ve benzeri bilgi toplama araçları ile çalışanların yaşı gibi kişisel özellikleri, hissettikleri ağrılar, çalışma duruşlarına ilişkin bilgiler toplanır. Yöntem neredeyse tüm çalışma alanlarında uygulanabilmesi ve nispeten düşük maliyetli olması gibi avantajlara sahiptir. Ancak çalışanların maruziyet algısı, ağrı eşiği gibi faktörler bu yöntemin güvenilirliği noktasında problem olarak ortaya çıkmaktadır. Cornell Kas İskelet Sistemi Rahatsızlığı Taraması (Cornell Musculoskeletal Discomfort Survey), İskandinav Kas-İskelet Sistemi Anketi (Nordic Musculoskeletal Questionnaire), Vücut Rahatsızlık Haritası (Body Discomfort Map), Hissedilen Çaba Derecesi (Rating of Perceived Exertion, RPE) literatürde geçen yöntemlerdendir (David, 2005:190-199).

Gözleme dayalı teknikler: Gözleme dayalı teknikler basit gözlemsel teknikler ve gelişmiş gözlemsel teknikler olarak iki kısımda incelenmektedir.

Literatürdeki basit gözlemsel teknikler vücudun farklı bölgelerindeki maruziyetleri değerlendirdiği gibi kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına yol açabilecek farklı fiziksel risk faktörlerini de dikkate almıştır. Bu yöntemler geniş bir uygulama alanı bulması ve ucuz olması avantajına sahiptir. Ancak riskleri değerlendirme ve skorlamada gözlemcinin risk algısı ve tecrübesi çok önemlidir (David, 2005:190-199).

İleri gözlem teknikleri video tabanlı gözlem teknikleri olup duruşların ve aktivitelerin monitörize edilerek bilgisayar ortamına aktarılan verilerin değerlendirilmesidir. Kinematik ve biyomekanik ilkelerine göre yerine getirilen aktivitenin herhangi bir anında maruziyet sınırının kabul edilebilir düzeyi aşp aşmadığı değerlendirilebilir (David, 2005:190-199).

Tablo 4. Değerlendirme Tekniklerinin Maruziyetlere Göre Listesi (Özel & Çetık, 2010:45)

Değerlendirme Tekniği	Duruş	Yük/Güç	Hareket Frekansı	Süre	Titreşim
El ile malzeme elleçleme (kaldırma, indirme, itirme, çekme, taşıma) görevleri için					
ACGIH TLV- 2001 Amerikan Endüstriyel Hijyenistler Konferansı Yük Kaldırma Eşiiği (American Conference of Industrial Hygienists Lifting TLV)	x	x	x	x	-
NIOSH- 1994 Amerika Ulusal İş Güvenliği ve Sağlığı Enstitüsü Yük Kaldırma Endeksi (Revised NIOSH Lifting Equation)	x	x	x	x	-
Snook Tabloları - 1991 (Snook Tables)	x	x	x	x	-
MAC - 2003 El İle Taşıma Değerlendirme Çizelgeleri (Manual Handling Assessment Charts)	x	x	x	-	-
Mital ve ark. Tabloları- 1993 (Mital et. al. Tables)	x	x	x	x	-
Üst uzuv risk değerlendirme metotları					
ACGIH HAL- 2001 El Aktivitesi Düzeyi (Hand Activity Level)	-	x	x	x	-
RULA- 1993 Hızlı Üst Uzuv Değerlendirmesi (Rapid Upper Limb Assesment)	x	x	x	-	-
SI- 1995 Zorlanma İndeksi (The Strain Index)	x	x	x	x	-
LUBA- 2001 Üst Vücut Yüklenmesi Analizi (Postural Loading on the Upper Body)	x	-	-	-	-
OCRA- 1998 Mesleki Tekrarlamalı Hareketler İndeksi (Occupational Repetitive Actions Index)	x	x	x	x	x
Birleştirilmiş Metotlar					
QEC- rev. 2003 Hızlı Maruziyet Değerlendirme Yöntemi (Quick Exposure Check)	x	x	x	x	x
REBA- rev. 2000 Hızlı Tüm Vücut Değerlendirmesi (Rapid Entire Body Assessment)	x	x	x		
ManTRA- 2004 (ver. 2.0) El Görevleri için Risk Değerlendirme Aracı (Manual Tasks Risk Assessment Tool)	x	x	x	x	x
PLIBEL-1995 Ergonomik Tehlikelerin Tanımlanmasına Yönelik Kontrol Listesi (Plan för Identifiering av belastningsfaktorer)	x	x	x	-	-
OWAS- 1970 Ovako Çalışma Duruşların Analiz Sistemi (Ovako Working Posture Analyzing System)	x	x	-	-	-

Direkt Ölçüm Teknikleri: Direkt ölçüm teknikleri çalışan üzerine takılan sensör teknolojisi kullanılarak çalışanın iş esnasındaki maruziyetini direkt olarak ölçen nicel tekniklerdir. Bir işin yerine getirilmesi esnasında insan vücudunu 3 boyutlu olarak bilgisayar ortamına aktarmak elektromiyografi, optik araçlar ile nicel ölçümler yapmak mümkündür. Çok daha kesin sonuçlar verebilmesine rağmen ciddi bir yatırım gerektirmesi, dolayısıyla pahalı bir gözlem tekniği olması pratikte uygulanabilirliğini düşürmektedir. The Lumbar Motion Monitor (LMM), Cyberglove, Trunk Electromyography (EMG) literatürde geçen direkt ölçüm tekniklerindedir. (David, 2005:190-199)

3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma; Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi (ÇASGEM) bünyesinde, 05.12.2010 tarih ve 27776 sayılı Resmi Gazete’ de yayımlanarak yürürlüğe girmiş olan, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim Uzman Yardımcılığı Giriş ve Uzmanlık Yeterlilik Sınavları Hakkındaki Yönetmelik hükümlerine göre hazırlanmıştır.

3.1 Materyal

3.1.1 İşletmenin Tanıtımı

Türkiye’nin üretim öncülerinden Türk Traktör ve Ziraat Makineleri A.Ş., endüstriyel hayatına 1954 yılında başlamış ve yıllar içerisinde yükselen bir grafikte, bugün gelinen noktada başta Amerika kıtası olmak üzere şimdiye kadar 124’den fazla ülkeye yaptığı ihracatla Türkiyenin önemli kuruluşlarından biri olmuştur. Türk otomotiv sektörünün ilk üretici kuruluşu olan Türk Traktör ’ün kurumsal yapılanmasını, Koç Holding ve dünyanın en büyük traktör ve zirai ekipman üreticilerinden CNH ortaklığı oluşturmaktadır.

Türk Traktör ’ün dünya pazarına sunduğu ve yabancı ortağı CNH kanalı ile tüm dünyaya ihracatını gerçekleştirdiği traktörlerin tasarımı Türkiye’de, Türk mühendisler tarafından gerçekleştirilmekte ve yine üretimde kullanılan parçaların tamamına yakını Türkiyede üretilmektedir. New Holland ve Case-IH marka traktörleri aynı anda üretebilme özelliğine sahip bulunan Türk Traktör, TDD, JX ve

66 Serisi modellerin dünya çapındaki mühendislik ve ana üretim merkezi, Utility traktörlerin ise ana üretim merkezidir.

Türk Traktör Fabrikası, açık ve kapalı kısımları dahil olmak üzere toplam 257.325 metrekarelik bir alan üzerinde konumlandırılmıştır. Güçlü bir üretim teknolojisine sahip bulunan Türk Traktör'ün kendi üretim çatısı altında dişli ve ışıl işlem tesisleri, 400'den fazla CNC tezgahı, kendi motorunu ürettiği motor üretim tesisleri, boyahane, gövde ve montaj hatları bulunmaktadır. Kalite kontrol laboratuvarları, motor ve gövde test cihazları, bilgisayar destekli tasarım ve üretim imkanları ve hataya yer vermeyen esnek üretim yapısıyla Türk Traktör, uzun yıllar sorunsuz çalışacak traktör standardı ile çalışmalarını sürdürmektedir.

Türk Traktör, teknoloji ve Ar-Ge çalışmalarına yaptığı yatırımlar ile ürün gamını sürekli olarak artırmış, üretmiş olduğu ürünler ile pazardaki konumunu güçlendirmiştir. Türk Traktör, hem devlet hem de CNH tarafından tescillenmiş sektöründe Türkiye'nin ilk Ar-Ge merkezidir. Türk Traktör, ISO 27001 Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi, ISO 10002 Müşteri Őikayet Yönetim Sistemi, ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi sertifikaları ve ISO 14064 Sera Gazı Emisyonlarının doğrulanmasına sahiptir (Türk Traktör ve Ziraat Makinleri AŞ, 2014).

Türk Traktör kurumsallaşmış yapısı iş sağlığı güvenliği uygulamalarında da kendisini göstermektedir. İşletmede mevzuata uygun olarak kurulmuş olan iş sağlığı güvenliği birimi işletmedeki sağlık ve güvenlik uygulamalarını yürütmekte ve gerekli tedbirlerin alınmasına yönelik çalışmaları sürdürmektedir. İşyerinde ayrıca tam zamanlı işyeri hekiminin de bulunduğu sağlık ünitesince sağlık hizmetleri yürütölmektedir. İşletmenin mevcut iş sağlığı güvenliği politikası doğrultusunda

ergonomik açıdan sağlık riskleri de önplanda tutularak çalışanlara ergonomik açıdan sağlıklı bir çalışma ortamı sunmak adına risk değerlendirme çalışmaları yapılmış olup gerekli tedbirler alınmaya çalışılmaktadır.

3.2 Metot

Bu uygulamada Türk Traktör ve Ziraat Makineleri A.Ş. Montaj Üretim Müdürlüğü Bölümü faaliyeti kapsamında Volan Montajı ve Lower Link Montaj işi incelenmiştir. İlk olarak inceleme için seçilen Volan Montajı bölümü işyeri hekimi ile beraber ve kendisinden alınan bilgiler çerçevesinde gözlemlenmiş olup “REBA” risk değerlendirme metodu kullanılarak mesleki kas ve iskelet sistemi rahatsızlıklarına yol açabilecek çalışanların duruş analizi yapılmıştır. Boyun, kol , bacak, el bilekleri, gövde ve kolları içeren tüm vücut için risk seviyesi belirlenmiştir.

İşletmenin iş sağlığı güvenliği politikası kapsamında “iş sağlığı ve güvenliği birimi” ve işyeri hekiminden alınan bilgiler doğrultusunda Yalın Üretim çalışmalarının bir parçası olan ve uygulanagelen “MURI” Ergonomik Risk Değerlendirme Metodu, istasyon ve çalışanlar hakkında gerekli bilgiler alınarak uygulanarak “REBA” metodunun sonuçları ile karşılaştırılmış ve yöntemlerin etkinliği ve birbirlerine karşı eksik/güçlü yönleri ve uygulanabilirliği ortaya konulmuştur.

İstasyondaki çalışma ortamından, yükün özelliklerinden ve çalışma şeklinden dolayı doğabilecek riskleri belirlemek üzere NIOSH tarafından ikincil bir değerlendirme yöntemi olarak kullanılması önerilen (NIOSH, 2007) “NIOSH Malzeme Taşıma / Kaldırma Kontrol Listesi Metodu” uygulanmıştır. Metod iyileştirme öncesi ve sonrasında uygulanarak kıyaslama yapılmıştır.

Çalışma esnasında parça bağlama işi gerçekleştirilirken iş ekipmanını tutarken sağ ve sol elin farklı şekilde kullanımından dolayı her iki el için risk seviyesini ve iyileştirme öncesi ve sonrası mevcut durumu ortaya koymk amacıyla “ACGIH HAL TLV” metodu kullanılarak değerlendirme yapılmıştır.

Daha sonra işletmenin farklı istasyonlarındaki risk seviyelerini kıyaslamak için REBA yöntemi Lower Link istasyonunda da uygulanarak Volan istasyonu ile sonuçlar karşılaştırılmıştır. Uygulama çalışmasında Volan Montaj istasyonunda 3 çalışan , Lower Link istasyonunda 2 çalışan bulunmakta olup işyeri hekiminden alınan bilgiler doğrultusunda herhangi bir mesleki kas iskelet sistemi rahatsızlıkları bulunmamaktadır.

3.2.1 REBA (Rapid Entire Body Assessment) Metodu

REBA(Tüm vücut değerlendirme metodu) yöntemi statik olsun dinamik olsun tüm vücut faaliyetleri esnasında çalışanın duruşunu analiz ederek mesleki kas ve iskelet rahatsızlıklarına neden olabilecek çalışma şeklinin saptanmasına ve önlem alınmasına olanak sağlayan gözleme dayalı bir duruş analiz metodudur (Sue ve McAtamney, 2000:201-205).

REBA Hignett (Nottingham Şehir Hastanesi, Nottingham, Birleşik Krallık) ve McAtamney (COPE, İş Sağlığı ve Ergonomi Hizmetleri Ltd., Nottingham, Birleşik Krallık) adlı iki ergonomist tarafından metal sektörü için kullanılagelen OWAS (Ovako Working Posture Analysis System(Ovako çalışma duruşu analizi)) metodunu temel alan RULA(Rapid Upper Limb Assessment(Üst vücut değerlendirme yöntemi)) yönteminin üzerine bina edilerek geliştirilmiştir. REBA, 1995’de

Avustralya Ergonomi Derneğinin Konferansında sunulmuş, 2000 yılında da yayımlanmıştır. RULA yöntemi üst uzuvları (el, bilek, dirsek, alt kol, üst kol, omuz-boyun) değerlendirmek için kullanılırken REBA yöntemi tüm vücut duruşunu dikkate alarak değerlendirme yapar. (Eriş, Can ve Fığlalı, 2009:8-14).

REBA yöntemini uygulamak üzere ve duruş analizleri yapmak için çalışmanın fotoğraf veya video ile analiz edilmesi önerilir. Elde edilen görüntülerden sık tekrarlanan, daha çok fiziksel kuvvet gerektiren, işçiyi daha çok zorlayan, daha çok zaman alan hareket seçilerek duruş analizi yapılır (Sue ve McAtamney, 2000:201-205).

REBA yönteminde analiz edilecek duruş esnasında boynun, gövdenin, bacakların, üst kol ve alt kolun anlık duruşu dikkate alınarak duruşlara puanlar vermek yoluyla risk skoru belirlenir. REBA yönteminde uygulama kolaylığı sağlamak adına “REBA Çalışan Değerlendirme Formu” kullanılmaktadır(EK IV, EK V) (Sue ve McAtamney, 2000:201-205).

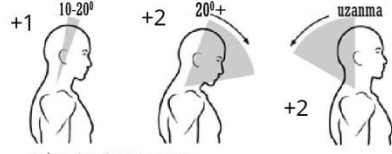
REBA yönteminde puanlama Tablo A, Tablo B ve Tablo C adı verilen üç tablo ile gerçekleştirilir. Tablo A değeri, incelenen duruşa ait boyun, gövde ve bacak analizleri ile ortaya koyulur. Vücudun duruş esnasında aldığı açısal değerlere ve duruş şekline göre puanlar verilir. Tablo A değeri bulunduktan sonra Tablo C’ de yerine koyulmak üzere Puan A değeri bulunur. Puan A değeri, Tablo A değerine Kuvvet/Yük Puanının eklenmesiyle bulunur (Sue ve McAtamney, 2000:201-205).

REBA metodu uygulanırken ilk olarak Boyun, Gövde, Bacak puanlarını kapsayan Tablo A değerini bulmak gerekmektedir;

- **Boynun duruşu** belirlenirken dikeyle öne ve arkaya doğru boynun 0 derece ile 20 derece arasındaki duruşu için +1 puan, 20 dereceden daha büyük açıyla yapılan boyun duruşu için +2 puan verilir. Bu puanlara ek olarak boyun kendi eksenini etrafında döndürülüyor veya yana doğru çevriliyorsa +1 puan daha verilir.
- Gövde ile ilgili risk skoru belirlenirken gövde dik konumda(0 derece) +1 puan olarak değerlendirilir. 0 derece ile 20 dereceye kadar gövdenin eğilmesi +2 olarak puanlanırken 20 derece ile 60 derece arasında +3, 60 dereceden daha fazla bir eğilme söz konusuysa +4 puan verilmektedir. Boyunda olduğu gibi gövdenin de eksenini etrafında dönmesi veya eğilmesi durumunda +1 puan daha eklenerek elde edilen değer Tablo A'da yerine koyulur.
- Adım 3'de görüldüğü üzere bacaklar eğer normal duruş olarak nitelendirilen **iki ayak yere basıyor konumda** ise +1 puan verilecek olup dizde 30 derece ve 60 derece arasında bir bükülme söz konusuysa ise bu puana +1 puan daha, 60 dereceden fazla bükülme varsa +2 puan daha eklenecektir. **Tek ayak yere basıyor konumda** ise ilk olarak +2 puan verilecek olup dizde 30 derece ve 60 derece arasında bir bükülme varsa bu puana +1 puan daha, 60 dereceden fazla bükülme varsa +2 puan daha eklenecektir.

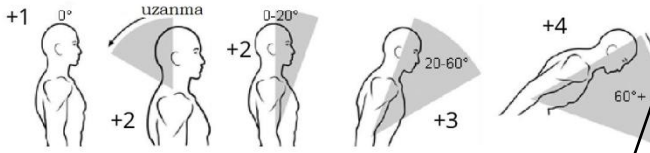
A. Boyun, Gövde ve Bacak Analizleri

Adım 1: Boyunun Duruşunu Belirleyin



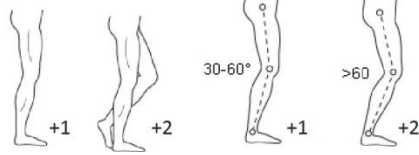
Adım 1a: Puanı artırın;
Boyun, eksenini etrafında döndürülüyorsa: +1
Boyun yana doğru eğiliyorsa: +1

Adım 2: Gövdenin Duruşunu Belirleyin



Adım 2a: Puanı artırın;
Gövde, eksenini etrafında döndürülüyorsa: +1
Gövde yana doğru eğiliyorsa: +1

Adım 3: Bacaklar



PUANLAR

Tablo A		Boyun											
		1				2				3			
Gövde Duruş Puanı	Bacak	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Tablo B		Alt Kol					
		1			2		
Üst Kol Puanı	El Bileği	1	2	3	1	2	3
	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

Tablo C		Puan B											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Puan A													

Şekil 166. Boyun, Gövde ve Bacak Analizleri

Yukarıda ifade edilen boyun, gövde ve bacak analizlerini yapılarak Tablo A'dan elde edilen "Duruş Puanı"na, "Kuvvet/Yük Puanı" eklenerek "**Puan A**" değeri bulunur;

- Çalışılan iş parçasının, malzemenin ağırlığı 5 kg'dan az ise 0 puan olarak değerlendirilir.
- Ağırlık 5 kg ve 10 kg arasında ise +1 puan eklenmekte olup 5 kg'dan fazla ise +2 puan eklenir.
- Ağırlığın yanı sıra ani, değişken bir kuvvet uyguluyorsa +1 puan daha eklenerek Kuvvet/Yük puanı bulunmalıdır.

Adım 4: Tablo A' dan Duruş Puanını Bulun;

Yukarıdaki Adımlardan elde edilen puanları kullanarak Tablo A puanını bulun

Duruş Puanı

Adım 5: Kuvvet/Yük Puanını Ekleyin

Yük < 5 kg ise: +0

Yük = 5-10 kg arasında ise: +1

Yük > 10 kg ise: +2

Kuvvet hızla ve birden artıyorsa +1 ekleyin

+

Kuvvet/Yük Puanı

Adım 6: A puanını Tablo C Satırında Bulun

Puan A' yı bulmak için Adım 4 ve Adım 5' deki değerleri ekleyin. Tablo C' de Puan A'yı yerine koyun.

=

Puan A

Şekil 17. Puan A Değerini Bulma

REBA metodu uygulanırken ikinci aşama “Kol ve El Bileği Analizleri” ile Tablo B değerinin hesaplanmasıdır;

➤ Üst kol aşağıya sarkıtılmış şekilde serbest şekilde(0 derece açıyla) konumlanması ile öne veya arkaya doğru 20 dereceye kadar duruşu arasında +1 puan vermektedir.. Geriye doğru 20 dereceden fazla kolun hareketi +2 puandır. Öne doğru 20-45 derece arasındaki kolun duruşu için +2, 45-90 derece arasındaki duruşu için +3, 90 dereceden daha yüksek açılı duruşlar için +4 puan verilerek **Üst Kol Puanı** belirlenmektedir.

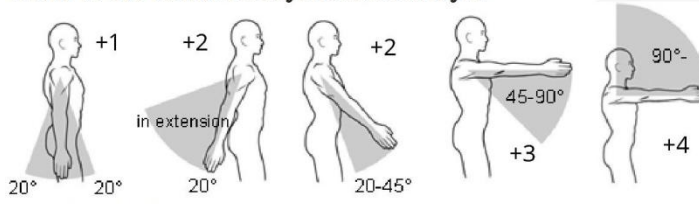
Üst kol duruşu belirlenirken omuzlar yukarı doğru kaldırılmışsa veya kollar yana doğru açılarak iş yürütülüyorsa 1 puan daha Üst Kol Puanına eklenir. Kol bir yerden destek alıyor ise belirlenen değerden 1 puan çıkartılmalıdır.

➤ Alt kolun 60 derece ile 100 derece arasındaki duruşu en az riskli duruş olarak değerlendiriliyor olup +1 puan verilmektedir. 0-60 derece arasında veya 100 derecenin üstünde konumlandırılıyorsa +2 puan verilerek **Alt Kol Puanı** hesaplanmaktadır.

➤ **El Bileği Puanı** düz duruşundan aşağı veya yukarı doğru 15 derecelik açıya kadar olan duruşu +1 puan, 15 derecenin üstündeki açısal değerlerde ise +2 puan olarak değerlendirilmektedir. El bileği yana doğru eğiliyor veya döndürülerek kullanılıyorsa hesaplanan puana +1 puan daha eklenmektedir.

B. Kol ve El Bileği Analizleri

Adım 7: Üst Kolun Pozisyonunu Belirleyin



Adım 7a: Puanı artırın;
Omuzlar yükselmişse: +1
Üst kol dışa doğru açılmışsa: +1
Kol desteklenmiş veya kişi biryere dayanmışsa: -1

Üst Kol Puanı

Adım 8: Alt Kolun Pozisyonunu Belirleyin



Alt Kol Puanı

Adım 9: El Bileğinin Pozisyonunu Belirleyin



El Bileği Puanı

Adım 9a: Puanı artırın;
El bileği yana doğru eğilmiş veya eksenini etrafında dönmüşse: +1

Tablo B	Alt Kol						
	El Bileği	1			2		
Üst Kol Puanı		1	1	2	2	1	2
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

Şekil 18. Kol ve El Bileği Analizleri

Kol ve El bileği analizleri yapılmak suretiyle elde edilen Tablo B değerine ek olarak kavramanın zorluk derecesine göre “Kavrayış Puanı” eklenir;

- Çalışılan parça sağlıklı bir şekilde kolayca kavranabiliyorsa puan eklenmemektedir.
- İdeal tutuş ve kavrama mümkün ama kabul edilebilir olarak görülüyorsa +1 puan eklenmelidir.

- Elde tutmak bir şekilde mümkün ancak kabul edilebilir bir kavrama söz konusu değilse +2 puan eklenmelidir.
- Kavramanın imkansız olduğu durumlarda +3 puan eklenmelidir.

Adım 10: Tablo B' den Duruş Puanını Bulun;
Yukarıdaki Adımlardan elde edilen puanları kullanarak Tablo B puanını bulun.

Adım 11: Kavrayış Puanını Ekleyin
İyi tutuş ve sağlam kavrama, *iyi: +0*
İdeal tutuş ve kavrama olmasa da kabul edilebilir, *orta: +1*
Elle tutmak bir şekilde mümkün ama kabul edilebilir değil, *kötü: +2*
Herhangi bir şekilde kavramak mümkün değil, *kabul edilemez*

Adım 12: B puanını Tablo C Satırında Bulun
Puan B' yi bulmak için Adım 10 ve Adım 11' deki değerleri ekleyin. Tablo C' de Puan B' yi yerine koyun. Adım 6' daki Tablo A değeri ile kesitirip Tablo C değerini bulun.

Adım 13: Faaliyet Puanı
+1 Bir veya daha fazla vücut parçası 1 dakikadan fazla kullanılıyor (statik)
+1 Kısa aralıklarla tekrarlanan faaliyetler (dakikada 4 defadan fazla)
+1 Duruşta kayda değer değişikliklere neden olan faaliyetler ve sabit olmayan zemin

Duruş Puanı B
+

Kavrayış Puanı
=

Puan B

Şekil 19. Puan B Değerini Bulma

Tablo A değeri ve Tablo B değeri Tablo C' de birleştirilerek Tablo C puanı elde edilir. Tablo C puanına hareketin ne sıklıkta ve hangi koşullarda yerine getirildiğini ifade eden “Faaliyet Puanı” da eklenir.

Tablo C	
Puan A	Puan B
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
1	1 1 1 2 3 3 4 5 6 7 7 7
2	1 2 2 3 4 4 5 6 7 7 8
3	2 3 3 3 4 5 6 7 7 8 8
4	3 4 4 4 5 6 7 8 8 9 9
5	4 4 4 5 6 7 8 8 9 9 9
6	6 6 6 7 8 8 9 9 10 10
7	7 7 7 8 9 9 10 10 11 11
8	8 8 8 9 10 10 11 11 12 12
9	9 9 9 10 10 11 11 12 12 12
10	10 10 10 11 11 12 12 12 12 12
11	11 11 11 12 12 12 12 12 12 12
12	12 12 12 12 12 12 12 12 12 12

Adım 13: Faaliyet Puanı
+1 Bir veya daha fazla vücut parç
+1 Kısa aralıklarla tekrarlanan fa
+1 Duruşta kaydadeğer değişikli
zemin

Tablo C Puanı + Faaliyet Puanı = REBA Puanı

Şekil 20. Tablo C Puanını Bulma

Puanlama:

- 1 = kabul edilebilir risk
- 2-3 = düşük risk, önlem gerekebilir
- 4-7 = orta risk, araştırma ve hızlı yöntem
- 8-10 = yüksek risk, incele ve önlem al
- 11+ = çok yüksek risk, önlem al

REBA Puanı değerine göre faaliyetin risk seviyesi belirlenmiş olur (Sue & McAtamney, 2000).

Puanlama:	
1	= kabul edilebilir risk
2 - 3	= düşük risk, önlem gerekebilir
4 - 7	= orta risk, araştırma ve hızlı önlem
8 - 10	= yüksek risk, incele ve önlem al
11+	= çok yüksek risk, önlem al

$$\boxed{} + \boxed{} = \boxed{}$$

Tablo C Puanı Faaliyet Puanı REBA Puanı

Şekil 21. REBA Formu'nda Puanlama

3.2.2 MURI Metodu

Yalın üretimde, gereksiz faaliyetler yani israflar 3M terimiyle tanımlanır. 3M terimi Japonca'da M harfi ile başlayan üç kelimenin baş harflerinden meydana gelmiştir. Bu kelimeler muda, muri ve mura olarak sıralanabilir.

- **Muda** kavram olarak israfları yani üretim sürecinde değer katmayan çalışmaları ifade etmektedir.
- **Mura** ise üretim planlarının değişmesi ve müşteri taleplerindeki dalgalanmaları dengeleyebilmek amacıyla yapılan üretim sürecindeki dengesizlikleri gidermeyi amaçlayan yalın üretim çalışmalarıdır.
- **Muri** aşırı yük anlamına gelir. Çalışma alanında bulunana ekipman ve insanların normal kapasitelerinin üzerinde çalıştırılarak zorlanmaları üretim verimliliğini olumsuz olarak etkileyeceği öngörülmüştür (Toyota Motor Corporation, 2006).

İşletmelerde israfları önleyebilmek yani Muda çalışması yapılmak için öncelikle Mura ve Muri'yi uygulamak yani üretim sürecindeki, makinadaki ve çalışanlardaki yükü dengeleyebilmek gerekmektedir (Womack, 2006).

Muri metodu işletmedeki ve tedarik zincirindeki ofis çalışanları da dahil tüm çalışanlara uygulanarak çalışanların iş yükü aşırılığının önüne geçilmelidir. Uygulama aşamasında çalışanları gözlem ve çalışanlarla iletişim, metodun verimi açısından önemlidir. Çalışanlara kendi yaptıkları işi daha kolay yapmak için bir fikirleri olup olmadığı gibi sorular sorulup herhangi bir çalışma anında çalışanı

izlemek ve zorlanma olan yerler tespit edilerek o işin daha kolay nasıl yapılacağı belirlenmelidir (Eswaramoorthi, 2010:231-240).

İşletmede MURI uygulanırken 9 kusurlu hareketin yer aldığı bir tablo ile çalışma esnasında duruş ve hareket analizi ile puanlama yapılmıştır. 9 kusurlu hareketin her biri için 3 farklı seviyelendirme yapılmaktadır. 9 kusurlu hareket olarak(Şekil 22);

- ✓ Belden eğilme
- ✓ Belin dönmesi
- ✓ Kolların çalışma yüksekliği
- ✓ Dizlerin bükülmesi/gerilmesi
- ✓ Dirseklerin ve bileklerin döndürülmesi
- ✓ Parça/malzeme alma
- ✓ Çalışma alanı vücut dönmesi
- ✓ Yürüme
- ✓ Taşıma

yer almaktadır (Aslanhan, 2012).

Belden eğilme			Belin dönmesi			Kolların çalışma yüksekliği		
Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3
0° - 15°	15° - 30°	> 30°	0° - 15°	15° - 45°	> 45°	Bel Seviyesi	Omuz Hizası	Omuz Hiz. yüksek
Dizlerin bükülmesi/ gerilmesi			Dirsek ve bileklerin döndürülmesi			Parça/malzeme alma		
Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3
0° - 30°	30° - 60°	> 60°	0° - 90°	90° - 180°	> 180°	Kolayca alma	Kolların gerilerek alınabilmesi	Zorlanarak alma
Çalışma alanı vücut dönmesi			Yürüme			Taşıma		
Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3
0° - 45°	45° - 90°	> 90°	0 - 4 adım arası	5 - 9 adım arası	10 adım yukarı	0 - 3 Kg arası	3 - 5 Kg arası	5 Kg yukarı

Şekil 22. MURI Duruş Analizi Tablosu

Gözlem yapılarak duruş ve hareket analizi yapıldıktan sonra ortaya çıkan puana göre risk seviyesi belirlenerek iyileştirme yapılması amaçlanır. Değerlendirilen her bir duruş için skor 15 puanın üzerinde ise “kırmızı bölge” bir başka deyişle çok riskli olarak değerlendirilir. 10 puanın üzerinde ise “sarı bölge” yani riskli seviye, 10 puanın altında ise “yeşil bölge” yani risksiz seviye olarak belirlenmiştir (Aslanhan, 2012).

3.2.3 NIOSH Malzeme Taşıma / Kaldırma Kontrol Listesi Metodu

Niosh Kontrol Listesi kolay ve hızlı bir şekilde uygulanabilir olan ve yürütülen işteki elle taşıma esnasında problemleri tespit etmeye yarayan bir değerlendirme aracıdır. Bununla beraber değerlendirme kapsamı çok geniş olmadığından dolayı daha özel ergonomik risk değerlendirme teknikleri kullanılarak tespit edilen problemleri

doğrulamak amacıyla ikincil bir yöntem olarak kullanılması tavsiye edilmektedir. Kontrol listesindeki “hayır” cevapları taşıma/kaldırma işindeki olumsuz durumları ifade etmektedir (NIOSH, 2007).

Malzeme taşıma esnasında belirli risk unsurları bulunmaktadır. Bunlar malzeme taşınan alanın uzunluğu, vücudun duruş şekli, taşıma sırasında uygulanan kuvvet ve hareketin sıklığıdır. Kontrol listesi riski tespit etmek amacıyla temel olarak aşağıdaki soruların yanıtlarını aramaktadır(EK VI, EK VII) (OSHA, 2010);

- Yükün ağırlığı ve özellikleri
- Çalışma şekli ve yapılan işler
- Çalışma alanı yerleşimi ve iş ekipmanları
- Çalışanın kişisel özellikleri, eğitim düzeyi ve yeterliliği

3.2.4 ACGIH HAL TLV Metodu

Amerikan Endüstriyel Hijyenistler Konferansı(ACGIH) tarafından 2001 yılında limit değerleri(Threshold Limit Value) tanımlanan El Faaliyeti(Hand Activity) el ve bilekle ilgili riskleri ortaya koymak amacıyla kullanılmaktadır. Değerlendirme temel olarak tekrar eden çalışma esnasında ellerin kullanımıyla sarfedilen eforun puanlandırılması ile uygulanmaktadır (Armstrong, 2006:1-14).

El faaliyet seviyesi(Hand Activity Level) 0-10 aralığında bir puanlandırma üzerinden yapılır. 0 puanı ellerin tamamen boş ve kullanılmadığı durumları ifade ederken en yüksek puan olan 10 puan ise hızlı ve sürekli hareketi ve efor sarfedilen durumlarda verilmektedir(Şekil23).



Şekil 233. El Faaliyet Seviyesi Göstergesi

Elle çalışma esnasında normalleştirilmiş azami kuvvet(Normalized Peak Force) puanlandırırken yine 0-10 arasında skala kullanılmaktadır. Borg skalası, Şekil 24’de görüldüğü gibi Moore-Garg gözlemci Skalası veya metod için geliştirilen gözlemci skalası kullanılabilir(Drinkaus, Seseck ve Bloswick, 2005:263-281).

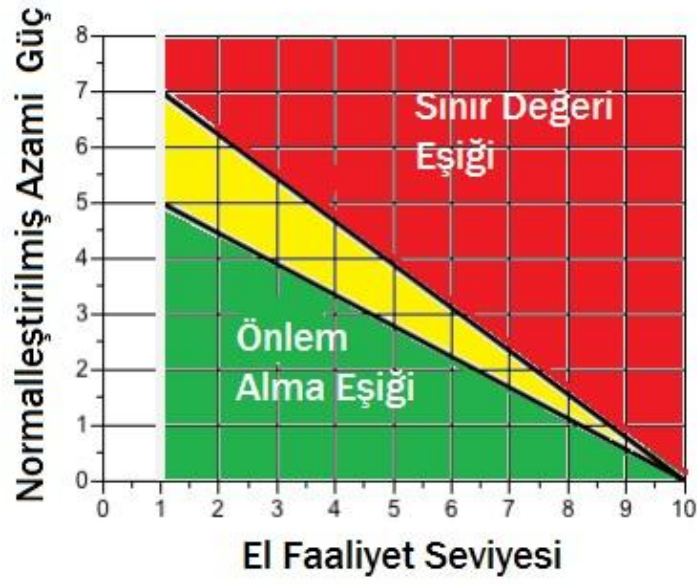
Elle Çalışma için Normalleştirilmiş Azami Kuvvet Tahmini

%MVC	Gözlemci Skalası		Moore-Garg Gözlemci Skalası (Alternatif Yöntem)	NPF
	Skor	Sözlü Referans		
0	0	Hiçbir şey		0
5	0.5	Son derece güçsüz (Zor Farkedilebilir)	Zar zor farkedilebilir veya kendini sıkmadan efor	0.5
10	1	Bayağı güçsüz		1
20	2	Güçsüz (Hafif)	Farkedilebilir veya belirgin efor	2
30	3	Ortalama		3
40	4		Kesin efor, fakat değişmeyen yüz ifadesi	4
50	5	Güçlü(Ağır)		5
60	6			6
70	7	Çok güçlü	Oldukça fazla efor ve değişen yüz ifadesi	7
80	8			8
90	9		Kuvvet için omuzları kullanma	9
100	10	Son derece güçlü (maksimum derecede)		10

Şekil 24. Elle Çalışma için Normalleştirilmiş Azami Kuvvet Tahmini

El faaliyet göstergesi ve Normalleştirilmiş Azami Kuvvet puanlandırıldıktan sonra Şekil 8’de yer aldığı gibi puanların eksenlerdeki kesişimleri bulunur. ACGIH’a göre

kırmızı bölge çalışılmaması gereken değerleri, sarı bölge ise önlem alınması gereken aralığı ifade etmektedir(Şekil 25). Montaj hattı dengelenirken TLV sınır değerleri kısıtlara eklenerek işler istasyonlara atanırken aynı zamanda çalışan üst ekstremitelere rahatsızlıklarına karşı korunabilir(Franzblau, Armstrong ve Werner, 2005:57-67).. ACGIH HAL TLV uygulama formu EK VIII' de yer almaktadır.



Şekil 255.El Faaliyet Seviyesine Göre TLV Sınır Değerleri (ACGIH, Personal Health, 2014)

4. BULGULAR

4.1 REBA Metodunu Değerlendirmesi

Yöntemin uygulandığı Volan montajı işi videoya çekilmiş olup REBA yöntemini uygulamak üzere video içerisinden kesitler alınarak incelenmiştir. Volan montajı esnasında çalışan, 1 metre boyundaki anahtar yardımıyla kuvvet uygulayarak somunları sıkmakta, bu işleme 8 saatlik çalışma süresince devam etmektedir. Çalışan bu işlemi yaparken anahtarı çevirmek için volanın etrafında hareket etmekte ve her bir somunu sıkma işleminde vücudu farklı pozisyon almaktadır. Videodan alınan karelerden Photo Measures programı ile vücudun açısal analizleri yapılmıştır.

A)İyileştirme Öncesi:

Fotoğraflarda boyun, gövde ve bacakların duruşu ile kol ve el bileklerinin aldığı şekillere bağlı olarak puanlama yapıldığında(Şekil 26):

ADIM 1: Boyun 20° den fazla öne doğru eğildiği, yana doğru eğildiği için +3

ADIM 2: Gövde 60° den fazla öne eğildiği ve yana doğru eğildiği için +5

ADIM 3: Bacakların belirli, dengeli bir duruşu olmamakla beraber 60° den fazla büküldüğü için +4

Olarak belirlenmiş ve kuvvet hızla ve birden arttığı için +1 kuvvet yük puanı da eklendiğinde **PUAN A** değeri 10 hesaplanmıştır



Şekil 26. Volan Montajı İyileştirme Öncesi Boyun ve Bel Duruşu

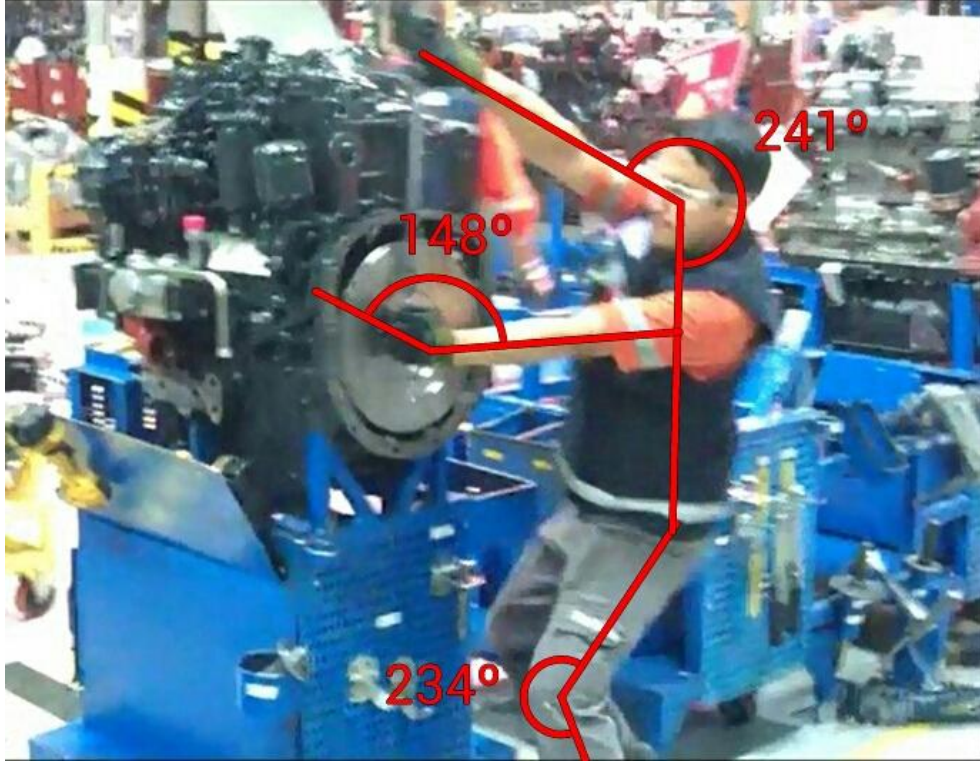
ADIM 4: Üst kol duruşu incelendiğinde işlemin belirli noktalarında 90^0 'den fazla yukarıda tutulduğu ve üst kol dışa doğru açıldığı gözlemlendiği için +5

ADIM 5: Alt kolun genellikle yukarı doğru hareketinin 100^0 'den fazla olduğu için +2 (Şekil 27).



Şekil 27. Volan Montajı İyileştirme Öncesi Kol Duruşu

ADIM 6: Anahtarı kavrarken el bileğinin 15° den fazla yukarı ve aşağı hareketlerinin olduğu için +2 puan(Şekil 28) olarak belirlenmiş ve eldivenle kavranan anahtarın elden kaymaması için çalışan tarafından çaba sarf edildiğinden +1 kavrama puanı da eklenmiş, PUAN B değeri 9 bulunmuştur.



Şekil 28. Volan Montajı İyileştirme Öncesi Bacak, Bilek ve Gövde Duruşu

Puan A değeri olan 10 ve Puan B değeri olan 9 Tablo C de yerine koyulduğunda Puan C değeri 12 olarak hesaplanmıştır. Volan Montajında somun sıkma işlemi kısa aralıklarla 6 defa tekrarladığı için (dakikada 4'den fazla) +1 faaliyet puanı eklendiğinde REBA skoru 13 çıkmıştır. REBA skoru 11 den fazla olduğu için montaj işlemi çok yüksek riskli ve acil önlem alınması gereken iş olarak değerlendirilmiştir(EK IX).

İstasyonda daha önce kullanılan bir diğer gözlemsel metot olan MURI metodunda da acil önlem alınması gereken çok riskli iş olarak tespit edilmiş ve risklerin bertaraf edilmesi için mühendislik önlemleri araştırılmıştır.

B) İyileştirme Sonrası:

Yapılan somun sıkma işlemini fiziksel kuvvet uygulamak yerine bu iş için uygun aletler araştırılarak Şekil 29’de görülen tabanca kullanılmaya başlanmıştır. İşlem volanın farklı bölgelerine uygulandığından tabancanın yukarı - aşağı ve sağa-sola çekilebilmesi için bir ray düzeneği kurulmuş ve çekme işleminin zorlayıcı fiziksel kuvvet uygulanmadan gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 29. Volan Montajı İyileştirme Sonrası İstasyonunun Görünümü

Yapılan iyileştirme çalışmaları sonrasında hatta gerçekleştirilen işlemler tekrar videoya kaydedilerek çalışmanın ergonomik açıdan bir risk taşıyıp taşımadığı tekrar ölçülmüştür. Videodan alınan kesitler ile vücudun açısal analizi tekrar yapılmıştır.

ADIM 1: Boyun 20^0 ' den fazla öne eğildiği için +2 (Şekil 30)



Şekil 30.Volan Montajı İyileştirme Sonrası Boyun Duruşu

ADIM 2: Gövde dik pozisyonda durduğu için +1

ADIM 3: Bacaklar dik pozisyonda olduğu için +1

Olarak belirlenmiş ve PUAN A değeri 1 hesaplanmıştır.

ADIM 4: Üst kol incelendiğinde kol 20^0 'den az açıldığı için +1

ADIM 5: Alt kol 100^0 'den fazla bir aralıkta pozisyon aldığı için +2(Şekil 23)

ADIM 6: El bileğinde 15^0 'nin altında bükülme olduğu için +1 olarak hesaplanmış kavramanın iyi ve sağlam bir şekilde gerçekleştiği gözlemlenmiş;

PUAN B değeri 1 hesaplanmıştır.

Puan A değeri olan 1 ve Puan B değeri olan 1 Tablo C de yerine koyulduğunda Puan C değeri 1 olarak hesaplanmıştır. Volan Montajında somun sıkma işlemi kısa aralıklarla 6 defa tekrarladığı için (dakikada 4'den fazla) +1 faaliyet puanı eklendiğinde REBA skoru 2 çıkmıştır(EK X). REBA skoru 2 - 3 aralığında ise düşük risk olarak değerlendirilmektedir(Şekil 31).



Şekil 31. Volan Montajı İyileştirme Sonrası Boyun ve Bel ve Kol Duruşu

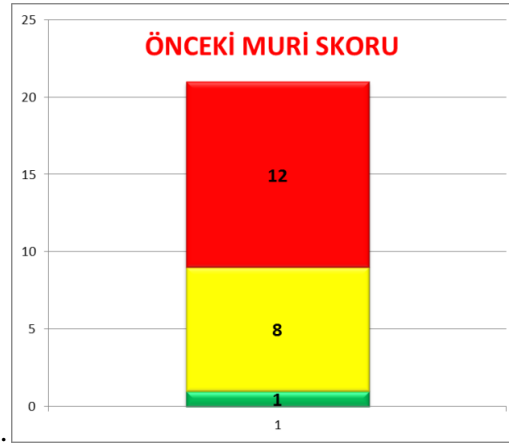
4.2. Muri Metodunun Uygulanması

Volan Montaj istasyonunda ergonomik açıdan risklerin tespit edilmesi ve REBA metoduyla kıyaslama yapılması amacıyla MURI metodu uygulanmıştır. MURI metodu uygulanırken Volan Montaj istasyonunda olduğu gibi videoya alınmış çalışmadan alınan kesitler incelemiştir. Elde edilen resimler üzerinden MURI metodu için kullanılan tablo üzerinden analiz gerçekleştirilmiştir. Tablo üzerinde iyileştirme öncesi ve iyileştirme sonrası değerler gösterilmiştir. İncelenen duruş pozisyonuna göre duruş açılarına uygun puanlar verilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Manuel proseslerde çalışan hareketleri ergonomi değerlendirme matrisi

Manuel Proseslerde Çalışan Hareketleri Ergonomi Değerlendirme Matrisi																																				
Operasyondaki Hareketler	belden eğilme			belin dönmesi			kolların çalışma yüksekliği			dizlerin bükülmesi/gerilmesi			dirseklerin döndürülmesi			parça / malzeme alma			çalışma alanı (vücudun dönmesi-operatör sabitken)			yürüme			taşıma			TOPLAM								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		21	10						
Seviye	0°-15°	15°-30°	>30°	0°-15°	15°-45°	>45°	bel seviyesinde	omuz seviyesinde	omuzların üstünde	0°-30°	30°-60°	>60°	0°-90°	90°-180°	>180°	kolayca alma (hareket etmeden)	olların gerilerek alınabilmesi	zorlanarak alma (dikkat gerekir)	0°-45°	45°-90°	>90°	0-4 adım	5-9 adım	> 10 adım	0-3 kg	3-5 kg	> 5 kg	1	2	3						
Operasyon Adımı	Kriter																																			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1 İYİLEŞTİRME ÖNCESİ	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3
2 İYİLEŞTİRME SONRASI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

İyileştirme öncesindeki incelemelerde iş parçasını alma ve somun sıkma işlemi sırasında belin eğilmesi, dönmesi , kolların konumu ve dizlerin bükülme dereceleri dikkate alındığında yönteme göre en riskli seviye olan 3 puan verilmiştir. Yine somun sıkma işlemi sırasında bileklerin 90 derece ve 180 derece arasında döndürülmesinden dolayı 2 puan verilmiştir. Parça boyutunun 1 metre uzunluğunda olması ve yüzeyinin kayganlığından dolayı 2 puan ve iş parçasının kullanımı esnasında vücudun dönüşü dikkate alınarak 2 puan, parçanın ağırlığı 3 kg olduğundan 2 puan olarak değerlendirilmiştir. Çalışma alanındaki yürüme mesafesi 4 adım olduğundan tabloda “yürüme” bölümü 1 puan hesaplanmıştır. İyileştirme öncesi MURI metoduna göre skor değerleri aşağıdaki gibidir;

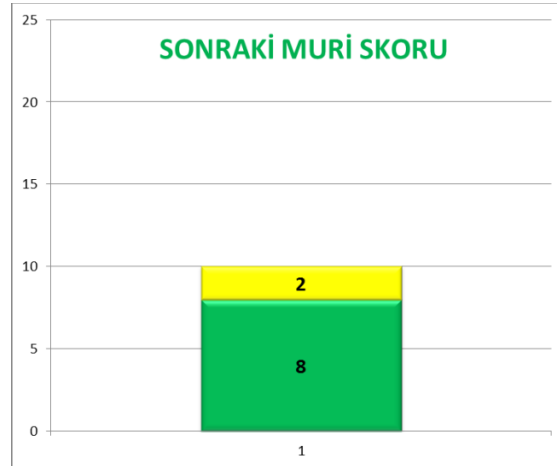


Şekil 32. İyileştirme Öncesi Risk Seviyeleri

Tablo 6. İyileştirme öncesi MURI Skoru

ÖNCE	SKOR
	1
	8
	12
TOTAL	21

İyileştirme sonrasında ise “belden eğilme” ve “belin dönmesi” 0-15 derece arasında olduğu için 1 puan verilmiştir. “Kolların çalışma yüksekliği” bel seviyesinde olduğu için 1 puan, “dizlerin bükülmesi” 0-30 derece arasında olduğundan 1 puan verilmiştir. “Dirseklerin döndürülmesi” 0-90 derece arasındaki değerlerde olduğundan 1 puan, “parça/ malzeme alma” işlemi kolayca yapıldığı için 1 puan hesaplanmıştır. “Çalışma alanında tüm vücut dönmesi” 45-90 derece arasında dönüş gerçekleştirdiği için 2 puan, “yürüme” 0-4 adım arasında olduğu için 1 puan, “taşınan parça” 0-3 kg arasında olduğu için 1 puan olarak değerlendirilerek toplam risk skoru 10 puan hesaplanmıştır(Tablo 7).



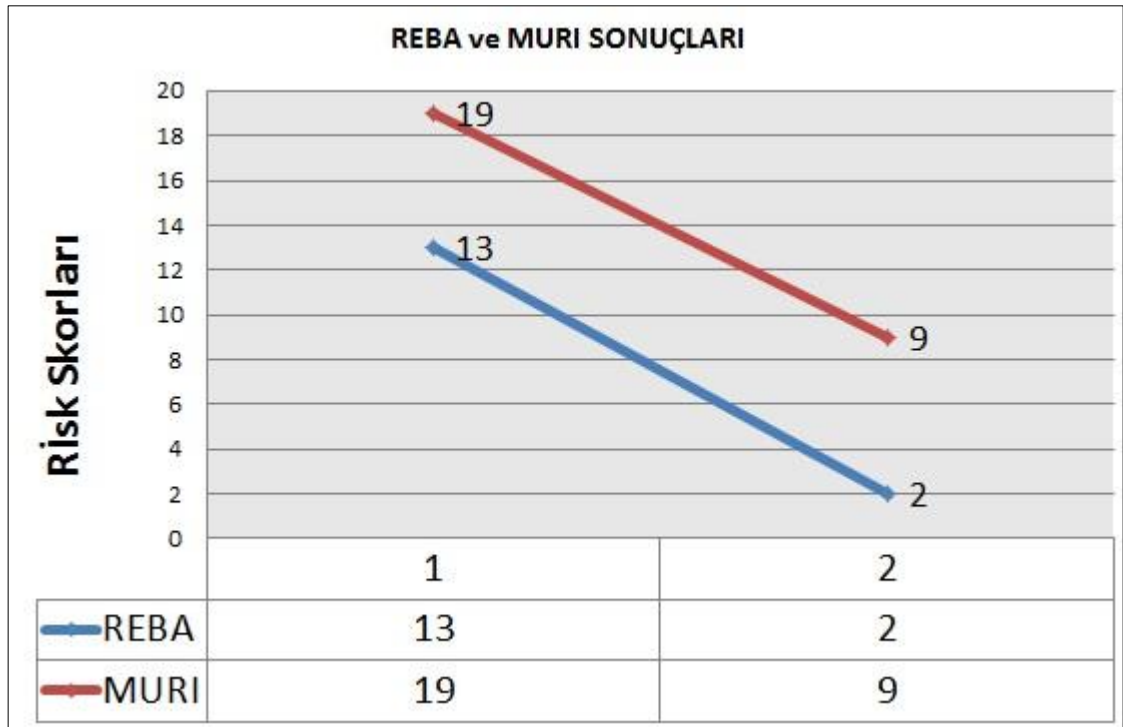
Şekil 33. İyileştirme Sonrası Risk Seviyeleri

Tablo 7. İyileştirme Sonrası MURI Skoru

SONRA	SKOR
	8
	2
	0
TOTAL	10

4.3. REBA ve MURI Yöntemlerinin Sonuçlarının Karşılaştırılması

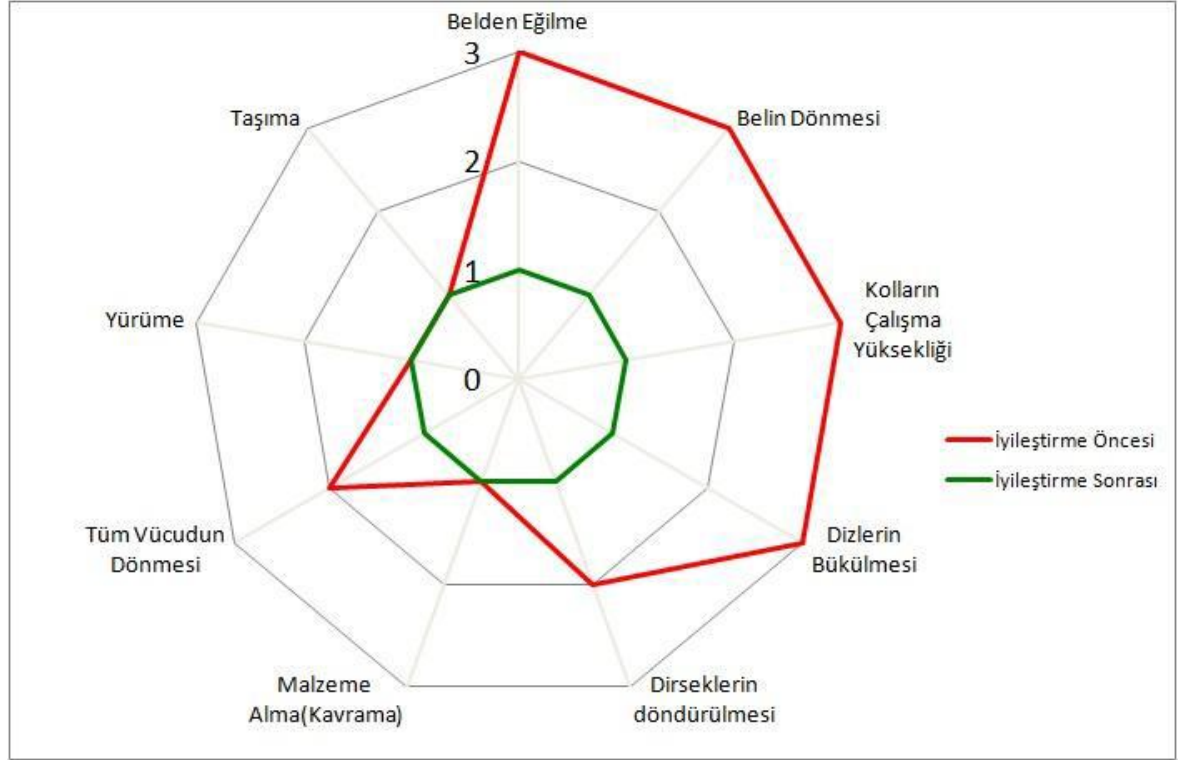
Yapılan iyileştirme çalışmaları sonrasında işletmede MURI metoduyla tekrar risk değerlendirmesi yapılmış ve REBA metodunda ulaşılan sonuca benzer şekilde risk kabul edilebilir seviyeye getirildiği gözlemlenmiştir. MURI metoduna göre acil önlem alınması gereken 15 puanın üstünden(19 puan) risksiz seviyeye(9 puan)'a getirilmiştir. REBA metoduna göre acil önlem alınması gereken 11 puanın üstünden(13 puan) risksiz seviyeye(2 puan)'a getirilmiştir.(Şekil 34).



Şekil 34. Montaj hattında yapılan iyileştirme sonrası REBA ve MURI Risk Puanları

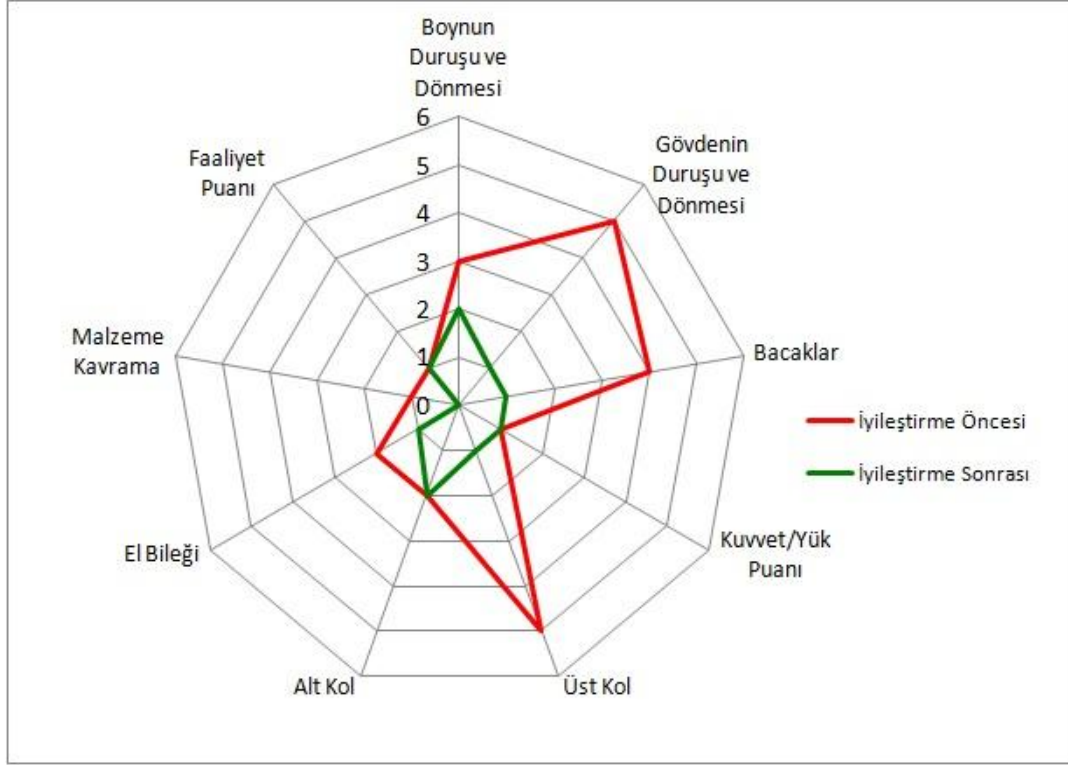
MURI metodu ile yapılan risk değerlendirmesine göre iyileştirme öncesinde belden eğilme, belin dönmesi, kolların çalışma yüksekliği, dizlerin bükülmesi çalışma esnasındaki en riskli(3 puan) faktörler olarak puanlanmıştır. Tüm vücudun dönmesi ve dirseklerin dönmesi orta dereceli(2 puan) risk kategorisinde değerlendirilmiş olup

malzemeyi kavrama, yürüme ve taşıma işlemleri risksiz(1 puan) olarak değerlendirilmiştir. Yapılan iyileştirme sonrasında ise çok riskli ve orta düzey riskli değerlendirilen tüm çalışma şeklindeki riskler ortadan kaldırılmış gözükmetedir(Şekil 35).



Şekil 35. MURI Metoduna Göre İyileştirme Öncesi ve Sonrası Risk Puanları

REBA metodu ile yapılan risk değerlendirmesine göre iyileştirme öncesinde gövdenin duruşu ve dönmesinde, üst kol ve bacakların konumlarında MURI yönteminin sonuçlarında olduğu gibi risk puanlarının yüksek olduğu görülmüştür. MURI yöntemine ilaveten REBA yönteminde boynun duruşu ve dönmesi, el bileğinin konumu da risk seviyesi yüksek duruşlar olarak ölçülmüştür. Yapılan iyileştirme çalışmasında getirilen öneri sonucu bileklerin duruşundan kaynaklı risk ortadan kaldırılmış ancak boynun duruşu en risksiz seviyeye indirilememiştir(Şekil 36).



Şekil 36. REBA Metoduna Göre İyileştirme Öncesi ve Sonrası Risk Puanları

4.4 NIOSH Malzeme Taşıma / Kaldırma Kontrol Listesi ile Volan Montaj Hattının Değerlendirilmesi

Volan montaj istasyonunda REBA metodu kullanılmadan önce ve kullanıldıktan sonra istayondaki taşıma/kaldırma faaliyetleri esnasındaki durumu ve riskleri ortaya koymak ve NIOSH tarafından önerildiği gibi koşulların sağlanmasını yapmak amacıyla “NIOSH Malzeme Taşıma/Kaldırma Kontrol Listesi” yöntemi uygulanmıştır. Yöntem uygulanırken listedeki sorular çalışma şekline bağlı olarak tablo üzerinde cevaplandırılmıştır (Tablo 8).

Tablo 8. NIOSH Malzeme Taşıma/Kaldırma Kontrol Listesi

NIOSH Malzeme Taşıma/Kaldırma Kontrol Listesi	evet	hayır
1. Beden gücüyle kaldırılacak yükün ağırlığı dengeli olarak dağıtılmış mı?		X
2. Malzeme olabilecek en az mesafede taşınıyor mu?		X
3. Yük taşınırken yük ile çalışanın bedeni arasındaki mesafe minimize edilebiliyor mu?		X
4. Üzerinde yürünen zeminin seviyesi;		
yeterince geniş mi?	X	
temiz ve kuru mu?	X	
5. Malzemeler kolayca kavranabiliyor mu?		X
dengeli mi?		X
kaymadan tutulabiliyor mu?		X
6. Parçanın taşımak için tutacakları var mı?		X
7. Taşıma esnasında eldiven kullanılıyorsa eldivenler ele tam olarak oturuyor mu?	X	
8. Uygun ayakkabı giyilmiş mi?	X	
9. Manevra için yeterli boşluk var mı?	X	
10. Mümkün olduğu her an ihtiyaç anında mekanik destek sağlanabiliyor mu?		X
11. En iyi taşıma konumunu sağlamak için çalışma masası/yüzeyi yüksekliği ayarlanabilir mi?		X
12. Malzeme kaldırmada aşağıdakileri durumlar oluşuyor mu?		
hareketin el bileği seviyesinin altında ve omuz yüksekliği üzerinde gerçekleşmesi?		X
statik kas yüklenmesi?		X
taşıma boyunca ani hareketler?		X
belde bükülme?		X
gerilerek uzanma?		X
13. Ağır ve idaresi zor yükler için yardım sağlanabiliyor mu?		X
14. Yüksek oranda tekrarlı hareketten rotasyonla kaçınılabiliyor mu?		X
kendi iş ritmine uygun mu?		X
yeterli miktarda mola var mı?	X	
15. İtme ve çekme için kullanılan güç azaltıldı mı veya ortadan kaldırıldı mı?		X
16. Çalışan malzemeyi kaldırırken engelsiz bir görüş var mı?		X
17. Ekipman için periyodik bakım onarım programı var mı ?	X	
18. Çalışanlar doğru taşıma ve kaldırma prosedürleri için eğitilmiş durumda mı?	X	

İyileştirme öncesinde toplam 19 sorunun cevabı “hayır” olarak işaretlenerek olumsuz koşullar ifade edilmiş olup 8 sorunun cevabı “evet” olarak tespit edilmiştir. Evet olarak cevaplanan ve olumlu durumları gösteren soruların;

- a) çalışma ortamıyla ilgili(çalışma ortamınının yeterince geniş, temiz ve kuru , rahat hareket etmeye uygun koşullar)
- b) kişisel koruyucu donanımlar ile ilgili (uygun ayakkabı, uygun eldiven)
- c) İşletmenin İSG politikası ile ilgili(periyodik bakım onarım, çalışanların kaldırma/taşıma yöntemleri eğitimi)

sorular olduğu görülmüştür. Bunun yanında “hayır” olarak işaretlenen soruların duruş bozukluğu ve uygun taşıma/kaldırma ekipmanı bulunmamasıyla ilgili olduğu tespit edilmiştir.

Volan montajı bölümünde parça sıkma işleminin duruş bozukluğuna yol açan ve kullanımı aşırı kuvvet gerektiren iş ekipmanı ile yapılmasının doğurduğu olumsuz sonuçları önlemek amacıyla yapılan iyileştirme ile işlemin uygun iş ekipmanı ile yapılması sağlanmış ve etkinliği tekrar Niosh malzeme taşıma/kaldırma kontrol listesi ile değerlendirilmiştir (Tablo 9).

Tablo 9. NIOSH Malzeme Taşıma/Kaldırma Kontrol Listesi

NIOSH Malzeme Taşıma/Kaldırma Kontrol Listesi	evet	hayır
1. Beden gücüyle kaldırılacak yükün ağırlığı dengeli olarak dağıtılmış mı?	X	
2. Malzeme olabilecek en az mesafede taşınıyor mu?	X	
3. Yük taşınırken yük ile çalışanın bedeni arasındaki mesafe minimize edilebiliyor mu?	X	
4. Üzerinde yürünen zeminin seviyesi;		
yeterince geniş mi?	X	
temiz ve kuru mu?	X	
5. Malzemeler kolayca kavranabiliyor mu?	X	
dengeli mi?	X	
kaymadan tutulabiliyor mu?	X	
6. Parçanın taşımak için tutacakları var mı?	X	
7. Taşıma esnasında eldiven kullanılıyorsa eldivenler ele tam olarak oturuyor mu?	X	

8. Uygun ayakkabı giyilmiş mi?	X	
9. Manevra için yeterli boşluk var mı?	X	
10. Mümkün olduğu her an ihtiyaç anında mekanik destek sağlanabiliyor mu?	X	
11. En iyi taşıma konumunu sağlamak için çalışma masası/yüzeyi yüksekliği ayarlanabilir mi?		X
12. Malzeme kaldırmada aşağıdakileri durumlar oluşuyor mu?		
hareketin el bileği seviyesinin altında ve omuz yüksekliği üzerinde gerçekleşmesi?	X	
statik kas yüklenmesi?	X	
taşıma boyunca ani hareketler?	X	
belde bükülme?	X	
gerilerek uzanma?	X	
13. Ağır ve idaresi zor yükler için yardım sağlanabiliyor mu?	X	
14. Yüksek oranda tekrarlı hareketten rotasyonla kaçınılabiliyor mu?		X
kendi iş ritmine uygun mu?	X	
yeterli miktarda mola var mı?	X	
15. İtme ve çekme için kullanılan güç azaltıldı mı veya ortadan kaldırıldı mı?	X	
16. Çalışan malzemeyi kaldırırken engelsiz bir görüş var mı?	X	
17. Ekipman için periyodik bakım onarım programı var mı ?	X	
18. Çalışanlar doğru taşıma ve kaldırma prosedürleri için eğitilmiş durumda mı?	X	

Tablo incelendiğinde iyileştirme sonrasında verilen “hayır” cevaplarının 2 ye indirildiği ve olumsuz durumları büyük ölçüde azaltıldığı gözlemlenmiştir. Rotasyonla önlenebilecek tekrarlı hareket ve çalışma masasının yüksekliğinin ayarlanabilirliği dışındaki diğer olumsuz durumların giderildiği görülmektedir.

4.5 ACGIH HAL TLV Metodu ile Volan Montaj Hattında Risk Seviyesinin Belirlenmesi

Volan montaj hattında iyileştirme öncesinde parça sıkma işlemi sırasında iş ekipmanının taşınması ve kavranması sağ el ve sol elin ve bileklerin aktif kullanımı ile gerçekleşmekteydi. İşlem hakkında alınan bilgiye göre bu işlemin sürekli olarak tekrarlanan bir hareket olduğu yapılan gözlemlerle de teyit edilmiştir.

Gözlem ve kayıtlara dayanılarak ACGIH HAL TLV metodu uygulanırken sağ ve sol el için El Faaliyet Seviyesi ölçeğinden arasına sol elini dinlendirebildiği sürekli hareketten dolayı “7” puan verilmiş olup sağ elin daha aktif kullanıldığı ve daha hızlı hareket ettirildiği tespit edildiğinden hızlı sürekli ve çok nadir sağ elini dinlendirebildiği için “9” puan verilmiştir.

Normalleştirilmiş azami kuvvet için de Gözlemci Skalası kullanılarak puanlama yapılmıştır ve azami kuvvetin 10 üzerinden değerlendirildiği skalaya göre sol el “5” puan sağ el için “8” puan olarak değerlendirilmiştir(Şekil 37).

EI Faaliyeti için ACGIH® TLV®		
İş	Uygulayan	
	Sol	Sağ
EI Faaliyet Seviyesi (EFS) (Ölçek aşağıdadır)	7	9
Normalleştirilmiş Azami Kuvvet (NAK) (Tablo aşağıdadır)	5	8
Oran = NAK / (10-EFS)	1.66	8
Sonuç TLV = 0.78 AL = 0.56	> TLV AL to TLV < AL	> TLV AL to TLV < AL

Şekil 377. İyileştirme Öncesinde ACGIH HAL TLV Risk Seviyesi

İyileştirme sonrasında ise iyileştirmenin etkinliğini ölçmek üzere metod tekrar kullanılarak mevcut durum analiz edilmek üzere yeniden puanlandırma yapılmıştır. El faaliyet Seviyesi ölçeğine göre kullanılan iş ekipmanı sol elin genellikle boşta olmasına izin verdiğinden nadir efor sarfedildiğinden “1” olarak değerlendirilmiş olup

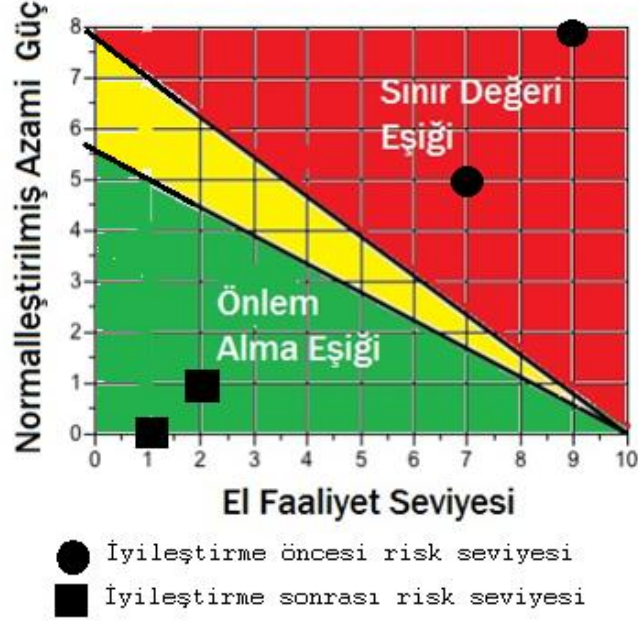
sağ elin sol ele göre bir miktar fazla kullanılmasına rağmen yine de uzun süre dinlendirerek kullanılmasından dolayı “2” puan verilmiştir.

Normalleştirilmiş azami kuvvet sol için değerlendirildiğinde hiç kuvvet uygulanmadığından dolayı “0” puan yalnızca sağ elle çok az bir kuvvet uygulanmasından dolayı sağ el puanı “1” puan olarak verilmiştir(Şekil 38).

EI Faaliyeti için ACGIH® TLV®		
İş	Uygulayan	Tarih
	Sol	Sağ
EI Faaliyet Seviyesi (EFS) (Ölçek aşağıdadır)	1	2
Normalleştirilmiş Azami Kuvvet (NAK) (Tablo aşağıdadır)	0	1
Oran = NAK / (10-EFS)	0	0.125
Sonuç TLV = 0.78 AL = 0.56	> TLV AL to TLV < AL	> TLV AL to TLV < AL

Şekil 388. İyileştirme Sonrasında ACGIH HAL TLV Risk Seviyesi

İyileştirme öncesi ve sonrası durum karşılaştırıldığında iyileştirme öncesinde gerek sağ el gerekse sol elin TLV değerlerinin üzerinde(kırmızı bölge) yani sınır değerlerin üzerinde olduğu ve çalışma şeklinin değiştirilmesi gerektiği görülmektedir. İyileştirme sonrasında ise sağ ve sol el için değerlerin önlem alma eşiğinin altında(yeşil bölge) olduğu ve eller açısından uygun bir çalışma şekli sağlandığı belirlenmiştir(Şekil 39).



Şekil 399. İyileştirme Öncesi ve Sonrasında ACGIH HAL TLV Risk Kıyaslaması

4.6. Reba Metodunun Farklı İstasyonlarda Sonuçları

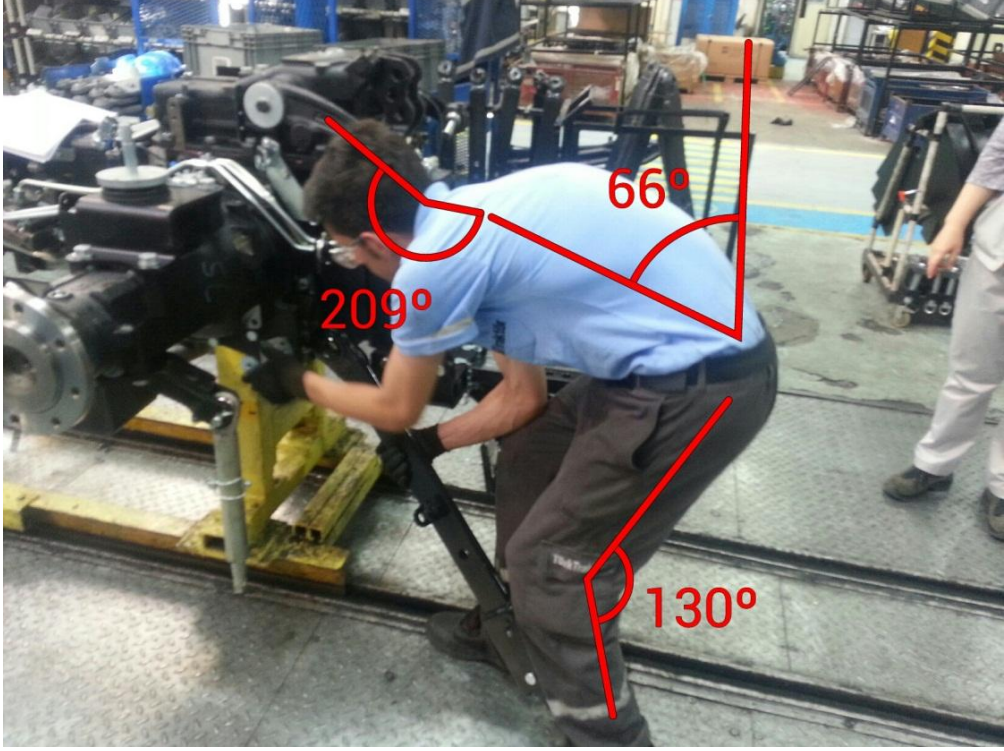
REBA metodu ile yapılan Volan montaj istasyonu risk değerlendirmesinin yanı sıra işletmede henüz risk değerlendirilmesi yapılmamış bir parça bağlama işinin risk analizi yaparak iki istasyon arası önlem aciliyetine göre öncelik ilişkisi araştırılmıştır. Lower Link olarak adlandırılan parçanın bağlanması işinde, çalışanın ortalama 1 metre uzunluğundaki ve ortalama ağırlığı 10 kg'dan fazla olan iş parçasını 7 metre uzaklıktaki depolama alanından elle taşıma ile iş istasyonuna getirdiği ve parçayı eğilerek bağladığı gözlemlenmiştir. İşi yürütümü esnasında fotoğraflar alınarak REBA metodu uygulanmıştır.

ADIM 1: Boyun 20° 'den fazla öne doğru eğildiği, yana doğru eğildiği için +3

ADIM 2: Gövde 60°'den fazla öne eğildiği ve yana doğru büküldüğü için +5

ADIM 3: Bacakların 60^0 'den fazla büküldüğü için +4(Şekil 40)

Olarak belirlenmiş parçanın ağırlığının 10 kg'dan büyük olması nedeniyle yük puanı +2 de eklendiğinde **PUAN A** değeri 11 hesaplanmıştır.



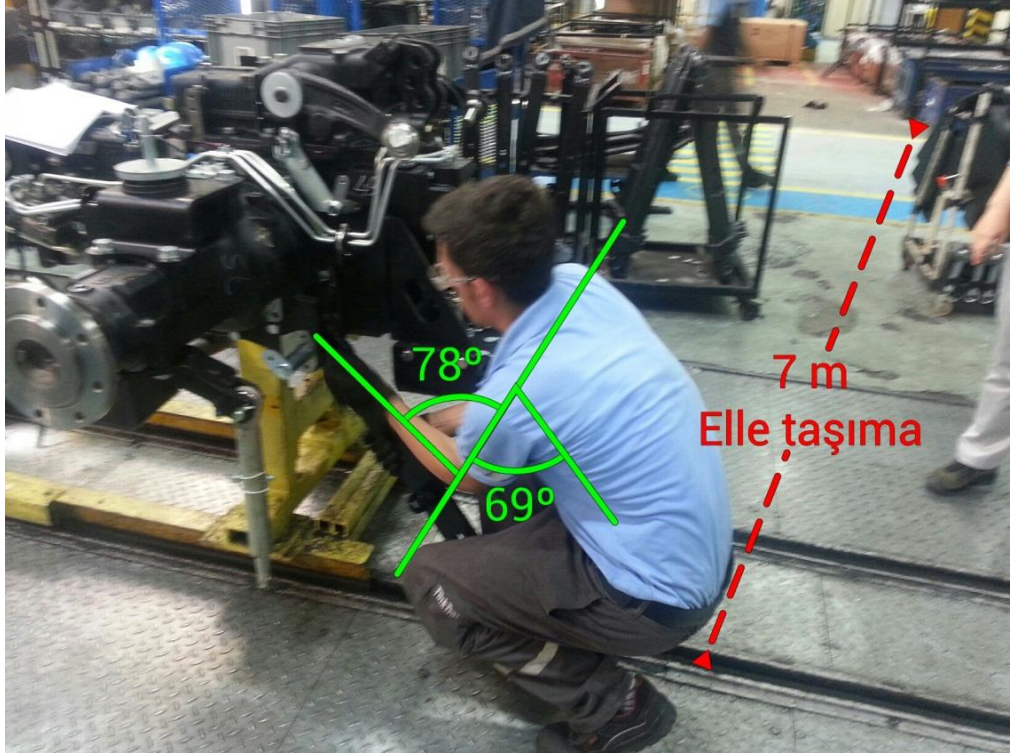
Şekil 40. Boyun Bel ve Bacakların Konumu

ADIM 4: Üst kol 90^0 'den fazla yukarıda tutulduğu ve üst kol dışa doğru açıldığı ve yukarı kaldırıldığı gözlemlendiği için +6

ADIM 5: Alt kolun konumu 100^0 'den fazla olduğu için +2

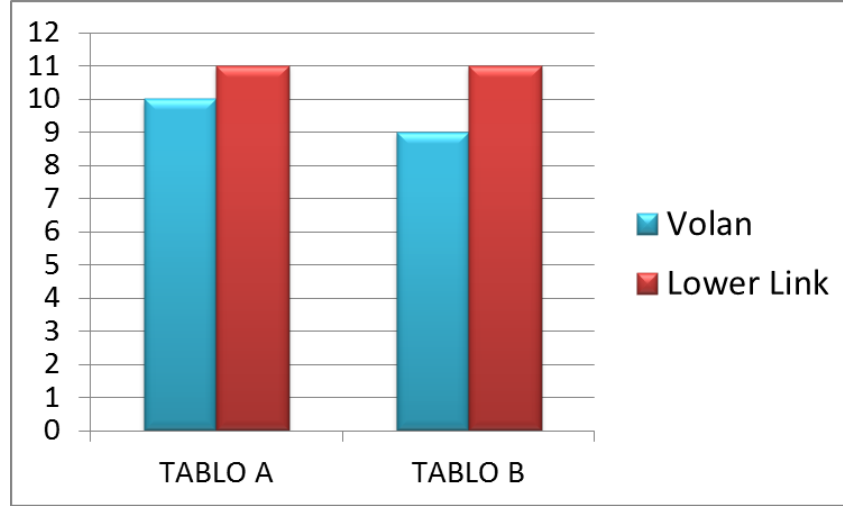
ADIM 6: Parçayı bağlarken el bileğinin 15^0 'den daha geniş bir açı yaptığı ve bu esnada bileğini döndürdüğü için +3 (Şekil 41)

Olarak belirlenmiş ve iş parçasını tutacak özel bir yer olmadığı için +2 kavrama puanı da eklenmiş, **PUAN B** değeri 11 bulunmuştur.



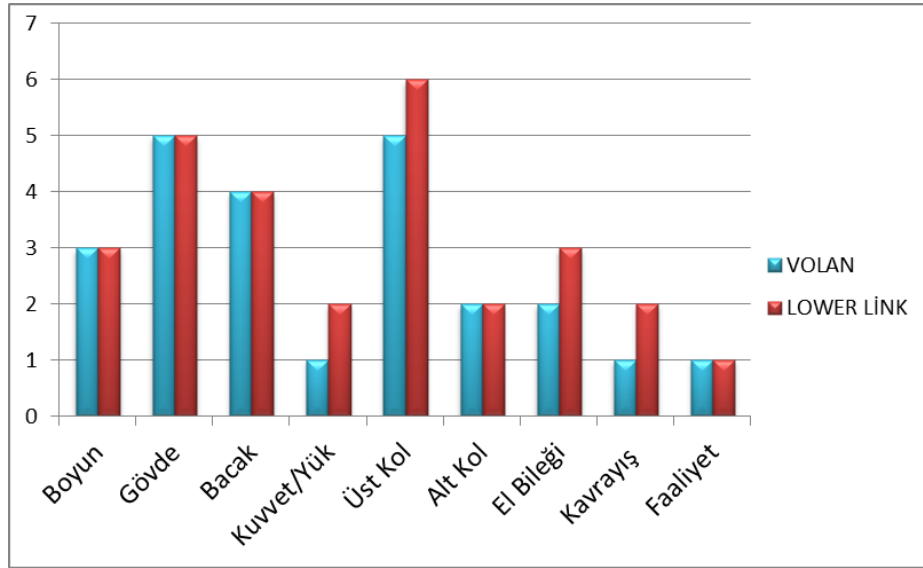
Şekil 41. Boyun Üst Kol ve Alt Kolun Konumu

Puan A değeri olan 11 ve Puan B değeri olan 11, Tablo C de yerine koyulduğunda Puan C değeri 12 olarak hesaplanmıştır. İşlem esnasında vücut yaklaşık 2 dakika kadar aynı pozisyonda bulunduğundan +1 faaliyet puanı eklendiğinde REBA skoru 13 çıkmıştır. REBA skoru 11'den fazla olduğu için volan montajı risk değerlendirmesi sonucundaki gibi yüksek riskli ve hemen önlem alınması gerektiği gözlemlenmiştir. Ancak Lower Link istasyonunda Tablo A ve Tablo B değerlerinin daha yüksek çıktığı görülmektedir(Şekil 42).



Şekil 42. İki İstasyonun Tablo A ve Tablo B Değerlerinin Karşılaştırması

İki istasyon arasındaki Tablo A ve Tablo B değerlerinden yola çıkarak duruş analizi puan değerlerinin aşağıdaki gibi olduğu görülmüştür (Şekil 43).



Şekil 43. Vücudun Farklı Bölgelerinin Risk Puanlarının Karşılaştırması

Lower Link istasyonunda kuvvet/yük puanı, el bileği puanı, üst kol puanı ve kavrayış puanı daha yüksek ölçülmüş ve daha riskli olduğu belirlenmiştir.

GENEL DEĞERLENDİRME

5.1. Sonuç

Türk Traktör ve Ziraat Makineleri A.Ş.de yapılan ergonomik risk değerlendirme çalışması ile;

İşletmede volan montaj istasyonu özelinde yapılan ergonomik çalışmaların ve iyileştirmenin etkinliği ölçülmüş ve REBA metoduna göre iş, acil önlem alınması gereken riskli seviyeden düşük riskli seviyeye getirilmiştir.

İşletme tarafından kullanılan MURI ergonomik risk değerlendirme metodu sonuçları ile REBA metodunun sonuçları karşılaştırılmıştır. İki yöntemin de sonucuna göre riskler kabul edilebilir seviyeye getirilmiştir. Çalışma ortamı yeniden düzenlenmiştir ve montaj sırasında kullanılan iş ekipmanının fiziksel zorlanmaya sebep olduğu gözlemlenerek montajın hareket kabiliyeti yüksek ve fiziksel zorlanmaya sebep olmayan bir araçla gerçekleştirilmesi sağlanmıştır.

MURI yönteminde boynun duruşu ve dönmesi, el bileklerinin konumu ve uygulanan kuvvete ilişkin değerlendirme yer alınmamaktadır. REBA ile yapılan risk değerlendirmesinde boynun ve bileklerin duruşundan kaynaklı risklerin de olduğu ve fiziksel iş yükünü artıracak ağırlıkta malzemelerle çalışıldığı görülmüştür. Montaj hattında yapılan çalışma esnasında boynun ve bileklerin de değerlendirilmesi gerektiğinde REBA metodu daha sağlıklı sonuç vermiştir. Yapılan çalışmada REBA metodu ile daha ayrıntılı bir risk değerlendirmesi yapılmıştır.

Volan montaj bölümündeki yapılan iyileştirme öncesinde ve sonrasında iyileştirmenin etkinliğini ortaya koymak amacıyla NIOSH Malzeme Taşıma/Kaldırma Kontrol Listesi uygulanmıştır. İyileştirme öncesinde “hayır” olarak işaretlenen olumsuz durumların yapılan çalışma ile olumlu duruma getirildiği gözlemlenmiştir.

Volan montaj bölümünde yapılan işin ve çalışılan ekipmanın gereği sağ ve sol elin farklı şekillerde kullanımından dolayı risk seviyelerini ölçmek üzere ACGIH HAL TLV metodu uygulanmıştır. İyileştirme öncesinde sağ elin daha yüksek olmak üzere sağ ve sol elin belirlenen eşik değerlerinin üzerinde olduğu yani risk seviyesinin yüksek olduğu gözlemlenmiş, iyileştirme sonrasında tekrar uygulandığında hem sağ hem de sol el için riskin önlem alma seviyesinin altına getirildiği tespit edilmiştir.

İşletmenin farklı iki istasyonunun önlem önceliklerini belirlemek amacıyla Lower Link istasyonu ile iyileştirme yapmadan önceki Volan istasyonu risk seviyeleri REBA metodu ile kıyaslanmış ve iki istasyonun da çok yüksek riskli olduğu belirlenmiştir. Ancak REBA metodu tablo değerleri analiz edildiğinde Lower Arm istasyonunun Volan montaj istasyonuna göre çalışan açısından daha riskli olduğu görülmüştür. Boyun, gövde ve bacak skorları aynı olmasına rağmen kuvvet/yük puanı fazla olduğundan Tablo A değeri, üst kol, el bileğinin duruşu ve malzeme kavrayışın daha kötü olması sebebiyle Tablo B değerine göre Lower Link istasyonu daha riskli istasyon olarak çıkmıştır.

5.2. Öneriler

Yapılan çalışmalar doğrultusunda Türk Traktör ve Ziraat Makinaları A.Ş. 'de kullanılan ergonomik risk değerlendirme metodu olan MURI metodu yerine çalışanların vücudunun boyun ve el bileği açısından riskli duruşlar sergilemesi sebebiyle REBA metodu kullanılmalıdır.

İşletmede montaj hattının farklı istasyonları ergonomik açıdan değerlendirilerek risk seviyeleri belirlenip önlem aciliyetine göre işletmede öncelikler belirlenebilir. İyileştirme yapılması gereken bölümler arasında öncelik-sonralık ilişkisi kurularak acil iyileştirme gereken istasyonlara öncelik verilmelidir.

Montaj hatlarında sonradan değişiklik yapılması hem mühendislik anlamında hem yatırım anlamında zor olduğundan montaj hattı tasarım ve kurulum aşamasında çalışanların sağlığı göz önünde bulundurularak planlanmalıdır. İlk yatırım maliyetleri daha yüksek olacak olsa bile iş kazası ve meslek hastalıklarının işletme açısından uzun vadede maliyetleri göz önünde bulundurulmalıdır.

Montaj hattı dengeleme çalışmalarında sadece üretimin mümkün olan en kısa sürede tamamlanması değil, çalışanların fiziksel kapasiteleri göz önünde bulundurulmalı, fiziksel kapasite de kısıt olarak değerlendirilmelidir. Zihinsel ve psikolojik açıdan çalışanların durumu izlenerek çalışma ortamında gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.

Montaj hattı yapısı gereği talep edilen iş miktarının yüksek, sürekli akışın olduğu bir sistemdir. Bununla birlikte çalışanların sistem üzerindeki kontrol düzeyleri ve etkileri düşüktür. Bu durumun çalışanların kendine “öz-saygısını” yitirmesine ve

monotonlukla beraber psikolojik olarak olumsuz etkilenmeye sebep olabileceği düşünülerek çalışanlar rotasyona tabi tutulmalı ve çalışanlara üretkenliğini hissettirecek çalışma alanları ve yöntemleri sağlanmalıdır.

Çalışma ortamında risklerin kabul edilebilir seviyeye düşürülmesinin mümkün olmadığı durumlarda çalışanların risk unsuruna maruziyeti azaltılmalı, çalışma süreleri ve vardiyalar maruziyet sınır değerlerini geçmeyecek şekilde planlanmalıdır. Risklerin belirlenmesi ve maruziyet sınır değerleri ile ilgili yapılan çalışmalarda Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından yayımlanmış olan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve bu kanuna bağlı olarak çıkartılan yönetmelikler ve uluslar arası standartlar dikkate alınmalıdır.

Çalışanlara yük kaldırma ve taşıma, iş ekipmanları ve kişisel koruyucu ekipmanların doğru kullanımı, çalışma ortamındaki risk faktörleri ve mesleki kas iskelet sistemi rahatsızlıkları hakkında periyodik eğitimler verilmelidir. Kullanılan iş ekipmanlarının periyodik bakım ve onarımları yapılmalıdır.

Türkiyede detaylı araştırmalar ve testleri yapabilmek için kapsamlı bir ergonomi laboratuvarı kurulmalıdır.

Ergonomi bir çok disiplini ilgilendiren bir alan olduğu için farklı bilim dallarından akademisyenlerin bu alanda ortak çalışmalar yapabilmesi için akademisyenler yönlendirilmeli ve teşvik edilmelidir. Tübitak ve benzer kuruluşların desteğinin ergonomi alanında kullanılması için gerekli çalışmalar yapılmalıdır.

Çalışanlar üzerinde maruziyetin ölçülmesinde kesin sonuçlar veren direkt ölçüm tekniklerinin kullanımı için sensör ve görüntüleme teknolojisine ağırlık verilmeli ve biyomekanik, kinematik alanlarının ergonomi çalışmalarına katkısı artırılmalıdır.

Çalışma ortamı ve iş ekipmanı tasarımında Türkiye’de çalışanların vücut ölçülerine yönelik istatistiksel çalışmalar dikkate alınarak çalışanlara ergonomik ilkelere uygun bir çalışma ortamı sağlanmalıdır.

4. KAYNAKLAR

- Türk Traktör ve Ziraat Makinaları AŞ. (2014, 06 10). *Kurumsal*. Türk Traktör: http://www.turktraktor.com.tr/kurumsal_genel.aspx?id=78 adresinden alınmıştır
- ACGIH. (2005). *WBGT Evaluation of Heat Stress*. Cincinnati: American Conference of Governmental Industrial Hygienists.
- ACGIH. (2014, 03 22). *Personal Health*. Hand Activity TLV: <http://personal.health.usf.edu/tbernard/HollowHills/HALTLVM15.pdf> adresinden alınmıştır
- Aksoy, S. (1989). Ergonomik İş Düzenleme. '1. *Ulusal Ergonomi Kongresi Kitabı*. Ankara: MPM.
- Altinel, L., Köse, K. Ç., & Altinel, E. C. (2007). Profesyonel hastane çalışanlarında bel ağrısı prevalansı ve bel ağrısını etkileyen faktörler. *Tıp Araştırma Dergisi*, 5(3), 115-120.
- Ariens, G., Van Mechelen, W. V., Bongers, P. M., Bouter, L. M., & Van Der Wal, G. (2000). Physical risk factors for neck pain. *Scandj Work Environ Health*, 26(1), 7-19.
- Armstrong, T. (2006). The ACGIH TLV for hand activity level. A. T. içinde, *Fundamentals and Assessment Tools For Occupational Ergonomics* (s. 1-14). Florida: CRC Press.
- Aslanhan, B. (2012). ÇALIŞAN SAĞLIĞINI KORUMA -II. *Çalışma Ortamında Ergonomik İyileştirmeler*. Bursa: BUSIAD.
- Ateş, S. (1989). Çalışma Sürelerinin Gelişiminde Ergonomik Yaklaşım . 2. *Ulusal ergonomi Kongresi*. Ankara: MPM Yayınları.
- Bedir, A. (2002). *TÜRKİYE'DE OTOMOTİV SEKTÖRÜNÜN GELİŞME PERSPEKTİFİ*. ANKARA: DPT.
- Bernard, T. (2002). *WISHA*. Şubat 6, 2014 tarihinde State of Washington Department of Labor and Industrial Ergonomics Rule: <http://www.lni.wa.gov/wisha/ergo/evaltools/hazardzonechecklist.pdf> adresinden alındı
- Bernard, T. E. (2014, 08 02). Heat Stress Evaluation Based on WBGT: <http://personal.health.usf.edu/tbernard/HollowHills/HSTaskAnalM32.pdf> adresinden alınmıştır

- Brake, R., & Bates, G. (2002). A Valid Method for Comparing Rational and Empirical Heat Stress Indices. *46(2)*, 165-174.
- Bridger. (1995). *Introduction to Ergonomics*. New York: McGraw Hill Inc. .
- Broberg, E. (1996). *Reported occupational diseases in the Nordic countries 1990-1992*. 545: The Nordic Council of Ministers.
- CCOHS. (2014). *Lighting Ergonomics*. Ekim 5, 2014 tarihinde Canadian Centre for Occupational Health and Safety: http://www.ccohs.ca/oshanswers/ergonomics/lighting_general.html adresinden alındı
- CCOHS. (2015, 01 20). *Canadian Centre for Occupational Health and Safety*. OSH Answers Fact Sheets: http://www.ccohs.ca/oshanswers/ergonomics/standing/standing_basic.html adresinden alınmıştır
- Centers for Disease Control and Prevention. (2007). *Ergonomic Guidelines for Manual Material Handling*. Cincinnati: NIOSH.
- Choi, G. (2009). A goal programming mixed-model line balancing for processing time and physical workload. *Computer&Industrial Engineering*, *57*, 395-400.
- Coburn, D. (1975). Journal of Health and Social Behavior. D. Coburn içinde, *ob-Worker Incongruence: Consequences for Health* (s. 198-212). American Sociological Association.
- Corminas, A., Pastor, R., & Plans, J. (2008). Balancing Assembly Line with Skilled and Unskilled Workers. *Omega*, *36(6)*, 1126-1132.
- Çalışkan, M., & Özgüven, N. (1986). Endüstride gürültü ve titreşim kontrolü. *Mühendis ve Makina*, *27(312)*, 24-27.
- Çilingir, C. (1981). Tarım Makineleri ile Yapılan Bazı İşlerde İnsan İş Yüğü ve Verimliliği Üzerinde Ergonomik Araştırmalar. *Yayınlanmış Doktora Tezi*. İzmir: ODTÜ Endüstri Mühendisliği Bölümü.
- ÇSGB. (2013). *ELLE TAŞIMA İŞLERİ YÖNETMELİĞİ*. Ankara: ÇSGB.
- D.J.Withington. (2004). *Reversing goes Broadband*. Leeds: School of Biomedical Sciences University of Leeds.
- David, G. C. (2005). Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occupational Medicine(55)*, 190-199.

- Drinkaus, P., Sesek, R., & Bloswick, D. S. (2005). Job Level Risk Assessment Using Task Level ACGIH Hand Activity Level TLV Scores:A Pilot Study. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)*, 263-281.
- Eriş, H., Can, G. F., & Fırlalı, N. (2009). Çalışma Duruşu ve Kas-İskelet Sistemi Rahatsızlıkları. *TMMOB Makina Mühendisleri Odası Haber Bülteni*, 8-14.
- Erkan, N. (1988). *Ergonomi*. Ankara: MPM Yayınları.
- Erkan, N. (1989). Çalışma Hayatında Fizyolojik Stresler ve Ergonomi. 2. *Ergonomi Kongresi* (s. 31). Ankara: MPM Yayınları.
- Eswaramoorthi, M. (2010, 02 17). Redesigning assembly stations using ergonomic methods as a lean tool. *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, s. 231-240.
- Franzblau, A., Armstrong, T. J., & Werner, R. A. (2005). A Cross-Sectional Assessment of the ACGIH TLV for Hand Activity Level. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 15(1), 57-67.
- Gabriele, W., Karlheinz, S., Kay, G., Gerhard, L., Kurt, L., & Ralph, B. (2012). Ergonomic risk assessment with DesignCheck to evaluate assembly work in different phases of the vehicle development process. *IOS Press*, 4384-4388.
- Grandjean, E. (1975). *Fitting the Task to the Man: An Ergonomic Approach*. London: Taylor&Francis Ltd.
- Güler, Ç. (2004). *Sağlık Boyutuyla Ergonomi*. Ankara: Palme Yayıncılık.
- Güner, B., & Hasgöl, S. (2012). Sürdürülebilir denge için ergonomik faktörleri içeren U-Tipi montaj hattı dengelemesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 27(2), 407-415.
- Hollands, E., & Wickens, C. (2000). *Engineering Psychology and Human Performance*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Honda. (2014, 03 08). *Honda Innovation*. Walking Assist Device with Bodyweight Support System: <http://corporate.honda.com/innovation/walk-assist/> adresinden alınmıştır
- Hooper, G., Sher, J. L., & Mulligan, P. J. (2002). Work-related disorders of the upper limb. *The Journal of Bone&Joint Surgery*, 84-B(3), 322-323.
- HRH The Prince of Wales. (2007). *Information Sheet – Working in ‘Thermal Comfort*. Şubat 15, 2014 tarihinde President HRH The Prince of Wales Web Site: www.princes-trust.org.uk adresinden alındı

- HSE. (1997). *Lighting at Work*. Ocak 12, 2014 tarihinde http://www.qub.ac.uk/safetyreps/sr_webpages/safety_downloads/HSG38Lightingatwork.pdf adresinden alındı
- HSE. (2014). *HSE*. Mart 12, 2014 tarihinde HSE WEB Site: <http://www.hse.gov.uk/temperature/thermal/explained.htm> adresinden alındı
- Hsiao, H. H. (1998). *Environmental and Occupational Medicine. Occupational Safety and Human Factors* (s. 923-936). içinde Philadelphia: Raven Publishers.
- Huynh, B. (2014, Mart 12). *How to use the revised NIOSH Equation*. <http://www.ergonomics.com.au/use-revised-niosh-equation/> adresinden alınmıştır
- ILO. (2011, 03 08). *Demand/Control Model: a Social, Emotional, and Physiological Approach to Stress Risk and Active Behaviour*. <http://www.ilo.org/>: <http://www.ilo.org/iloenc/part-v/psychosocial-and-organizational-factors/theories-of-job-stress/item/12-psychosocial-factors-stress-and-health> adresinden alınmıştır
- Jerry D. Ramsey, C. L. (1983). Effects of Workplace Thermal Conditions On Safe Work Behavior. *Journal of Safety Research*, 14, 105-114.
- Karl, K., Henrike, K., & Kroemer, K. (2000). *Ergonomics: How to Design for Ease and Efficiency (2nd Edition)*. New Jersey: Prentice Hall.
- Kvarnström, D. S. (1997). *Stress prevention for blue-collar workers in assembly-line production*. Geneva: International Labour Office .
- Li, G., & Buckle, P. (1999). Current techniques for assessing physical exposure to work related musculoskeletal risks, with emphasis on posture-based methods. *Ergonomics*, 42(5), 674-695.
- M, E., M, J., CA, R., PS, P., & PV, M. (2010, 02 17). Redesigning assembly stations using ergonomic methods as a lean tool. *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, s. 231-240.
- Maria, A. L. (2012). *Do lean methodologies include ergonomic tools*. Guimarães: Portuguese Society of Occupational Safety and Hygiene.
- NIOSH. (1998). *Criteria of Recommended Standard: Occupational Noise Exposure*. Cincinnati: CDC.
- NIOSH. (2007). *Ergonomic Guidelines For Manual Material Handling*. Cincinnati, OH: CDC.

- OSHA. (2010, 02 20). *Checklist for the prevention of manual handling*. E-Facts Publications: <https://osha.europa.eu/en/publications/e-facts/efact44> adresinden alınmıştır
- OSHA. (2014). Mayıs 3, 2014 tarihinde Occupational Safety & Health Administration Web Site: <https://www.osha.gov/SLTC/noisehearingconservation/> adresinden alındı
- Özel, E., & Çetık, O. (2010). Mesleki Görevlerin Ergonomik Analizinde Kullanılan Araçlar. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*(22), 41-55.
- Özkıran, A., & Düşünür, H. (2011). *OTOMOTİV SEKTÖRÜNDEKİ BİR İŞLETMEDE MONTAJ HATTININ ANALİZİ VE DENGELEME ÇALIŞMASI*. İZMİR: DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ.
- Ramsey, J. D., Burford, C. L., Beshir, M. Y., & Jensen, R. C. (1983). Effects of Workplace Thermal Conditions On Safe Work Behavior . *Journal of Safety Research*, 105-114.
- Rolfe, J., & Lindsay, E. (1973). Flight Deck Environment and pilot Workload: Biological Measures of Workload. *Applied Ergonomics*, 199-206.
- Sabancı, A. (1999). *Ergonomi*. Adana: Baki Kitabevi.
- Sabancı, P. D. (1989). Ergonomi ve Tarihsel Gelişim. 2. *Ulusal Ergonomi Kongresi Bildiriler Kitabı* (s. 20-28). içinde Adana.
- Sanders M., M. E. (1992). *Human Factors in Engineering and Design*. NewYork: McGrawHill Inc.
- Seidel, H., & Heide, R. (1986). Long-term effects of whole-body vibration: a critical survey of the literature. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 58(1), 1-26.
- Sprovieri, J. (2014, 04 15). *The Editorial*. Assemblymag: <http://www.assemblymag.com/articles/87288-the-editorial-protect-hearing-on-the-line> adresinden alınmıştır
- Su, B. (2001). *Ergonomi*. Ankara: Atılım Üniversitesi Yayınları .
- Sue, H., & McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 201-205.
- Tanyaş, M., & Baskak, M. (2012). *Üretim Planlama ve Kontrol*. İstanbul: İrfan Yayıncılık.

- Toyota Motor Corporation. (2006, 7 10). *Eliminate muda, mura, muri completely*. Toyota Traditions: www.toyota.co.jp adresinden alınmıştır
- Ursin, R., & Ursin, H. (1979). Physiological indicators of mental load. *Mental Workload, Its Theory and Measurement*, 349-365.
- Waters, T. R., Anderson, V. P., & Garg, A. (1994). *Application Manual For The Revised Niosh Lifting Equation*. Cincinnati, Ohio: U.S Department Of Health and Human Services.
- Weber, A. (2008). *Ergonomics: Ford Simulates*.
- Weber, A. (2008). Ergonomics: Honda Innovates. *Assembly Magazine* , <http://www.assemblymag.com/articles/86151-ergonomics-honda-innovates>.
- Womack, J. (2006, 7 6). *MURA, MURI, MUDA?* LEan Enterprise Institute: <http://www.lean.org/womack/DisplayObject.cfm?o=743> adresinden alınmıştır
- Xu, Z., Ko, J., Cochran, D., & Jung, M. (2012). Design of assembly lines with the concurrent consideration of productivity and upper extremity musculoskeletal disorders using linear models. *Computer&Industrial Engineering*, 62(2), 431-441.
- Yalçinkaya, Ö. (2014). *Dokuz Eylül Üniversitesi Kişisel Sayfalar*. Haziran 4, 2014 tarihinde Dokuz Eylül Üniversitesi Web Sitesi: <http://kisi.deu.edu.tr/ozgur.yalcinkaya/endmuh.html> adresinden alındı
- Yılmaz, F., Şahin, F., & Kuran, B. (2006). İşe Bağlı Kas İskelet Hastalıkları ve Tedavisi. *Nobel Medicus*, 2(3), 15-22.
- Yürür, S., & Keser, A. (2010). İşe Bağlı Gerginlik İle İş Tatmini İlişkisinde Duygusal Tükenmenin Aracı Rolü. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 165-193.
- Zhan, X. (2010). *DESIGN OF ASSEMBLY LINES WITH THE CONCURRENT CONSIDERATION OF PRODUCTIVITY AND UPPER EXTREMITY MUSCULOSKELETAL DISORDERS USING LINEAR MODELS*. Lincoln: University of Nebraska.

5. ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad: Burak Ayan

Doğum Yeri ve Tarihi: ANKARA, 22.03.1987

Medeni Durum: Bekar

E-mail: burak.ayan@csgb.gov.tr

Eğitim

Lise; 2001-2005 Ankara Seyranbağları Lisesi (Fen-Matematik Bölümü)

Lisans; 2005-2009 Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

Y.Lisans; Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü

Yabancı Dil:

İngilizce (iyi seviyede-okuma, yazma, konuşma)

İş Deneyimi:

ÇSGB Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi (2011-)

6. EKLER

EK I- Acgih Wbgt İndeksi Hesaplama Tablosu

Screening Criteria for Heat Stress

Screening Heat Stress Data

Work Description					
Clothing Enter Clothing Adjustment Factor for Work and for Rest. Space provided for two other ensembles.	<i>Ensemble</i>	°F	°C	Clothing Adjustment Factor (CAF) °F / °C	
	Work Clothes / Cloth Coveralls	0	0		
	Double Layer Cloth	5	3		
	SMS Polypropylene Coveralls	1	0.5		
	Polyolefin Coveralls	2	1		
	Limited-Use Vapor-Barrier Coverall	20	11		
				Work	
				Rest	
Work Demands Choose a characteristic category and circle a category. Values based on average person.	Category		Rate [W]	Category Associated with Task (circle one) Light Moderate Heavy Very Heavy	
	Rest / Sedentary		115		
	Light Sustainable with ease for 8 h		180		
	Moderate Sustainable for 8 h w/ nominal breaks		300		
	Heavy Breaks required at least every hour		415		
	Very Heavy Frequent breaks required		520		
Work Time (WT)	[min]	Total Time (TT) [min]		% Work (100% WT/TT)	
Rest Time (RT)	[min]			%	
Thermal Environment Enter individual values or WBGT for work and rest locations. Eff-WBGT is WBGT plus CAF. Circle units. °F / °C	T _{db}	Work	Rest	WBGT °F / °C	TWA-Eff-WBGT
					Work
	T _{nwb}			Rest	Eff-WBGT-Rest
	T _g				

V2.2 4/14/06 © 2006 Thomas E. Bernard and ACGIH®

EK I(DEVAM)- Acgih Wbgt İndeksi Hesaplama Tablosu

Screening Criteria for Heat Stress

Screening Criteria: Action Limit and TLV[®] by % of Work and Metabolic Rate Category

Action Limit

°C-WBGT				
%Work	Light	Moderate	Heavy	Very Heavy
75 to 100	28.1	25.0	--	--
50 to 75	28.7	26.0	24.2	--
25 to 50	29.3	27.2	25.7	24.6
0 to 25	30.0	28.8	27.8	27.0
°F-WBGT				
%Work	Light	Moderate	Heavy	Very Heavy
75 to 100	82.6	77.0	--	--
50 to 75	83.6	78.8	75.6	--
25 to 50	84.8	81.0	78.3	76.3
0 to 25	86.1	83.8	82.0	80.6

TLV[®]

°C-WBGT				
%Work	Light	Moderate	Heavy	Very Heavy
75 to 100	30.8	28.2	--	--
50 to 75	31.2	29.0	27.6	--
25 to 50	31.8	30.1	28.8	27.9
0 to 25	32.3	31.3	30.5	29.8
°F-WBGT				
%Work	Light	Moderate	Heavy	Very Heavy
75 to 100	87.4	82.8	--	--
50 to 75	88.2	84.3	81.7	--
25 to 50	89.2	86.1	83.9	82.3
0 to 25	90.2	88.4	86.9	85.7

Note: In the TLV[®] Booklet, these values are rounded to the nearest 0.5 °C-WBGT and rounding to 1 °F-WBGT is appropriate.

JOB ANALYSIS WORKSHEET

DEPARTMENT _____ JOB DESCRIPTION _____
 JOB TITLE _____
 ANALYST'S NAME _____
 DATE _____

STEP 1. Measure and record task variables

Object Weight (lbs) L (AVG.) L (Max.)	Hand Location (in)		Vertical Distance (in) D	Asymmetric Angle (degrees)		Frequency Rate lifts/min F	Duration (HRS)	Object Coupling C
	Origin	Dest.		Origin	Destination			
	H	V	H	A	A			
	V	V						

STEP 2. Determine the multipliers and compute the RWL's

$RWL = LC \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM$

ORIGIN $RWL = 51 \cdot \square \cdot \square \cdot \square \cdot \square \cdot \square \cdot \square =$ Lbs

DESTINATION $RWL = 51 \cdot \square \cdot \square \cdot \square \cdot \square \cdot \square \cdot \square =$ Lbs

STEP 3. Compute the LIFTING INDEX

ORIGIN LIFTING INDEX = $\frac{\text{OBJECT WEIGHT (L)}}{RWL} =$

DESTINATION LIFTING INDEX = $\frac{\text{OBJECT WEIGHT (L)}}{RWL} =$

MULTI-TASK JOB ANALYSIS WORKSHEET

DEPARTMENT _____ JOB DESCRIPTION _____
 JOB TITLE _____
 ANALYST'S NAME _____
 DATE _____

STEP 1. Measure and Record Task Variable Data

Task No.	Object Weight (lbs)	Hand Location (in)		Vertical Distance (in)		Asymmetry Angle (degs)		Frequency Rate (Reps/min)	Duration		Coupling	
		Origin	Dest.	Origin	Dest.	Origin	Dest.		Hrs	Min		
	L (Avg) / L (Max)	H	V	H	V	D	A	A	F			C

STEP 2. Compute multipliers and FIRWL, STRWL, FILI, and STLI for Each Task

Task No.	LC x HM x VM x DM x AM x CM	FIRWL	x	FM	STRWL	FILI = L/FIRWL	STLI = L/STRWL	New Task No.
51								
51								
51								
51								
51								

STEP 3. Compute the Composite Lifting Index for the Job (After renumbering tasks)

$CLI = STLI_1 + \Delta FILI_1 + \Delta FILI_2 + \Delta FILI_3 + \Delta FILI_4 + \Delta FILI_5$
 $FILI_1(1/PM_{1,1} \cdot 1/PM_1) + FILI_2(1/PM_{2,1} \cdot 1/PM_1) + FILI_3(1/PM_{3,1} \cdot 1/PM_1) + FILI_4(1/PM_{4,1} \cdot 1/PM_1) + FILI_5(1/PM_{5,1} \cdot 1/PM_1)$

CLI = _____

EK IV- Reba Çalışan Değerlendirme Formu

REBA Employee Assessment Worksheet

based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-205

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position

 Step 1a: Adjust...
 If neck is twisted: +1
 If neck is side bending: +1
Neck Score

Step 2: Locate Trunk Position

 Step 2a: Adjust...
 If trunk is twisted: +1
 If trunk is side bending: +1
Trunk Score

Step 3: Legs

 Adjust: 30-60° +60°
Leg Score

Step 4: Look-up Posture Score in Table A
 Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A
Posture Score A

Step 5: Add Force/Load Score
 If load < 11 lbs: +0
 If load 11 to 22 lbs: +1
 If load > 22 lbs: +2
 Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1
Force/Load Score

Step 6: Score A, Find Row in Table C
 Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.
 Find Row in Table C.
Score A

Scoring:
 1 = negligible risk
 2 or 3 = low risk, change may be needed
 4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon
 8 to 10 = high risk, investigate and implement change
 11+ = very high risk, implement change

B. Arm and Wrist Analysis

Step 7: Locate Upper Arm Position:

 Step 7a: Adjust...
 If shoulder is raised: +1
 If upper arm is abducted: +1
 If arm is supported or person is leaning: -1
Upper Arm Score

Step 8: Locate Lower Arm Position:

Lower Arm Score

Step 9: Locate Wrist Position:

 Step 9a: Adjust...
 If wrist is bent from midline or twisted: Add +1
Wrist Score

Step 10: Look-up Posture Score in Table B
 Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B
Posture Score B

Step 11: Add Coupling Score
 Well fitting Handle and mid rang power grip. *good*: +0
 Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part. *fair*: +1
 Hand hold not acceptable but possible. *poor*: +2
 No handles, awkward, unsafe with any body part. *Unacceptable*: +3
Coupling Score

Step 12: Score B, Find Column in Table C
 Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.
Score B

Step 13: Activity Score
 +1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)
 +1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)
 +1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

SCORES	
Table A	Neck
	1 2 3
Legs	1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4
Trunk Posture Score	1 1 2 3 4 1 2 3 4 3 3 5 6
	2 2 3 4 5 3 4 5 6 4 5 6 7
	3 2 4 5 6 4 5 6 7 5 6 7 8
	4 3 5 6 7 6 6 7 8 6 7 8 9
5 4 6 7 8 6 7 8 9 7 8 9 9	

Table B	
Lower Arm	
1 2	
Wrist	1 2 3 1 2 3
Upper Arm Score	1 1 2 2 1 2 3
	2 1 2 3 2 3 4
	3 3 4 5 4 5 5
	4 4 5 6 5 6 7
5 6 7 8 7 8 8	
6 7 8 8 8 9 9	

Table C	
Score A (score from table A + load/force score)	Score B, (table B value + coupling score)
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
1	1 1 1 1 2 3 3 4 5 6 7 7 7 7
2	1 2 2 3 4 4 5 6 6 7 7 8
3	2 3 3 3 4 5 6 7 7 8 8 8
4	3 4 4 4 5 6 7 8 8 9 9 9
5	4 4 4 5 6 7 8 8 9 9 9 9
6	6 6 6 7 8 8 9 9 10 10 10 10
7	7 7 7 8 9 9 10 10 11 11 11 11
8	8 8 8 9 10 10 10 10 11 11 11 11
9	9 9 9 10 10 10 11 11 12 12 12 12
10	10 10 10 11 11 11 12 12 12 12 12 12
11	11 11 11 12 12 12 12 12 12 12 12 12
12	12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12

Table C Score

+

Activity Score

Final REBA Score

Task name: _____ Reviewer: _____ Date: ____/____/____

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in REBA.

provided by Practical Ergonomics

rbarker@ergosmart.com (816) 444-1667

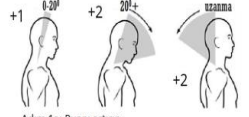
© 2004 Neer Consulting, Inc.

EK V- Reba Formu Türkçe

REBA ÇALIŞAN DEĞERLENDİRME FORMU

A. Boyun, Gövde ve Bacak Analizleri

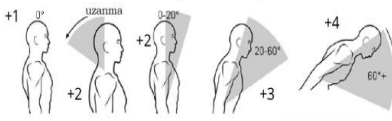
Adım 1: Boyun Duruşunu Belirleyin



Adım 1a: Puanı artırın;
Boyun, eksenini etrafında döndürülüyorsa: +1
Boyun yana doğru eğiliyorsa: +1

Boyun Puanı	
-------------	--

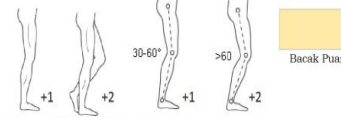
Adım 2: Gövdenin Duruşunu Belirleyin



Adım 2a: Puanı artırın;
Gövde, eksenini etrafında döndürülüyorsa: +1
Gövde yana doğru eğiliyorsa: +1

Gövde Puanı	
-------------	--

Adım 3: Bacaklar



Bacak Puanı	
-------------	--

Adım 4: Tablo A' dan Duruş Puanını Bulun;

Yukarıdaki Adımlardan elde edilen puanları kullanarak Tablo A puanını bulun

Duruş Puanı	
-------------	--

Adım 5: Kuvvet/Yük Puanını Ekleyin

Yük < 5 kg ise: +0
Yük = 5-10 kg arasında ise: +1
Yük > 10 kg ise: +2

Kuvvet/Yük Puanı	
------------------	--

Adım 6: A puanını Tablo C Satırında Bulun

Puan A' yı bulmak için Adım 4 ve Adım 5' deki değerleri ekleyin. Tablo C' de Puan A' yı yerine koyun.

Puan A	
--------	--

Puanlama:

- 1 = kabul edilebilir risk
- 2-3 = düşük risk, önlem gerekebilir
- 4-7 = orta risk, araştırma ve hızlı önlem
- 8-10 = yüksek risk, incele ve önlem al
- 11+ = çok yüksek risk, önlem al

PUANLAR

Tablo A	Boyun											
	1				2				3			
Bacak	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Gövde Duruş Puanı	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9
	6	5	7	8	9	7	8	9	9	8	9	9

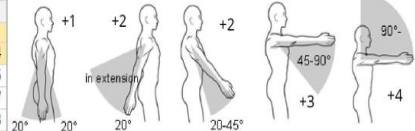
Tablo B	Alt Kol						
	1			2			
El Bileği	1	2	3	1	2	3	
Üst Kol Puanı	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

Puan A	Puan B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	10	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	10	11	11
9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	11	11
10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	12	12
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tablo C Puanı + Faaliyet Puanı = REBA Puanı

B. Kol ve El Bileği Analizleri

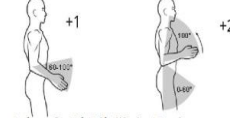
Adım 7: Üst Kolun Pozisyonunu Belirleyin



Adım 7a: Puanı artırın;
Omuzlar yükselmişse: +1
Üst kol dışı doğru açılmışsa: +1
Kol desteklenmiş veya kişi biryere dayanmışsa: -1

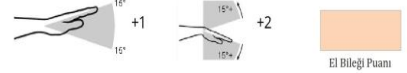
Üst Kol Puanı	
---------------	--

Adım 8: Alt Kolun Pozisyonunu Belirleyin



Alt Kol Puanı	
---------------	--

Adım 9: El Bileğinin Pozisyonunu Belirleyin



El Bileği Puanı	
-----------------	--

Adım 9a: Puanı artırın;
El bileği yana doğru eğilmiş veya eksenini etrafında dönmüşse: +1

Adım 10: Tablo B' den Duruş Puanını Bulun;

Yukarıdaki Adımlardan elde edilen puanları kullanarak Tablo B puanını bulun.

Duruş Puanı B	
---------------	--

Adım 11: Kavrayış Puanını Ekleyin

İyi tutuş ve sağlam kavrama, iyi: +0
İdeal tutuş ve kavrama olmasa da kabul edilebilir, orta: +1
Elle tutmak bir şekilde mümkün ama kabul edilebilir değil, kötü: +2
Herhangi bir şekilde kavramak mümkün değil, kabul edilemez

Kavrayış Puanı	
----------------	--

Adım 12: B puanını Tablo C Satırında Bulun

Puan B' yi bulmak için Adım 10 ve Adım 11' deki değerleri ekleyin. Tablo C' de Puan B' yi yerine koyun. Adım 6' daki Tablo A değeri ile keşştirip Tablo C değerini bulun.

Puan B	
--------	--

Adım 13: Faaliyet Puanı

+1 Bir veya daha fazla vücut parçası 1 dakikadan fazla kullanılıyor (statik)
+1 Kısa aralıklarla tekrarlanan faaliyetler (dakikada 4 defadan fazla)
+1 Duruşta kayda değer değişikliklere neden olan faaliyetler ve sabit olmayan zemin

EK VI- NIOSH Manual Material Handling(MMH) Checklist

This checklist is not designed to be a comprehensive risk assessment technique but rather as a tool to quickly identify potential problem jobs. Additional risk factors may exist that are not accounted for in this checklist. It is common practice to follow up checklist observations with more precise techniques to confirm problem risk factors.

“No” responses indicate potential problem areas that should be investigated further.

1. Are the weights of loads to be lifted judged acceptable by the workforce?	yes	no
2. Are materials moved over minimum distances?	yes	no
3. Is the distance between the object load and the body minimized?	yes	no
4. Are walking surfaces level?	yes	no
wide enough?	yes	no
clean and dry?	yes	no
5. Are objects easy to grasp?	yes	no
stable?	yes	no
able to be held without slipping?	yes	no
6. Are there handholds on these objects?	yes	no
7. When required, do gloves fit properly?	yes	no
8. Is the proper footwear worn?	yes	no
9. Is there enough room to maneuver?	yes	no
10. Are mechanical aids used whenever possible?	yes	no
11. Are working surfaces adjustable to the best handling heights?	yes	no
12. Does material handling avoid:	yes	no
movements below knuckle height and above shoulder height?	yes	no
static muscle loading?	yes	no
sudden movements during handling?	yes	no
twisting at the waist?	yes	no
extended reaching?	yes	no
13. Is help available for heavy or awkward lifts?	yes	no
14. Are high rates of repetition avoided by job rotation?	yes	no
self-pacing?	yes	no
sufficient pauses?	yes	no
15. Are pushing or pulling forces reduced or eliminated?	yes	no
16. Does the employee have an unobstructed view of handling the task?	yes	no
17. Is there a preventive maintenance program for equipment?	yes	no
18. Are workers trained in correct handling and lifting procedures?	yes	no

EK VII- NIOSH Malzeme Taşıma/Kaldırma Kontrol Listesi(Türkçe)

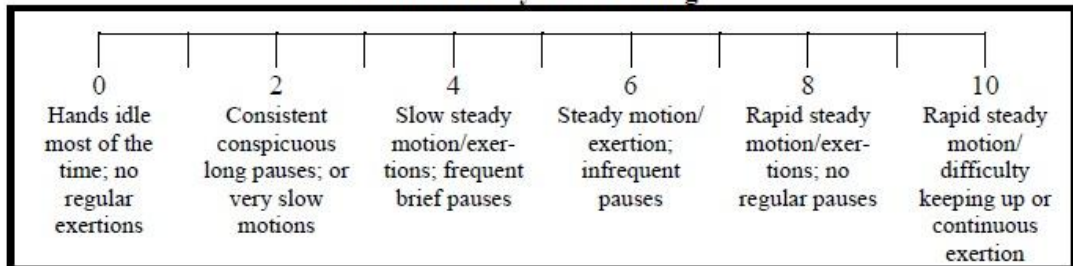
NIOSH Malzeme Taşıma/Kaldırma Kontrol Listesi	evet	hayır
1. Beden gücüyle kaldırılacak yükün ağırlığı dengeli olarak dağıtılmış mı?		
2. Malzeme olabilecek en az mesafede taşınıyor mu?		
3. Yük taşınırken yük ile çalışanın bedeni arasındaki mesafe minimize edilebiliyor mu?		
4. Üzerinde yürünülen zeminin seviyesi; yeterince geniş mi? temiz ve kuru mu?		
5. Malzemeler kolayca kavranabiliyor mu? dengeli mi? kaymadan tutulabiliyor mu?		
6. Parçanın taşımak için tutacakları var mı?		
7. Taşıma esnasında eldivenler ele tam olarak oturuyor mu?		
8. Uygun ayakkabı giyilmiş mi?		
9. Manevra için yeterli boşluk var mı?		
10. Mümkün olduğu her an ihtiyaç anında mekanik destek sağlanabiliyor mu?		
11. En iyi taşıma konumunu sağlamak için çalışma masası/yüzeyi yüksekliği ayarlanabilir mi?		
12. Malzeme kaldırmada aşağıdakileri durumlardan kaçınmak mümkün mü? hareketin el bileği seviyesinin altında ve omuz yüksekliği üzerinde gerçekleşmesi? statik kas yüklenmesi? taşıma boyunca ani hareketler? belde bükülme? gerilerek uzanma?		
13. Ağır ve idaresi zor yükler için yardım sağlanabiliyor mu?		
14. Yüksek oranda tekrarların rotasyonla önüne geçilebilir mi? kendi iş ritmine uygun mu? yeterli miktarda mola var mı?		
15. İtme ve çekme için kullanılan güç azaltıldı mı veya ortadan kaldırıldı mı?		
16. Çalışan malzemeyi kaldırırken görüşe uygun herhangi bir engel var mı?		
17. Ekipman için periyodik bakım onarım programı var mı ?		
18. Çalışanlar doğru taşıma ve kaldırma prosedürleri için eğitilmiş durumda mı?		

EK VIII- Acgih El Faaliyeti Hesaplama Tablosu

ACGIH® TLV® for Hand Activity

Job	Analyst	Date
	Left	Right
Hand Activity Level (HAL) (See scale below)		
Normalized Peak Force (NPF) (See table below)		
Ratio = NPF / (10-HAL)		
Determine Result	$> TLV$ <input type="checkbox"/> $TLV = 0.78$ $AL = 0.56$ $AL \text{ to } TLV$ <input type="checkbox"/> $< AL$ <input type="checkbox"/>	$> TLV$ <input type="checkbox"/> $AL \text{ to } TLV$ <input type="checkbox"/> $< AL$ <input type="checkbox"/>

Hand Activity Level Rating



Estimation of Normalized Peak Force for Hand Forces

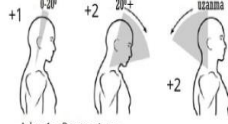
%MVC	Subjective Scale		Moore-Garg Observer Scale (Alternative Method)	NPF
	Score	Verbal Anchor		
0	0	Nothing at all		0
5	0.5	Extremely Weak (Just Noticeable)	Barely Noticeable or Relaxed Effort	0.5
10	1	Very Weak		1
20	2	Weak (Light)	Noticeable or Definite Effort	2
30	3	Moderate		3
40	4		Obvious Effort, But Unchanged Facial Expression	4
50	5	Strong (Heavy)		5
60	6		Substantial Effort with Changed Facial Expression	6
70	7	Very Strong		7
80	8			8
90	9		Uses Shoulder or Truck for Force	9
100	10	Extremely Strong (almost maximum)		10

EK IX- Reba Formu Volan Montajı İyileştirme Öncesi

REBA ÇALIŞAN DEĞERLENDİRME FORMU

A. Boyun, Gövde ve Bacak Analizleri

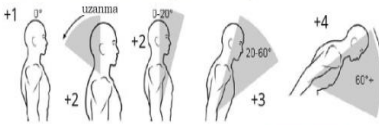
Adım 1: Boyun Duruşunu Belirleyin



Adım 1a: Puanı artırın;
Boyun, eksenini etrafında döndürülüyorsa: +1
Boyun yana doğru eğiliyorsa: +1

+3
Boyun Puanı

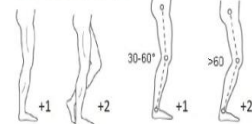
Adım 2: Gövdenin Duruşunu Belirleyin



Adım 2a: Puanı artırın;
Gövde, eksenini etrafında döndürülüyorsa: +1
Gövde yana doğru eğiliyorsa: +1

+5
Gövde Puanı

Adım 3: Bacaklar



+4
Bacak Puanı

Adım 4: Tablo A' dan Duruş Puanını Bulun;

Yukarıdaki Adımlardan elde edilen puanları kullanarak Tablo A puanını bulun

+9
Duruş Puanı

Adım 5: Kuvvet/Yük Puanını Ekleyin

Yük < 5 kg ise: +0
Yük = 5-10 kg arasında ise: +1
Yük > 10 kg ise: +2

+1
Kuvvet/Yük Puanı

Adım 6: A puanını Tablo C Satırında Bulun

Puan A'yı bulmak için Adım 4 ve Adım 5' deki değerleri ekleyin. Tablo C' de Puan A'yı yerine koyun.

+10
Puan A

Puanlama:

- 1 = kabul edilebilir risk
- 2-3 = düşük risk, önlem gerekebilir
- 4-7 = orta risk, araştırma ve hızlı önlem
- 8-10 = yüksek risk, incele ve önlem al
- 11+ = çok yüksek risk, önlem al

PUANLAR

Tablo A		Boyun											
		1				2				3			
Gövde Duruş Puanı	Bacak	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9	

Tablo B		Alt Kol					
		1			2		
Üst Kol Puanı	El Bileği	1	2	3	1	2	3
	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9	

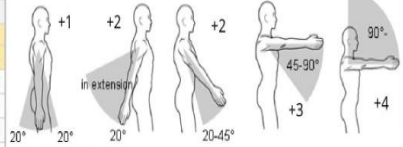
Puan A	Puan B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

12 + +1 = 13

Tablo C Puanı Faaliyet Puanı REBA Puanı

B. Kol ve El Bileği Analizleri

Adım 7: Üst Kol Pozisyonunu Belirleyin



Adım 7a: Puanı artırın;
Omuzlar yükselmişse: +1
Üst kol dışa doğru açılmışsa: +1
Kol desteklenmiş veya kişi biryere dayanmışsa: -1

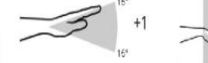
+5
Üst Kol Puanı

Adım 8: Alt Kol Pozisyonunu Belirleyin



+2
Alt Kol Puanı

Adım 9: El Bileğinin Pozisyonunu Belirleyin



+2
El Bileği Puanı

Adım 9a: Puanı artırın;
El bileği yana doğru eğilmiş veya eksenini etrafında dönmüşse: +1

Adım 10: Tablo B' den Duruş Puanını Bulun;

Yukarıdaki Adımlardan elde edilen puanları kullanarak Tablo B puanını bulun.

+8
Duruş Puanı B

Adım 11: Kavrayış Puanını Ekleyin

İyi tutuş ve sağlam kavrama, iyi: +0
İdeal tutuş ve kavrama olmasa da kabul edilebilir, orta: +1

+1
Kavrayış Puanı

Elle tutmak bir şekilde mümkün ama kabul edilebilir değil, kötü: +2

Herhangi bir şekilde kavramak mümkün değil, kabul edilemez =

Adım 12: B puanını Tablo C Satırında Bulun

Puan B'yi bulmak için Adım 10 ve Adım 11' deki değerleri ekleyin. Tablo C' de Puan B'yi yerine koyun. Adım 6' daki Tablo A değeri ile kesitirip Tablo C değerini bulun.

+9
Puan B

Adım 13: Faaliyet Puanı

+1 Bir veya daha fazla vücut parçası 1 dakikadan fazla kullanılıyor(statik)
+1 Kısa aralıklarla tekrarlanan faaliyetler(dakikada 4 defadan fazla)

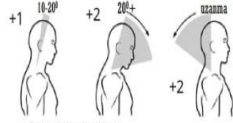
+1 Duruşta kaydedeğer değışikliklere neden olan faaliyetler ve sabit olmayan zemin

EK X- Reba Formu Volan Montajı İyileştirme Sonrası

REBA ÇALIŞAN DEĞERLENDİRME FORMU

A. Boyun, Gövde ve Bacak Analizleri

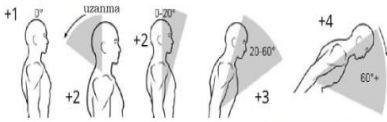
Adım 1: Boyunun Duruşunu Belirleyin



Adım 1a: Puanı artırın;
Boyun, eksenini etrafında döndürülüyorsa: +1
Boyun yana doğru eğiliyorsa: +1

+2
Boyun Puanı

Adım 2: Gövdenin Duruşunu Belirleyin



Adım 2a: Puanı artırın;
Gövde, eksenini etrafında döndürülüyorsa: +1
Gövde yana doğru eğiliyorsa: +1

+1
Gövde Puanı

Adım 3: Bacaklar



+1
Bacak Puanı

Adım 4: Tablo A' dan Duruş Puanını Bulun;

Yukarıdaki Adımlardan elde edilen puanları kullanarak Tablo A puanını bulun

+1
Duruş Puanı

Adım 5: Kuvvet/Yük Puanını Ekleyin

Yük < 5 kg ise: +0
Yük = 5-10 kg arasında ise: +1
Yük > 10 kg ise: +2

+
Kuvvet/Yük Puanı

Kuvvet hızla ve birden artıyorsa +1 ekleyin

Adım 6: A puanını Tablo C Satırında Bulun

Puan A' yı bulmak için Adım 4 ve Adım 5' deki değerleri ekleyin. Tablo C' de Puan A'yı yerine koyun.

+1
Puan A

Puanlama:

- 1 = kabul edilebilir risk
- 2-3 = düşük risk, önlem gerekebilir
- 4-7 = orta risk, araştırma ve hızlı önlem
- 8-10 = yüksek risk, incele ve önlem al
- 11+ = çok yüksek risk, önlem al

PUANLAR

Tablo A	Boyun												
	1				2				3				
Bacak	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Gövde Duruş Puanı	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Tablo B	Alt Kol						
	1			2			
El Bileği	1	2	3	1	2	3	
Üst Kol Puanı	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

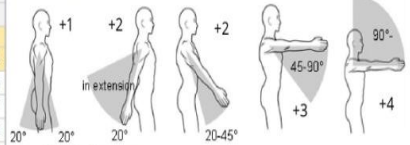
Puan A	Puan B													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	1	1	1	1	2	3	3	4	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	8	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	8	9	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	8	9	9	10	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
12	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11

+1 + +1 = +2

Tablo C Puanı Faaliyet Puanı REBA Puanı

B. Kol ve El Bileği Analizleri

Adım 7: Üst Kol Pozisyonunu Belirleyin



Adım 7a: Puanı artırın;
Omuzlar yükselmişse: +1
Üst kol dışa doğru açılmışsa: +1
Kol desteklenmiş veya kişi biryere dayanmışsa: -1

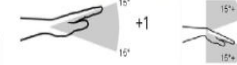
+1
Üst Kol Puanı

Adım 8: Alt Kolun Pozisyonunu Belirleyin



+2
Alt Kol Puanı

Adım 9: El Bileğinin Pozisyonunu Belirleyin



+1
El Bileği Puanı

Adım 9a: Puanı artırın;
El bileği yana doğru eğilmiş veya eksenini etrafında dönmüşse: +1

Adım 10: Tablo B' den Duruş Puanını Bulun;

Yukarıdaki Adımlardan elde edilen puanları kullanarak Tablo B puanını bulun.

+1
Duruş Puanı B

Adım 11: Kavrayış Puanını Ekleyin

İyi tutuş ve sağlam kavrama, iyi: +0
İdeal tutuş ve kavrama olmasa da kabul edilebilir, orta: +1
Elle tutmak bir şekilde mümkün ama kabul edilebilir değil, kötü: +2
Herhangi bir şekilde kavramak mümkün değil, kabul edilemez =

+
Kavrayış Puanı

Adım 12: B puanını Tablo C Satırında Bulun

Puan B' yi bulmak için Adım 10 ve Adım 11' deki değerleri ekleyin. Tablo C' de Puan B' yi yerine koyun. Adım 6' daki Tablo A değeri ile kesitirip Tablo C değerini bulun.

+1
Puan B

Adım 13: Faaliyet Puanı

+1 Bir veya daha fazla vücut parçası 1 dakikadan fazla kullanılıyor (statik)
+1 Kısa aralıklarla tekrarlanan faaliyetler (dakikada 4 defadan fazla)
+1 Duruşta kayda değer değişikliklere neden olan faaliyetler ve sabit olmayan zemin

ÖZET

AYAN B. , Montaj Hattında Ergonomik Risk Unsurlarının İncelenmesi: Otomotiv Sektörüne Yönelik Bir Uygulama, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi Uzmanlık Tezi, Ankara, 2014

Ergonomi, insanın fiziksel ve zihinsel sınırlılıklarını dikkate alarak çalışma koşullarının çalışanlara uygun hale getirilmesi ve sağlıklı çalışma ortamı tesis etme bilimidir. İşletmeler rekabetçi piyasa koşullarında ayakta kalabilmek için daha az maliyetli ve daha hızlı üretim imkanı sağlayan montaj hatlarına yönelmiş ve montaj hatlarının üretim süreçlerindeki payı ve önemi gün geçtikçe artmıştır.

Ergonomik koşulların dikkate alınmamasına bağlı olarak çalışanlarda büyük oranda mesleki kas iskelet sistemi rahatsızlıkları görüldüğü ve birçok iş kazası yaşandığı tespit edilmiştir. Çalışma ortamındaki çalışan sağlığını ve güvenliğini tehdit eden problemlerin ortadan kaldırılması için ergonomik risk faktörlerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı montaj hattı çalışma ortamında ergonomik açıdan risk oluşturan fiziksel faktörler ve duruş bozukluklarına karşı ergonomik risk değerlendirme yöntemleri ile risk değerlendirmesi yapmak ve risklerin ortadan kaldırılmasını sağlayan çözüm önerileri getirmektir.

Anahtar Kelimeler: *Ergonomi, Montaj, İş Sağlığı, Risk*

ABSTRACT

AYAN B. , Ergonomic Risk Factors Investigation in Assembly Line: An Application in the Automotive Industry. Ministry of Labour and Social Security, Centre for Labour and Social Security Training and Research, Ankara, 2014

Ergonomic is a science concerned with working conditions fit to employees and establishment of healthy working environment taking account of human physical and mental limitations. Business enterprises has changed production lines in order to achieve less costly and faster production processes to survive in the competitive market conditions and production lines gain importance and their share has increased more and more.

As a result of ignoring ergonomic conditions occupational musculoskeletal disorders among employees are seen commonly, and many work accidents have been reported. In order to eliminate work environment problems threatening employee health and safety ergonomic risk factors should be identified.

The aim of this study is to provide solutions to eliminate risks caused by posture deformities and physical factors which are ergonomically risky at the production lines by using ergonomic risk assessment methods.

Key Words: Ergonomics, Assembly, Occupational Health, Risk