

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİR MONTAJ MASASINDA İŞ AKIŞININ
ERGONOMİK ANALİZİ VE İYİLEŞTİRME ÖNERİLERİ

NEŞE DOĞRU YENİGÜN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA 2006

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİR MONTAJ MASASINDA İŞ AKIŞININ
ERGONOMİK ANALİZİ VE İYİLEŞTİRME ÖNERİLERİ

NEŞE DOĞRU YENİGÜN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oy
çokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof.Dr.-Ing.Fatih C.BABALIK
(Danışman)

ÖZET

Tezde sunulan araştırma, dış dikiz aynası montaj masasının ergonomik analizini ve ergonomik yaklaşımla iyileştirme önerilerini sunmaktadır. Öncelikle ergonomi, antropometri tanımları yapılarak, insan yapısı, çevre faktörleri ve bunların işyerindeki rolü, ergonomik iş ve işyeri düzenlemesi ele alınmıştır.

Bir montaj masasında işyeri düzenlemesi yapılırken dikkat edilmesi gereken aşağıdaki noktalar üzerinde durulmuştur:

- İşyeri elemanlarının düzeni ve boyutlarına ilişkin düzenleme önerileri,
- Optimum el ve ayak aksiyon hacmi,
- İş yüksekliği,
- Konsolların ve kumanda masalarının üst kısımlarının düzenlenmesi,
- Ayakta çalışma konumunda iş tablası yüksekliği,
- Fizyoloji açısından işyeri düzenlemesi,
- Görme hacmi, bakış yönü ve mesafesi.

İnsan yapısının özellikleri ve bunların işyerindeki rolü incelenmiştir. İş sisteminin insan üzerindeki iş yapabilme düzeyini etkileyen faktörlerinden bahsedilmiştir. İşyerinin doğru düzenlenebilmesi için antropometrinin konularından yararlanılmıştır.

Çevre faktörlerinin çalışanın performansına ve işin başarısına etkisinden, bu dış faktörlerin olumsuz etkilerinin incelenmesi ve ortadan kaldırılması için işyeri düzenlenirken hangi parametrelerin kullanılacağından bahsedilmiştir.

Son olarak da Ficosa International otomotiv yan sanayi firmasında üretilen dış dikiz aynasının montaj masası ele alınarak ergonomik analizi yapılmıştır. Ergonomik analiz sonucu iyileştirme önerileri getirilmiş ve bazıları uygulanmıştır. İyileştirme sonuçlarının iş performansına etkisi gözlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: İşyeri düzenlemesi, ergonomik analiz, montaj masası, antropometri, çevre şartları, insan yapısı.

ABSTRACT**“The Ergonomic Analysis of Work Flow on the Assembly Table and The Improvement Proposals”**

This study shows the ergonomic analysis of external rear-view mirror assembly table and the improvement proposal with ergonomic approach. At first, after the definition of ergonomic and antropometry, the human structure, environment factors and effects on workspace, the ergonomic work and preparing of workspace have been evaluated.

As the workspace of an assembly table is prepared, the following issues have been considered:

- The order of workspace elements and proposals related to dimensions,
- The optimum hand and feet action size,
- The work height,
- The preparing of upper surfaces of console and command table,
- The work table height at standing position,
- In terms of physiology the workspace preparing,
- The sight size, the look direction and distance.

The human structure characteristics and effctcs on the workspace have been evaluated. The work system’s factors influenced capability of working on the human have been discussed. The antropometry subjects have been explained in order to the workspace could have been prepared directly.

The environment factors effects on worker performance and work success, examining and eliminating of the negative effects of these external factors have been considered.

Finally, the assembly table of external rear-view mirror produced in Ficosa International automotive industry has been examined and made ergonomic analysis. After the ergonomic analysis, the improvements have been suggested and applied. The efficiency of the improvement results on the work performance has been noticed.

KEYWORDS: The workspace preparing, ergonomic analysis, the assembly table, antropometry, the environment conditions, the human structure.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

| | |
|---|----|
| 1-GİRİŞ | 1 |
| 2-KAYNAK ARAŞTIRMASI | 5 |
| 2.1.İşbilim Ergonomi | 5 |
| 2.1.1.Ergonomi Açısından İş Kriterleri | 7 |
| 2.2.Antropometr | 9 |
| 2.2.1.Uygulamalı Antropometri | 10 |
| 2.2.1.1.Statik Antropometri | 11 |
| 2.2.1.2.Dinamik Antropometri | 13 |
| 3-MATERYAL VE YÖNTEM | 15 |
| 3.1. İnsan Yapısının İş Ortamındaki Rolü | 15 |
| 3.2. Çevre Faktörleri ve İş Ortamına Etkisi | 16 |
| 3.3. Ergonomik İş ve İşyeri Düzenlemesi | 20 |
| 3.3.1.İşyeri Elemanlarının Düzeni ve Boyutları | 23 |
| 3.3.2.Boyutlara İlişkin Düzenleme Önerileri | 23 |
| 3.3.3.Aksiyon Hacmi | 24 |
| 3.3.3.1.Ellerin Aksiyon Hacmi | 24 |
| 3.3.3.2.Ayakların Aksiyon Hacmi | 30 |
| 3.3.4.İş Yüksekliği | 31 |
| 3.3.5.İş Masaları, Tablolar, Konsollar | 36 |
| 3.3.5.1. Konsolların, Kumanda Masalarının Üst Kısımlarının Düzenlenmesi | 36 |
| 3.3.5.2. Ayakta Çalışma Konumunda İş Tablası Yüksekliği | 36 |
| 3.3.6.Fizyoloji Açısından İşyeri Düzenleme | 40 |
| 3.3.7.Görme Hacmi, Bakış Yönü, Bakış Mesafesi | 45 |
| 4-ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE ÖNERİLER | 51 |
| 4.1.Doblo Dış Dikiz Aynası Montaj Prosesi ve Ergonomik Analizi | 51 |
| 4.2.Montaj Masasında Yapılan İyileştirmeler ve Sonuçları | 56 |
| 4.3.İyileştirilen Montaj Masasında Ergonomiye Uyum Kontrolü | 60 |
| 4.4.Sonuç | 73 |
| KAYNAKLAR | 75 |
| EKLER | 76 |
| TEŞEKKÜR | 83 |
| ÖZGEÇMİŞ | 84 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | | |
|--------------|---|----|
| Şekil 2.1.1 | Ergonomik yaklaşım | 6 |
| Şekil 2.2.1 | Orta Avrupalılarda vücut boyutları, DIN 33402 | 13 |
| Şekil 2.2.2 | Bir otomobilin oturma yeri tasarımında göz önünde tutulan boyutları gösterir şema | 14 |
| Şekil 3.3.1 | %5'lik dilimdeki erkeklerde ve bayanlarda ellerin aksiyon hacmi | 25 |
| Şekil 3.3.2 | Anatomik (A), fizyolojik (B) ve optimum (C) aksiyon bölgeleri, resimdeki değerler "küçük kadın" için yaklaşık değerlerdir | 26 |
| Şekil 3.3.3 | Gergin kolun aksenel dönme açısı (180°) ve bükülü kolun aksenel dönme açısı (120°) | 27 |
| Şekil 3.3.4 | İş masası üzerindeki tutma bölgeleri | 28 |
| Şekil 3.3.5 | Montaj masalarında küçük kutuların iki yay şeklinde doğru yerleştirilmesi ve tek yay şeklindeki yanlış yerleştirme | 28 |
| Şekil 3.3.6 | Oturma, yüksekte oturma ve ayakta durma konumlarında iş masasının yüksekliği | 32 |
| Şekil 3.3.7 | Ayakta çalışmada iş yükseklikleri | 34 |
| Şekil 3.3.8 | Oturarak çalışmada oturma ve iş yükseklikleri | 34 |
| Şekil 3.3.9 | Ayakta çalışmada tezgah yüksekliği | 37 |
| Şekil 3.3.10 | Dirsek yükseklikleri | 38 |
| Şekil 3.3.11 | İşin ağırlığına göre iş tablası yüksekliği | 38 |
| Şekil 3.3.12 | Çeşitli beden konumlarında yatmaya göre daha fazla harcanan enerjinin oranı | 41 |
| Şekil 3.3.13 | Göz ile kontrol işlemlerinde beden konumuna göre rahat bakış açısı | 46 |
| Şekil 3.3.14 | Bakış alanında bölgeler | 48 |
| Şekil 3.3.15 | İşgören için önerilen bakış doğrultuları | 48 |
| Şekil 3.3.16 | Çeşitli işler ve bakış doğrultuları | 49 |
| Şekil 4.1 | Mafsal tüp+Segman+Gövde montajı | 51 |
| Şekil 4.2 | Segman yayı montajı+gresleme | 51 |
| Şekil 4.3 | Kol grubu montajı | 51 |
| Şekil 4.4 | Kol grubu çakma işlemi | 52 |
| Şekil 4.5 | Gövde-kol grubu+spiraller-mekanizma grubu montajı | 52 |
| Şekil 4.6 | Spiralli mekanizmanın kol içine montajı | 52 |
| Şekil 4.7 | Kumanda grubu+spirallerin montajı | 53 |
| Şekil 4.8 | Vida montajı | 54 |

| | | |
|--------------|---|----|
| Şekil 4.9 | Tapa-conta montajı | 54 |
| Şekil 4.10 | Üst kol tapası+gövde tapaları montajı | 54 |
| Şekil 4.11 | Alt kol tapası montajı | 54 |
| Şekil 4.12 | Spiral contaların montajı | 54 |
| Şekil 4.13 | Alt-üst körüklerin giydirilmesi | 54 |
| Şekil 4.14 | Ayna tablası montajı | 54 |
| Şekil 4.15 | Ayna tablası grubunun gövde grubuna montajı | 55 |
| Şekil 4.16 | Ayna camı hareket kontrolü | 55 |
| Şekil 4.17 | Kapak montajı | 55 |
| Şekil 4.18 | 1 nolu iyileştirme öncesi durum | 57 |
| Şekil 4.19 | 1 nolu iyileştirme sonrası durum | 57 |
| Şekil 4.20 | 2 nolu iyileştirme öncesi durum | 57 |
| Şekil 4.21 | 2 nolu iyileştirme sonrası durum | 57 |
| Şekil 4.22 | 3 nolu iyileştirme sonrası durum | 58 |
| Şekil 4.23 | 4 nolu iyileştirme öncesi durum | 58 |
| Şekil 4.24 | 4 nolu iyileştirme sonrası durum | 58 |
| Şekil 4.25 | 5 nolu iyileştirme öncesi durum | 59 |
| Şekil 4.26 | 5 nolu iyileştirme sonrası durum | 59 |
| Şekil Ek-1.1 | Doblo montaj hattının önden görünüşü (iyileştirme sonrası) | 76 |
| Şekil Ek-1.2 | Doblo montaj hattının üstten görünüşü (iyileştirme sonrası) | 76 |
| Şekil Ek-1.3 | Doblo montaj hattının yandan görünüşü (iyileştirme sonrası) | 77 |
| Şekil Ek-2.1 | Operasyon-1'in iş etüdü | 79 |
| Şekil Ek-2.2 | Operasyon-2'in iş etüdü | 79 |
| Şekil Ek-2.3 | Operasyon-3'in iş etüdü | 80 |
| Şekil Ek-2.4 | Operasyon-4'in iş etüdü | 80 |
| Şekil Ek-3.1 | Ergonomiye uyum anketi (hat çalışanları için) | 82 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Çizelge 3.2.1 İş tanımlarına göre aydınlatma değer sınırları | 18 |
| Çizelge 3.3.1 Ayakta çalışmada iş yükseklikleri | 33 |
| Çizelge 3.3.2 Oturarak çalışmada iş yükseklikleri | 33 |
| Çizelge 3.3.3 Önemli hareketlerin sınırları | 45 |
| Çizelge 3.3.4 İşin cinsine göre bakış alanının çapı | 50 |

1- GİRİŞ

İnsan çalışarak, fiziksel bir enerji harcayarak, bir şeyler yaratır, üretir, geliştirir ve değiştirir. İnsan fiziksel çalışmasını; solunum, dolaşım, kas metabolizması, sindirim-salgı-sinir sistemleri ve iskelet yapısı yardımıyla gerçekleştirir. Beslenme ile vücudumuza alınan gıdalar, oksijen aracılığıyla ve karmaşık kimyasal yollardan enerjiye dönüştürülerek insan makinesinin iş verimini ve devamlılığını sağlar. İnsan vücudunun yedi buçuk saatlik bir iş sürecinde, belli bir enerji harcayarak, ölçülü düzeylerde iş gerçekleştirebilme yeteneği vardır.

İnsanlar iş başında çeşitli alet ve araçlar kullanır. Makineler insan gücünü arttırmakla birlikte, beraberinde insan metabolizmasını ve ruhsal bütünlüğünü olumsuz şekilde etkileyen diğer faktörleri getirmiştir.

Bugün için “Ergonomi” adı verilen “İnsan+Makine+Çevre” üçlüsünün uyumunu ifade eden bir terim kullanılmaktadır. Burada amaç insanın verimli çalışmasını sağlamak, kendisinin bedensel ve ruhsal açıdan sağlıklı bir şekilde çalışmasını temin etmek, sistemin aksamadan faaliyet göstermesini sağlamaktır. Yani bireysel korumadan başlayan bu süreç, sistemin verimli çalışmasına, ulusal ekonominin de destek kazanmasına yardımcı olmaktadır.

İnsanların kendi fiziksel ve mental yeteneklerini desteklemek amacıyla kullandıkları, her türlü araç ve gerecin en etkin şekilde hizmet verebilmesi için, onları kullananların iskelet-kas sisteminin biyomekaniği, solunum ve dolaşım sistemlerinin sağlıklı işleyişi, psikolojik durumu, oturuşu veya ayakta çalışma zorunluluğu konularının da göz önünde tutulması gerekmektedir.

İşte tüm sözü edilen sorunları dikkate alarak, “İnsan-Makine-Çevre” ilişkilerini analiz ederek, çalışanların daha sağlıklı ve üretken bir şekilde çalışabilmelerini sağlayabilmek için çevreyi değiştirip yeniden düzenlemek gerekmektedir. Yeniden düzenleme işlemi, özveri örneği olarak veya tecimsel amaçlar öyle gerektirdiği için yapılabilir. Mesleki bağlamda birileri buna “İşi insana uydurma” (seçimle, eğitimle, mesleki rehberlik, vb gibi) derken, diğerleri “İnsanı işe uydurma” deyişini kullanabilir. Her iki yaklaşımın da karşılaştırıldıklarında, birbirleri ile bağlantılı oldukları görülür.

İnsanın anatomik özelliklerini, fiziksel ve mental yeteneklerini göz önünde tutarak, çalışma ortamındaki tüm faktörlerin etkisi ile oluşabilecek organik ve psikolojik baskılar karşısında sistem verimliliğini ve insan-makine-çevre ilişkisinin temel yasalarını ortaya koymaya çalışan bilim dalına “Ergonomi” adı verilmektedir. Ergonomi, insan biyolojik bilimleri, anatomi, psikoloji ve fizyoloji bilim dallarına dayanan “İş tasarım teknolojisi” olarak da tanımlanmıştır (*Murrell 1965*). Bir başka deyişle ergonomi, disiplinler arası bir bilim olup, basitçe “İnsan ve çevresi arasındaki ilişkileri” inceler (*Grandjean 1973*). Ergonomistler, bugün kendilerini bilim adamı olarak değil, teknolojistler veya mühendisler olarak tanımlıyorlar. Aradaki farkı basitçe belirtmek için; bilim adamlarının nesnelere araştırıp incelediklerini, mühendislerin nesnelere ürettiklerini veya üretilmelerini sağladıklarını; teknolojistlerin ise her iki konuyla da uğraştıkları söylenebilir.

A.B.D.’de “İnsan Faktörleri Mühendisliği”, “İnsan Mühendisliği” veya “İnsan Faktörleri” başlıkları altında ergonomiden farklı olmayan bir disiplin ortaya çıkmış olup, her iki disiplin de II.Dünya Savaşı esnasında teknolojik savaşın sonucu gelişmiş, önce askeri alanda, sonra endüstriyel alanda ve en sonunda da genel uygulama alanlarına yayılmışlardır. Çok az insan “ergonomi” ile “insan faktörleri” terimleri arasındaki farkı sezinlerken, Atlantik Okyanusu’nun her iki tarafında da şimdi her iki terimden biri, diğerinin yerine kullanılabilir. İnsan Faktörleri Mühendisliği, Ergonomi veya Biyoteknoloji tek bir disiplin olmayıp, biyolojik bilimleri, psikoloji, fizyoloji ve tıbbi, mühendislikte entegre ederek ortaya çıkmış bir sentezdir (*Damon, 1966*).

Ergonomi uygulamalarının çoğu gerçekte askeri ve endüstriyel alanlarda yapılmaktadır. Ergonomi sivil sektörle de işbirliği içinde olmalıdır. Evlerin, büroların, sağlık merkezlerinin, okulların, ulaşım araçları vb gibi yerlerin iç mekanlarının tasarımı gibi daha yaşamsal uygulamalar ne yazık ki ihmal edilmiştir. Ergonomi felsefesinin özünde “her şeyin insan için tasarlandığı” temel fikri bulunduğundan, insanoğlu iç mekan tasarım projelerine daha çok zaman ayırmak zorundadır. İç mekan çevrelerinin hepsi, değişik vücut ölçülerinde, farklı ağırlıklarda, değişik yaşlarda ve farklı fiziksel koşullardaki kişilerce kullanılmaktadır. Global açıdan, kullanıcı geniş bir yelpazedeki ırkları, kültürleri ve etnik geçmişleri de yansıtabilir. Çok sayıdaki değişkene rağmen, kullanıcı ile

tasarlanmış iç mekan çevresi arasındaki kesit, söz konusu çevrenin rahat, güvenli ve hoş giden olmasını sağlamalıdır. Mutfakta, büroda ve ev atölyesindeki çalışma yüzeyi yükseklikleri; yemek veya konferans masası etrafında oturma olanağı payları; büro veya kütüphanedeki rafların yüksekliği; ev veya devlet dairelerindeki koridorların genişliği, hepsi beden ölçüleri ile bağlantılı insan faktörünü yansıtmalıdır. Ergonomistten pek çok nedenle, geniş tabanlı kullanıcı topluluğu için, verilen koşullarda tasarım yapılması istenebilir. Tam tersine, tek bir kullanıcı için de tasarım yapılması zorunluluğu olabilir. Ayrıca, kullanıcı özel bir grup da oluşturabilir: küçük çocuklar, kolej öğrencileri, erişkinler, yaşlılar, özürülüler gibi. Ergonomistler, kullanıcının tasarım gereksinimlerine sorumluluk bilinciyle ve duyarlı bir şekilde yaklaşabilirlerse, vücut ölçüleri ile onun ergonomik karmaşıklığının metodolojisi daha iyi anlaşılacaktır.

Ergonominin (ve ergonomistlerin) uğraştığı değerler olan antropometrik faktörler, “operatör ve makine” veya “kullanıcı ve ürün” arasındaki uyumu ifade edebilme açısından önemlidir. Örneğin bir bilgisayar ile onu kullanan terminal operatörler göz önüne alındığında, terminaldekilerin vücut rahatlığı ile ilgili olarak, sırt ağrısı, boyun tutukluğu, baş ağrısı gibi rahatsızlıklardan acı çekip çekmedikleri, ışıklandırma gibi faktörlerle beraber antropometrik düşünce içinde saptanmalıdır.

Bir işyerinde ister makine, ister el aletleri olsun iş aracından yararlanma, üstün verim alma, işçinin işe gönüllüğü ve verimi, çok büyük oranda iş aracının, işyerinin ve iş için seçilen yöntemin çalışan kişiye uyumuna bağlıdır. İşyeri düzenlenirken, iş süreçleri ve iş-insan arası karşılıklı etkileşim dikkate alınmalıdır ki bu ilişki ve kuralların toplamı ergonomik kuralları oluşturur.

Ergonomik kurallara uygun olarak düzenlenmiş bir işyeri iş gücünün insancıl ve ekonomik kullanımı açısından bir ön şarttır. İşyeri talep edilen kalite ve hızda, düşük maliyette, işçiyi performans sınırları aşmayacak şekilde zorlayarak ve iş güvenliğini sağlayarak üretim yapılabilecek şekilde düzenlenebildiyse işbilimin iki temel hedefi olan insancılık ve ekonomikliğe ulaşmış olur. (Babalık,2005)

Bu tez çalışmasının amacı; bir montaj masasının ergonomik yaklaşımla iyileştirilmesi ve çalışanların sağlık sorunları nedeniyle işe gelememesinde önemli yeri olan iskelet, kas ve doku rahatsızlıklarının minimize edilmesidir.

Bu çalışma, otomotiv yan sanayi firması olan ve iç-dış dikiz aynası üreten Ficosa International'da yapılan bir araştırmadır. Doblo aracı dış dikiz aynasının monte edildiği masa ele alınarak inceleme yapılmıştır. Doblo ayna montajında dört kadın çalışan vardır ve kişiler arasında iş değişikliği yoktur. İşçi hep aynı işi yapmaktadır. Araştırma bu kişiler üzerinde yapılarak, iyileştirmenin nerelerde yapılabileceğine çalışanların rahatsızlıkları ile tezi hazırlayanın gözlemleri ve araştırmalarıyla karar verilmiştir.

2-KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1.İşbilim Ergonomi

Dünyada endüstri devrimi ile birlikte insanlarda sağlık-hastalık-iş arasında bir ilişki olduğu düşüncesi ağırlık kazanmaya başlamış ve bu alanda araştırmalara önem verilmiştir. Bu araştırmaların oluşturduğu bilim dalına da başta Amerika Birleşik Devletleri ve İngiltere olmak üzere pek çok ülkede *Ergonomi* adı verilmiş, Almanya ve bazı Avrupa ülkelerinde ise bu yeni bilim dalına ergonomi adının yanı sıra bazen eşdeğer anlamda, bazen de daha kapsamlı bir anlamda *İşbilim* denmiştir. (*Babalık, 2005*)

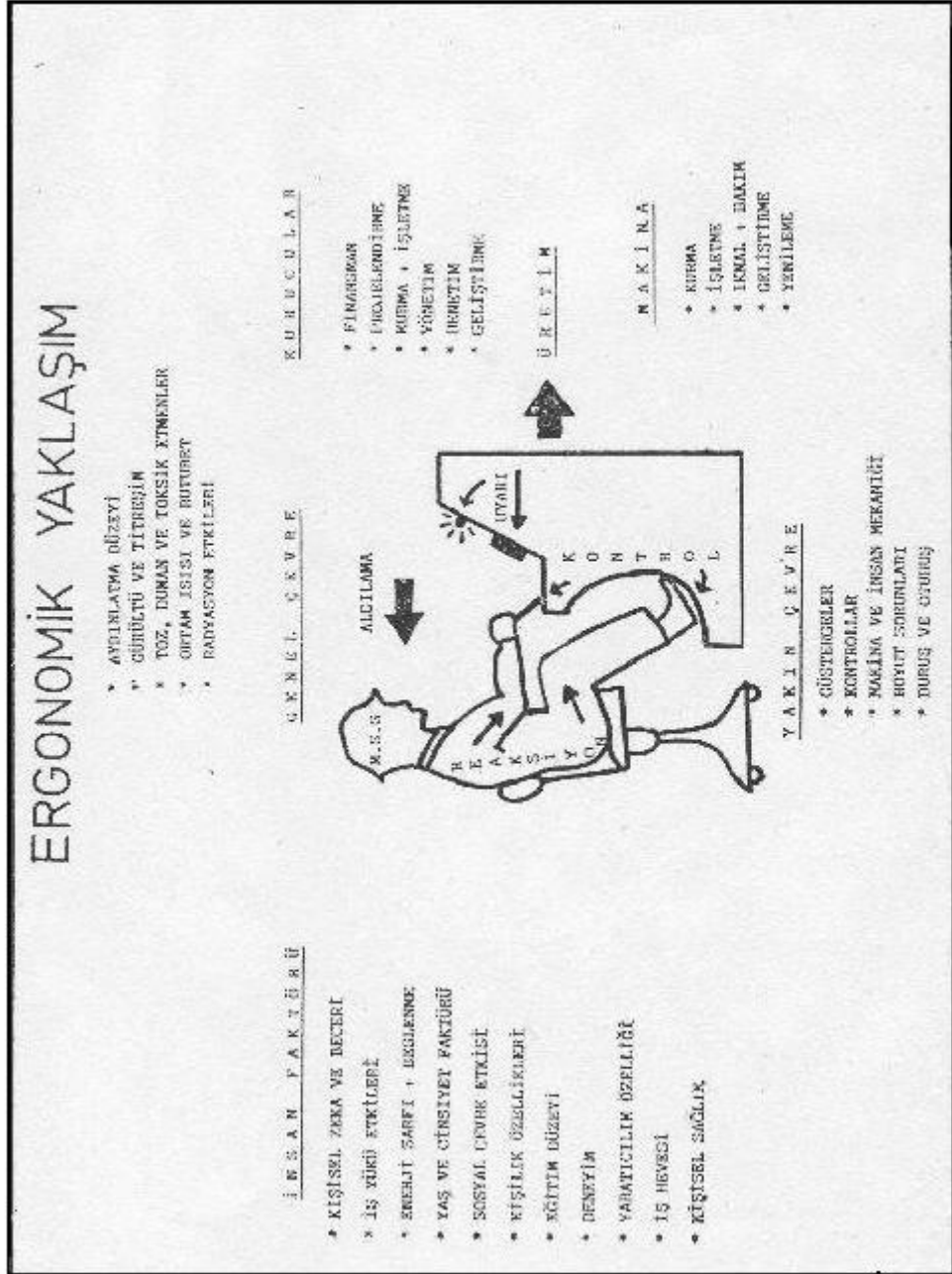
Kısa tanımıyla ergonomi, iş yasalarının bilinmesidir. İşle bağlantılı tüm sistemlerin gelişimini, iş nesnelерinin açıklanmasını, sistem işlevlerinin insan ve makinelerle uygulanmasını, sistem işlevlerinin tasarlanmasını, değerleri ve ürünü kapsayacak geniş birkaç tanımlama gerekirse:

Ergonomi:Çalışma çevresi ve içerdiği tüm sistemleri, insanın psikofizyolojik ve sosyokültürel tüm kapasite ve sınırlarıyla uzlaştırarak üretimsel verimliliğe ulaşmayı amaçlayan uygulamalı ve mültidisipliner bir bilimdir. (*Toka,1992*)

Ergonomi:İnsanların anatomik özelliklerini, antropometrik karakteristiklerini, fizyolojik kapasite ve toleranslarını gözönünde tutarak, endüstriyel iş ortamındaki tüm faktörlerin etkisi ile oluşabilecek, organik ve psikososyal stresler karşısında, sistem verimliliği ve insan-makine-çevre uyumunun temel yasalarını ortaya koymaya çalışan, çok disiplinli bir araştırma ve geliştirme alanıdır. (*Erkan, 1988*)

İnsan ve iş sorunlarının karmaşıklığı, ergonominin değişik ağırlık noktalarında gelişmesine neden olmuştur. İnsan faktörleri mühendisliği, mühendislik psikolojisi, endüstri mühendisliği, sosyoteknik vb. dallar genelde ergonomik araştırmaların özelleşmiş alanlarını incelerler. Bu nedenle, bazı ayrıntıların dışında, değişik dillerdeki bilim dalları yaklaşık olarak aynı anlama gelmektedir: İşbilim, İnsan Faktörleri Mühendisliği, İnsan Mühendisliği, Human Engineering (İng.), Human Factors engineering (İng.), Applied Experimental Psychology (İng.), Ergonomics (İng.), Ergonomie (Fr.), Ergonomia (İt.), Arbeitswissenschaft (Alm.) vb.

Her uygulamalı bilim gibi ergonomide diğer bilim ve uzmanlık alanlarından yararlanmaktadır: Psikoloji, tıp, fizyoloji, antropoloji, biyoloji, nöroloji, akustik, optik, kimya, fizik, matematik, psikiyatri, işlem analizi bilgisayar teknolojisi, elektronik, termodinamik, endüstri tasarımı, mekanik mühendisliği, aydınlatma mühendisliği, sibernetik, endüstriyel hijyen, hareket zaman çalışmaları, eğitim, kimya mühendisliği vb. bilim dallarından yararlanmaktadır.



Şekil 2.1.1 Ergonomik Yaklaşım

Kaynak:N.ERKAN, Ergonomi, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları:373, 1988

2.1.1. Ergonomi Açısından İş Kriterleri

Son on beş yılda işi, iş sürecini değerlendirme konusunda belirli kriterler ortaya konmuştur. Birbiri üzerine inşa edilmiş beş basamak gibi düşünülen bu kriterler birbirleriyle ilişkilidir. Bir alt basamaktaki kriterin gereği yerine getirilmeden bir üst basamağın gereğini sağlamak olası değildir. En alt basamaktan başlayarak bu kriterler şunlardır: (Babalık, 2005)

İş zararsız ve yapılabilir olmalıdır

İş insanın fizyolojik ve psikolojik yeteneklerini aşmamalı, zaman içinde sağlığını kaybettirecek bir etkisi de olmamalı. Çok büyük kütleleri taşımak, yüksek noktalara kaldırmak ve/veya orada dakikalarca tutmak işgörenin kas gücünün çok üstündedir, bu durumda iş “yapılabilir” olmaktan çıkar. *Soru: Bu işi yapabilmek mümkün müdür?*

İş dayanılabilir olmalıdır

İş bir kere yapılacak veya kısa süre sürdürülecek bir faaliyet değildir. Sürekli olarak, iş yaşamı boyunca tekrarlayan bir faaliyettir. Her iş günü, vardiya süresince iş işgörenin sağlığına olumsuz etkisi olmadan iş tekrarlanabiliyorsa o iş dayanılabilir bir iştir. Ağırlığı, süresi, çevre koşulları açısından işgörenin fizyolojik sınırlarını, aşmaması gerekir. İş işgörenin sürekli performans sınırını aşarsa, özel molalar düzenleyerek işçinin işi sürdürebilmesi, işe dayanması sağlanmalıdır. Bunun için işgörenin bedensel ve mental kapasite sınırı deneylerle veya deneyimlerle tespit edilmiş olmalıdır. *Soru: Bu işe dayanılır mı?*

Yukarıdaki iki kriter işin kendisi ve işin düzenlenmesi ile ilgilidir. Bundan sonra sayılacak üç kriter ise daha çok işgörenin kendisine bağlı olan ve ancak kendisinin cevap verebileceği kriterlerdir.

İş beklenebilir olmalıdır

İş kişinin kültürel düzeyi, eğitimi, deneyimi ile uyumlu olmalıdır. Tekniker düzeyindeki işgörene, işi yapmada belirli bir serbestlik derecesi bırakmadan okuma yazma bilmeyen bir kişiymiş gibi dar kalıplar içerisinde yapılabilecek iş vermek, teknikere uygun bir iş değildir. İşin işçiden beklenebilir olup, olmadığı, işçinin o işi kendisine uygun görüp görmemesine bağlıdır. İş yasaları, yönetmelikler, toplu sözleşme kuralları ile işçiden hangi işin beklenebileceği

belirli ölçüde tespit edilmiştir. Bu kriter daha ziyade sosyolojik bir kriterdir. Soru: *Bu işi işgörenden bekleyebilir miyim?*

İş memnuniyet verici olmalıdır

İş kişide mutluluk hissi uyandırmalı, kişiliğini geliştirici rol oynamalı. Başarının maddi ve manevi ödüllendirilmesi, iş düzenlemede işgörenin fikrinin alınması, yöneticilerin yönetim biçimleri, iş yerinin genel imajı bu kriterin sağlanmasında önemli rol oynar. Psikolojik bir kriter olan bu hususta da işçi mutlu olup olmadığına kendisi karar verebilir. Soru: *İşgören iş ve iş koşulları ile mutlu mu?*

İşte sosyal uyum sağlanmalıdır.

Özellikle grup çalışması şeklinde sürdürülmesi gereken işlerde iş paylaşımı, iş birliği, işin düzenlenmesine işgörenlerin aktif katkıları, önerilerinin dikkate alınması iş ortamında sosyal uyumu sağlar. Soru: *İşgörene iş ortamında hak ettiği önem, değer veriliyor mu?*

Yukarıdaki kriterlerin ışığında, işin ergonomik kurallara uygun olması için şu sonuç çıkarılabilir:

İş mutlaka yapılabilir ve dayanılabilir olmalı. İş olanaklar ölçüsünde beklenebilir, memnuniyet verici ve sosyal uyumlu olmalıdır.

İlk iki kriterden ödün vermek hiçbir koşulda olası değildir. Ancak ekonomik kriz, savaş hali, doğal afetler gibi çok özel durumlarda, diğer üç kriterden ödün verme durumuyla karşılaşılabilir.

Yukarıda sıralanan beş kriterin gereği sağlanmış ise o iş insancıldır denilebilir. İnsancılık işbilim araştırmalarındaki iki temel hedeften birisidir. Diğer temel hedef ise ekonomiktir. Birbiriyle eşdeğerli olan *insancılık* ve *ekonomiklik* kriterleri sürekli göz önünde tutulmak zorundadır. İnsancılık işçiye dönük, ekonomiklik ise işin sonucuna, ürüne dönük hedeftir.

İnsancılık kriterinin gerekleri işten doğabilecek hastalık ve kazaları ortadan kaldırmak veya en azından azaltmak, gücün, yeteneğin ne çok altında ne de çok üstünde iş yükü ile yüklememek, iş yaparken huzurlu olmayı sağlamak, sosyal ve hukuksal kurallara uyum, iş yerinde sosyal ilişkileri geliştirme ve işin düzenlenmesinde işgörenin de katkısını sağlamak, görüşünü almakla yerine getirilebilir. Ekonomiklik ise işgören ve iş aracı arasındaki

işlevsel ilişkinin doğru düzenlenmesi, iş sistemlerinde verim artırıcı önlemlerin alınması, işgörenin en verimli işte çalıştırılması sayesinde gerçekleşir.

2.2. Antropometri

İnsanlar tarafından kullanılmak üzere tasarlanan objelerin ölçüleri insan ölçüleriyle ilgilidir. İnsana yakın çevrenin tasarlanması, insan vücudunun strüktürünü, ölçülerini ve hareketlerinin sınırlarını bilmeyi gerektirir (*Bayazit, 1971*).

Antropometri, insan bedeninin ölçülerinin, çoğunlukla karşılaştırma yapmak amacıyla incelenmesi veya insan bedenine ait ölçülerin, sistemli biçimde derlenip aralarındaki ilişkilerin saptanması veya insan vücudunun boyutları ile ilgilenen özel bilim dalıdır. Ergonomi alanı için önemli olan antropometri, tasarımcıların ve üretimcilerin güvenilir, etkili ve kullanılması rahat tüketim malları üretmelerine yardımcı olur. Kemiklerin antropometri yoluyla ölçümleri, tarih öncesi insanının incelenmesiyle ilgilenen paleoantropologlar için son derece yararlı olmuştur.

Antropometrinin kökleri, farklı insan ırkları arasındaki farklılıkları niceliksel açıdan kanıtlama çabalarına dayanır. Hollandalı anatomi uzmanı Petrus Camper (1722-1789), yüz açılarını ölçmek için bir yöntem oluşturmuş ve bu yöntemle yaptığı ölçümleri temel alan bir sınıflandırma sistemi geliştirmiştir. Kranometri diye adlandırılan kafatası ölçümleri, 19. yy ' da önemli bir bilim dalı olmuştur. ABD'de hekim ve doğabilimci Samuel George Morton (1799-1851), yüzlerce kafatasının boyutlarını ölçerek, ırkların karşılaştırmalı bir çözümlemesini yapmayı denemiştir. Özellikle Fransız cerrahi ve fiziksel antropologu Paul Broca'nin yaptığı başka araştırmalarda, günümüzdeki insan beyinlerinin boyu ve ağırlığı ölçülerek, kafatasıyla ilgili veriler zenginleştirilmiştir. Sözde suçta yatkın (kriminal) insan tipine fiziksel kanıt İtalyan psikiyatr ve sosyolog Cesaret Lombroso, antropometrik yöntemler kullanarak mahkumları inceleyip sınıflandırdı.

20. yüzyılda, ırkların incelenmesinde antropometri uygulamalarının yerini, ırk farklılıklarını değerlendirmekte kullanılan daha gelişkin teknikler aldı. Genel de antropometri, fosiller aracılığıyla insanın kökenini ve evrimini inceleyen

paleoantropolojide önemli bir işlev kazanarak geçerliğini sürdürdü. 19. yüzyılda geliştirilen kraniyometri, yani kafatası ve yüz yapısının ölçümü, o güne değin bulunmuş olanlardan daha eski dönemlere ait insan ve insan öncesi fosillerin ortaya çıkarılmasıyla 1970'lerde ve 1980'lerde yeni bir önem kazandı. Tarih öncesinden kalma kafatası ve yüz kemikleri üzerinde yapılan kraniyometri çalışmaları yoluyla antropologlar, beyin hacmindeki büyümeye uyabilmek için genişleyen insan kafatasının boyut ve biçiminde zamanla oluşan değişimleri izleyebildiler. Sonuç olarak, kraniyometri ve öteki antropometrik ölçümler, dik durmanın ve beyin bünyesinin insanın gelişmesinde aynı dönemde ortaya çıktığını savunan ve yaygın kabul gören kurumların temelden yeniden değerlendirilebilmesini sağladı.

Antropometri, akademik işlevlerinin yanı sıra, ticaretle de uygulama alanı buldu. Otomobil koltuğu, pilot kabini, uzay kapsülleri gibi ürünlerin yanı sıra başta asker üniformaları olmak üzere giysi tasarımında antropometrik verilerden yararlanır.

2.2.1.Uygulamalı Antropometri

Üretimin başlıca üç ögesi olan İnsan - Makine - Malzemenin birbiri ile optimum etkileşiminin sağlanması ise çağdaş bilim düzeyinin ışığında ancak işbilim sayesinde mümkündür. İşbilim insana ait özellikleri, kullandıkları araç ve gereçleri ve çevre koşullarını konu edinir. Gerekli verileri elde etmek için anatomi, fizyoloji ve mühendislik disiplinlerinden yararlanır.

İnsanın yeniden tasarlanması mümkün olmadığından, ölçülerinin dağılımının bilinmesi ve İnsan-Makine sistemlerinin tasarımının bu ölçülere göre yapılması gereklidir. Bu ölçüler bilinmeden optimum etkileşimin sağlanması ve rasyonel, yorucu olmayan, güvenliği sağlanmış bir iş ortamının elde edilmesi mümkün olmaz. Bir makine teknik özellikler bakımından ne kadar mükemmel olursa olsun, onu kullanan insanın ölçülerine ve biyomekanik özelliklerine uygun değilse verimli bir çalışma yapılamaz.

Çalışan insanların fiziksel rahatlıklarını ve beden yeteneklerini en üst düzeyde kullanabilmeleri öncelikle, kullandıkları malzemeler, çalışma yüzeyleri ve hacimlerin onların boyutlarına uygun olmasına bağlıdır. Her türlü araç ve

gereci kullanan işgörenlerin boyut farklılıklarını gözeterek ara kesit tasarımları yapmak çok önemlidir. Böyle bir yaklaşımda antropometri teknikleri kullanılır.

Antropometri; insan vücudunun boyutları ile ilgilenen özel bir bilim dalıdır. Bu boyutlar; uzunluk, genişlik, yükseklik, ağırlık ve çevre boyutları gibi farklı teknikleri içerir. Antropometrinin biyomekanik yaklaşımı ise genelde; hareket hudutları, kuvvet gereksinimi, davranış hızı gibi yaklaşımlarda insan vücudu boyutlarının etkisini inceler. Benzer yaklaşımlar ile uygulamalı antropometriye biyometri, biyomekanik gibi uygulama alanlarında da bazı ölçüm teknikleri girmiştir. Günümüze kadar , insanların antropometrik özellikleri pek değişik nedenlerle inceleme konusu olmuştur. Bir terzinin müşterisine dikeceği elbise için aldığı ölçülerden başlayarak, toplu imalat yapan tekstil endüstrilerinde kullanılan antropometrik ölçüler ve numaralar, ev eşyaları ve gereçleri imal eden kuruluşların insan boyutlarını esas alan tasarım çalışmaları, günümüzün en ileri tekniklerinin kullanıldığı uzay uçuşlarında astronotların oturma yerleri ile devinim alanlarının saptanması gibi pek çok alanda, klasik antropolojinin ölçme teknikleri kullanılmıştır. Temel konumuz olan **ergonomik amaçlarla antropometri** yaklaşımında ise statik ve dinamik antropometri olarak bilinen iki farklı metod geliştirilmiştir.

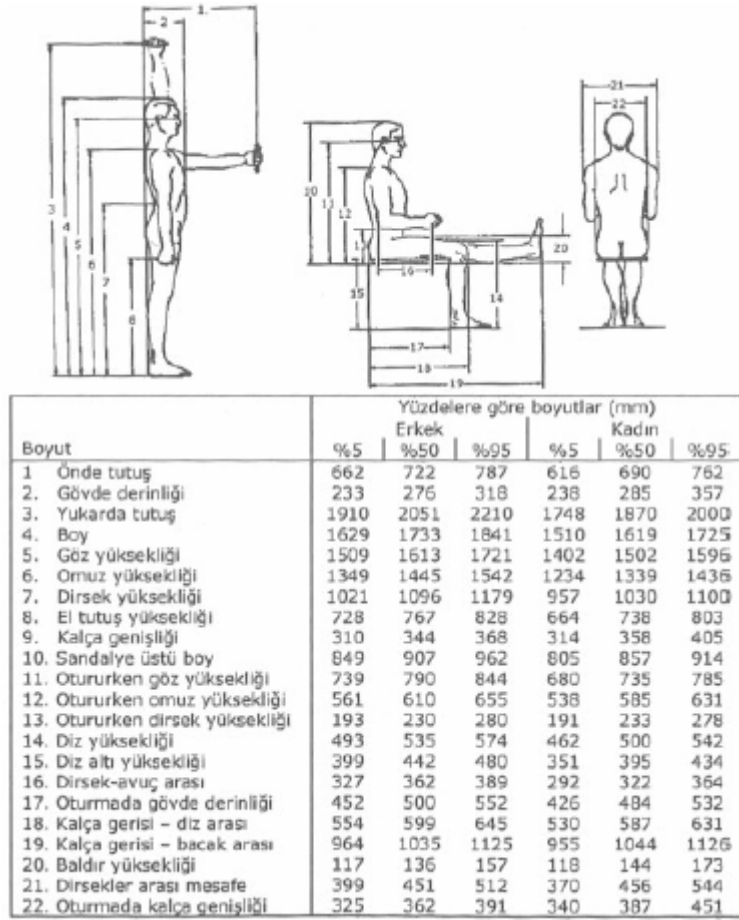
2.2.1.1. Statik Antropometri

Gerçekte antropometri, insanların statik duruş ve oturuşlarında ölçülen metrik değerleri ele alan bir uğraş alanıdır. Bu temel amaca göre insanların 140 kadar fiziksel boyut ölçüleri alınabilir. Örneğin; 1954'lerde Hertzberg ve arkadaşları, havacı personelden 4000 kişi üzerinde 132 antropometrik ölçü olarak değerlendirmeler yapmışlardır. Bu araştırmalar sonunda ergonomik tasarımlar açısından önemli olan 30 ölçü de saptanmıştır (*McCormick, 1993*). Wieland, Hertzberg ve arkadaşlarının yaklaşımlarından esinlenerek Şekil 2.2.1'de görülen 24 boyutu ölçmeyi benimsemiş ve Almanya'da çalışan Türk işçileri ile Alman işçilerinin boyutlarını kıyaslamak amacı ile araştırmalar yapmıştır. Benzer araştırmalar (statik antropometri) ülkemizde de ergonomi eğitim kuruluşları, tekstil sanayii ve silahlı kuvvetler tarafından da gerçekleştirilmiştir.

İşyeri düzenlemede ve el aletlerini ölçülendirmede önemli olan bazı boyutlar Şekil 2.2.1'de gösterilmektedir. Alman standartları DIN 33402'den alınan bu değerler orta Avrupa insanının boyutlarını vermektedir. Akdeniz ülkelerinde, dolayısıyla ülkemizde bu boyutların değeri biraz daha, 3-5cm daha küçüktür. (*Babalık, 2005*)

Şüphesiz, her çeşit statik antropometri yaklaşımının özel bir nedeni vardır. Çeşitli yaş gurubundaki okul çocuklarının oturacağı sıraların boyutlarını saptamak için uygulanacak ölçüler yanında, bir gaz maskesinin yüz ölçülerine uygun bir şekilde ve boyutlarda imali için gerekli ölçülerin saptanmasında da statik antropometri yaklaşımı kullanılır.

Bugün artık bir toplumun ortalama vücut ölçülerini olduğu kadar, ölçüm değerlerinin bireysel dağılımını da vermek normal olmaktadır. Burada genellikle %95'lik güven alanı hesaplanır ve ortalama değerden sapmaların ölçüsü olarak kullanılır. Bu güven alanının anlamı, vücut ölçülerinin %95'inin verilmiş sınır değerleri içinde olduğudur. Statik koşullar yerine getirilmişse bu deneyin yapıldığı tüm toplum üzerine bu güven alanı uygulanabilir. Büyük kitlelerin ölçümü çok masraflı olduğundan bugün örnekleyici modellerde vücut büyüklüğü ve ilgili değişik vücut bölümleri arasındaki ilişkiler araştırılıp bundan sonra mevcut büyük grup değerlerinden vücut bölümleri ölçülerine ilişkin sonuçlar çıkarılmaktadır (*Grandjean, 1973*).



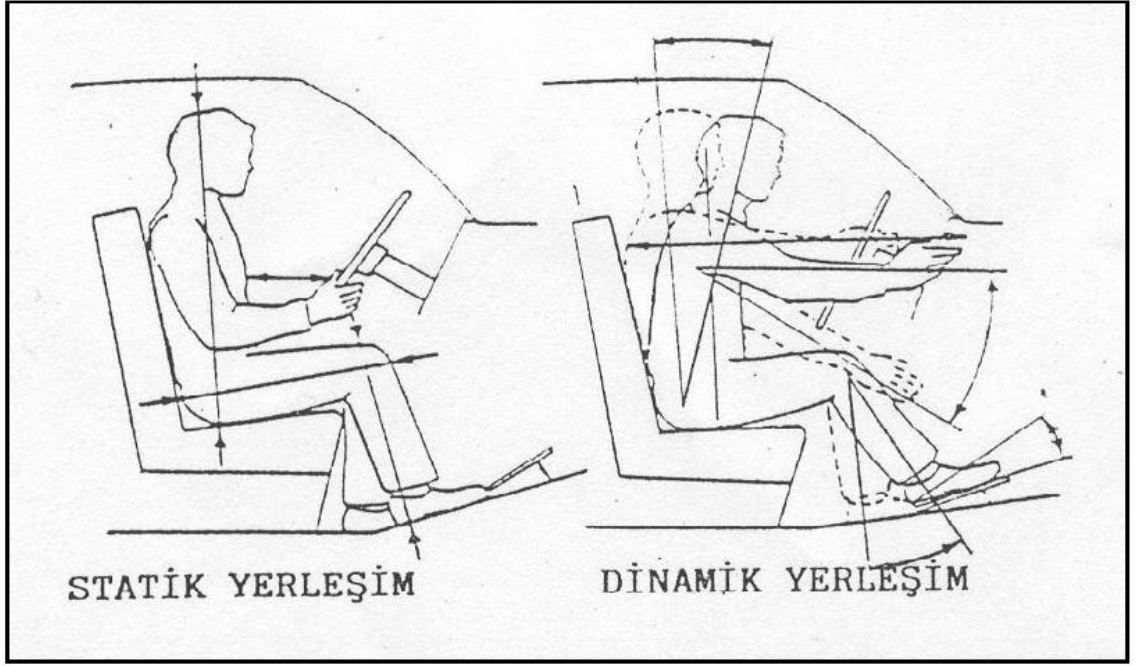
Şekil 2.2.1 Orta Avrupalılarda vücut boyutları, DIN 33402
Kaynak: F.C.Babalık, Mühendisler için Ergonomi İşbilim, 2005

Statik antropometri ile elde edilen sayısal veriler, çalışma hayatında pek çeşitli amaçlarla kullanılabilir. İnsanların kullandığı geçitler, pek fazla hareket etmeden durduğu hacimler ve oturma yeri gibi boyutsal yaklaşımlarda doğrudan doğruya statik antropometri bulguları kullanılır.

2.2.1.2. Dinamik Antropometri

Statik antropometri ile elde edilen sayısal veriler, çalışma hayatında çeşitli amaçlarla kullanılabilir. Nitekim, insanların kullandığı geçitler, pek fazla hareket etmeden durduğu hacimler ve oturma yeri gibi boyutsal yaklaşımlarda, doğrudan doğruya statik antropometri bulguları kullanılır. Ancak, endüstri ve iş düzeninde iş görenler devamlı devinim halindedirler. Bir araba sürücüsünün koltuğunda çeşitli yönlerde uzanması ve sürücü fonksiyonunu yerine getirmek için kol, bacak ve gövdesini değişik boyutlarda ve devamlı hareket ettirmesi

nedeniyle, çeşitli dinamik boyutların ölçülmesine gerek vardır. İnsanların ayakta dururken ya da otururken çevresindeki malzemelere, kontrol sistemlerine ve çeşitli işlem noktalarına uzanabilmeleri için; eğilme, uzanma ve dönme gibi hareketlerin sınırlarını ölçmek de iş düzeni ve insan - tezgah, insan - makine arakesitlerinin tasarımında optimizasyon açısından önemlidir. Danon ve arkadaşlarının oto sürücüleri üzerinde gerçekleştirdikleri statik ve dinamik antropometrik ölçü yaklaşımı bu açıdan bir örnek oluşturmaktadır (Şekil 2.2.2)



Şekil 2.2.2 Bir otomobilin oturma yeri tasarımında gözönünde tutulan boyutları gösterir şema. Statik ölçü bulguları oturma yeri boyutları için ve dinamik ölçü bulguları ise sürücünün fonksiyonel boyutları ve işlem etkinliği yaklaşımları için saptanmıştır.

Kaynak: Mc Cormick, Human Factors Engineering, New York:McGraw-Hill, 1993,s.388

Dinamik antropometrinin temel bir önerisi, fiziksel operasyonları uygulamada tek vücut organlarının bağımsız olarak değil de birlikte hareket etmeleri olayına ilişkindir. Kol uzanmasının pratik limiti, örneğin, kol uzunluğunun tek sonucu değildir, bu kısmen omuz hareketi kısmen bedeninin dönüşleri, sırtın eğilmesi ve el tarafından performe edilmesi gereken hareket tarafından etkilenebilir. Bu ve diğer değişebilirler tüm alan ve boyut sorunlarını statik antropometrik doneler aracılığıyla çözmeyi zorlaştırır veya en azından tehlikeye sokar. (McCormick, 1993)

3-MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.İnsan Yapısının İş Ortamındaki Rolü

İşbilimin temel amaçlarından biri olan “işin insana uyumlu olması”nı sağlayabilmek için işyerinin düzenlenmesinde insanın boyutlarının dikkate alınması gerekir. Bu sadece makro açıdan işyerinin düzenlenmesinde değil, aynı zamanda mikro açıdan da işyerindeki makinede sabit gösterge, kumanda aletleri ile iş için kullanılan el aletlerinin şekillendirilmesinde de gereklidir.

İşyerinin doğru düzenlenmesi açısından antropometri biliminden aşağıdaki konularda yararlanır: (*Babalık, 2005*)

- İnsan vücudunun tümünün ve iş açısından baş, el, kol, ayak, bacak gibi önemli organlarının boyutları
- Vücudun doğal konumu
- Eklemlerin hareket alanı, eklemlerle birbirine bağlı elemanların boyutları ve buradan elde edilen ulaşım mesafeleri
- Ulaşılabilen hacim içerisinde uygulanabilen kuvvetler
- Anatomik-optik, bakış ve görüş alanlarının sınır şartlarını ve gözün rahat bakış eksenini de dikkate alarak hacimsel olarak görünebilecek bölgenin belirlenmesi.

İnsan özellikleri, aşağıdaki etmenlere göre farklılıklar gösterir:

1. Fiziksel etmenler
 - Kuvvet ve güç
 - Reaksiyon süresi (yanıt süresi)
 - Vücut ölçüleri
 - Yaş ve cinsiyet
 - Duyu organlarının özellikleri
2. Fizyolojik etmenler
 - Kas gerilimi (yorgunluk)
 - Hastalıklara karşı direnç
 - Uyku ve dinlenme gereksinimleri
3. Psikolojik etmenler
 - Uyuşmazlıklar (şaşıрма, yanılma, unutkanlık)
 - Üzüntüleri

- Ailevi sorunlar
- Meslek sorunları
- Ekonomik zorluklar
- Güvensizlik

İşyerleri düzenlenirken genelde çalışacak grubun (sadece kadınlar, sadece erkekler veya erkek ve kadın birlikte) %5 ve %95 sınırlar içinde kalanların rahat çalışabileceği bir düzenlemeye gidilirse, gruba dahil olanların tümünün %90'ının rahat çalışabileceği bir düzenleme sağlanır. (*Babalık, 2005*)

İş sisteminin insan üzerindeki iş yapabilme düzeyini etkileyen faktörleri, fizyolojik (fiziksel yük) ve psikolojik (zihinsel yük) olmak üzere ikiye ayrılır:

Fizyolojik etkenler: İnsanın fiziksel performans kapasitesini direkt etkileyen faktörlerdir. Fiziki performans kapasitesi kişinin iskelet ve kas yapısına, beslenmeyle aldığı enerjiye, dolaşım sistemine, duyu organlarına ve sinirlerine bağlıdır.

Psikolojik etkenler: Psikolojik iş yapabilme düzeyi işçinin yapacağı işe ruhsal yönden kendini hazır hissetmesi, işe gönüllü olması, işinde iyi bir performans göstermeye motive olmasının göstergesidir. Zihinsel yönden iş yapma düzeyi işin kişiye uygun düzenlenmesi, iş saatlerinin ayarlanması, iyi ücret, iş yerinde yükselme şansı gibi etkenlerle iyileştirmeye çalışılır. Bu düzeyi belirleyen etmen işçinin motivasyonudur.

Motivasyon bir işi yapma, karar verme veya davranışı ortaya koymamızdaki nedenlerin toplamı olarak tanımlanabilir. İnsanın doğuştan sahip olduğu biyolojik gücünün tersine, motivasyon insanın sosyalleşme süreci içinde öğrendiği, kazandığı bir özelliktir.

3.2.Çevre Faktörleri ve İş Ortamına Etkisi

İster bedensel, ister zihinsel her türlü çalışmada iş görenin performansı bir taraftan yaş, cinsiyet, sağlık durumu, işe alışkanlık, işte deneyim gibi kişinin kendinden kaynaklanan faktörlerin, diğer taraftan da iş yerinde iklim, gürültü, aydınlatma, titreşim, ortamdaki buhar, gaz ve iş yerinin düzenleniş biçimi gibi çevreye bağlı dış faktörlerin etkisi altındadır. İş görenin yapısal özelliği olan

faktörleri değiştirebilmek pek olası değildir, ancak çevre faktörlerini değiştirebilmek büyük ölçüde elimizdedir. (Babalık, 2005)

İnsanın işini yerine getirirken performansı ve kendini iyi hissetmesi büyük ölçüde çevre faktörlerine bağlıdır. *Aydınlatma*, işi iyi ve kolay yapabilmemize yardımcı olur, makinede ve iş ortamında *kullanılan renkler* huzuru etkiler, çalışılan ortamın *iklimi* performansa, huzura katkıda bulunur. *Gürültü* ve *mekanik titreşim* rahatsız ediciden, sürekli zarar görmeye kadar çeşitli olumsuz sonuçlar doğurabilir. *Gaz, buhar, toz, nem* sağlığa zarar verebilir. (Babalık, 2005)

İş yeri düzenlenirken, çevre koşulları açısından şunlara dikkat edilir:

- İş yüzünden sağlığın tehlikeye girmesini önlemek,
- Bilgi algılamayı, anlamayı kolaylaştırmak,
- Yanlış iş yapmayı önlemek,
- İş huzurunu arttırmak,
- İşi işçiden beklenebilir düzeyde tutmak.

Aydınlatma: Optik algılamamız akustik algılamamızdan çok daha fazla bilgi akışını sağlayacak düzeydedir. Çevremizde olup bitenlerin %80'ini gözümüzle, %10'unu kulak ile, %5'ini dokunarak algılarız. İşyerinin doğru aydınlatılmasıyla sadece iş performansı sağlanmaz aynı zamanda olası hatalar, tehlikeler de fark edilir ve önlenir. Aydınlatma iyi görebilmemizi sağlamanın yanı sıra sinir sistemini ve nefes alma, sindirim, hormon salgılama gibi fizyolojik fonksiyonları da etkiler. Algılama, dikkat, konsantrasyon düzeyi aydınlatma şiddetinin artmasıyla yükselir, iş yapma arzusu artar. (Babalık, 2005)

Aydınlatma ölçü birimi lüks: 1 mumun 30 cm ötede yapabileceği aydınlatma 10 lüktür. Günümüzde rahat okuyup yazmak, dikiş dikmek düzeyindeki işler için 300 lüks gereklidir. Aydınlatma düzeyi; işin hassaslık derecesine, parçaların küçüklüğüne ve işçilerin yaşına göre ayarlanmalıdır.

İşyerinde renklilik ergonomik işyeri düzenlemede önemli bir faktördür. Sadece estetikliği düşünerek değil, daha çok iş güvenliğine katkısına önem vererek renk kullanılmalıdır. Renk seçiminde; renklerin ışığı yansıtma düzeyine (parlama) ve renklerin psikolojik etkilerine dikkat edilmelidir. Özellikle,

işletmede, *parlak ve cilalı yüzeyler yerine matlaştırılmış açık renkli yüzeyler tercih edilmelidir.*

Çizelge 3.2.1 İş tanımlarına göre aydınlatma değer sınırları

| Görev | Aydınlatma (lüks) | İş Tanımı |
|----------------------|--------------------------|---|
| Çok kaba işler | 20-100 | Koridorlarda hareket etme, kazan dairesinde veya ambarda çalışma |
| Kaba işler | 150 | Ara sıra yapılan tezgah ve makine işleri, stok sayımı |
| Oldukça hassas işler | 300 | Orta derece hassas tezgah ve makine işleri, okuma, kayıt, dosyalama |
| Hassas işler | 700 | Hassas makine ve tezgah işleri, hassas boyama v.s. |
| Çok hassas işler | 1500 | Hassas mekanizmaların montajı, hassas taşlama |
| Olağandışı zor işler | 3000+ | Saat tamiri |

İklim: İş yeri açısından iklim, işin yapıldığı ortamda şu dört faktörün sahip olduğu değerlerden oluşan çevre şartları anlamına gelir: (Babalık, 2005)

-*Havanın sıcaklığı:* İnsan vücudunda, deri sıcaklığı uzun süre 35°C yi aşamayacağına göre, bu sıcaklık insanın taşınımıyla dışarıya ısı verebileceği en yüksek sıcaklıktır. Taşınımıyla dışarıya verilen ısının yeterli düzeyde olması için hava sıcaklığının 22°C veya daha düşük olması gerekir.

-*Havanın nemi:* Özellikle yüksek sıcaklıklarda terleme ve terin buharlaşması ile dışarıya ısı verme önemli rol oynar. Havanın nem oranı ne kadar az ise, terin buharlaşması da o kadar kolay olur. Bu nedenle izafi nem oranı düşük iken yüksek sıcaklıklarda daha az rahatsız olunur.

-*Havanın hızı:* Yüksek sıcaklıklarda, havada fazla bir hareket yoksa, insanın bedeni etrafında nem oranı ve sıcaklığı yüksek, özel bir atmosfer tabakası oluşur, bu tabaka da vücudun dışarıya ısı vermesini engeller. İzafi nemin %35 olduğu bir ortamda rüzgarsız 25°C; 2,5 m/s rüzgar hızında 28,5°C ile eşdeğer sıcaklık hissini uyandırır. Kabaca bürolarda rüzgar hızının 0,2m/s, fabrika atölyelerinde 0,5m/s'yi geçmemesi istenir.

-*Isıl radyasyon:* İki cisimden sıcaklığı daha yüksek olanın diğerine ısı radyasyonu ile ısı enerjisi verdiğine göre, iş görenin etrafında kendisinden daha

sıcak yüzeyler varsa bunlardan ısı alacaktır. Bu ısı da iş görenin ısı dengesini bedensel faaliyetler dolayısıyla vücudunun ürettiği ısı gibi etkileyecektir.

Gürültü: İşyerindeki çevre koşulları içinde gürültü, işgörenin iş yükünü etkileyen en önemli faktördür. Dünyamızdaki teknolojik gelişme, yaşamımızın pek çok alanında, özellikle de işyerlerinde üretim ve hatta yönetim birimlerinde gürültünün artmasını beraberinde getirmiştir. Bu gerçek işgörenlerde rahatsız olmaktan başlayıp, işin zorlaşmasına hatta sağlık yönünden kalıcı kayıplara kadar artan olumsuz etkiler oluşturmuştur. Gürültünün çalışanlar üzerindeki etkilerini şöyle sıralayabiliriz: (*Babalık, 2005*)

1. Çalışanlar gürültüden hoşlanmazlar rahatsız olurlar.
2. Gürültü işitme kayıplarına neden olur, iç kulakta fizyolojik hasarlar oluşur.

3. İş verimliliği üzerinde olumsuz etki yapar.
4. Psikomotor bozulmalar (uyku düzensizliği, bilinç dışı yan etkiler)
5. Psikolojik etkiler (can sıkıntısı, dalgınlık)

Gürültünün çalışanların iş verimliliği üzerindeki etkisi de şunlardır:

1. İnsan hatalarına bağlı gecikmeler
2. Aşırı malzeme kayıpları
3. Belli uyarılara geç reaksiyon
4. Makine hatalarını fark etmekte yavaşlık
5. İş kazaları olasılığında artış

Gürültünün zararlı etkisinden kişileri korumak için öncelikle gürültüyü kaynağından kesmek gerekir. Bunun için;

1. Makinelere susturucu takılmalı
2. Gürültüye neden olan parçaların yenilenmeli
3. Bakım ve yağlama hizmetlerinin düzenli yapılmalı
4. Özel ses emici döşeme kullanılmalı
5. Gürültü yapan parçaların ses kesiciler ile örtülmeli.

Bunlara rağmen gürültü zararlı düzeyde kalırsa; makineler özel bölmeler konulmalı, bina içinde döşeme ve duvarlar ses emici malzemeyle örtülmeli, ses emici ara bölmeler, delikli karo, ses emici levhalar kullanılmalıdır.

İş Güvenliği Yönergelerine göre 8 saatlik çalışma süresince maksimum müsaade edilebilir gürültü düzeyi 80dB'dir. Bunun üzerinde çalışanlar kişisel koruyucu malzemeler kullanmalıdır. Eğer 90dB üzerinde gürültüde çalışılıyorsa, koruyucu malzeme kullanılmalı, gürültü bölgeleri işaretlenmeli ve çalışanlar düzenli tıbbi kontrolden geçirilmelidir. Eğer 120dB üzerinde gürültülü ortamda çalışılıyorsa, kafatasını ses titreşimlerinden korumak için özel bir baret kullanılmalıdır. 130dB üzerinde çalışılıyorsa, iç organları da korumak için özel elbise giyilmelidir.

Mekanik Titreşimler: Bir katı cismin parçacıklarının statik denge konumu etrafında düzenli veya düzensiz yaptığı harekettir. Gürültüden korunmada olduğu gibi titreşimden korunmada da en iyi önlem uygun ve doğru konstrüksiyon, iş yöntemlerinin birbirlerine uyumu ve gerekiyorsa modifikasyonu, kullanılacak el aletlerinin doğru seçimi ile titreşim emisyonunu daha kaynakta engellemek veya en azından sınırlamaktır.

Ergonomi açısından titreşimin bedene etkidiği iki nokta söz konusudur. Bunlar: ayak veya genellikle taşıtlarda oturma düzlemi ve ellerdir. Birinci halde tüm beden titreşimi, ikinci halde el-kol titreşimi söz konusudur. Bu noktalar kadar titreşimin yönü de önemlidir. Düşey yön (ayak-baş yönü) ve el-kol yönü en sık karşılaşılan yönlerdir. (*Babalık, 2005*)

3.3.Ergonomik İş ve İşyeri Düzenlemesi

İşyeri düzenlenirken dikkat edilmesi gereken pek çok husus vardır, bunlar işyerinin cinsine göre farklılık gösterir. Örnek olarak bir takım tezgahını ele alırsak, hem tezgahın kendisinde, hem de yerleştirildiği alanda dikkat edilmesi gereken noktalar şu şekilde sıralanabilir: (*Babalık, 2005*)

- Kumanda elemanlarının şekli ve yeri, hatasız, kolay kullanabilme
- Gösterge elemanlarının şekli ve yeri, doğru, hızlı okuyabilme
- İş parçasını tezgaha bağlamak ve çıkarmak için gerekli hareketler, elle yapılış şekli, yeri, uygulanacak kuvvetler ve momentler
- Takımı bağlamak ve sökmek için gerekli hareketler, şekli, yeri, uygulanacak kuvvet ve momentler
- Parçaların konacağı kapların yeri

-Takımların konacağı tablanın yeri

-Oturmak için tabure veya ayakta dururken yük azaltmak için dayanacak destek

-İş görenin rahat hareket edebilmesi için boş alan

-Taban döşemesi, üzerine çıkabilecek bir ahşap ızgara

Bu maddeler daha da arttırılabilir. Her gün farklı kişilerin çalıştığı veya günde birden fazla vardiyanın uygulandığı işyerleri için, işçinin önem verdiği kişisel eşyalarını koyacağı özel bir çekmece gözü bile bu sıralamaya eklenebilir.

Bir genelleme yapmak gerekirse, işyeri düzenlenirken önce şu üç soruya cevap verilmelidir:

-işyerini oluşturan önemli elemanlar nelerdir?

-her bir eleman için beklentiler nelerdir?

-beklentileri gerçekleştirmek için düzenlemede neler yapılmalıdır?

Ergonomik kurallara uygun işyeri düzenlemesi yapılırken işbilimin alt alanları olan antropometri, fizyoloji, psikoloji, bilgi iletişim, organizasyon, iş güvenliği özellikle dikkate alınmalıdır. Sistematik bir soru dizisiyle, işin analizi yapılarak, işyeri düzenlemesinde dikkate alınması gereken noktalar belirlenir. Böyle bir örnek aşağıda verilmiştir: (*Babalık, 2005*)

1.İşyerinde ne yapılacaktır? İş ağırlıklı olarak bedensel bir iş mi, yoksa zihinsel bir iş midir? İş sürecinde hangi iş araçlarına gereksinim vardır?

2.Hangi düzeyde kuvvet uygulanacaktır? Uygulanacak kuvvet işte beden konumunu belirler.

3.Kimler çalışacak? Sadece kadınlar veya sadece erkekler mi, yoksa hem kadınlar, hem erkekler mi çalışacak?

4.Çalışırken beden konumu nasıldır? İş prosesi oturmayı mı, ayakta durmayı mı gerektiriyor? Yoksa hem oturarak, hem de ayakta durarak çalışmak mümkün mü? İdeal çözüm işin oturarak yapılacak şekilde düzenlenmesi ama ayağa kalkıldığında da çalışmanın mümkün olmasıdır. Eğer iş esnasında büyük kuvvetler uygulama ve sık kapsamlı hareket etme zorluğu varsa o zaman ayakta çalışma şekli tercih edilmelidir. Hareketlerde yüksek hassasiyetin istendiği durumlarda ise oturarak çalışmak daha doğrudur. Sadece oturma veya ayakta durma hallerinin dışında eğilerek, diz çökerek, hatta yatarak çalışma

durumları da olabilir. Sürekli bu konumlarda çalışmayı gerektiren iş düzenlemesinde kaçınılmalıdır. Yatarak çalışma zorunluluğu varsa, üzerine yatılacak tekerlekli bir araba ve uygun yumuşaklıkta bir baş desteği öngörülmelidir. Baş üstü çalışma da tercih edilmemesi gereken bir durumdur. Otomobil montaj hatlarında artık eskisi gibi baş üstü çalışarak otomobilin alt birimlerinin montajı yapılmamakta, otomobil eksenini etrafında döndürülerek işçinin kolay çalışmasına olanak sağlanmaktadır.

5.İş alanının yüksekliği? Elin ve parmakların işi yaparken hareket ettirileceği düzlemler, taban arasındaki mesafe ne kadardır? İşçi kamburlaşmadan, rahat bir konumda oturabilecek veya ayakta durabilecek midir?

6.Bakış istikameti, bakış mesafesi, başın konumu nedir? Bakış istikameti iş düzlemine dik veya dike yakın olabiliyor mu? Mesafe göreve uygun hassasiyette görmeye uygun mu?

7.Kolun ve bacakların konumu nedir? Yapılan iş hassas bir iş ise, örneğin çok küçük parçaların montajı veya konum ayarı ise kolu dirsekten bir desteğe dayama olanağı var mıdır? Ayaklarla bir kumanda elemanına kuvvet uygulanacak mıdır? Beden dik dururken kolda dirsek açısı 90° civarında olursa kol rahat eder. Alt kollar yatay konumdaysalar hareketlerini daha kolay gerçekleştirirler. Eller ise önde, yatay düzlemde hareketli, el içleri yatay düzlemlerle $30-45^{\circ}$ açılı olmalı. Otururken üst bacak yatay, diz açısı ise geniş açı olmalıdır. Ayaklar bir kumanda elemanına kuvvet uygularken, ayak-bacak arası dik açı olacak şekilde işyeri düzenlenmelidir.

8.İç ve dış boyutların sınırı ne kadar? Bir masanın alt kısmı, iç boyutlarla belirlenir, iç boyutlar o işte çalışacak en büyük kişilere göre belirlenir. Masanın üzerine yerleştirilmiş parçaların işçiye mesafesi ise dış boyutlardır, en küçük işçi dikkate alınarak belirlenmelidir. İşyeri düzenlenirken genelde önce dar alan, sonra çevresi göz önüne alınır.

9.İş prosesi gereği alınması gereken özel güvenlik önlemleri var mıdır? Yapılacak işin cinsine göre iş ve işçi güvenliği için çeşitli güvenlik önlemleri vardır.

Bu sorulara verilen cevaplarla yapılacak iş büyük ölçüde aydınlanmış olur.

3.3.1.İşyeri Elemanlarının Düzeni ve Boyutları

İşyerinde el ile hareket ettirilecek, döndürülecek elemanlar, kontrol ve kumanda elemanları, parça kutuları, göstergeler,vb yerleştirilir ve boyutlandırılırken ellerin, ayakların ulaşabileceği hacim, optimum çalışma yüksekliği, görüş alanı ve vücudun eğilerek, belden dönerek erişebileceği alan dikkate alınmalıdır. (*Babalık, 2005*)

Antropometri araştırmalarından işyerinde çalışacak kesimin vücut ölçüleri bilinmektedir veya benzer kesimin boyutlarına bakarak yaklaşık tahmin edilebilir. Antropometriden bilinen bu değerler, işyerinde uygulanırken bazı ufak düzeltmelere tabi tutulurlar:

-Boy, göz ve omuz yükseklikleri %3 küçültülür, zira bu ölçümler “ hazır ol” konumunda alınmıştır, halbuki iş yaparken insan kendini daha rahat konumda tutar, biraz kendini salıverir.

-Çalışırken dirseğin kaldırılması gerekiyorsa, dirsek yüksekliği %5 civarında büyütülmelidir.

-Topuklu ayakkabı giyiliyorsa, oturma yüksekliği, diz yüksekliği de biraz daha büyük olarak düşünülmalıdır.

-Elle ulaşılan mesafeler %30 azaltılırsa, bu bölgeye rahat ulaşılır. Mesafeler %20 arttırıldığında ise omuzu da hareket ettirerek erişilebilecek sınır alan elde edilmiş olur.

-Genişlik ve derinlik ölçülerinin de yaz elbiseleri için 2-15mm, kışlık elbise giyildiğinde de 12-75mm daha büyüyeceği unutulmamalıdır.

3.3.2.Boyutlara İlişkin Düzenleme Önerileri

Mümkün olduğu kadar işyerinin boyutları kişiye özgü boyutlara uyum sağlayacak şekilde ayarlanabilmelidir. Kişiye göre ayarlanması mümkün olmayan, sabit boyutlarda dış boyutlar ve iç boyutlar için dikkat edilmesi gereken hususların önemlileri şunlardır: (*Babalık, 2005*)

Dış boyutlarda: Kontrol ve kumanda elemanlarının yerleştirileceği en büyük yükseklik, en büyük uzaklık, görmeyi sınırlayan en yüksek engel, en büyük oturma yüksekliği.

İç boyutlarda: En alçak kapı, geçit yüksekliği, en alçak tavan yüksekliği, kontrol ve kumanda elemanlarının en alçak yüksekliği, en dar oturma genişliği, ayak serbest hareketi için en küçük hacim.

3.3.3.Aksiyon Hacmi

Bedensel ağırlıklı işlerde el veya ayak, bazen de ikisi birden kullanılır. Boyutlarına, eklemlerinin serbestlik derecelerine göre el ve ayağın ulaşabileceği bölgeler sınırlıdır. Bu sınırlara işyeri düzenlemesinde dikkat etmek gerekir. (*Babalık, 2005*)

3.3.3.1.Ellerin Aksiyon Hacmi:

Ellerin aksiyon hacmi, (buna tutma hacmi, bazen de etki hacmi de denir) iş görenin işi yaparken, beden konumunu değiştirmeden eli ile ulaşır, var olan kumanda aletlerini, iş gereçlerini tutup gerekli hareketi yaptırabileceği hacimdir. Etki hacmi kolun omuz eklemi, dirsek ve el hareketlerinin de katkısıyla, omuz eklemi etrafında yaptığı salınım hareketleri ortaya çıkar, kişinin boyuna bağlı bir hacimdir. Aksiyon hacminin sınırlarını aşağıdaki faktörler belirler:

- Vücudun konumu
- Eklemlerin hareketi
- Hareketin ve uygulanan kuvvetin yönü
- Kullanılan alet
- Denge konumunu muhafaza etme zorunluluğu
- Kasın fazla gergin halinde hareketin sınırlı olması

Tutuş bölgesini ergonomi bilgilerimizle uyumlu belirleyebilmek için şu hususlar da dikkate alınmalıdır:

-Kolun dirsek üstü bölgesinin aşağı sarkık veya dirseğin bir dayanakla desteklenmesi halinde, dirsek altı bölgenin hareketinin yörüngesinin, ister bedene yaklaşılsın ister uzaklaşılsın bir yay şeklinde olması en doğrusudur.

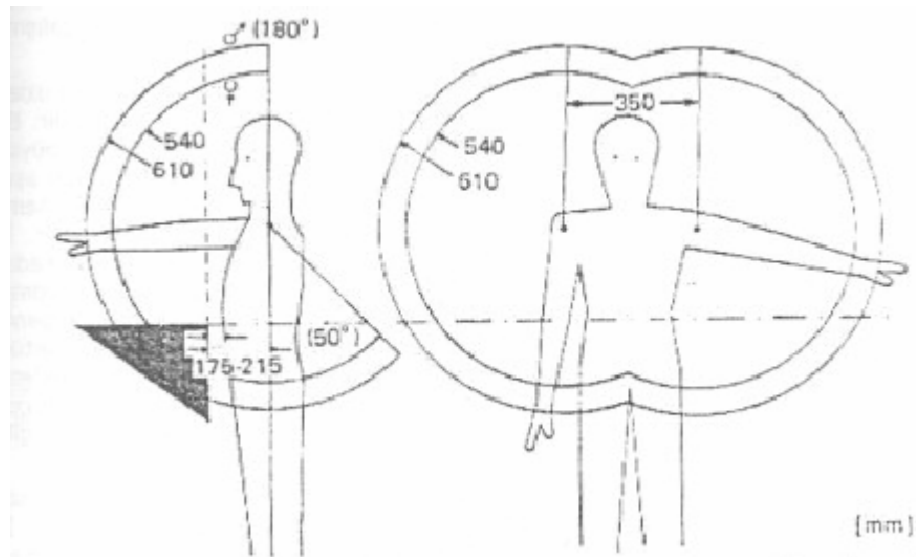
-Tüm kol hareket ettiriliyorsa, dirsek üstü bölge, soldan sağa veya tersine hareket ettirilmelidir.

-Hareket ettirilecek nesne bedenimizden uzaklaştıkça, hareket hassasiyeti de o kadar azalır.

-Uygulanabilecek kuvvet, kolun pozisyonuna ve kuvvetin yönüne bağlıdır.

-Elin tutma bölgesinin sınırlarında veya sınıra yakın bölgelerinde uzun süre kalması, işin statik iş oranını arttırır, yorucu olur, dolayısıyla kaçınılmalıdır.

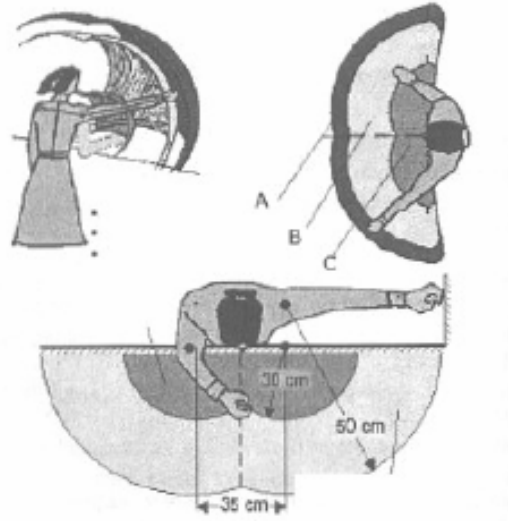
-Ellerin iş bölgesi ayakta durma konumunda oturma konumuna göre daha büyükse de, ikisi arasında bir ayırım yapılmaz. Aksiyon bölgesi işte çalışacak grubun %5'lik dilimine göre boyutlandırılır. Hem erkek hem de kadın işçinin çalışması olası işyerlerinde %5'lik kadın dilimi esas alınmalıdır, Şekil 3.3.1. Parmakların ileri doğru bası hareketi için etki hacmi biraz daha büyüktür. Tüm gövdeyi hareket ettirerek, etki hacmi biraz daha büyütülebilir ama bu konumlar hem yorucu, hem de rahatsız edicidir.



Şekil 3.3.1 %5'lik dilimdeki erkeklerde ve bayanlarda ellerin aksiyon hacmi

Kaynak: F.C.Babalık, Mühendisler için Ergonomi İşbilim, 2005,s.303

Aksiyon bölgesi, dik oturan kişinin iki kolunun hareket yörüngesi ile sınırlıdır. Anatomik maksimum, fizyolojik maksimum ve küçük aksiyon bölgesi olarak üç farklı aksiyon bölgesi tanımlanır, Şekil 3.3.2



Şekil 3.3.2 Anatomik (A), fizyolojik (B) ve optimum (C) aksiyon bölgeleri, resimdeki değerler “küçük kadın” için yaklaşık değerlerdir

Kaynak: F.C.Babalık, Mühendisler için Ergonomi İşbilim, 2005,s.304

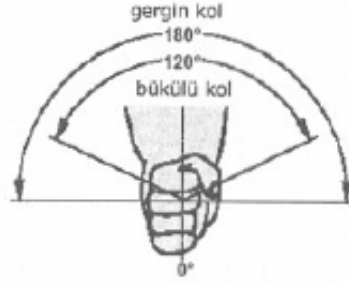
Anatomik maksimum tutma bölgesi: Dik oturan, vücudu hareket etmeyen kişinin, omuz eklemlerini de hareket ettirerek tam açık koluyla ulaşabildiği bölge. Sürekli tekrarlayan işlerde tüm kol-el ve parmaklar gergin biçimde açık olarak hareketi sık sık yapmak kasları çabuk yorduğu, hareket kabiliyetinin sınırlarında eklemlerin dirençlerinin progresif bir şekilde arttığı ve yaşlandıkça kolun dirsekte tam 180° açılmasının zorlaştığı dikkate alınırsa anatomik maksimum tutma bölgesini çalışma bölgesi olarak seçmenin doğru olmayacağı anlaşılır.

Fizyolojik maksimum aksiyon bölgesi: Fizyolojik maksimum tutma bölgesi omuzları hareket ettirmeden ve kolu tam gergin biçimde açmadan ulaşılabilen hacimdir. Bu şekilde tanımlanan fizyolojik maksimum tutma hacmi, çok geniş bir bölgeye büyük kuvvetler uygulayabilmek üzere ayakta çalışırken geçerli olan hacimdir. Kolun aşırı yorulmaması için malzeme kutuları, takım, iş parçası, kumanda elemanı gibi önemli tüm iş elemanları fizyolojik maksimum tutma bölgesi içine yerleştirilmelidir. İş tekniği ve antropometri açısından insanın sahip olduğu potansiyeli sonuna kadar zorlamamak gerekir, bu nedenle “fizyolojik maksimum tutma bölgesi”ni, “anatomik maksimum ulaşım bölgesi”nden farklı ve daha küçük seçmek gerekir. Bu bölgenin yarıçapı anatomik maksimum aksiyon bölgesi yarıçaplarından %10 daha küçüktür. Bu bölge içinde oldukça, açılmış bir kol konumunda kol-omuz arası küresel eklemi de kullanarak, eli eksenel yönde

180° ye yakın döndürebilmek mümkündür. Pek çok iş için gerekli olan elin hareketlilik ve esneklik özelliği, bu bölgede kolayca kullanılabilir.

Küçük aksiyon bölgesi (optimum tutma bölgesi): Dik oturan, kolunun dirsek üstü bölgesi rahat, sarkık durumunda olan kişinin alt kol bölgesiyle ulaşabildiği bölge. İş esnasında sık tekrarlanan tutma hareketleri yapılacaksa, bu bölge içinde yapılması sağlanmalıdır.

Kol dirsekten kıvrıldığında ulaşılabilen bölge daha ziyade dirsekle el arası mesafeye bağlıdır. Bu pozisyonda tutma bölgesi haliyle küçülmüştür. Çok hassas, özel beceri isteyen, hızlı ve hatasız hareketlerin gerçekleştirilebildiği bölge bu bölgedir. Fizyolojik maksimum aksiyon bölgesinde el aksenal yönde 180° döndürülebilirken, küçük tutma bölgesinde, (kol dirsekten bükülü halde) elin dönme açısı ancak 120° kadardır, Şekil 3.3.3.



Şekil 3.3.3 Gergin kolun aksenal dönme açısı (180°) ve bükülü kolun aksenal dönme açısı (120°)

Kaynak: F.C.Babalık, Mühendisler için Ergonomi İşbilim, 2005,s.305

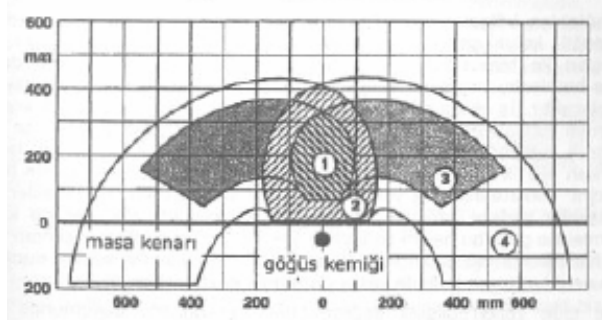
Dirsekten kıvrılmış kol büyük kuvvetler uygulayamaz. Bu nedenle el-kol sisteminin eksen etrafında rahatça ve geniş bir açıda dönmesi; işi yapabilmek için fazla kuvvet uygulanması isteniyorsa, o zaman elle tutma işlerini fizyolojik maksimum tutma hacmine göre düzenlemek daha doğrudur. Kolun dirsekten bükülü olduğu hallerde, sandalyede veya masada kolları yaslayacak bir kolluk yok ise, dirsekten aşağı bölümün ağırlığı statik bir konum işi olarak işgörene fazladan enerji sarf ettirecektir.

Yatay düzlemde, örneğin iş masası üzerinde tutma bölgeleri için de dört farklı bölge tanımlanır (Şekil 3.3.4):

1. Bölge: İş merkezi. İki el birbirine çok yakın, bakış alanı içinde çalışır. Özellikle hassas cihazların montaj yeri.

2. Bölge: Genişletilmiş iş merkezi. İki el yine bakış alanı içinde çalışır ve bu bölgenin her noktasına ulaşır.

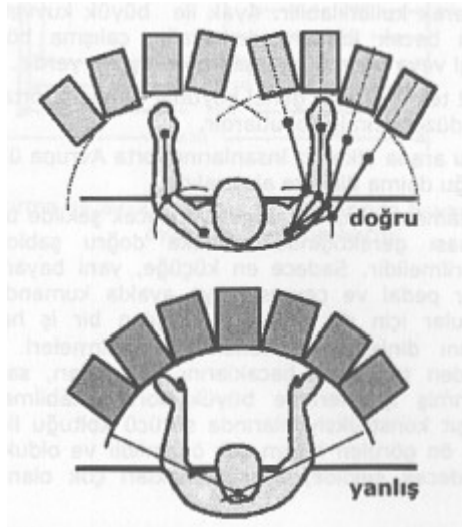
3. Bölge: Genişletilmiş bölge. Malzeme kutusu vb.nin yerleştirilebileceği en uç noktaları içeren bölge.



Şekil 3.3.4 İş masası üzerindeki tutma bölgeleri (BABALIK, 2005)

Kaynak: F.C.Babalık, Mühendisler için Ergonomi İşbilim, 2005,s.305

Tutma hacminin yatay düzlemdeki kesitleri merkezi omuz eklemini ya da dirsek eklemini olan iki yaydan oluşur, hiçbir zaman hayali bir ortalama merkezden çizilen tek yay olarak düşünülemez (Şekil 3.3.5)



Şekil 3.3.5 Montaj masalarında küçük kutuların iki yay şeklinde doğru yerleştirilmesi ve tek yay şeklindeki yanlış yerleştirme

Kaynak: F.C.Babalık, Mühendisler için Ergonomi İşbilim, 2005,s.309

Örnek olarak küçük makinelerin veya makine parçalarının montaj işinde parçaların konulduğu küçük kaplar montaj masası üzerinde bir yay üzerine sıralanırsa, hem tam ortaya gelen kaba ulaşmak için işçi eğilmek zorunda

kalacak, hem de yana konan kutulara ulaşmak istediğinde elin unlar abduksiyonu gerekecektir.

Öneriler, Örnekler:

1. Ellerin aksiyon hacmi olarak, sarkık kol konumunda dirsekten 100mm yukarıdaki yatay düzlem tercih edilmelidir. Daha yüksek düzlemlerde etki yüzeyi küçülür. Özellikle sürekli yapılan işlerde çalışma düzlemi, yukarıda önerilen düzlemden yüksekteyse kolların konumu rahatsız edici olacağından mümkün olduğunca kaçınılmalıdır. Önerilen düzlemin daha altındaki düzlemlerde ise, sadece oturarak çalışan kişiler, ellerini yandan iş masasına getirerek çalışabilirler ki, bu da rahatsız edicidir.

2. Döner veya hareketli sandalye kullanarak, oturarak çalışmalarda ellerin etki hacmi büyütülebilir.

3. Çalışmada dirsek masaya veya sandalye kollarına dayanıyorsa etki alanı küçülür.

4. İş masasının işçiye dönük kenarı vücuttan en az 50mm önde olmalıdır. Bu şekilde, gerektiğinde vücudu belden döndürmek ve etki hacmini büyütme mümkün olur.

5. Elle hareket ettirilecek, önemli ve sık kullanılacak buton, şalter, kol, vana başı gibi manipülasyon noktaları, üst kol sarkık konumdayken, alt kolun dirsekten hareket ederek belirlediği etki alanına yerleştirilmelidir.

6. Elin manipülasyon noktalarına ulaşması için yapacağı hareketlerin doğal hareketler olmasına dikkat edilmelidir. Örneğin bir civatanın sıkılması veya vana başlığının açılması gibi hallerde, alt kol yatay konumdayken elin alt kolun eksenine etrafında dönmesi en uygun harekettir.

7. İki elle birlikte yapılan hareketlerde, örneğin büyük parçaların montajında, hem sol hem de sağ elin ortak etki alanı seçilmelidir. Bir otomobil direksiyonu gibi daima iki elle birlikte kumanda edilen kumanda elemanları da hep merkeze yerleştirilmelidir.

8. Bir montaj masasındaki alet, takım, iş parçalarına en kısa yoldan ulaşılabilir, hepsi de aynı yüksekliğe yerleştirilmelidir.

9. Makinelerdeki manipülasyon noktaları da kolay ulaşılabilecek yerlere yerleştirilmeli ve uygulanacak kuvvet ne kadar büyükse, işçi gövdesine o kadar yakına yerleştirilmelidir. Buna olanak olmadığı zaman, uzaktaki bir noktaya da büyük kuvvet uygulayabilmek için, gövdenin veya kolların dayanabileceği destek elemanları öngörülmelidir. Bu destek elemanları, başka elemanların görülmesini engelleyecek biçimde olmamalıdır.

10. Çok sayıda kontrol, kumanda elemanının bulunduğu iş konsolları; otobüs-uçak kaptan kumanda alanları çalışanın sadece önüne değil, belirli ölçüde yan taraflarına da yerleştirilebilir. Arka arkaya kumanda edilecek iki eleman, birinden diğerine hareket sadece alt kolun yatayda salınım hareketi olacak şekilde konsol üzerinde konumlandırılmalıdır.

11. Zorunlu hallerde baş üstü konumlara da gösterge veya az kullanılan kumanda elemanları konulabilir.

3.3.3.2.Ayakların Aksiyon Hacmi

Ayak aksiyon hacmi, ayak ile hareket ettirilecek kumanda elemanlarına kolay ulaşılabilecek ve kuvvet uygulanabilecek hacimdir. Kişinin ayakta durması veya oturması halinde bu hacimler birbirinden farklıdır. Ayakların etki hacmi de boyla ilişkili olup, üst bacağın bel eklemi etrafındaki ve alt bacağın diz eklemi etrafındaki salınım hareketleri ayakların etki hacminin sınırlarını belirler. İşyerinin kadın, erkek veya hem kadın hem erkek işçiler tarafından kullanılacağına göre, sınırların belirlenmesinde o grubun %5'lik dilimi esas alınır. Her kesimin kullanacağı yerlerde bayanların %5'lik dilimine göre boyutlar seçilir.

Pedallara ulaşım ulaşmama, kuvvet uygulayabilecek şekilde ulaşma gibi sorunların özel dikkate alınması gerektiğinde mutlaka doğru şablonlar veya modeller kullanarak karar verilmelidir. Sadece en küçüğe, yani bayanların %5'lik dilimine göre hazırlanmış bir pedal ve çevresi veya ayakla kumanda edilecek şalter ve çevresi uzun boylular için de kolaylıkla ulaşılabilecek bir iş hacmidir; ancak uzun boyluların bacaklarını dinlendirme konumuna getirmeleri veya büyük kuvvet uygulamak için dizden tam açıp bacaklarını uzatmaları, sadece kısa boylular düşünülüp düzenlenmiş işyerlerinde büyük sorun olabilmektedir.

Özellikle bu nedenden dolayı taşıt konstrüksiyonlarında sürücü koltuğu ile pedallar arasındaki uzaklık, ayaklar için öngörülen hacim çok önemlidir ve oldukça geniş bir kullanıcı grubunu tatmin edecek şekilde, ayar olanakları çok olan sürücü sandalyeleri geliştirilmektedir.

Öneriler, Örnekler:

1. Bir masada veya bir tezgah önünde normal oturma konumunda ayakla hareket ettirilecek kumanda pedalları etki hacminin alt kısmına ve diz hizasından 100-200mm öteye konulmalıdır.

2. Ayakta çalışmada sadece bir ayak için kumanda pedalı konmalıdır. Pedalın yeri, şekli, eğimi, pedal hareket ettirilirken topuk yerden kalkmayacak şekilde olmalıdır. Kuvvetin ayak ucuyla uygulandığı pedallarda, hareketli ayağın topuk noktası, sabit ayağın topuk noktasından yaklaşık 140mm önde olmalıdır.

3. Taşıt pedallarında, hafif arkaya yaslanarak oturma konumunda, büyük kuvvetler uygulanırken, sırttan destek alarak, üst bacak yataydan yukarıya eğimli hareket edebilir.

4. Tüm ayakla kuvvet uygulanan kumanda elemanlarında, pedallarda, kumanda elemanı en son konumunda da etki hacmi içinde kalmalıdır, aksi takdirde etki hacmi sınırından sonra kuvvet uygulamak mümkün olmaz.

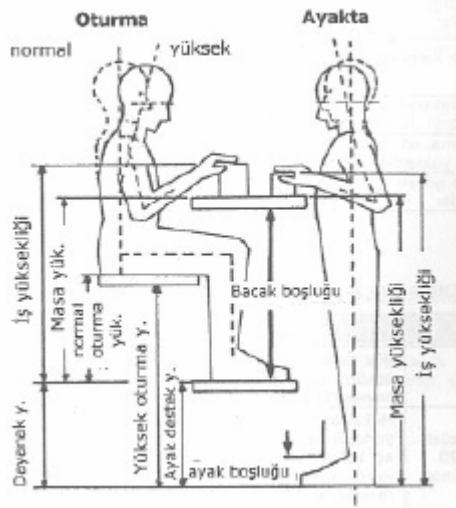
5. Oturarak ya da ayakta ayakla kumanda edilecek elemanlar öyle yerleştirilmelidir ki, bacak hafif öne uzatılabilir ve kumanda hareketleri esnasında ayağın bacağa göre konum açısı, hareketin en uzun zaman diliminde, 90° olsun.

6. Otomobillerin fren pedalları gibi, büyük kuvvetlerin uygulanması gereken elemanlara kuvvet en iyi oturma pozisyonunda, alt bacak dikeyle 60-70° açı yaparken uygulanır. Bu pedallar oturma düzeyinde 100-300mm aşağıya yerleştirilir; diz açısı 160° civarında olmalıdır.

3.3.4.İş Yüksekliği

İş yüksekliği olarak el ile yapılan işlerin yüksekliği tanımlanır, Şekil 3.3.6. İş yüksekliği hem performansı hem de zorlanmayı doğrudan etkilediği gibi, iş esnasındaki beden konumunu da belirler. Bunun tersi beden konumu da,

oturma veya ayakta durma, iş yüksekliği için belirleyicidir. Elle yapılan işlerde uygulanacak kuvvetin büyüklüğü, iş esnasında üzerinde çalışılan parçaların büyüklüğü, küçüklüğü, dolayısıyla görüş mesafesi gibi faktörler de iş yüksekliğinin seçiminde rol oynarlar. Çok küçük parçalar üzerinde çalışılacaksa, parçanın detayını iyi görebilmek için, parçaya çok yaklaşmak kambur oturmayı gerektirir, bu hem rahatsız edici, hem de zaman içinde zarar vericidir; böyle durumda parçayı elle tutup göze yaklaştırmak daha doğrudur. Bu sefer de kolları yüksekte tutmak gerekir, koldaki yorulmayı küçük tutmak için işçiye kola dirsekten destek verecek koltuk biçimi sandalye veya ayakta çalışılıyorsa yüksek bir masa sağlanmalıdır. (Babalık, 2005)



Şekil 3.3.6 Oturma, yüksekte oturma ve ayakta durma konumlarında iş masasının yüksekliği

Kaynak: F.C.Babalık, Mühendisler için Ergonomi İşbilim, 2005,s.313

Ayakta veya oturarak çalışma hallerinde işe göre hangi iş yüksekliklerinin seçilmesi gerektiği Çizelge 3.3.1, 3.3.2 ve Şekil 3.3.7 ve 3.3.8'de verilmiştir.

Çizelge 3.3.1 Ayakta çalışmada iş yükseklikleri

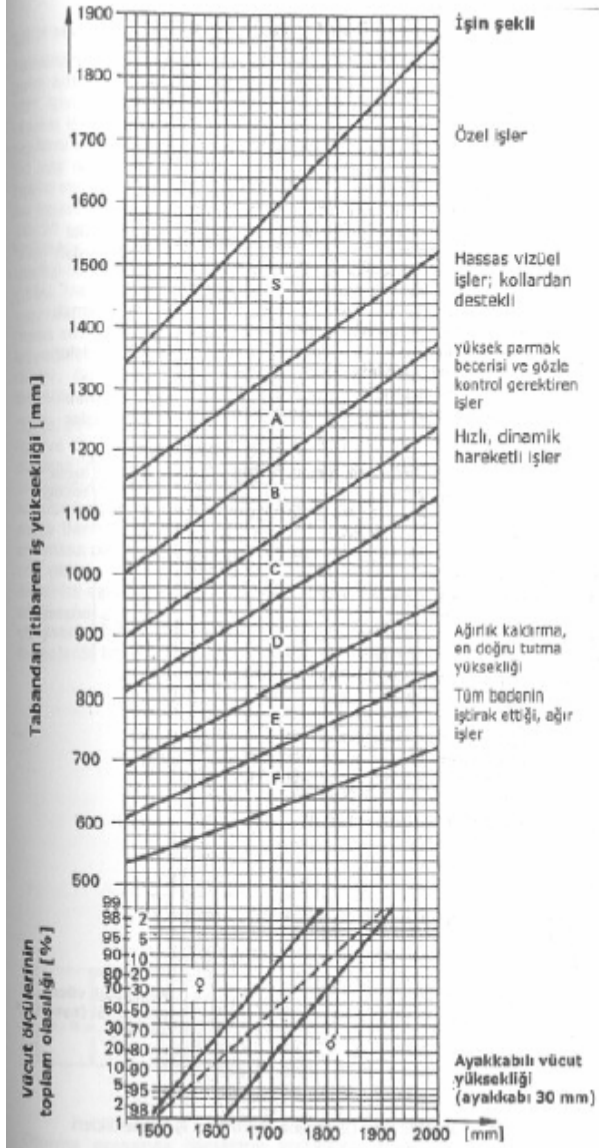
| İşin şekli | Örnekler,özel koşullar | İş yükseklik bölgesi |
|--|--|----------------------|
| Özel işler | Duvara çivi çakma/ duvarda yazı okuma/ duvara şekil çizme, görme mesafesi 40cm, bakış açısı 15° / görme mesafesi 20cm, açı 45° / küçük havya ile yatay yönde lehim / duvar boyama | S |
| Hassas vizüel işler; kollar destekli, gözle kontrol gerektiren ince işler | Yatay yönde, tornavida ile küçük civata montajı / görme mesafesi 20cm, açı 75° / görme mesafesi 40cm, açı 45° | A |
| Kalp seviyesinde, yüksek parmak becerisi ve gözle kontrol gerektiren işler | Dikey yönde, tornavida ile küçük civata montajı / yatay masada cımbız ile çalışma/ 15° eğimli masada yazı yazma/ dikey yönde hafif havya ile ince lehim işleri/ boya tabancasıyla yatay tabla boyama | B |
| Hızlı, dinamik hareketli işler | Kağıt kaplama/ küçük fişlerin tasnifi/ orta ağırlıkta parçaların taşınması/ yatay masada şekil çizme | C |
| Kuvvet uygulayarak hareket | Çiviye elle tutup yatay düzlemde çakma/ elle planya/ yatay düzeye tutkal sürme | D |
| Ağırlık kaldırma, en doğru tutma yüksekliği | Sırtı eğmeden, aşağıya salınmış ellerle yükü tutup kaldırma | E |
| Tüm beden katıldığı, ağır işler | Ağır yük kaldırma, eğik konumda ağır işlerde çalışma | F |

Kaynak: F.C.Babalık, Mühendisler için Ergonomi İşbilim, 2005,s.314

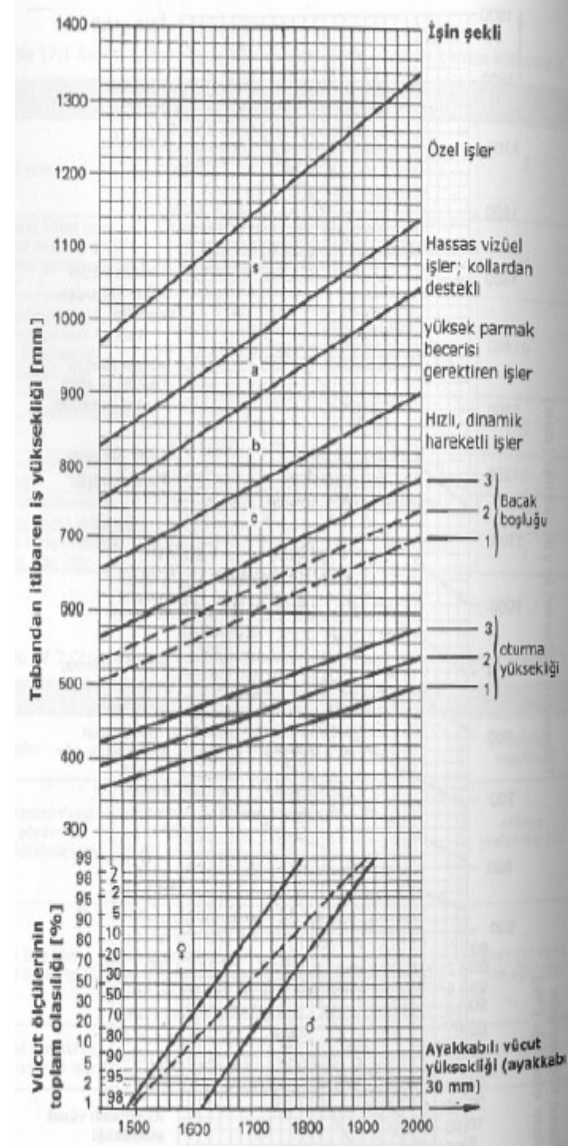
Çizelge 3.3.2 Oturarak çalışmada iş yükseklikleri

| İşin şekli | Örnekler,özel koşullar | Yükseklik | Oturma şekli |
|--|--|-----------|-----------------------------|
| Özel işler | Göz mesafesinde, matkap kolunu aşağıya bastırma, hafif kendini salmış | s | Ayakta uzatılmış |
| Çok hassas vizüel işler, gözden 20cm mesafede ince işler | Mekanik prese elle küçük parçaları yerleştirme, bakış mesafesi 40cm, açı 15° / gözde saatçi büyüteci ile küçük parça montajı, 20cm mesafe, açı 45° / dikey duvara ölçü bölümlerini çizme | a | Arkaya yaslanmış (1) |
| Genel ince işler, vizüel beceri işleri | Matkapla delme, perçin çakma işlemlerinde el ile parçayı tutma/ büyük parçaları prese yerleştirme, mesafe 45cm/ hafif parçaları tasnif/ yatay düzleme yazı/ iri havya ile lehim | b | Dikey (2) veya öne eğik (3) |
| Kuvvet gerektiren, hızlı hareketli işler | İri parçaların dikey yönde montajı/ pres lövyesini geri çekme/ tek elle hesap makinesinde çalışma | c | Öne eğik (3) veya dikey (2) |

Kaynak:F.C.Babalık, Mühendisler için Ergonomi İşbilim, 2005,s.314



Şekil 3.3.7 Ayakta çalışmada iş yükseklikleri



Şekil 3.3.8 Oturarak çalışmada oturma ve iş yükseklikleri

Kaynak:F.C.Babalık, Mühendisler için Ergonomi İşbilim, 2005,s.315-316

Stier'in teknik ressamlarla çalışma mekanı arasındaki ilişkilerinin analizini amaçlayan bir araştırmasında, çizim süresinin %60-70'inde ayakta çalışıldığı ortaya çıktı. Vücut duruşunun öncelikle çizim masası üzerindeki çalışma alanını belirleyiciliği görüldü. Vücudun yakın olduğu bölümlerde oturarak, diğerlerinde ayakta (dik ya da eğik konumda) çalışılabiliyordu. Bu incelemelerden Stier, çizim eğiminin ve yüksekliğinin ayarlanabilir olması gerektiği sonucunu çıkardı. (Grandjean, 1970)

Ayakta çalışan insanlar için çalışma yüzeyi yüksekliğine ilişkin bazı deneysel kanıtlar Ellis'in bir çalışmasından alınmıştır. Tahta diskleri döndürme ile ilgili bir deneyde, çalışma yüzeyi yüksekliği her subjenin parmak ucundan yere olan uzaklığına bağlı olarak değiştirildi. Her subje için 6 farklı düzlem kullanıldı. Her subjenin performansı 3 dakikalık bir sürede çevrilen disklerin sayısı ile ölçüldü ve aralıklar da cm olarak 64, 80, 93, 107, 120 ve 134 idi. Dördüncü yükseklik (107cm) sürat ve performans için optimum, üçüncü ise (93cm) iyiye en yakındı. Bu, 7 ve 21cm'lik dirsek yüksekliği altında ortalama aralıklar meydana getirdi, özellikle 107 ve 93 cm'lik yükseklikler için (ayakta durma) çalışma yüzeyinin dirsek yüksekliğinin (Barnes 5 veya 10cm öneriyor) birkaç cm altında olması gerekliliğini kanıtladı. Hem de en azından hafif montaj işleri ya da benzeri manuplasyonlar için uygulanabilir bir sonuçtu. (McCormick, 1993)

Grandjean, çalışma yüzeyi yüksekliklerinin eylem yoğunluklarını da kapsayan bir araştırmasında, dirsek yüksekliğine bağlı olarak 110-85cm arasında değişebileceğini ileri sürmektedir (Şekil 3.3.11). Nominal yükseklik erkeklerde ortalama 104.5cm, kadınlarda ise 98cm dirsek yüksekliğine bağlı olmaktadır. İnce işlerde; erkeklerde 100-110cm, kadınlarda 95-105cm. hafif işlerde; erkeklerde 90-95cm, kadınlarda 85-90cm, ağır işlerde; erkeklerde 75-90cm, kadınlarda 70-85cm çalışma yüksekliği öngörülmüştür (Grandjean, 1969).

Rohmert, ayakta optimal iş yüksekliğine ilişkin iş ödevlerini elde etmek üzere; -Görme verimi (görme açısı, gözlerin yaklaşım noktası)

-Rahat kol duruşu

-Vücudun üst kısmının desteklenmesi

-Maksimum kuvvet verimi

gibi kriterleri de düşünerek, Grandjean'den daha kapsamlı sayılabilecek araştırmasında önceki sonuçlarla benzeşen ölçülere ulaşmıştır.

-Devamlı gözlenmesi gereken objelerin yüksekliği 135-140cm

-Makine çalışmasında aletlerin yüksekliği 118-123cm

-Kesin göz kontrolü olmadan ancak eklem serbestliği

gerektiren el işi 100-105cm

-Ağır cisimlerle yapılan çalışmada iş yüksekliği 80 - cm

3.3.5.İş Masaları, Tablolar, Konsollar

3.3.5.1.Konsolların, Kumanda Masalarının Üst Kısımlarının Düzenlenmesi

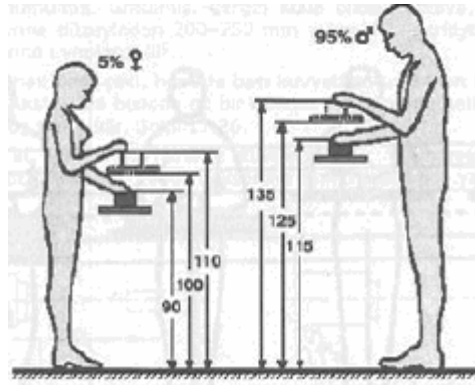
Masa-sandalye sisteminde bacakların rahat konumu için boyutlar belirlenirken, rahatlık sağlayabilmek için çok fazla boşluklar bırakılırsa, özellikle masa yüksekliği açısından bu fazlalık sorun yaratabilir. Çalışma için gerekli tüm alet ve takımlar masa üzerinde olacaktır. Bacakların rahatlığı için masa yüksekliği abartılacak olursa o zaman da kısa boyluların masa üstü aletlere, takımlara ulaşması zorlaşabilir.

Alete, takıma kolay ve güvenli biçimde ulaşmak için, bunların%5'lik dilimin el-kol sisteminin ulaşım alanı içinde olması gerekir. Bir konsol üzerinde takımların dışında, göstergeler ve kumanda elemanları da bulunacaktır. Konsol üstünün ergonomik kurallara uygun düzenlenebilmesi için, görme ve el ile ulaşma alanlarını belirlemek üzere “göz referans noktası” ve “omuz referans noktası”nın tespiti gerekir. Bu noktaların yatay pozisyonları kişilerin uzun-kısa oluşuna bakılmadan belirlenebilir: Hafifçe öne doğru eğilmiş pozisyonda ortalama değer olarak, göz referans noktası masa kenarından 7,5cm içeride, omuz referans noktası ise masa kenarından 10cm geridedir.

3.3.5.2.Ayakta Çalışma Konumunda İş Tablası Yüksekliği

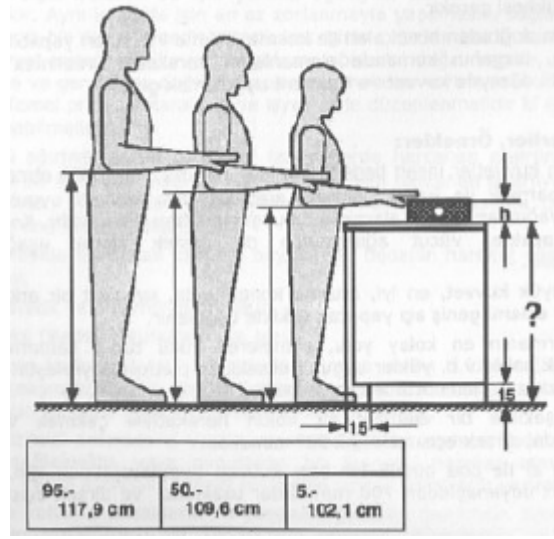
Ayakta çalışılan işyerlerinde tezgah yüksekliği dirsek yüksekliği ve üzerinde çalışılan parçanın yüksekliğine bağlı olarak belirlenir. Burada da kısa ve uzun boylu çalışanlar için her işte aynı tezgah yüksekliğini önermek doğru olmaz. Uzun boylu erkekler için ince montaj, hassas ayar ve kontrol faaliyetleri için önerilen 135cm masa yüksekliği, %5 dilimindeki bayanların çalışması için çok fazladır. Eğer büyük kuvvet uygulanarak yapılacak bir iş söz konusu ise, kısa boylu hanımlar için 90cm çalışma yüksekliği, veya bundan parça yüksekliği çıkarılınca elde edilen masa yüksekliği idealdir, Şekil 3.3.9. Böyle bir masada çalışmak zorunda kalan uzun boylu erkek işçi ise bu masada ancak eğilerek, kamburlaşarak çalışabilir. Bir de detayı hassas görebilme gibi yüksek visüel beklentilerin olduğu işlerde uzun boylu işçi kendini belden bükme zorunda kalacaktır. İşgörenin hem bayan hem erkek olabileceği, yapılan işin bazen hassas iş, bazen büyük kuvvet isteyen iş olması durumunda, tek çözüm

yüksekliği ayarlanabilir iş tezgahları kullanılmaktadır. Böylelikle hem ulaşabilme hem de rahat çalışma kriterleri sağlanmış olur.



Şekil 3.3.9 Ayakta çalışmada tezgah yüksekliği
Kaynak: F.C.Babalık, Mühendisler için Ergonomi İşbilim, 2005,s.325

Yapılacak iş hep aynıysa, masa tablasının yüksekliği nasıl tespit edilmelidir? Hangi yüzdeler dilimin boyutları referans alınmalıdır? Bu sorulara da her boyuttaki işgöreni tatmin edecek bir cevap verebilmek olası değildir. Şekil 3.3.10'da %5, 50 ve 95'lik dilimlerdeki kişilerin dirsek yükseklikleri görülmektedir. İş yüksekliği (masa yüksekliği+parça yüksekliği) %95 dilimine göre seçilirse %5 dilimindekiler zorlanır, tersinde de %5'lik dilime göre seçilmiş tabla yüksekliğinde %95 dilimi kamburlaşarak çalışma zorunda kalır. Kamburlaşarak çalışmak süreklilik arz ediyorsa, zaman içinde sırt ağrularına ve gerçek kamburlaşmaya neden olacaktır. İş esnasında iş parçasına ulaşabilmenin önemli olduğunu, bu arada belki vücudun biraz rahatsız edici konum almasının kabul edilebileceğini savunan Schmidtke, her boydaki insanı tam tatmin etmeyecek bile olsa %50 ile %5 dilimi arasında bir koyu referans almanın en geçerli ara çözüm olacağını 1981'de ifade etmiş ve erkekler için 85cm, bayanlar için de 80cm masa yüksekliğini önermiştir. DIN 33402'ye göre de bu yükseklikler yeterli değildir. Hafif öne eğilerek çalışma konumunda hafif işler için masa yüksekliğini erkeklerde 100cm, kadınlarda 95cm almak daha doğru olacaktır.

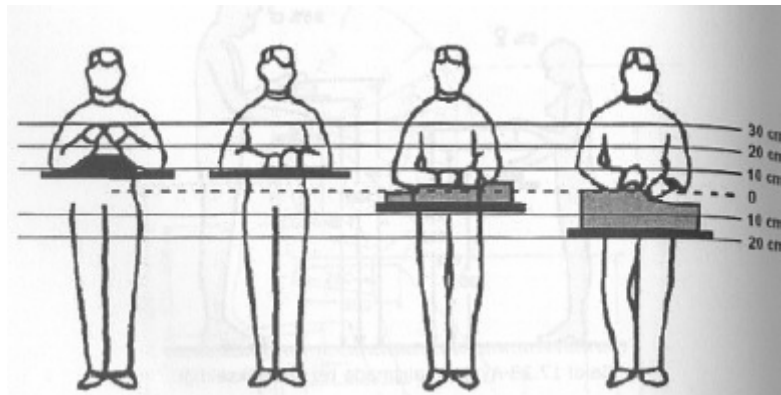


Şekil 3.3.10 Dirsek yükseklikleri

Kaynak: F.C.Babalık, Mühendisler için Ergonomi İşbilim, 2005,s.325

Cıvata sıkmak, eğelemek gibi hafif işlere göre daha fazla kuvvet uygulamayı gerektiren işlerde vücut ağırlığından da yararlanırız, masaya doğru kendimizi daha çok eğiz. Ağır yükleri kaldırmak durumunda kaldığımızda da kolumuzu dirseğimizden 100° kıvrarak kasların en iyi kaldırma konumuna geçmesini sağlarız. Her iki halde de masanın bir önceki örneğe göre yaklaşık 20cm daha alçak olması gerekir. Buna karşın işin özelliği büyük kuvvet gereksinimi değil de, iyi görebilmeyi, detayı fark edebilmeyi, iş parçasını sürekli görsel inceleme ve kontrol etmeyi gerektiriyorsa, çalışma düzlemi yukarıya doğru çekilmelidir.

Şekil 3.3.11'de işin ağırlığına göre iş tablası yüksekliğinin çalışanın dirsek hizasına göre olması gereken konumu gösterilmektedir.



Şekil 3.3.11 İşin ağırlığına göre iş tablası yüksekliği (Soldan 1:Hassas iş, görsel kontrol; 2:Hafif kuvvet gerektiren iş; 3:Orta düzey kuvvet gerektiren iş; 4:Büyük kuvvet gerektiren iş)

Kaynak: F.C.Babalık, Mühendisler için Ergonomi İşbilim, 2005,s.326

Ayakta çalışmada masa bir sandık şeklinde önü kapalı ise veya makine gövdesi aynı şekildeyse, masaya yaklaşıldığında ayaklar için tabanda 15x15cm bir boşluk, bir girinti olmalıdır; aksi takdirde işçi masaya tam yanaşamayacak, eğilerek çalışmak zorunda kalacaktır.

Ergonomik açıdan arzu edilen çalışma konumu işin zaman zaman oturarak, zaman zaman ayakta yapılabilmesidir. Genelde oturularak yapılan bir işin ayağa kalkıldığında da rahatça yapılabilmesi için, sandalyenin geriye itilebileceği bir hacmin öngörülmesi gerekir.

İş yapılırken ya da doğrudan bir el aleti ile kesme, çakma vb. işleri yapabilmek için ya da makinenin, tezgahın kumanda elemanlarını hareket ettirebilmek için çeşitli düzeyde kuvvet ve moment uygulamak gerekir.

Öneriler, Örnekler:

-Uygulanan kuvvetler insan bedeni üzerinde en kısa yolu takip etmelidir. Örneğin baş parmak ile işaret parmağı arasında bası kuvveti uygulamak, aynı kuvveti ayağından destek alarak el ile uygulamaktan daha iyidir. Kollarla büyük kuvvet, ayakta, vücut ağırlığından da destek alarak aşağıya doğru uygulanabilir.

-Ayakla büyük kuvvet, en iyi, oturma konumunda, sırt sert bir arkalığa dayanarak, diz eklemi geniş açı yapacak şekilde uygulanır.

-Yük kaldırmanın en kolay yolu, çömelerek yükü tutup kaldırmaktır. Ama kaldırılacak paket vb. yükler uygun yükseklikte platforma yerleştirilirse zor bir iş olan kaldırma işlemi ortadan kaldırılabilir.

-Kuvvetli şekilde bir elemanı alt kolun hareketiyle çekmek veya itmek gerektiğinde, dirsek açısı yaklaşık 90° olmalıdır.

-Otururken el ile öne büyük bir bası kuvveti uygulayabilmek için, uygulama noktası sırt dayanağından 700mm kadar uzaklıkta ve dirsek açısı 150-160° olmalıdır.

-Oturma konumunda, uzatılmış, gergin kolla önden arkaya, kuvvetli bir çeki kuvveti, oturma düzeyinden 200-250mm yüksekliğe yerleştirilmiş manipülasyon noktalarına uygulanabilir.

-Kolla uygulanan hem çeki, hem de bası kuvvetinin uzantıları beden ekseninden geçmelidir. Aksi halde bedene ek bir dönme momenti de gelir ki, devrilmemek ek bir güç sarfedilir.

-İki kol ve el aynı anda hareket ettirilecek ise, bu hareketler de bedenin dengesini bozmamak için, beden eksenine simetrik biçimde yapılmalıdır.

3.3.6.Fizyoloji Açısından İşyeri Düzenleme

İşyeri düzenlemede antropometrik açıdan iş sisteminin hacimsel ve şekilsel bileşenleri değerlendirilirken, iş fizyolojisi açısından da işi en iyi biçimde yapabileceği bedensel fonksiyonlar tespit edilir. Bunu sağlayabilmek için bir yandan işçinin kişisel özelliklerini, diğer yandan da işin şeklini, ağırlığını, süresini ve çevre koşullarını bilmek gerekir. Aynı kalitede işin en az zorlanmayla yapılmasını sağlayan iş düzenlemesi, başarılı bir düzenlemedir. Statik kas işinin ortadan kaldırma veya azaltma, daha az kuvvet uygulama, kuvvet uygulama yönlerini doğru seçme, zaman zaman işi değiştirme ve gerekliyse doğru hesaplanmış molaları verme sayesinde bu sonuca ulaşılabilir. Temel prensip olarak; iş ve işyeri öyle düzenlenmelidir ki işçi maksimum verimle çalışabilmelidir. (*Babalık, 2005*)

Bilindiği gibi ağırlıklı olarak bedensel faaliyetlerde harcanan enerjinin sadece bir kısmı fiziksel bir iş olarak dışarıya verilebilir, bu işin harcanan enerjiye oranı işçinin verimini belirler. İşin şekline göre verim %0 ile %30 arasında değişir. Verimi belirleyen üç ana faktör şunlardır:

1. İş esnasında kullanılan kasların büyüklüğü, bedenin hareket eden kısımlarının kütlesi,

2. İşteki statik ve dinamik iş oranları,

3. İşin şekli (Bedenin konumu, işin hızı)

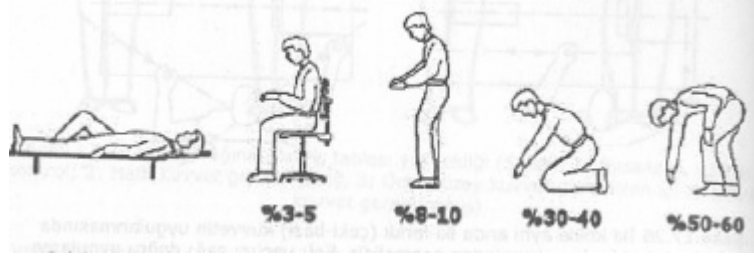
Aynı iş için ne kadar çok kas işe katkıda bulunuyorsa verim o kadar düşüktür, çünkü fazla kasın çalışması demek, beden kütlesinin daha fazla kısmının hareket etmesi, bu hareket için de daha fazla enerji harcanması demektir.

Statik işte fiziksel anlamda iş yapılmamaktadır; kaslar sadece bedenin iş anındaki konumunu sağlamakta veya uygulanan bir kuvveti, hareket etmeksizin,

sabit tutmaktadır. Verim açısından artırıcı bir değeri yoktur, tersine iş verimini düşürür.

İş esnasında kolların, bacakların ve gövdenin konumu önemlidir. Konumdan dolayı zorlanma işgörenin bedensel konumu şu sıralamaya göre artar: Yatma, oturma, ayakta durma, diz çökme, çömelme, iki büklüm eğilme.

Şekil 3.3.12'de yatma konumuna göre diğer konumlarda ne kadar daha fazla enerji harcadığı görülmektedir. Bedenin bu konumlarında arkaya yaslanarak oturma, dik oturma, hazır ol konumunda ayakta durma, rahat konumunda ayakta durma vb. gibi birbirlerinden biraz farklı şekillerde enerji harcamada küçük farklılıklar oluşturur. Yatma konumunun dışındaki tüm konumlar ancak bazı kasların, kas gruplarının gergin tutulması ile gerçekleştirilebilir.



Şekil 3.3.12 Çeşitli beden konumlarında yatmaya göre daha fazla harcanan enerjinin oranı

Kaynak: F.C.Babalık, Mühendisler için Ergonomi İşbilim, 2005,s.328

İşyerinde işgörenin konumunu belirleyen faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- İş platformu veya masasının başta yüksekliği olmak üzere boyutları,
- Makine ve araçlardaki kontrol, kumanda elemanları ve göstergelerin yeri,
- Kolun serbest hareketini sınırlayan engeller,
- Bir sandalye, tabure veya bel dayanağının mevcudiyeti,
- Bacak ve ayağın serbest hareketi için mevcut hacmin boyutları,
- İşteki hareketler için gerekli kuvvet ve hassasiyet,
- Ayağı dayayacak bir dayanağın mevcudiyeti,
- Kolları dayayacak bir dayanağın mevcudiyeti,
- Bazı hallerde, çalışılan odanın tavan yüksekliği.

Yukarıdaki faktörlere göre iş için seçilen beden konumu:

- Konumda düşmeden, devrilmeden oturmayı veya durmayı,

- Yapılması gereken hareketleri istenen hassasiyette ve kolaylıkla yapabilmeyi,
- Görüşün hiçbir şekilde engellenmemesi,
- Kontrol ve kumanda elemanlarının konumlarının kolay anlaşılmasını,
- İskelet deformasyonu, omurga hasarları, rahim düşmesi gibi zararların doğmamasını sağlamalıdır.

Çalışma esnasında en çok karşılaşılan vücut konumu “ayakta durma” ve “oturma” pozisyonlarıdır. Ayakta durma konumunda gövde ağırlığı leğen kemikleri tarafından desteklenerek, yükün tamamı bacaklar tarafından karşılanır. Oturma konumunda ise ağırlık oturma yüzeyiyle karşılanır, bacaklara hemen hiç yük gelmez. Çömelerek iş yapma durumunda vücut ağırlığı diz ve bel eklemlerinin maksimum fleksiyonuyla ayaklar tarafından taşınır.

Teknolojik gelişmeler işgörenin işi oturarak yapma olasılığını arttırmaktadır. Özellikle 1970’li yıllardan sonra oturarak çalışanların oranı ayakta çalışanlara göre hızla artmaya başlamıştır. Vücuda destek alanı ne kadar büyükse (oturma yüzeyi, yaslanma yüzeyi) çalışan kaslara gelen beden yükü o kadar azdır. Eğer destek olanağı az ise veya yoksa vücut kendi kendine destek olmak zorunda kalır, bunu da örneğin kolları yandan bele dayamak veya göğüste çaprazlayarak yapmaya çalışır. Kas zorlanmasını azaltmak için bu hareketler sık sık tekrarlanır, konum değiştirilir.

Endüstriyel faaliyetlerde ayakta çalışma hallerinde genelde sadece işin yapılacağı masanın, platformun yüksekliğini belirlemek yeterli olurken, oturarak çalışılacak konumlarda ise bacakların rahatlığı açısından masa altı boşluğun eni, derinliği, yüksekliği, uygun tabure veya sandalyenin şekli ve boyutları, gerekiyorsa ayakları için bir destek iş platformunun, masasının yüksekliği ile birlikte belirlenmek zorundadır.

Ayakta çalışmada yorulmayı azaltmak için aşağıdaki değişiklikler yapılabilir: *(Konz & Rys, 2003)*

-Daha yumuşak zeminler seçilmeli: Sert zeminler üzerinde ayakta durmak, ayaklarda, bacaklarda ve bedenin arka tarafında ağırlara sebep olur. Beton zemin en kötüsüdür, plastik veya kauçuk daha yumuşak olmakla birlikte

ahşap daha iyidir ve en iyisi halı döşemedir. Pratikte çözüm olarak sürekli hareket edilen lokal bölgeye, paspas zemin hazırlanır.

-Daha iyi iş ayakkabısı seçilmeli: Gün boyu ayakta çalışma esnasında ayaklar şişeceği için ayak numarasının ½-1 daha büyük seçilmelidir. Ayakkabı kordonunun ayağın ölçüsüne göre daha fazla ayarlamalı olması için üç yerine dört kordon deliği olmalı.

-Ayak desteği konulmalı: Ayakta çalışırken dört alternatifli ayak desteği sunulmuştur: a) her iki ayakta düz bir şekilde zemine basmalı, b) bir ayak yerden 100mm yükseklikte düz bir platform üzerine basmalı, c) bir ayak yerden 100mm yükseklikte 15° açılı bir platforma basmalı, d) bir ayak yerden 100mm yükseklikte 50mm çapındaki çubuk üzerine basmalı. Her bir durum için 2 saat harcanarak 16 kişi üzerinde denenmiştir ve sonuç: ilki dışında diğer üçü ve platformlar çubuğa göre tercih edilmiştir.

-Yürünmeli: Oturan kişilerde ayağa gelen toplardamar basıncı yaklaşık olarak hidrostatik basınca eşittir. Pollack & Wood'a göre toplardamar basıncı otururken 56mm, ayakta 87mm dir. Nodeland et al. Bunu otururken 48mm, ayakta 80mm olarak onaylamıştır. Pollack&Wood bunun yürüyerek 23mmHg düşeceğini raporlamıştır. Konz et al. aktif olarak ayakta durmanın (her 15dk da bir 2-4 dk yürümek), yürümeksizin ayakta durmaktan daha az rahatsızlık verdiğini raporlamıştır.

Konsol biçimindeki işyerlerinde ise masa-sandalye sisteminin boyutları ötesinde üst kısımda görme alanı ve el-kol ile ulaşım alanı da, aralarında terslik oluşturmadan uygun şekilde belirlenmelidir.

Öneriler, Örnekler:

- İş konumu olarak oturma tercih edilmelidir. Yüksek hareket hassasiyeti istendiğinde oturarak çalışma şarttır.
- Bir nesneyi kaldırma, sert yaylı bir butona basma gibi büyük kuvvetlerin uygulanması gereken işlerde, hareket alanının geniş olan işlerde ve kumanda, kontrol elemanları ile göstergelerin birbirlerinden uzakta olup da, oturulan konumda hepsinin bir arada görülemediği işlerde de ayakta durma gerekli olur.

- Ayakla kumanda edilen kumanda elemanları, ayakta durma konumunda kolay kullanılamaz. Hamile kadınların ayakta durma konumunda ayakla kumanda işi yapmaları sağlıkları için zararlıdır.
- Kumanda elemanının hareket miktarı veya sandalyenin şekli işgöreni sürekli aynı konumda oturmaya zorlamamalıdır. Sandalyeyi ileri geri oynatıp, bacak eklem açılarını değiştirebilme, öne veya arkaya doğru oturabilme olanakları işçiyi rahatlatacaktır.
- İşin şekli izin veriyorsa, sürekli oturma veya sürekli ayakta durma yerine isteğe göre zaman zaman oturarak, zaman zaman da ayakta durarak çalışılabilecek işyerleri düzenlemek daha insancıdır.
- Çalıştırılan makine veya çalışılan işyeri oturmaya izin vermiyorsa, en azından gövdeyi dayayabilecek bir destek zorlanmayı bir ölçüde hafifletir.
- Başüstü çalışma konum gereği, çok yorucudur, kaçınılmalıdır. Bu gerekçeyle modern otomobil fabrikalarında otomobilin alt kısım montajlarında, otomobili eksenine etrafında 90° döndürerek işçinin kolay çalışması sağlanmıştır.
- Yatarak çalışmak da önlenmelidir. Her ne kadar yatma konumu statik konum işi anlamında en az enerjiyi gerektirse de, bu konumda el veya ayakla iş yapabilmek, kuvvet uygulayabilmek zordur. Bu konumda çalışmanın zorunlu olduğu hareketli, alçak ve baş desteği olan, sünger destekli bir araba kullanılmalıdır.
- Çömelme, diz çökme, eğilme gibi konumlarda sürekli çalışmayı da engellemek gerekir.
- İş esnasında eklemler maksimum sınırlarına kadar değil, rahatlık sınırı içinde hareket ettirilmelidir. Eklem hareketi sınır değerlere doğru yaklaştıkça, konum rahatsız edici olmaya başlar.
- Baş hafif öne eğik olmalıdır.
- Gövde otururken dik, hafif öne veya arkaya eğik olmalıdır.
- Üst kol dikey aşağıya sarkık, alt kol rahat ve hassas hareket için yatay konumda olmalıdır.

- Eller hafif içe dönük olmalı. Bu konumda avuç düzlemleri yatay düzlemle 30-45⁰ lik açı yaparlar. Elle kumanda elemanları buna göre tasarlanmalıdır.
- Üst bacak oturma konumunda sandalyeye yatay konumda temas etmelidir. Ayakla kumanda edilecek elemanlar, üst ve alt bacak arasındaki diz açısı geniş açı olacak şekilde tasarlanmalıdır.
- Ayaklar alt bacakla dik açı oluşturmalıdır. Ayak desteği buna göre seçilmelidir.

Çizelge 3.3.3 Önemli hareketlerin sınırları

| Konum | Eklem | Hareket | Maks. Açılımları (°) | Maks. Bölge (°) | Rahat konum bölgesi (°) |
|-------------------|---------------------|--|--|-------------------|--|
| Baş | Boyun ekl. | 1 ön-arka eğme, 2 sağ-sol eğme, 3 sağ-sol dönme | +60...-35 +55...-55 +55...-55 | 95 110 110 | +25...+5 0 0 |
| Üst gövde | Göğüs-bel | 4 ön-arka eğme, 5 sağ-sol eğme, 6 sağ-sol dönme | +100...50 +50...-50 +50...-50 | 150 100 100 | +5 0 0 |
| Baldır-Üst gövde | Kalça | 7 ön-arka eğme, 8 dışa-içe eğme, | +115...0 +30...-15 | 115 45 | 0 (100...+85) ¹ 0 |
| Alt bacak-baldır | Diz | 9 ön-arka salınma | +0...-105 | 105 | 0 (-60...-85) |
| Ayak-alt bacak | Ayak | 10 yukarı-aşağı salınma | +110...+55 | 55 | +90 |
| Ayak-üst gövde | Bel- alt bacak-ayak | 11 dışa-içe dönme | +110...-70 | 180 | +15...0 |
| Üst kol-üst gövde | Omuz | 12 dışa-içe sal. 13 yuk-aşa.sal. 14 ön-arka sal. | +180...-30 +180...-45 +140...-40 | 210 225 180 | 0 (+40...+10) ² +90...+40 |
| Alt kol-üst kol | Dirsek | 15 kapa-aç | +120...0 | 120 | +85...+45 |
| El-alt kol | El | 16 yan dış-iç sal. 17 kola kapa-aç | +40...-20 +74...-60 | 60 135 | 0 0 |
| El-üst gövde | Omuz-alt kol | 18 sola-sağa döndür | +130...-120 ³ | 250 | -30...-60 |

Açıklama: Sağlıklı, genç insanlar için geçerlidir. Yaşlılarda sınırlar daha dardır. Kalın iş elbisesinde de sınırlar dardır.

1)Parantez içi:Oturma hali. 2)Parantez içi:Beden önü çalışması, 3) Başlangıçta el gövde yan yüzeyine paralel.

Kaynak: F.C.Babalık, Mühendisler için Ergonomi İşbilim, 2005,s.330

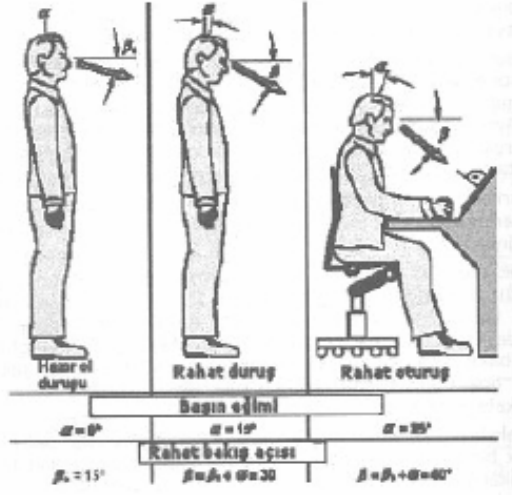
3.3.7.Görme Hacmi, Bakış Yönü, Bakış Mesafesi

Oturarak veya ayakta durarak çalışma halinde, iş gereği vücudun girdiği konum da dikkate alınarak rahat görüş açısı belirlenir ve göstergeler, monitörler vb cihazlar bakılan düzlemleri kendilerini izleyen gözün o konumdaki rahat görüş eksenine dik olacak şekilde yerleştirilir, böylelikle omuzda ve diğer

bölgelerde iş performansını olumsuz etkileyebilecek kas gerilmeleri, tutulmalar meydana gelmez. (Babalık, 2005)

Göz yuvarlağını yatay ve dikey yönde belirli açı döndüren birer çift kas yardımıyla göz oynatılarak istenen noktaya yönlendirilir. Ayrıca göze rotasyon hareketi yaptırabilen bir çift kas daha mevcuttur. Bu altı kas gergin olmalıdırları yani rahat konumda olduklarında, hazır ol duruşunda, dik duran başta göz yatayla 15° aşağıya doğru açı yaparak bakar, Şekil 3.3.13.

Ancak iş yaparken hazır ol pozisyonunda değil de, daha rahat bir duruş şekli olan, başın 15° kadar aşağıya eğik halinde durulur ki o zaman gerilimsiz, rahat bakış açısı yataydan aşağıya 30° olur.



Şekil 3.3.13 Göz ile kontrol işlemlerinde beden konumuna göre rahat bakış açısı
Kaynak: F.C.Babalık, Mühendisler için Ergonomi İşbilim, 2005,s.332

Sandalyede dik oturarak çalışırken rahat oturma şekli ise başın 25° aşağıya eğik oturuluş şeklidir. Oturan kişi de gözünü yine 15° aşağıya doğru yönlendireceğine göre, oturma konumunda rahat bakış açısı 40° dir.

Başı döndürmeksizin göz, yatay düzlemde orta konumdan 35° sağa ve sola döndürülebilir, 70° lik bir açı içindeki nesnelere vizüel olarak tespit edilebilir. Dikey yönde ise bu açı yukarıya 40° ve aşağıya 20° olmak üzere 60° dir. Yanak kemikleri çıkıntısından dolayı dikey yönde bakış açısı aşağıya doğru 20° ile sınırlıdır.

Nasıl el kol ile maksimum ulaşım alanı tamamen kullanılmıyorsa, yatayda 70° , dikeyde 60° açı oluşturan maksimum görüş alanından da tamamen yararlanılamaz. Gözün sık ve hızlı hareket ettirdiği bölge yatay ve dikeyde

rahat bakış eksenini etrafında toplam 30^0 lik bir bölge, eksenini rahat bakış eksenini olan ve tepe açısı 30^0 olan bir konidir ve bu bölge optimal bakış alanıdır. İşyerindeki göstergeler, kontrol ve kumanda elemanları, değişiklikleri kolayca gözle takip edebilmek, pek çok eleman arasında doğruyu görerek bulmak için görüş alanımıza uygun bir biçimde yerleştirilmelidir.

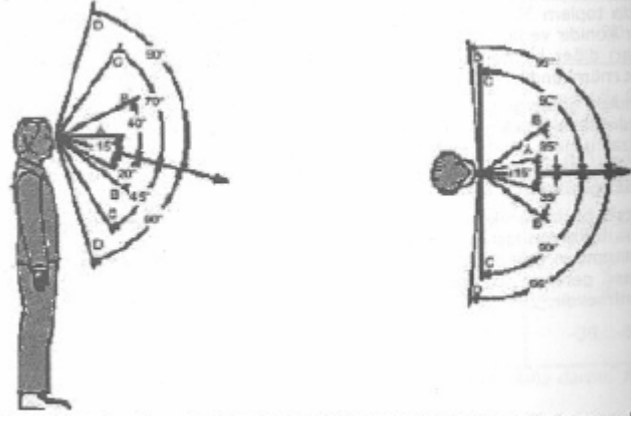
Hareketsiz başta hareketsiz gözün ışık sinyallerini alabildiği alana bakış alanı denir. Kesin ve net görülebilen alan görüş alanıdır ve bakış alanından çok daha küçüktür. İşyerlerinde sürekli izlenmesi ve sık sık elle ulaşılması gereken kontrol ve kumanda elemanları görüş alanının merkezine yerleştirilmelidir. Bakış alanı ise hareketsiz başta, hareketli gözün arka arkaya bakışını yönlendirebildiği nesnelere yer aldığı alandır. Aslında bir hacim olan görüş alanı bir kişinin bakışı ile bir nesneyi açıkça tespit edebildiği hacimdir, bakış alanı ise nesnelere ve hareketlerinin algılanabildiği ama örneğin o alanda bir gösterge varsa, göstergenin tam okunamadığı bölgedir. Bakış alanı gözün hareketi ile sınırlıdır ve başın hatta gövdenin sağa-sola, aşağıya-yukarıya hareketiyle bu sınır genişletilebilir.

Tanon daha 1951'de endüstri işletmelerindeki teknik ressamların olumsuz vücut duruşlarının, mide ağrıları ve iskelet deformasyonlarına neden olduğuna dikkat çekmişti. Battelle Memorial Enstitüsü'nde yapılan bir incelemede, çizim masalarının amaca uygun tasarlanması ile zaman kazancı sağlandığı saptandı. Bundan başka 300 teknik ressam arasında yapılan bir araştırmada yatay planşta ayakta durmanın, dik planşta ayakta çalışmaya oranla daha fazla ağrıya yol açtığı bulundu. (*Grandjean ve ark., 1984*)

İşyerinde en çok, en sık okunması takip edilmesi gereken gösterge ve cihazlar öncelikle rahat bakış eksenine yakın bölgeye, optimal görüş alanına (A bölgesi), daha sonra da görüş alanına doğru yerleştirilmelidir (B bölgesi). Elbette başı da hareket ettirerek görüş alanını sağa-sola, yukarı-aşağıya genişletmek mümkündür, (dikey yönde 150^0 , yatay yönde 190^0) ancak gözün kütlesine göre çok daha büyük kütleye sahip başı bu hareketler için ivmelendirmek, frenlemek hem zaman ister, hem de enerji harcanır.

Gözün bir nesne üzerindeki detayları birbirinden ayrı olarak görebilmek için yaptığı açısal hareketin minimum değeri 0,6-5 açı dakikadır ve bu da

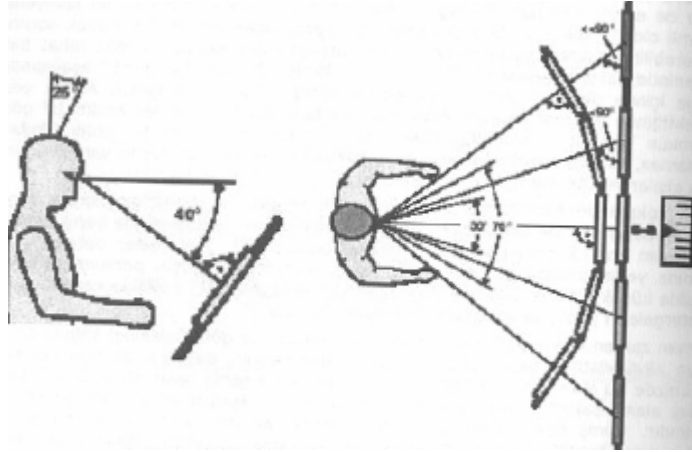
kişiden kişiye ve deneyime göre farklıdır. Bakış ve görüş hacminin sınırları yandan ve yukarıdan görünümüyle Şekil 3.3.14'de görülmektedir.



Şekil 3.3.14 Bakış alanında bölgeler (A:Sürekli izlenmesi gereken göstergelerin bölgesi B:Düzenli, sık izlenmesi gereken bölge C:Az izlenen bölge D:Nadiren izlenmesi gereken bölge)

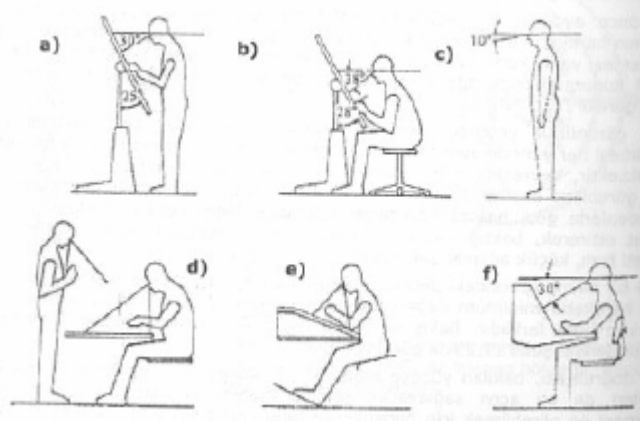
Kaynak: F.C.Babalık, Mühendisler için Ergonomi İşbilim, 2005,s.332

Bakış doğrultusu, bakılan yüzeye mümkün olduğunca dik olmalıdır. Göstergelerin yüzeyleri de bu açıyı sağlayacak şekilde düzenlenmelidir. Aksi takdirde işçi göstergelyi iyi görebilmek için bedenini ve başını rahatsız edici konumlara sokmak zorunda kalacaktır. Şekil 3.3.15 ve Şekil 3.3.16'da bakış doğrultusuyla ilgili örnekler görülmektedir.



Şekil 3.3.15 İşgören için önerilen bakış doğrultuları

Kaynak: F.C.Babalık, Mühendisler için Ergonomi İşbilim, 2005,s.334



Şekil 3.3.16 Çeşitli işler ve bakış doğrultuları

- a) Ayakta, teknik resim masasında çalışmada uygun bakış açısı ve masanın eğimi
 b) Oturarak, teknik resim masasında çalışmada uygun bakış açısı ve masanın eğimi
 c) Ayakta, rahat konumda, dik duran başla karşıdaki göstergeleri izleme konumu
 d) Oturma ve ayakta durma konumunda, çok karşılaşılan, ancak hatalı bakış pozisyonu. Başın bu aşırı eğimi boyun ve sırt kaslarında şikayetlere yol açar.
 e) Oturma konumunda doğru bakış: masa eğimli, sandalye eğimli, ayak için dayanak
 f) Dik oturma konumunda, kumanda panoları karşısında uygun bakış
 Kaynak:F.C.Babalık, Mühendisler için Ergonomi İşbilim, 2005,s.334

Yazılı bildirimleri ve çizelgeleri okumak için min. uzaklık 406 mm. Kabul edilmiştir. Genel bildirimler için normal okuma uzaklığı 508 mm. Olarak belirlenmiştir. Göstergeleri okumak için normal uzaklık 533 mm. İle 610 mm. arası olarak belirlenmiştir. Göstergeler en az malzeme ve yazılar kullanılarak mümkün olduğu kadar basit yapılmalıdır. 737 mm. bilgi okunabilecek en uzak mesafe olarak kabul edilmiştir. (Croney, 1987)

İki gözle görme sadece merkezi bakış alanında olasıdır. Renklerin algılanması kenar bölgelere doğru zorlaşır. Renklerin algılanma açıları sağa ve sola doğru yeşil için $30-40^{\circ}$; kırmızı için $40-50^{\circ}$; mavi, turuncu, sarı için $50-70^{\circ}$ ve beyaz için $90-95^{\circ}$ dir.

Bakış uzaklığı

Bakılan nesneyi iyi görebilmek için, nesnenin büyüklüğüne göre gözün nesneye olan uzaklığı belirli bir mesafenin üstüne çıkmamalıdır. Çizelge 3.3.4, işin cinsine göre hem gerekli mesafeleri hem de bakış konisinin alanda oluşturduğu dairenin çapını vermektedir.

Eğer bir iş akışı içerisinde görme açısından farklı operasyonlar varsa, mesafe ve bakış açısı bu operasyonların en önemlisi dikkate alınarak düzenlenir.

Göstergelerde ve kumanda elemanlarındaki yazıların büyüklüğü de bakış mesafesine uygun büyüklükte olmalıdır.

Çizelge 3.3.4 İşin cinsine göre bakış alanının çapı (mm)

| Koşul | Örnek | Göz-nesne arası (mm) | Bakış alanının çapı (mm) | |
|------------------|--|----------------------|--------------------------|---|
| Çok hassas işler | Saat, elektronik mini eleman montajı | 120-250 | 200-410 | Oturarak yapılır, büyüteç mikroskop gerekli |
| Hassas işler | Elektrik sayacı, radyo montajı | 250-350 | 410-570 | Ayakta da yapılabilir |
| Kabaca işler | Takım tezgahlarında çalışma, gösterge izleme | <500 | ...820 | Oturarak veya ayakta |
| Kaba işler | Paketleme, uzun maşa ile çalışma | 500-1500 | 820-2460 | Çoğunlukla oturarak |
| Uzaktan izleme | Duvarda asılı büyük göstergeler | >1500 | 2460 | Oturarak veya ayakta |

Kaynak: F.C.Babalık, Mühendisler için Ergonomi İşbilim, 2005,s.335

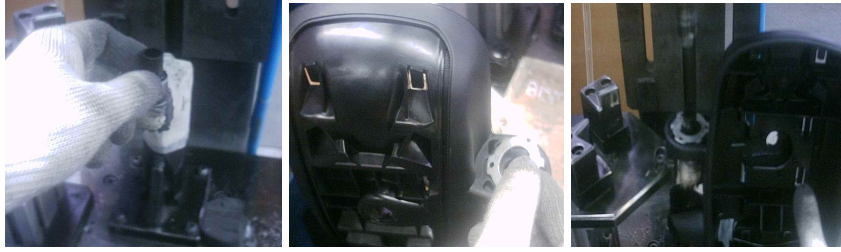
4-ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE ÖNERİLER

4.1.Doblo Dış Dikiz Aynası Montaj Prosesi ve Ergonomik Analizi

İşlem adımları dört operasyondan oluşmaktadır. Her operasyonda bir kişi çalışmaktadır.

1.Operasyon: Aynanın gövde-mafsal-kol montajı. Mafsal montaj aparatında, gövde, segman (gövde yuvasına), mafsal tüpü, alt-üst kol ve segman yayı(kol içine) montajı yapılır.

Önce mafsal tüpü, mafsal montaj aparatına yerleştirilir ve segman gövde yuvasına yerleştirildikten sonra mafsal tüpü mafsal deliğinden geçecek şekilde gövde aparata yerleştirilir.



Şekil 4.1 Mafsal tüp+Segman+Gövde montajı

Daha sonra dışarıda segman yayı üst kol içine yerleştirilir ve aparat üzerindeki segmanın üzeri greslenir.



Şekil 4.2 Segman yayı montajı+gresleme

Segman yaylı kol grubu ters çevrilerek segman ve segman yayı üst üste gelecek ve kolun dış kısmı aparatın kanalına gelecek şekilde gövde üzerine oturtulur.



Şekil 4.3 Kol grubu montajı

Çift butona elle basılarak çakma işlemi gerçekleştirilir.



Şekil 4.4 Kol grubu çakma işlemi

Gövde aparattan alınır ve ters bir şekilde masaya konur. Aynı işlemler alt kol için de tekrarlanır. Tamamlanan gövde montajından sonra, gövde grubu masa üzerindeki kasaya konulur. Çalışan kişi aynı yerdedir, hareket etmez.

2.Operasyon: Kumanda grubu ve mekanizmanın montajı. Masa üzerindeki model üzerine gövde-kol grubu oturtulur ve spiraller mekanizma grubu üzerindeki yuvalara şemaya göre (kırmızı, yeşil, sarı) bağlanır.



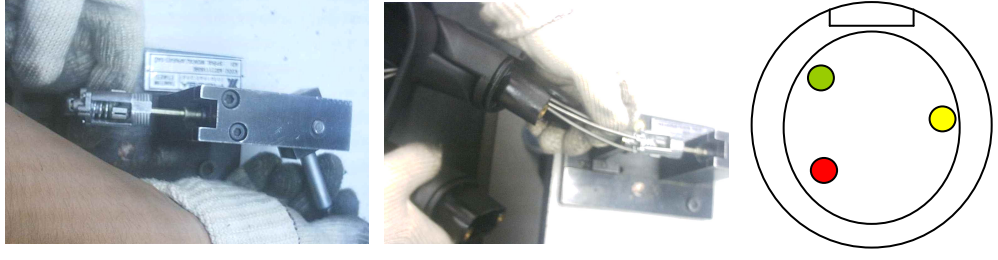
Şekil 4.5 Gövde-kol grubu+spiraller-mekanizma grubu montajı

Spiraller gövde içinden geçirilerek alt kol altından çıkartılır ve alt kol tapası boşluğu kullanılarak iç somunların arasından çıkarılıp gerdirilir.



Şekil 4.6 Spiralli mekanizmanın kol içine montajı

Kumanda kolu sıkma aparatına kumanda grubu takılır ve kolu sıkılır. Gövde grubu modelden alınır ve spirallerin uçları şemaya göre aparatta takılı olan kumanda grubu yuvalarına takılır.



Şekil 4.7 Kumanda grubu+spirallerin montajı

Gövde model üzerine, mekanizma da gövde içine oturtulur ve 3 vida ile havalı tornavida ile vidalama işlemi gerçekleştirilir.



Şekil 4.8 Vida montajı

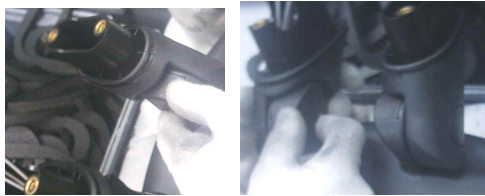
Spiralli kumanda grubu da gövde grubuna monte edilir. Kumandanın çalışıp çalışmadığı elle kontrol edilir ve bir sonraki operasyon için masa üzerindeki kasaya konulur.

3.Operasyon: Tapa ve conta montajı. Gövde grubu dik oturma modeli üzerine oturtulur ve ileri geri hareket ettirilerek mafsal yumuşatılır.



Şekil 4.9 Tapa-counta montajı

Kolları geri konumda bırakılarak, sırasıyla üst kol tapası, gövde üst tapası ve gövde alt tapası tırnaklar tam oturacak şekilde takılır.



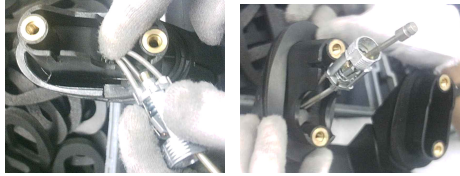
Şekil 4.10 Üst kol tapası+gövde tapaları montajı

Kollar normal konuma getirilir ve alt kol tapası tırnaklar tam oturacak şekilde takılır. Alt kol tapası takılırken spirallerin tapaya değmemesi için spiraller elle içten tutulur.



Şekil 4.11 Alt kol tapası montajı

Daha sonra spiral contası alt kol içindeki boşluğa takılır ve üst ve alt contalar kolların üzerinden geçirilir.



Şekil 4.12 Spiral contaların montajı

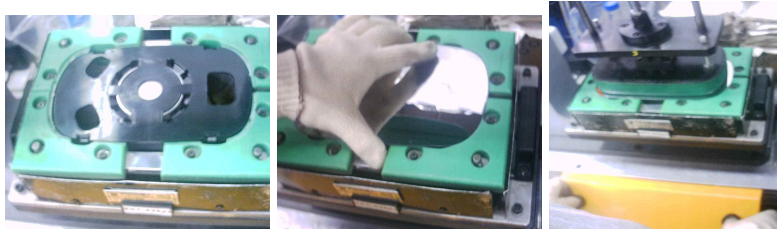
Kalın kenarlar üste gelecek ve boşluk kalmayacak şekilde alt ve üst körükler, alt ve üst kollar üzerinden giydirilir.



Şekil 4.13 Alt-üst körüklerin giydirilmesi

Kol üzerine ürünün lot numarası ve tanım etiketi yapıştırılır. Bir sonraki operasyon için masa üzerindeki kasaya konulur.

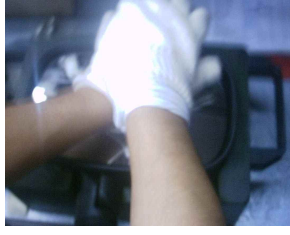
4.Operasyon:Ayna tablası grubunun montajı. Ayna yapıştırma aparatı üzerinde ayna tablası üzerine ayna camı konulur ve belli basınç ve süre altında iki elle butona basılarak montajı yapılır.



Şekil 4.14 Ayna tablası montajı

Yapıştırılmış olan ayna tablası grubu, model üzerine konulmuş gövde grubu üzerine tırnaklar denk gelecek şekilde konumlandırılır ve iki elle yavaşça bastırılarak montajı gerçekleştirilir. Bu işlemde uygulanan kuvvet değeri ölçülmemiştir, ancak bilinir ki; bu işlem montaj masasındaki en önemli ve en hassas iştir. Bu operasyondaki kişi montaj hattının en tecrübeli ve en güçlü (iri)

çalışanıdır. Diğer çalışanlara göre yaptığı işlem süresi daha kısa, fakat daha yorucudur. Bu sebepten saatlik ücreti de diğer çalışanlara göre daha fazladır.



Şekil 4.15 Ayna tablası grubunun gövde grubuna montajı

Kumanda kolu ile ayna camı ileri-geri, sağa-sola hareket ettirilerek çalışması kontrol edilir.



Şekil 4.16 Ayna camı hareket kontrolü

Model üzerinden alınan gövde grubunun arkasına elle kapak monte edilir. Kapağın orta yan kısımlarındaki tırnaklar elle bastırılarak gövdenin arkasına takılır ve esneme yapmadığının kontrolü yapılır.



Şekil 4.17 Kapak montajı

Aynanın montajı bitmiştir ve genel göz kontrolü yapılır ve poşete konularak kasaya yerleştirilir.

Montaj masası sabittir, boyutlarında değişiklik yapılamaz. Montaj masası ve çalışanların hat üzerindeki (maksimum uzanma noktaları, yan yana duruşlar,

vb) yerleşimi iyileştirme sonrası için Ek.1'de verilmiştir. Montaj masası üzerinde bulunan detay parçaların kutuları sabit yerleştirilmemiştir. Her çalışan kendine göre parçaların yerini sabitlemiştir. Çalışma masaları her vardiya sonunda günlük temizlenmektedir. Tüm sabit olmayan alet, kutu, vb masa üzerinden kaldırılır ve nemli bez ile masa yüzeyi silinir. Aparat ve aletler de bez ile silinir.

Kullanılan aparat ve aletler: mafsal çakma aparatı, kumanda kolu sıkma aparatı, havalı tornavida ve ayna yapıştırma aparatıdır. Yerleşimleri sabittir. Bu aletlerin periyodik bakımları yapılır ve kritik yedek parçaları mevcuttur.

Sürekli ayakta çalışılmaktadır ve tek vardiya çalışma sistemi vardır. Çalışanlar en az bir, en fazla dört yıldır bu işi yapmaktadır. Bir vardiyada toplam 150 ayna üretilmektedir. Bir aynanın montajında toplam 28 parça kullanılmaktadır. Kişiler arasında rotasyon yapılmamakla birlikte sadece ihtiyaç molalarında, üç kişi kendi arasında iş paylaşımı yapabilmektedir. Vardiya başlangıcından 2 saat sonra 10dk lık dinlenme molası, moladan 2 saat sonra 30dk lık yemek molası ve yemekten 2,5 saat sonra 20 dk lık dinlenme molası verilmektedir. Çalışanlar koruyucu malzeme olarak pamuklu eldiven ile iş güvenliği ayakkabısı kullanmaktadır. Eskiyen eldivenler 2 günde bir değiştirilmektedir. Her yıl ayakkabı temin edilmektedir.

Çalışma ortamının ışıklandırılması, her operasyon masasının üzerinde ve yerden 260 cm yüksekte olan her biri 2 floresanlı 4 adet lamba ile yapılmaktadır. Her bir floresan 36W gücündedir. Çalışma ortamının gürültü değeri 72 dB olarak ölçülmüştür ve yapılan işten kaynaklanmamaktadır, dış kaynaklı gürültüdür. Masanın yakınlarında klima ve havalandırma yoktur, fakat üretimin yürüyüş yolu üzerinde tavandan ısıtma yapılmaktadır. Montaj masasında mekanik titreşim mevcut değildir.

4.2. Montaj Masasında Yapılan İyileştirmeler ve Sonuçları

Ek.1'de bulunan resimlerde de görüldüğü gibi montaj masasında bazı iyileştirmeler yapılmıştır ve şu sonuçlar ortaya çıkmıştır:

1-Önceden parçaların montaj hattına taşınmasından sorumlu bir kişi yoktu ve malzeme ihtiyacı olan hattın sorumlusu, malzeme ambarına gidip gerekli malzemeyi talep etmekte ve forklift kullanıcısı da malzemeyi hattın yanına zemin üzerine yerleştirmekteydi. Gerekli malzemeler bu kutu içinden

montaj masası üzerindeki kutulara ihtiyaca göre boşaltılırdı. Burada periyodik olarak yaklaşık 1m'lik eğilme ve uzanma hareketi yapılmaktaydı. Şimdi ise; ikmal sorumlusu tarafından kırmızı ışığı yanan (ki bu malzeme eksikliği demektir) hattın gerekli malzemesi temin edilir ve parçalar eğimli bant üzerindeki kasalara boşaltılır. Çalışanlar bu kasalar içinden rahatça parçalarını temin edebilmektedir ve eğilme/uzanma hareketi de yok edilmiştir.



Şekil 4.18 1 nolu iyileştirme öncesi durum



Şekil 4.19 1 nolu iyileştirme sonrası durum

2-Önceden sol/sağ ayna montaj masaları arasındaki mesafe çok dardı (yaklaşık 110 cm) ve daha da uzundu. Bu durumda kullanılmayan alanlar mevcuttu. Şu anda montaj masası boyu kısaltıldı ve genişletildi, böylece sırt sırta çalışan bayanların arasında rahatça bir kişi dolaşabilmektedir (iki hat arası mesafe 180 cm). Ayrıca çalışanların eğilme hareketine de (1. maddede bahsedilen) gerek kalmadığından hattın içinde hareket edilirken sıkıntı yaşanmamaktadır.



Şekil 4.20 2 nolu iyileştirme öncesi durum



Şekil 4.21 2 nolu iyileştirme sonrası durum

3-Önceden masa üzerinde bulunan parça kutuları üzerinde herhangi bir tanım etiketi yoktu, bu da malzeme karıştırma riskini arttırmakla birlikte fazla

dikkat gerektirmekteydi. Şimdi ise; tüm kutuların tanımlaması yapılmıştır ve görsel desteklerle yanlış malzeme kullanımının önlemi alınmıştır. Örneğin kullanılan spirallerin renklerine göre kumanda grubuna montajı, mekanizmanın çalışması için oldukça önemlidir. Bunun için masanın spiral montaj operasyonu yapan kısmına, montajı görsel şekilde anlatan bir resim asıldı.



Şekil 4.22 3 nolu iyileştirme sonrası durum

4-Üçüncü operasyonda tapaların montajında tapa kutusu masanın önündeki rafın alt katında olduğundan çalışanı zorlayan bir uzanma ve eğilme hareketi vardı (yaklaşık 22cm'lik eğilme). İyileştirme sonrası tapa kutusu masanın yanında kullanılmayan ve işi aksatmayan bir yere konuldu ve böylece uzanma/eğilme hareketi ortadan kaldırılmış oldu.



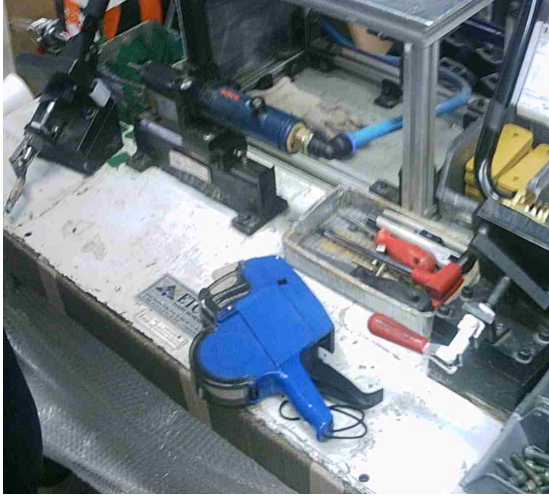
Şekil 4.23 4 nolu iyileştirme öncesi durum



Şekil 4.24 4 nolu iyileştirme sonrası durum

5-Yine üçüncü operasyonda etiketleme için kullanılan tabanca her seferinde masadan alınıp etiket basılmakta ve yapıştırıldıktan sonra tekrar masanın üzerine gelişigüzel konulmaktaydı. İyileştirme sonrası, etiket tabancası

eğimli rafın ayağına sabitlendi ve sadece basma hareketi ile etiket çıkartılıp aynaya yapıştırılmaktadır. Hem zamandan tasarruf sağlanmış, hem de fazla hareketten kaçınılmıştır.



Şekil 4.25 5 nolu iyileştirme öncesi durum



Şekil 4.26 5 nolu iyileştirme sonrası durum

6-Çalışan bayanlardan birinin boyu standartların altında ve %5'lik dilime girdiğinden dolayı, tasarlanan montaj masasında çalışması oldukça zor ve yorucuydu. Masanın boyutlarını değiştirmek zor ve diğer çalışanların düzenini bozacağı için şöyle bir değişikliğe gidilmiştir. Kısa boylu bayanın çalışma alanı zeminine 5cm'lik kauçuk paspas alındı ve bu çalışan için üst üste 2 paspas kullanılarak çalışma yüksekliği, montaj masa yüksekliği ile uyumlu hale getirildi.

7-Çalışma zeminindeki çatlak ve delikler yüzünden bazı iyileştirmeler ertelenmiştir. Firma, atölye yerinin epoksi ile kaplatılması için 2006 yılı bütçesinde yatırım öngörmüştür. Bu kaplama, yerin düz olmamasından dolayı yapılamayan bir takım iyileştirmelerin yapılmasına izin verecektir. Bu iyileştirmelerden bazıları şunlardır: Montaj masalarına ayarlanabilir ayaklar monte edilecek ve her operasyonda çalışan kendine göre boyut ayarlaması yapabilecektir. Her hattın yanına sabit bitmiş ürün rafı konulacaktır. Bu da bitmiş ürünlerin kasalara yerleştirilmesinde gereksiz uzanmaları önlemiş olacaktır. Bu uygulama ile çalışanların yorulması azaltılır ve montaj çevrim zamanı da iyileştirilmiş olur.

4.3. İyileştirilen Montaj Masasında Ergonomiye Uyum Kontrolü

Bir işyerinin tümünde veya iş sürecinin herhangi bir aşamasında veya kullanılan araçlarda ergonomik prensiplere uyulup uyulmadığını kontrol

edebilmek, varsa eksikleri ve hataları kolayca bulabilmek için sürekli geliştirilen kontrol listeleri kullanılmaktadır. Bu kontrol listelerini kullanarak kendi bilgi ve deneyimi ile ergonomik analiz yapacak düzeyde olmayan kişiler de işletmelerde bu açıdan mevcut aksaklıkları tespit edebilirler. Elbette bu listelerle çalışmak eksiksiz bir ergonomik analiz yapmak anlamına gelmez, ana hatlarıyla yapılan bu incelemelerden sonra konuyla ilgili mühendisler gereken noktalarda daha detaylı bir ergonomi incelemesi ve buna dayalı iyileştirme önerileri yapmalıdır (Babalık, 2005).

İşyerlerinin Ergonomik açıdan Kontrol Testi:

1. Çalışılan hacim, çalışma alanı, oturma olanakları:

- Taban alanı işçi sayısına, yüksekliği, dolayısı ile hacmi, iş ağırlığına ve işçi sayısına göre yeterli hava sağlamaya uygun mu? *İşçi sayısı hat başına 4 kişi ve yeterince hareket hacmi mevcuttur. Ortamdaki hava iş ağırlığına ve işçi sayısına göre yeterlidir.*

- Makinelerin ve ek donanımların hacim içerisinde yerleştirilişi beden konumu açısından rahat çalışmayı sağlıyor mu? Hehangi bir engel var mı? *Kullanılan aparat ve el aletlerinin montaj masası üzerindeki yerleşimi çalışanların beden konumlarına göre uygundur.*

- Makinelerin göstergeleri ve kumandaları o işte çalışanların tümü için antropometrik uyumlu mu? *Kullanılan aparatların kumandaları çalışanların bel hizasında, boyutsal ve yerleşim olarak uygundur.*

- En büyükler ve en küçükler dikkate alınmış mı? Yoksa sadece belirli bir işçi grubu mu çalışabilir? *%5 ile %95 arası boyutlandırma dikkate alınarak düzenleme yapılmıştır. En büyük ve en küçükler için çalışma problemleri olabilir.*

- Ayakta çalışıyorsa yeterli serbest hareket alanı var mı? *Ayakta çalışma yapılıyor ve serbest hareket alanı teorik olarak yok. Ancak çalışanların bu dar hareket alanında çalışırken bir problem yaşamadığı gözlemlenmiştir.*

- Tezgahı yükleme, makineye bakım yapma, çalıştırma işlemlerinde fazla enerji harcatacak beden konumları gerekli mi? *Ağır makineler olmadığından fazla enerji harcaması gerektiren beden konumu gerekli değildir.*

- İş yapılacak masa, tabla vb'nin yüksekliği işçinin boyuna, tüm alanı görebilmesine, gerekli kuvveti uygulayabilmesine, rahat hareket etmesine uygun

boyutlarda ve yükseklikte mi? *Masa boyutları çalışanların rahat hareket etmesi için uygundur.*

- Taban döşemeleri kaymayı, tökezlemeyi önleyecek özellikte mi? Isı izolasyonu nasıl? *Taban döşemeleri kaymayı önleyicidir. Isı izolasyonu mevcut değil. Tavandan radyanlarla ısınma sağlanmaktadır.*

- Gerektiğinde oturabilmek için sandalye, tabure mevcut mu? *Mevcut değil, ancak montaj hattına 20m uzaklıkta dinlenme salonu vardır.*

- Ayak dayayabilmek için bir destek var mı? Destek üzerinde ayak rahat basabiliyor mu? Kayganlığı, eğimi uygun mu? *Ayak dayayabilmek için bir destek yoktur ve çalışırken beden dik konumdadır.*

- Kolları veya dirseği dayayabilecek bir destek var mı? Çalışma alanı-sandalye arası mesafe kolların masadan rahat destek alabileceği mesafede mi? Mesafeyi ayarlamak mümkün mü? *Kolların dayanabilmesi için destek yoktur.*

2. Makineler, iş araçları:

- Kullanılacak takımlar ve iş araçları, avadanlıklar işi kolaylaştıracak şekilde tasarlanmış mı? Kullanımlarını daha da kolaylaştırmak mümkün mü? *Havalı tornavida ve avadanlıkların şekilleri kullanım açısından kolaylık sağlamaktadır. Büyük avadanlıkların kullanımlarını daha da kolaylaştırmak için parçaların tek akışını sağlayabilecek bir tasarım yapılırsa, küçük parçaların alınması daha da kolaylaşabilir.*

- Elle kullanılan iş araçlarının sapında el ile sap arasında kuvvet bağı yerine şekil bağı prensibi uygulanmış mı? *Şekil bağı prensibi uygulanmamıştır.*

- Elle kullanılacak iş araçlarını sadece sapını tutmakla hangi araç, örneğin tornavida mı, eğe mi olduğunu anlamak mümkün mü? *Havalı tornavida kullanılan tek el aletidir ve herhangi bir karışıklığa sebebiyet verecek başka bir alet yoktur.*

- İş aleti çok hafif veya çok ağır mı? *İş aleti oldukça hafiftir.*

- Sapın boyu, iş aracının toplam boyu yapılacak iş için fazla büyük mü? *İş aracının toplam boyu, yapılan iş için büyük değildir.*

- Kullanılan birkaç aracı birleştirip kombine tek araç yapmak olası mı? *Hayır mümkün değildir.*

- İş araçlarının iş yerinde belli, sabit bir yeri var mı? *İş araçlarının tümü sabitlemiştir. Havalı tornavida x-y koordinatlarına ilerleyebilecek yaylı bir mekanizmaya bağlı olup sınırlı ölçüde hareketlidir.*

-Kullanılan makinelerin hızı işçinin çalışma temposuna göre ayarlanabiliyor mu? *Aparatların hızı, çalışma temposuna göre ayarlanabiliyor.*

- Makinenin işletimi, bakımı, tamiri kolay mı? Makineyi işleten en azından bakımını da yapabiliyor mu? Gerektiğinde tamiri kolay mı? *Bakım ve tamiri kolaydır. Günlük ve haftalık bakımları aparatı kullanan kişi tarafından yapılıyor, ancak aylık bakımlar bakım sorumlusu tarafından yapılmaktadır.*

-İş sürecinde kullanılan sandık, kutu vb iş amacına, kolay taşınmaya uygun mu? Taşınması için gerekli sap, kol, tutamak vb var mı, insan boyutlarına uygun mu? *Taşıyıcı kasalar kolay taşınmaya uygundur ve malzeme ikmalciler tarafından forkliftler ile taşınır.*

- Bu kapların içindeki malzemeler kolayca çıkarılabiliyor veya malzeme kap içine kolayca konulabiliyor mu? *Malzemeler kasa içine kolayca konulabiliyor ve alınabiliyor. Ancak üst üste 4 kat kasa istiflemesi yapılabilir ve en üstteki kasa, ortalama kadın boyuna göre oldukça yüksek olduğundan her boydaki kadın çalışan için uygun değildir. Zorlanmayla yapılan uzanma her 3,5 dk'da bir yapıldığında, omuzda ağrıya sebep olmaktadır. Bu uzanma hareketini ortadan kaldırmak için, yönetimin yatırım yaparak raf sistemine geçmesi gerekmektedir. Bu yatırım 2006 yılı bütçesinde öngörülmüştür.*

3. Kumanda Elemanları:

- Makinelerin kumanda elemanlarını hareket ettirmek için gerekli kuvvet, hareket ve konum hassasiyeti, hareket hızı, hareket ettirirken vücudun almak zorunda kaldığı konum açılarından uygun seçilip, uygun yerlere yerleştirilmiş mi? *Aparatların kumanda butonları uygun boyuttadır ve uygun yerlere konulmuştur.*

-Kumanda elemanları şekil, büyüklük, renk, yüzey özellikleri ve hareket miktarı yönünden kullanıcı ile uyumlu mu? *Kumanda butonları, çift yapılmış olup birbirinden bir karıştan fazla uzaklığa yerleştirilmiştir. Bu iş güvenliği açısından önemlidir. Butonlar baş parmağıyla rahatça basılacak şekilde tasarlanmıştır ve renkleri zıttır (kırmızı ve yeşil).*

-Tüm kumanda elemanları elin (veya ayağın) optimum (veya en azından maksimum) fonksiyon hacmi içerisinde mi? *Elin optimum fonksiyon hacmi içinde yer almaktadır.*

-Kumanda ederken gereksiz statik iş, özellikle de konum işi yapılmak zorunda mı? *Kumanda ederken gereksiz konum işi yapılmamaktadır. Aparatta işlem yapılırken operatör aynı zamanda başka bir işi yapmaktadır.*

-İki kumanda elemanı arasında birbiri ile karıştırılmayacak ve hareketleri birbirlerini etkilemeyecek kadar mesafe var mı? *İki buton da aynı zamanda hareket ettiriliyor ve aralarındaki mesafe iki elle kumanda etmeye göre ayarlanmıştır.*

-En sık hareket ettirilecek kumanda elemanları kolu fazla germeden, dirsekten bükülü konumda rahat hareket ettirebilecek kadar bedene yakın mı? *Beden ekseninin biraz sağında veya solunda mı? Beden eksenine birebir aynı eksende ve bedene çok yakın olduğundan rahat hareket ettirilebiliyor.*

-Kumanda elemanlarının şekil el-avuç geometrisi ile uyumlu mu? *Kolay kavranabiliyor mu? Kumanda elemanları avuç içine göre tasarlanmıştır ve kolayca kavranabiliyor.*

-Tüm kumanda elemanları, aynı kumanda konumunda aynı yöne yönelik şekilde düzenlenmiş mi? *Örneğin açık konumunda düğme şalterler hep aşağıya basık konumda mı? Aynı kumanda elemanları aynı yöne yönelik olarak düzenlenmiştir.*

-Gerekli kumanda kuvveti değiştirilebiliyor mu? *Kumanda kuvveti değiştirilemez.*

-Tüm kumanda elemanlarında hareketin yönü, yeri ve mesafesi uygulanması gereken kuvvet, beklenen hassasiyet, harekette istenen hız, kaslarda statik gerginliğe meydan vermeme açılarından doğru belirlenmiş mi? *Kumanda elemanları kaslarda statik gerginliğe sebebiyet vermeyecek şekilde belirlenmiştir.*

4. İş sürecinde duyu organlarından beklentiler:

-İşte karşılıklı konuşarak anlaşma gerekli mi? *Gerekli değil.*

-İşteki gürültü düzeyi konuşarak anlaşmayı zorlaştırıyor hatta engelliyor mu? *İşteki gürültü düzeyi 80dB'in altında olduğundan herhangi bir koruyucu*

malzeme kullanımı gerekmemektedir ve konuşmayı zorlaştırıcı seviyede değildir.

-Akustik uyarı sinyalleri kolay duyulabiliyor mu? Kolaylıkla duyulabilir.

-Farklı anlamdaki akustik sinyaller birbirinden kolay ayırt edilebiliyor mu? Ayrılabilir.

-Genel olarak iş duyma hassasiyeti gerektiren bir iş mi? Küçük duyma kaybına sahip kişiler için uygun bir iş değil mi? Duyma hassasiyeti gerektiren bir iş olmadığından, küçük duyma kaybına sahip kişiler de bu işte çalışabilir.

-İş keskin görme hassasiyeti gerektiren bir iş mi? Keskin görme hassasiyeti gerektiriyor. Dikiz aynaları görünüm parçaları olduğundan her noktasının %100 göz kontrolü yapılmaktadır. Bu sebeple hatta çalışan son operasyon çalışanları ve final kontrol operatörü yılda bir kez göz muayenesinden geçmektedir.

-İş sürecinde izlenmesi gereken nesnelere her türlü ışıkta kolay görülüyor mu? Işık değişimi olmadığından her zaman nesnelere kolay görülebiliyor.

-Çevredeki lambalar ve parlak nesnelere iş alanında göz kamaşmasına neden oluyor mu? Hayır.

-İş alanındaki nesnelere renk farklarının algılanması gerekli mi, aydınlatma bunu sağlıyor mu? Kullanılan farklı renkli spiral tellerin montaj noktaları birbirinden çok farklı ve renklerine göre montaj sıralaması önemlidir.

-İzlenmesi gereken nesnelere çok küçük mü? En küçük parça vidadır ve izlenmesinde problem yoktur.

-İzlenmesi gereken nesnelere hareketli mi? Hareket hızları ne kadar? Hareketli değil, sabittir.

-Gösterge, kumanda elemanları, takımlar, vb kolay görülecek konumlara yerleştirilmiş mi? Konumları montaj masası üzerindedir ve çalışanın önünde konumlandırılmıştır.

-Uyarı amaçlı ışıklı sinyaller işgörenin bakış alanı içinde ve kolay fark edilecek renklerde mi? Malzeme bittiğinde kırmızı ışık yanar, test aparatlarında kırmızı yanarsa, parça kontrolünden ret çıkar. Yeşil ışıklar olumlu anlamlar taşır.

-İş alanının çevresi de kolay görülebilecek kadar aydınlatılmış mı? Aydınlatma da problem yoktur.

-Görme mesafesi uygun mu? *Uygundur.*

-İşin hassasiyeti görme için büyüteç gibi optik araç gerektiriyor mu? *Gerektirmiyor.*

-Kumanda elemanları, görmeden sadece dokunarak da ne olduğu anlaşılacak şekilde tasarlanmış ve iş alanına yerleştirilmiş mi? *Kumanda butonlarının tasarımı ve yerleşimi görmeden dokunarak kolayca kullanılabilir.*

-Koku alarak veya el teması ile cismi algılama gibi zorunluluk mevcut mu? *Böyle bir zorunluluk yoktur.*

5. İş yöntemi:

-İş yapılırken iş gören sürekli hareket halinde mi? *Bazı operasyonlarda, sürekli hareket varken, bazılarında sürekli hareket yoktur.*

-Kişinin hareketi veya hareket ettirmesi gereken nesnenin hareketi büyük hassasiyet gerektiriyor mu? *Çok büyük hassasiyet gerektiren hareketler yoktur.*

-Yeterli hareket olanağı ve serbestliği var mı? *Çalışanlara göre yeterli hareket olanağı var, ancak hatlar U şeklinde olduğundan arka arkaya çalışma var ve çalışanların birbirine çarpma riski var.*

-İşte uygulanan kuvvetler doğru belirlenmiş mi? *Son operasyonda uygulanan kuvvet, bir bayan çalışan için oldukça fazla ve elle direkt ayna camı üzerine uygulanmaktadır. Tırnakların doğru yere ve doğru kuvvetle oturtulması oldukça zorlayıcıdır.*

-İş gereği hareketler bedene yakın, sarkık üst kol ve sadece dirsek altının hareketiyle yapılabilir mi? *Bedene yakın ve sadece dirsek altının hareketiyle yapılabilmektedir.*

-Hareketler birbirlerine eklenen eğriler boyunca mı gerçekleşiyor, yoksa durup yön değiştirme şeklinde kesik hareketler midir? *Yön değiştiren kesik hareketler yoktur, tek tarafa akan bir iş akışı vardır.*

-Hareketler serbest bir ritmik hareket şeklinde yapılabilir mi? *Yapılabilir.*

-Hareket mesafeleri kısa mı? Hareket optimum fonksiyon hacmi içerisinde mi? *Hareket mesafeleri kısa ve optimum fonksiyon hacmi içerisinde yapılabilir.*

-Kuvvet uygulanması gereken hareketlerde beden ağırlığı da kullanılabilir mi, bu hareketlerde vücut için sağlam bir destek öngörülüyor mü? *Beden ağırlığının kullanıldığı hareketler yoktur.*

-El ile montaj işlemlerinde parçaları kolay tutabilmek için özel önlemler alınmış mı? *Özel önlemler alınmamıştır.*

-Hareketli işlerde vücudun ağırlık merkezinin fazlaca yer değiştirme veya bedenin ekseni etrafında dönmesi gerekiyor mu? *Fazla yer değiştirmeye veya bedenin ekseni etrafında dönmeye gerek duyulmuyor.*

-Statik ve dinamik kas işi, işe dengeli olarak dağılmış mı? *Sürekli statik veya sürekli dinamik kas işi olmadığından dengeli dağılım mevcuttur.*

-İş akışı işçilerin kaslarını dinlendirmelerine fırsat tanıyor mu? *İş akışı sürekli halde değildir, bazı operasyonlar iş akışına yetişemezken, diğeri erken bitirebiliyor. Bu da sürekliliği bozuyor. Üstelik sürekli dinamik bir hareket yoktur, statik iş de yapılmaktadır.*

-İşçilerin yük kaldırma ve taşıma işlemleri forklift, vinç vb araçlar vasıtasıyla ortadan kaldırılmış veya hafifletilmiş mi? *Yük kaldırma ve taşıma işlemleri için malzeme ikmalciler forklift kullanmaktadırlar.*

-Yük kaldırma ve taşıma işlemlerinde uygulanan sınır değerler işçilerin yaş ve cinsiyetlerine uygun hesaplanmış mı? *Montaj masasında yük kaldırma veya taşıma işlemleri olmadığından işçiler için hesaplama yapılmamıştır.*

-El arabası ile taşıma işlerinde itmenin çekmeye göre daha kolay olduğuna dikkat edilmiş mi? *Taşıma işlerinde kullanılan transpaletler itme kuvvetiyle hareket ettirilmektedir.*

-Kontrol işlemlerinde kontrol edilecek nesnelere kontrol sürecinde hareketsiz olacak şekilde iş akışı ayarlanmış mı? *Kontrol noktalarında nesnelere hareketsiz durumdadır. (Operasyon içi ve final kontrol masasında)*

-Özel beceri isteyen işlerde işçi kas zorlanması özellikle de statik zorlanma ile de zorlanmasın diye bir düzenleme yapılmış mı? *Son operasyonda cam grubunun gövdeye montajında uygulanan kuvvet hassas olduğundan burada özel montaj tablası tasarlanmıştır ve statik zorlanmadan kaçınılmıştır.*

-El becerisi gerektiren işler bedene yakın konumda yapılabilir mi? *Tüm operasyonlar bedene yakın konumda yapılmaktadır.*

-İşçi iş temposunu kendisi ayarlayabiliyor mu? Yoksa iş temposu makinenin veya montaj bandının hızına mı bağlı? *İş temposu işçinin hızına göre ayarlanmaktadır. Hareketli bir montaj bandı olmadığından, operatörlerin hızına göre çalışılmaktadır.*

-İş hızı işçiyi alternatifsiz bağlayan bir hız mı, yoksa zaman zaman hızlanıp, zaman zaman biraz yavaşlaması mümkün mü? *İş hızı, zaman zaman hızlanıp yavaşlayabilen bir hızdır.*

-İşin hızı, zorluk, değişkenlik özelliklerine göre işçilerin işe uyumlu olup olmadığı incelenmiş ve işçiler ona göre seçilmişler mi? *İşçilerin işe uyumluluk kontrolü yapılmıştır ve bazı operasyonlarda hassas kuvvetler uygulandığından, çalışanların izlenerek yeterliliği incelenmiştir ve uygun kişiler uygun yerlere seçilmiştir.*

6.Yük ve zorlanma:

-İş için büyük kas kuvvetleri gerekli mi? *Çok büyük kas kuvvetleri değil, ama hassas kuvvetler (toleransı küçük olan kuvvetler) uygulanmaktadır.*

-Zorlanma daha çok statik karakterli mi, dinamik mi? *Zorlanma daha çok dinamik karakterlidir.*

-Statik iş tutma işi mi, konum işi mi? *Statik iş konum işidir.*

-İş oturarak mı, ayakta mı, sürekli hareket halinde mi yapılıyor? *İş sürekli ayakta yapılıyor.*

-İşin maksimum yükü ne sıklıkta tekrarlanıyor? Maksimum yükü teknik olanaklarla azaltmak olası mı? *Her ayna montajında yani yaklaşık 1,5 dk'da bir tekrarlanmaktadır. Maksimum yükü azaltmak mümkün değil, çünkü müşteri spektlerinde bulunan değerlerin uygulanması gerekiyor. Ancak bir aparatla beraber bu yükün çalışanı zorlaması azaltılabilir.*

-İşte bedensel yükü arttıran zihinsel yönler veya çevre koşullarının etkileri mevcut mu? *Bedensel yükü arttıran herhangi bir etki yoktur.*

-İşçinin zorlanması enerji çevrimi, kalp atışının artması vb yöntemlerle ölçülüyor mu? *İşçinin zorlanması ölçülmüyor.*

-Zorlanmanın sürekli performans sınırını aşmamasına dikkat ediliyor mu? *Zorlanma sürekli performans sınırını aşmamaktadır.*

-Tutma işlemlerinde tutma süresi mümkün olduğunca kısa mı? *Tutma işlemi sadece kullanılan havalı tornavidalarda yapılıyor. Bu süre de mümkün olduğunca kısa tutuluyor.*

-Tutma işlerini teknik araçlarla ortadan kaldırmak mümkün değil mi? *Ortadan kaldırılabilir bir tutma işlemi yoktur.*

-Maksimum yükler arasındaki sürede kalp atış frekansı normale yaklaşıyor mu? *Maksimum yük uygulamasında kalp atış hızı normal seviyelerde seyretmektedir*

-İş sürecinde vücut sıcaklığında kayda değer bir artış oluyor mu? *Vücut sıcaklığı değişimi olmuyor.*

-İşçilerin iş yerini değiştirme talepleri veya işten ayrılma nedenleri analiz ediliyor mu? *Rotasyon veya işten ayrılma talepleri İnsan Kaynakları Departmanı tarafından analiz edilmektedir ve bugüne kadar montaj işi ağırlığından ayrılan hiçbir kimse olmamıştır.*

-İşçi sağlığını, şikayetlerini içeren istatistikler var mı? *İşyeri hekimi tarafından işçilerin sağlık raporları tutulmaktadır. Her ay doktor eşliğinde yapılan yönetim toplantısında iş sağlığı şikayetleri analiz edilmektedir ve istatistiklere göre daha önceden iş sağlığı şikayeti alınmamıştır.*

7. Çalışma saatleri-Molalar:

-Çalışma saatleri işçinin sosyal ihtiyaçlarına, fizyolojik performans yeteneklerine uygun düzenlenmiş mi? *Çalışma saatleri çalışanların ihtiyaçlarına göre ayarlanmıştır ve hatta yemek saati değişikliği talepleri olan işçilerin saat ayarlaması tekrar yapılmıştır.*

-Molalarda iş yükü, çevre yükü (çok sıcak, çok gürültülü vb ortamlar) dikkate alınarak düzenleme yapılmış mı? *Molalar tüm montaj çalışanları için aynı şekilde düzenlenmiştir ve düzenleme çalışanların talepleri dikkate alınarak yapılmıştır.*

-Sürekli fazla mesai uygulamasından kaçınılıyor mu? *Sürekli fazla mesai yapılmıyor. Özellikle ard arda iki günden fazla mesai yapılmamaya özen gösteriliyor.*

-Dinlenme molaları işteki en güçsüz işçiye de yetecek düzeyde mi? *En güçsüz ve en çok zorlanan işçiye göre düzenleme yapılmıştır.*

-Molalarda işyerine yakın, özel dinlenme odalarına gitme olanağı var mı? *Dinlenme alanında çay ve kahve makineleri, masa-sandalyeler, ilan ve bilgilendirme panosu mevcuttur ve üretim alanından uzak bir köşede bulunmaktadır.*

8. Çevre koşulları:

Aydınlatma

-İş yüksek ışık şiddeti isteyen bir iş midir? *Yüksek ışık şiddeti isteyen operasyonlar mevcuttur ve gerekli ışıklandırma yapılmıştır.*

-İş yerindeki ışık şiddeti yapılan iş için yeterli mi? *Işık şiddeti iş için yeterlidir.*

-Sürekli bir aydınlatmaya gereksinim var mı? *Gün ışığı ne kadar yeterli? Sürekli bir aydınlatmaya gerek duyulmaktadır. Gün ışığı iş için yeterli değildir.*

-İş tezgahı veya masası için özel aydınlatma gerekli mi? *Özel aydınlatmaya gerek yoktur.*

-İzlenen nesnelere mevcut ışıkta her zaman birbirlerinden kolay ayırt edilebiliyor mu? *Montaj parçaları mevcut ışıkta birbirinden kolay ayırt edilebiliyor.*

-Atölye alanı dikkate alındığında aydınlatma amaçlı pencerelerin alanı yeterli mi? *Pencerelerin alanı yeterli olmamakla birlikte bazı pencerelerde film kaplaması olduğundan ışık almıyor.*

-Gün ışığında yapay aydınlatmaya geçişte görme kalitesini sabit tutabilmek için lambaların yerleştirilmesinde pencereye yakın yerleştirme, pencerelere paralel ışık bantları yerleştirme gibi kurallara dikkat edilmiş mi? *Pencereler yerden çok yüksekte olduğundan lambaların yerleşiminde bir problem yoktur.*

-Seçilen renkler renk psikolojisi yönünden iş koşullarına uygun mu? *Seçilen renklerde uyarı amaçlı kırmızı renk, olumlu durumlar için yeşil renkler kullanılmıştır. Masa yüzeyi açık renklidir.*

-Koyu fon-açık renk nesne;açık fon-koyu renk nesne kombinasyonlarında görmeyi kolaylaştıracak şekilde kontrast sağlayan aydınlatma sağlanmış mı? *Renk kombinasyonlarına uygun seçimler yapılmıştır.*

-Göz kamaşması engellenmiş mi? *Göz kamaşması yoktur.*

-İş sürecinde sık sık çok aydınlık ve az aydınlık iki nokta arasında yer değiştiriliyorsa, iş hızı hesaplanırken gözün adaptasyon süresi dikkate alınmış mı? *Aydınlık derecesi montaj masasının her yerinde aynıdır. Lambalar yan yana dizilmiştir ve hepsi aynı lüks değerindedir.*

-Aydınlatma ve görüş keskinliği açısından çok zor iş koşullarında gözün dinlenmesi için ek molalar düzenlenmiş mi? *Gerek duyulmadığından ek molalar yoktur.*

Gürültü

-İş yerindeki gürültüyü işçi rahatsız edici olarak algılıyor mu? *Rahatsız edici bir gürültü yoktur.*

-Gürültü düzeyi zaman içinde duyma kaybına neden olabilecek düzeyde mi? *Gürültü düzeyi İş Güvenliği Yönetmeliği'ne göre uygun sınır değerleri arasındadır ve her yıl ölçümleri tekrarlanmaktadır.*

-Gürültünün frekansı ve şiddeti ölçülüyor mu? *Her yıl ölçümleri yapılmaktadır. Riskli görülen yerlerde kulaklık kullanma zorunluluğu vardır.*

-Gürültü sürekli aynı düzeyde mi? Gürültünün vardiya boyu eşdeğer düzeyi hesaplanmış mı? *Gürültü sürekli aynı düzeydedir, fakat her yerde aynı değildir. Vardiya boyunca aynı noktada aynı değer ölçülmüştür.*

-Gürültünün kaynakları analiz edilmiş mi? *Gürültü kaynakları analiz edilmiştir ve en gürültülü yer kompresörün çalıştığı bölgedir. Bu alanda da çalışan kimse yoktur. Sadece kompresör bakımı yapılırken bakım personeli kulaklık takarak önlem almaktadır.*

-Gürültü kaynaklarını izole etmek mümkün mü? *Gürültü kaynaklarını izole etmek mümkündür, fakat gürültü değerleri çok yüksek olmadığından gerek duyulmamaktadır.*

-En büyük gürültü kaynağını hacimsel olarak işgörenlerden uzaklaştırmak mümkün mü? *Uzaklaştırmak mümkündür ve öyle de yapılmıştır.*

Klima

-İş ortamının klima değerleri "rahatsız bölge" ya da "konforlu bölge" denilen bölgenin sınır değerleri arasında mı? *Klima değerleri sınır değerleri arasındadır.*

-Atölyenin ısıtma sistemi tüm çalışma bölgelerini eşit şekilde ısıtıyor mu? *Tam olarak eşit diyemeyiz. Tavandan radyanlarla ısıtma yapılmaktadır. Bir montaj masasının üzerine denk gelen bir yandaki montaj masasına uzak kalabiliyor. Bu da eşit ısınmayı önlemektedir.*

-İşgörenler ısı radyasyona maruz kalıyor mu? *Hayır.*

-Çalışma bölgeleri çok sıcak veya çok soğuk yüzeylere yakın mı? *Çalışma bölgeleri atölyenin orta kısmında yoğunlaşmıştır. Fakat sevkiyat kapılarına yakın hatlar mevcuttur, kışın içeri giren soğuk hava sebebiyle buradaki ortam sıcaklığı değişken olabiliyor.*

-Atölyedeki hava hızı işgörenlerde rahatsız edici, çok üşütücü etki yapıyor mu? *Atölyedeki hava hızı rahatsız edici değildir.*

-İşçiler işyerlerini değiştirdiklerinde iki ortam arasında çok farklı iklimik değerler mi var? *Montaj masalarına işyeri değiştirme olmadığından iklimik değişime uğramıyorlar.*

-Aşırı soğuk veya aşırı sığa karşı koruyucu önlemler, örneğin özel giysiler mevcut mu? *Aşırı iklimik değerler mevcut olmadığından özel giysiler kullanılmamaktadır.*

9. İşe ilişkin bilgiler ve insan-makine arası bilgi alışverişi:

-İşe ilişkin bilgiler açıkça anlaşılır şekilde işgörene verilmiş mi? *İşe ilişkin bilgiler (talimatlar, kontrol gamları, iş güvenliği görsel destekleri, vb) her montaj masası başındaki panoda asılı durmaktadır.*

-Bilgiler önemine, gereksinim duyma sıklığına göre sistematik biçimde düzenlenmiş mi? *Bilgiler kategorize edilmiş şekilde üç kısma ayrılmıştır. İşin yapılışı ve kontrol noktalarıyla ilgili talimatlar bir bölümde, iş güvenliği ve çevre yönetimi ile ilgili talimatlar ve görsel destekler bir başka bölümde, her montaj masasının hedefleri ve takibi, günlük toplantı tutanakları ve notları, sürekli iyileştirme çalışmaları, 5S kontrolleri başka bir bölümde yer almaktadır.*

-İşe karıştırılabilecek, gereksiz, fazlalık bilgiler bilgi formlarından çıkarılmış mı? *Bilgi formları oldukça basit, anlaşılabilir, dikkat çekici, görsel olarak hazırlanmıştır.*

-İş sisteminden işgörene gelecek bilgiler amaca uygun biçimde doğru duyu organlarına yönlendirilmiş mi? *Görsel desteklerle daha da anlaşılır hale getirilmiştir.*

-Çok önemli bilgiler, örneğin tehlike uyarı sinyalleri hem görsel hem de akustik olarak çok kanaldan işgörene ulaştırılıyor mu? *Uyarı sinyalleri hem görsel, hem de akustiktir. Yangın alarm dedektörleri, gaz kaçağı dedektörleri, vb*

-Göstergeler kolay okunuyor mu? *Göstergeler kolay okunabilir ve şekilsel olarak hazırlanmıştır.*

-Çok sayıda ölçü aleti varsa bunları birbirinden ayırmak mümkün mü? *Montaj masalarında ölçü aletleri yoktur, sadece kalite kontrol personeline bulunmaktadır.*

-Birbiri ile ilişkili göstergelerin ilişkileri boyut, şekil veya renk yardımıyla kolayca anlaşılır şekilde ifade edilmiş mi? *Renk ve boyut ayırımıyla ifade edilmiştir.*

-Sürekli dikkat edilmesi gereken göstergeler görüş alanı merkezine yerleştirilmiş mi? *Montaj masası üzerinde ışıklı ve akustik sinyal sayesinde, masada malzeme bittiği ve bu sebepten çalışmanın durduğu anlaşılır. Bu sinyali herkes görebilir ve duyabilir.*

-Göstergeler ve ilişkili olduğu kumanda elemanları arasında hacimsel bağlantı sağlanmış mı? *Kumanda elemanı ile gösterge aynı yerdedir.*

-Göstergelerde gölge, ibrenin rakamı kapatması, cam kapaklarındaki yansımalar nedeniyle okuma zorluğu veya hatası oluşuyor mu? *Değer okunan gösterge yoktur.*

-Sıcak-soğuk, hızlı-yavaş gibi sadece kalitatif ölçümlerin yeterli olduğu yerlerde ölçü aletlerinde rakamlar ve bölüm çizgileri yerine renkli bölgeler kullanarak anlama kolaylığı sağlanmış mı? *Masada yer alan göstergeler renkli bölgeler kullanılarak anlaşılıyor.*

-Çok az devreye giren sinyallerin dikkati çekebilmesi için yanar-söner sinyal şeklinde olması veya beraberinde akustik sinyalin de bulunması gibi özellikler mevcut mu? *Mevcut.*

-İşletme içerisinde aynı işi gören çok sayıda kumanda masası varsa bu masalarda göstergelerin ve kumanda elemanlarının dizilişleri birbirleri ile aynıdır mı? *Dizilişler standardize edilmiştir.*

-Kumanda elemanını hareket ettirirken elin konumu göstergenin okunmasına engel oluyor mu? *Engel olmuyor.*

-Kumandalarda sıfır, minimum, maksimum gibi özel konumlar mekanik ek dirençlerle kumanda esnasında kolay anlaşılacak düzenlemelere gidilmiş midir? *Kolay anlaşılabilir durumdadır.*

-Akustik sinyallerin ses düzeyi iş ortamının ses düzeyinden yeterince yüksek midir? *Yüksektir.*

-Farklı anlamda akustik sinyaller kullanılıyorsa bunlar birbirinden süre, dalga, frekans gibi özellikler sayesinde kolay ayrılabilir mi? *Kolay anlaşılabilir olması için farklı frekanslarda sinyaller kullanılmıştır.*

-Özel hallerde akustik sinyaller optik sinyallerle de destekleniyor mu? *Optik sinyaller de mevcuttur.*

-Akustik sinyaller diğer çalışanları rahatsız ediyor mu? *Hayır.*

-Akustik sinyallerin yoğunluğu konuşmada anlaşmayı engelleyecek düzeyde mi? *Hayır değil.*

-Özellikle görsel yükü azaltmak amacıyla temas ile bilgi edinme (farklı yüzey pürüzlülüğü, hacimsel şekil algılamaları gibi) yoluna da gidilmiş mi? *Son operasyonda dokunarak yüzey pürüzlülüğü kontrolü yapılmaktadır.*

-Gerekli reaksiyon gösterilinceye kadar sinyal devam ediyor mu? Veya ikinci bir uyarı sinyali geliyor mu? *Reaksiyon gösterilinceye kadar sinyaller devam etmektedir.*

-Tehlike sinyali gibi çok ender karşılaşılan ama çok önemli olan sinyaller herkes tarafından algılanacak ve doğru anlaşılacak şekilde düzenlenmiş mi? *Yangın ve gaz kaçağı alarm sinyalleri herkes tarafından anlaşılabilir şekilde düzenlenmiştir.*

4.4. Sonuç

Bu çalışmada; incelenen montaj masasının ergonomik analizle iyileştirilmesi hedeflenmekteydi ve sonuç yapılanlar ve yapılacaklar şeklinde gerçekleşti:

Yapılanlar:

1-Öncelikle çalışanların şikayetleri olan konular üzerinde duruldu ve bunların basit yöntemlerle düzeltilmesi için fikir alışverişleri yapıldı. Çalışanlarla birlikte özellikle yorucu hareket noktaları üzerine odaklanıldı. Gereksiz eğilme, uzanma, kaldırma hareketleri yok edildi.

2-Çalışma alanının dar olmasından dolayı rahat hareket edememe ve iş kazası riski taşınması sebebiyle montaj hattı yerleşim değişikliğine gidildi. Bu konuda çalışanların herhangi bir rahatsızlığı söz konusu değildi, fakat teorik olarak çalışma mesafesi uygun değildi. Yeni yerleşime göre hareket alanı daha geniş ve çalışanlar bu alanda daha güvenli çalışmaktadırlar.

3-Görsel uyarı desteklerinin ve tanımlamaların artırılması hata yapma riskini azaltmıştır ve aynı zamanda iş kolaylığı sağlamıştır.

4-En kısa boylu çalışan için kauçuk paspaslar satın alındı ve masa boyutlarına daha uygun olarak çalışması sağlanmıştır.

Yapılacaklar:

1-Yatırım gerektiren birtakım iyileştirmeler olduğundan bunlar basit değişikliklerle yapılamamaktadır. Bitmiş ürünlerin kasalara yerleştirilmesinde üst üste konulan kasalarda uzanma hareketi yapılmaktadır. Bunun engellenmesi için her montaj masası sonunda raf sistemine geçilmelidir. Böylece üst üste istifleme yerine raf yerleşimiyle sürekli aynı kata malzeme yerleştirilebilir ve dolan kasalar da forklift sürücüsü tarafından sürekli taşınır ve yerine boş kasa getirilir.

2-Son operasyondaki ayna tablası montajında uygulanan kuvvetin direkt elle tatbik edilmesi yerine yardımcı bir aparat kullanılabilir. Böylece çalışanın yorulması ve kasılması azaltılmış olur ve parçanın bu kuvvetten dolayı ıskarta olma riski de azaltılmış olur.

Yapılan iyileştirmeler sonucu çalışanların performansında ve memnuniyetinde, üretim verimliliğinde %12,9 ve doğru parça sayısında %14 artış gözlenmiştir. Bu iyileştirmeler sonuç olarak firmanın karlılığını da etkilemiş ve yönetim tarafından takdirle karşılanmıştır.

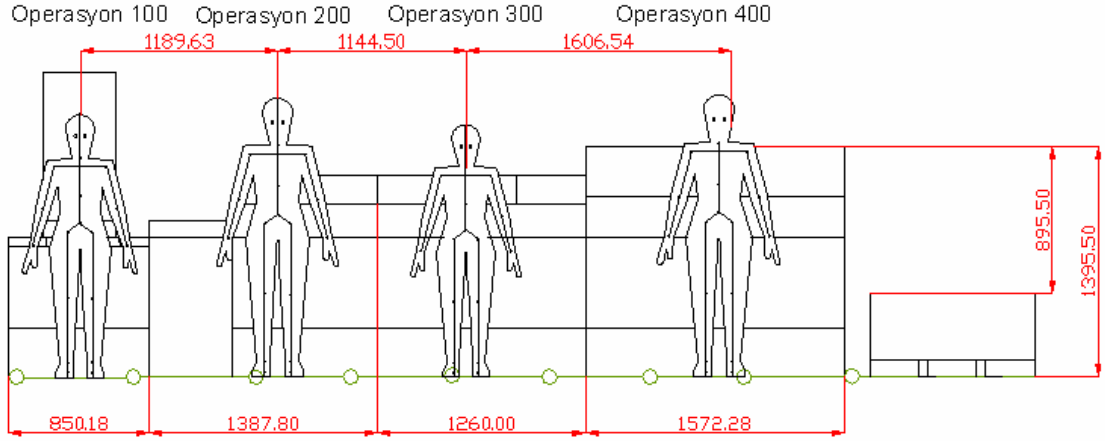
KAYNAKLAR

- BABALIK,F.C.2005.Mühendisler için Ergonomi İşbilim, Nobel Yayıncılık, Bursa, 486 s.
- BAYAZIT,N.1971.İnsan Ölçülerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma.s.72
- CRONEY,J.1971.Anthropometrics for Designers.p.117
- DAMON,A.,STOUDT,H.W.& BELL,B.1966.The Human Body in Equipment Design, Cambridge,MA:Harvard University Press.
- ERKAN,N.1988.Ergonomi, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları:373, Ankara, s.13-16, s.100-114
- GRANDJEAN,E.1973.Wohnphysiologie.p.69
- JURGENS,H.W.1989.Handbuch Der Ergonomie, Kiel.
- KONZ,S.A. & RYS,M.J.2003.An Ergonomics approach to standing aids. p.167-169
- McCORMICK,E.J.1993.Human Factors Engineering,New York:McGraw-Hill.
- MURRELL,K.F.H.1969.Ergonomics-Man and His Working Environment, London: Chapman and Hall.
- NODELAND,H. INEMANSEN,R.REED,R.& AUKLAND,K.1983.A telemetric technique for studies of venous pressure in the human leg during different positions and activities, Clinical Physiology3,573-576.
- POLLACK,A. & WOOD,E.1949.Venous pressure in the saphenous vein at the ankle in man during exercise and changes in posture,Journal Applied Physiology 1,640-662.
- RYS,M.& KONZ,S.1994.Standing ,Ergonomics 37(4),677-687.
- TOKA,C.1992.Ergonomi Ders Notları, Mimar Sinan Üniveristesi, s.15

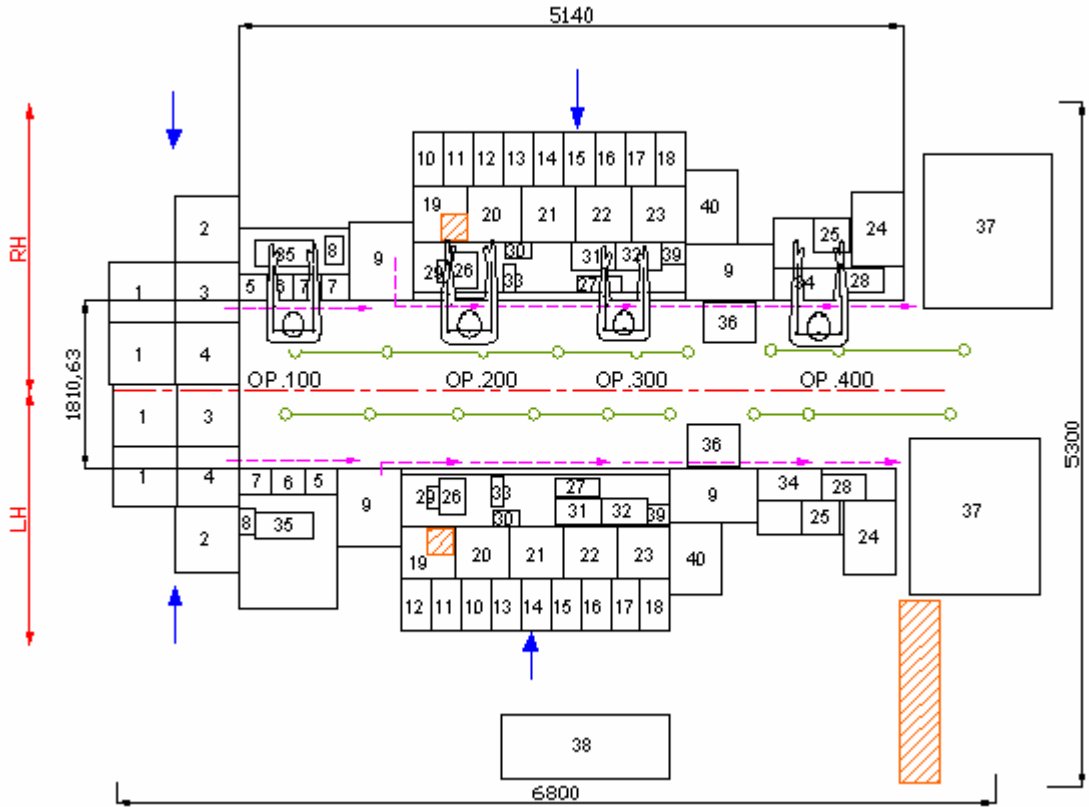
EKLER

EK-1

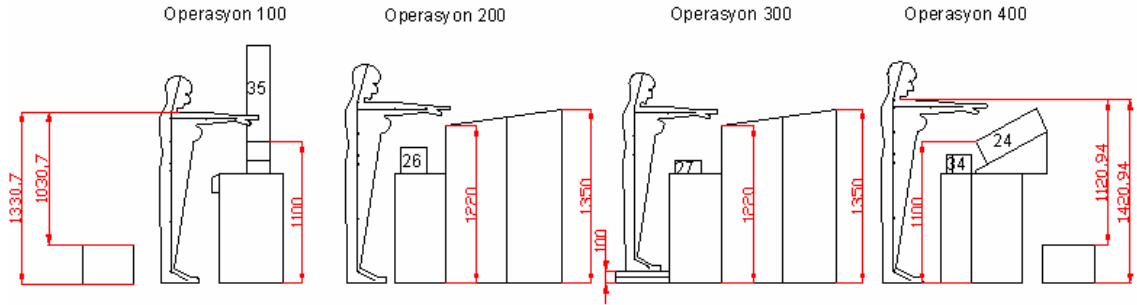
İyileştirilmiş Doblo Dış Dikiz Aynası montaj masası önden, üstten ve yandan görünüş çizimleridir.



Şekil Ek-1.1 Doblo montaj hattının önden görünüşü (iyileştirme sonrası)



Şekil Ek-1.2 Doblo montaj hattının üstten görünüşü (iyileştirme sonrası)



Şekil Ek-1.3 Doblo montaj hattının yandan görünüşü (iyileştirme sonrası)

ÜRETİM EKİPMANLARI:

- | | |
|---------------------------------|--|
| 1.-GÖVDE KASASI | 22.-ALT KÖRÜK KUTUSU |
| 2.-GÖVDE POŞETİ KASASI | 23.-ÜST KÖRÜK KUTUSU |
| 3.-ALT KOL KASASI | 24.-AYNA TABLASI KUTUSU |
| 4.-ÜST KOL KASASI | 25.-AYNA CAMI KUTUSU |
| 5.-MAFSAL TÜBÜ KUTUSU | 26.-MEKANİZMA MONTAJ MODELİ |
| 6.-SEGMAN KUTUSU | 27.-TAPA , CONTA , KÖRÜK MONTAJ MODELİ |
| 7.-SEGMAN YAYI KUTUSU | 28.-AYNA GRUBU MONTAJ MODELİ |
| 8.-GRES YAĞI KUTUSU | 29.-CİVATA KUTUSU |
| 9.-YARIMAMUL SEHPASI | 30.-KUMANDA GRUBU KUTUSU |
| 10.-KIRMIZI SİRAL KUTUSU | 31.-ALT CONTA KUTUSU |
| 11.-YEŞİL SİRAL KUTUSU | 32.-ÜST CONTA KUTUSU |
| 12.-SARI SİRAL KUTUSU | 33.-KUMANDA GRUBU , SİRAL MONTAJ APARATI |
| 13.-KABLO GRUBU KUTUSU | 34.-CAM YAPIŞTIRMA APARATI |
| 14.-SİRAL CONTASI KUTUSU | 35.-MAFSAL TÜBÜ ÇAKMA APARATI |
| 15.-ALT KOL TAPA KUTUSU | 36.-GERİ DÖNÜŞÜM KUTUSU |
| 16.-ALT GÖVDE TAPA KUTUSU | 37.-BİTMİŞ ÜRÜN ALANI |
| 17.-ÜST GÖVDE TAPA KUTUSU | 38.-DOBLO KAPI MODELİ SEHPASI |
| 18.-ÜST KOL TAPA KUTUSU | 39.-RED KUTULARI BÖLGESİ |
| 19.-ÜST MEKANİZMA KUTUSU | 40.-KAPAK KASASI |
| 20.-ALT MEKANİZMA KUTUSU | |
| 21.-TAŞIYICI SAAT MAFSAL KUTUSU | |

İyileştirme sonrası değişen boyutlar:

- 1 no'lu iyileştirme öncesi, tüm çalışanlar 300mm yüksekliğindeki kutudan parçaları eğilerek almaktaydı (1030mm ölçüsü gibi). İyileştirme sonrası bu eğilme hareketi ortadan kaldırıldı ve çalışanın rahat kol pozisyonunda ve ulaşım hacmi içinde kasalara erişimi sağlanmış oldu (1220mm ve 1280mm gibi).

- 2 no'lu iyileştirme öncesi, sol ve sağ ayna montaj hatları arasındaki mesafe 1100mm iken çalışanların hareket alanı sınırlıydı. İyileştirme sonrası mesafe 1831mm olarak değiştirildi ve çalışma daha geniş alanda yapılarak potansiyel iş kazası riski azaltılmış oldu.
- 4 no'lu iyileştirme öncesi, üçüncü operasyonda çalışan operatör her 1,5dk'da bir 220mm gereksiz eğilme hareketine maruz kalmaktaydı. Bu eğilme hareketini önlemek için avadanlık masa üzerine getirildi ve eğilme hareketi önlenmiş oldu.
- 6 no'lu iyileştirme öncesi, üçüncü operasyonda çalışan operatörün iş yüksekliği boyutlarıyla uyumlu değildi. Çalışma yüksekliğini ayarlamak için zemine 100mm yüksekliğinde paspas konuldu.

EK-2

İyileştirme sonrası yapılan iş etüdü sonuçları:

| FICO MIRRORS S.A. | | FICO MIRRORS TIMES MEASUREMENT | FICOSA International | | | | |
|---|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------|
| Production line: DOBLO MONTAJ HATTI | | Reference/Item: MEK. AYNA | | | | | |
| Operator 1 | | | | | | | |
| Process description | ○ operation | □ inspection | ▽ storage | ⇄ transport | □ idle time | Before Times (sec.) | After Times (sec.) |
| 1 MAFSAL TÜPÜNÜ AL VE MAFSAL APARATINA KOY | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 3 | 2 |
| 2 GÖVDEYİ KASADAN AL | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 3 | 2 |
| 3 GÖVDEYİ GÖZLE KONTROL ET | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 | 2 |
| 4 SEGMANI KUTUDAN AL | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 | 1 |
| 5 SEGMANI GÖVDE YUVASINA YERLEŞTİR | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 | 2 |
| 6 MAFSAL TÜPÜ MAFSAL DELİĞİNDEN GEÇECEK ŞEKİLDE GÖVDEYİ APARATA YERLEŞTİR | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 | 2 |
| 7 ÜST KOL AL | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 | 1 |
| 8 ÜST KOLU GÖZLE KONTROL ET | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 | 2 |
| 9 SEGMAN YAYINI ÜST KOL İÇİNE YERLEŞTİR | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 | 2 |
| 10 SEGMANIN ÜZERİNİ GRESLE | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 | 2 |
| 11 SEGMAN YAYLI KOL GRUBUNU TERS ÇEVİR | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 | 2 |
| 12 SEGMAN VE SEGMAN YAYINI ÜSTÜSTE GETİR | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 | 2 |
| 13 SEGMAN YAYLI KOLUN DIŞ KISMI APARATIN KANALINA GELECEK ŞEKİLDE GÖVDE ÜZERİNE İYİCE OTUTTUR | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 3 | 3 |
| 14 İKİ ELİNLE BUTONLARA BASARAK ÇAKMA İŞLEMİNİ GERÇEKLEŞTİR | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 6 | 6 |
| 15 GÖVDEYİ APARATTAN AL VE TERS KOY | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 | 2 |
| 16 ALT KOL AL | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 | 1 |
| 17 ALT KOLU GÖZLE KONTROL ET | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 | 2 |
| 18 SEGMAN YAYINI ALT KOL İÇİNE YERLEŞTİR | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 | 2 |
| 19 SEGMANIN ÜZERİNİ GRESLE | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 | 2 |
| 20 SEGMAN YAYLI KOL GRUBUNU TERS ÇEVİR | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 | 2 |
| 21 SEGMAN VE SEGMAN YAYINI ÜSTÜSTE GETİR | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 | 2 |
| 22 SEGMAN YAYLI KOLUN DIŞ KISMI APARATIN KANALINA GELECEK ŞEKİLDE GÖVDE ÜZERİNE İYİCE OTUTTUR | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 3 | 3 |
| 23 İKİ ELİNLE BUTONLARA BASARAK ÇAKMA İŞLEMİNİ GERÇEKLEŞTİR | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 6 | 6 |
| 24 GÖVDE GRUBUNU APARATTAN AL VE MASAYA KOY | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 | 2 |
| TOTAL TIME | | | | | | 60 | 55 |

Şekil Ek-2.1 Operasyon-1'in iş etüdü

| FICO MIRRORS S.A. | | FICO MIRRORS TIMES MEASUREMENT | FICOSA International | | | | |
|---|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------|
| Production line: DOBLO MONTAJ HATTI | | Reference/Item: MEK. AYNA | | | | | |
| Operator 2 | | | | | | | |
| Process description | ○ operation | □ inspection | ▽ storage | ⇄ transport | □ idle time | Before Times (sec.) | After Times (sec.) |
| 1 GÖVDE-KOL GRUBUNU MASA ÜZERİNDEN AL VE MODEL ÜZERİNE OTURT | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 | 2 |
| 2 MEKANİZMA GRUBUNU AL | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 3 | 2 |
| 3 SİRALLERİ MEKANİZMA YUVALARINA ŞEMAYA GÖRE TAK | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 3 | 3 |
| 4 SİRALLERİ GÖVDE İÇİNDEN SOKARAK ALT KOL ALTINDAN ÇIKAR | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 3 | 3 |
| 5 SİRALLERİ ALT KOL TAPASI BOŞLUĞUNU KULLANARAK İÇ SOMUNLARIN ARASINDAN ÇIKAR VE GERDİR | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 | 2 |
| 6 KUMANDA GRUBUNU AL | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 3 | 2 |
| 7 KUMANDA KOLU SIKMA APARATINA BİR ADET KUMANDA GRUBU TAK | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 3 | 3 |
| 8 KOLU SIK | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 3 | 3 |
| 9 GÖVDE GRUBUNU MODELDEN AL | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 | 2 |
| 10 GÖVDE GRUBUNU ELİNDE TUTARAK, SİRALLERİN UÇLARINI KUMANDA GRUBU YUVALARINA TAK | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 4 | 4 |
| 11 KOLU AÇ | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 1 | 1 |
| 12 GÖVDEYİ AL | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 | 2 |
| 13 GÖVDEYİ MODELE OTURT | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 | 2 |
| 14 MEKANİZMAYI AL | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 3 | 2 |
| 15 MEKANİZMAYI GÖVDE İÇİNE OTURT | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 3 | 3 |
| 16 3 VİDAYI AL | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 3 | 3 |
| 17 HAVALI TORNAVIDA İLE VIDALAMA İŞLEMİNİ GERÇEKLEŞTİR | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 12 | 9 |
| 18 PARÇAYI BİR SONRAKİ OPERASYON İÇİN MASA ÜZERİNE BIRAK | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 | 2 |
| 19 BİR SONRAKİ PARÇAYI BEKLE | <input checked="" type="radio"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2 | 2 |
| TOTAL TIME | | | | | | 58 | 52 |

Şekil Ek-2.2 Operasyon-2'in iş etüdü

| FICO MIRRORS S.A. | | FICO MIRRORS TIMES MEASUREMENT | FICOSA International | | | | |
|--|--|--------------------------------|----------------------|---------------------|--------------------|---|---|
| Production line: DOBLO MONTAJ HATTI | | Reference/Item: MEK AYNA | | | | | |
| Operator 3 | | | | | | | |
| Process description | ○ operation □ inspection ▽ storage ⇄ transport ◻ idle time | | | Before Times (sec.) | After Times (sec.) | | |
| 1 GÖVDE GRUBUNU AL | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 2 | 1 |
| 2 GÖVDE GRUBUNU BİR SONRAKİ DİK OTURMA MODELİNE OTURT | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 2 | 2 |
| 3 İKİ ELLE KOLLARI TUT, İLERİ GERİ HAREKET ETTİREREK MAFSALI YUMUŞAT, KOLLARI GERİ KONUMDA BIRAK | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 4 | 4 |
| 4 ÜST KOL TAPASINI AL | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 2 | 1 |
| 5 GÖZLE KONTROL ET | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 2 | 2 |
| 6 ÜST KOL TAPASINI TIRNAKLAR TAM OTURACAK ŞEKİLDE TAK | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 2 | 2 |
| 7 GÖVDE ÜST TAPASINI AL | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 2 | 1 |
| 8 GÖZLE KONTROL ET | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 2 | 2 |
| 9 GÖVDE ÜST TAPASINI TIRNAKLAR TAM OTURACAK ŞEKİLDE TAK | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 2 | 2 |
| 10 GÖVDE ALT TAPASINI AL | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 2 | 1 |
| 11 GÖZLE KONTROL ET | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 2 | 2 |
| 12 GÖVDE ALT TAPASINI TIRNAKLAR TAM OTURACAK ŞEKİLDE TAK | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 2 | 2 |
| 13 KOLLARI NORMAL KONUMUNA GETİR | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 2 | 2 |
| 14 ALT KOL TAPASINI AL | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 2 | 1 |
| 15 ALT KOL TAPASINI TIRNAKLAR TAM OTURACAK ŞEKİLDE TAK | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 2 | 2 |
| 16 SPIRAL CONTASINI AL | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 2 | 1 |
| 17 SPIRAL CONTASINI SPIRALLER ORTADAKİ DELIKTEN GEÇECEK ŞEKİLDE ALT KOL İÇİNDEKİ BOŞLUĞA TAK | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 2 | 2 |
| 18 ÜST VE ALT CONTAYI AL | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 3 | 2 |
| 19 ÜST VE ALT CONTAYI KOLLARIN ÜZERİNE GEÇİR | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 3 | 3 |
| 20 ALT VE ÜST KÖRÜKLERİ AL | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 3 | 2 |
| 21 ALT VE ÜST KÖRÜKLERİ ALT VE ÜST KOLLARIN ÜZERİNE GIYDIR | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 3 | 3 |
| 22 GÖVDE GRUBUNU MODELDEN AL VE BİR SONRAKİ OPERASYON İÇİN YANDAKİ KASAYA KOY | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 2 | 2 |
| 23 BİR SONRAKİ PARÇAYI BEKLE | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 4 | 3 |
| TOTAL TIME | | | | 54 | 45 | | |

Şekil Ek-2.3 Operasyon-3'in iş etüdü

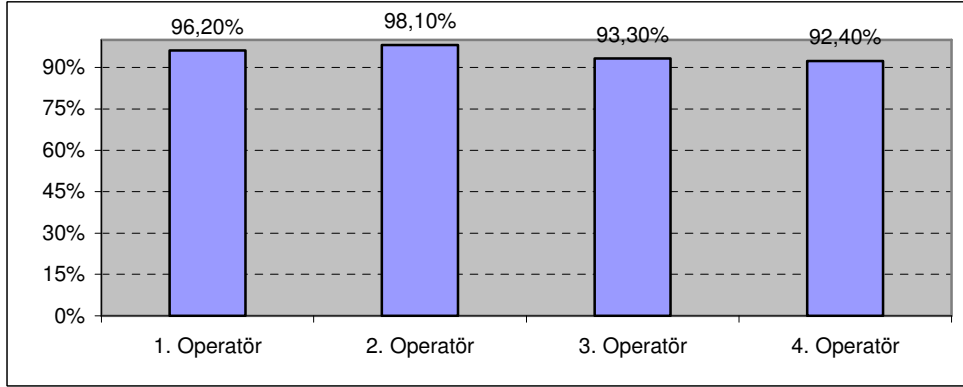
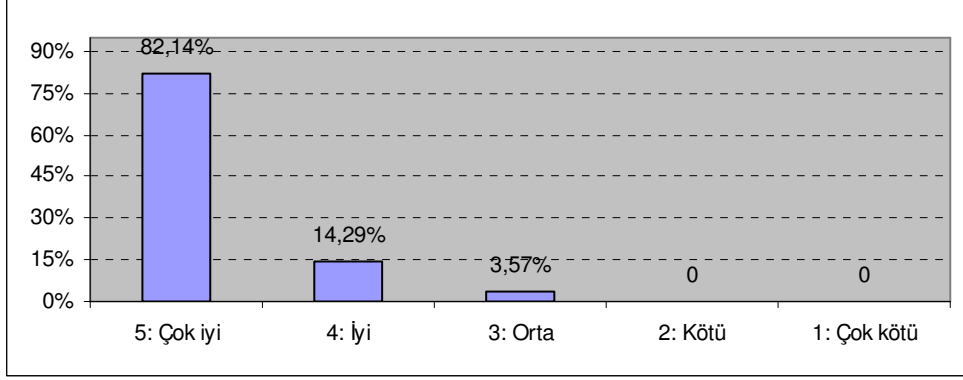
| FICO MIRRORS S.A. | | FICO MIRRORS TIMES MEASUREMENT | FICOSA International | | | | |
|--|--|--------------------------------|----------------------|---------------------|--------------------|---|---|
| Production line: DOBLO MONTAJ HATTI | | Reference/Item: MEK AYNA | | | | | |
| Operator 4 | | | | | | | |
| Process description | ○ operation □ inspection ▽ storage ⇄ transport ◻ idle time | | | Before Times (sec.) | After Times (sec.) | | |
| 1 AYNA TABLASINI AL | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 4 | 2 |
| 2 TIRNAKLARI KONTROL ET | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 2 | 2 |
| 3 TIRNAKLAR ALTTA KALACAK ŞEKİLDE AYNA YAPIŞTIRMA APARATINA YERLEŞTİR | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 2 | 2 |
| 4 AYNA CAMI AL | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 3 | 2 |
| 5 ARKASINDAKİ YAPIŞKAN KAĞIDI ÇIKARARAK AYNA TABLASI ÜZERİNDE KONUMLANDIR | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 4 | 3 |
| 6 İKİ ELİNLE AYNI ANDA BUTONLARA BASARAK YAPIŞTIRMA İŞLEMİNİ GERÇEKLEŞTİR | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 8 | 8 |
| 7 KASA ÜZERİNDEKİ GÖVDE GRUBUNU AL VE MODELE KOY | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 3 | 2 |
| 8 YAPIŞTIRILMIŞ OLAN (AYNA YAPIŞTIRMA APARATI ÜZERİNDEKİ) AYNA TABLASI GRUBUNU AL | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 2 | 2 |
| 9 TIRNAKLAR DENK GELECEK ŞEKİLDE GÖVDE GRUBU ÜZERİNDE KONUMLANDIR VE İKİ ELLE BASTIRARAK MONTAJI YAP | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 6 | 6 |
| 10 MODEL ÜZERİNDE KUMANDA GRUBUNU KANAL ÜSTTE OLACAK ŞEKİLDE TUT VE AYNA HAREKETLERİNİ KONTROL ET | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 4 | 4 |
| 11 ALT KOLUN ÜST KOLA BAKAN TARAFINA ETİKET YAPIŞTIR | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 5 | 2 |
| 12 AYNA CAMININ KİRLİLİĞİNİ KONTROL ET | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 2 | 2 |
| 13 GENEL KONTROLÜ YAP | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 4 | 4 |
| 14 AYNAYI KOLDAN TUTARAK POŞETE VE KASA KOLİYE KOY | ○ | □ | ▽ | ⇄ | ◻ | 4 | 3 |
| TOTAL TIME | | | | 53 | 44 | | |
| TOTAL CYCLE TIME | | | | 225 | 196 | | |

Şekil Ek-2.4 Operasyon-4'in iş etüdü

İyileştirme öncesi toplam üretim zamanı 225 sn iken, iyileştirme sonrası 29sn kadar düşürülerek 196 dk gerçekleşmiştir. Bu da üretim verimliliğini %12,9 iyileştirmiştir.

EK-3**İyileştirme sonrası yapılan memnuniyet anketi sonuçları:**

Hattın dört çalışanına iyileştirme sonrası aşağıda yer alan memnuniyet anketi uygulanmıştır ve sonuçları şöyledir:



Anket sonucunda memnuniyetsizlik görülmemiştir ve ortalama %95 memnuniyet ölçülmüştür. Ancak orta (3 puan) olarak değerlendirilen kriterler mevcuttur: iş masası yüksekliği ve yer döşemeleri. Yer döşemeleri ile ilgili aksiyonlar mevcuttur ve takip edilmektedir. İş yüksekliği için iyileştirmeler yapılmıştır, ancak tekrar gözden geçirilip çalışana uygun hale getirilecektir.

ERGONOMİYE UYUM ANKETİ

| ÇALIŞMA ALANI | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | NOT |
|------------------------|---|---|---|---|---|---|-----|
| 1 | Çalışma alanı (hareket alanı) bu hat için yeterli mi? | | | | | | |
| 2 | Aparat ve avadanlıkların yerleşimi rahat çalışmayı sağlıyor mu? | | | | | | |
| 3 | İş masasının yüksekliği rahat çalışmayı sağlıyor mu? | | | | | | |
| 4 | Uzama noktaları kasları zorlayıcı, rahatsızlık verici mi? | | | | | | |
| 5 | Masa üstündeki yerleşim çalışmayı kolaylaştırıcı mı? | | | | | | |
| 6 | Yer döşemeleri çalışma için uygun mu? | | | | | | |
| İŞ ARAÇLARI | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | NOT |
| 1 | Kullanılan iş araçları, işi kolaylaştıracak şekilde tasarlanmış mı? | | | | | | |
| 2 | İş araçlarının ağırlığı çalışmanı zorluyor mu? | | | | | | |
| 3 | Kullanılan kutu, koli, vb araçlar kolay taşınmaya uygun mu? | | | | | | |
| 4 | Kutu ve kasalara parçalar kolayca konulup, alınabiliyor mu? | | | | | | |
| 5 | Kullanılan aparatların kumandaları rahat çalıştırılıyor mu? | | | | | | |
| 6 | Uygulanan kuvvetler çalışmanı zorluyor mu? | | | | | | |
| ÇEVRE KOŞULLARI | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | NOT |
| 1 | Aydınlatma yeterli mi? | | | | | | |
| 2 | Seçilen renkler iş koşullarına uyumlu mu? | | | | | | |
| 3 | Göz kamaşması engellenmiş mi? | | | | | | |
| 4 | Rahatsız edici gürültü mevcut mu? | | | | | | |
| 5 | Ortam sıcaklığı rahatsız edici mi? (yaz ve kış mevsimlerine göre) | | | | | | |
| ÇALIŞMA-YÖNTEM | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | NOT |
| 1 | Çalışmayı kolaylaştırıcı talimatlar, formlar anlaşılır mı? | | | | | | |
| 2 | Molaların zamanları ve süreleri uygun mu? | | | | | | |
| 3 | Çalışma esnasında kullanılan iş elbisesi, eldiven, iş ayakkabısı, vs. yeterli mi? | | | | | | |
| 4 | Sağlığı rahatsız edici, tehlikeli işler engellenmiş mi? | | | | | | |

5: Çok iyi 4: İyi 3: Orta 2:Kötü 1: Çok kötü

Şekil Ek-3.1 Ergonomiye uyum anketi (hat çalışanları için)

TEŞEKKÜR

Öncelikle beni bugünlere getiren aileme ve bu çalışmanın her aşamasında yardımlarıyla yanımda olan eşime; sabırla çalışmamı izleyen, fikirlerini paylaşan ve bana tecrübeleriyle yol gösteren Sayın Prof. Dr. Fatih C. Babalık ve Dr. Türker Özalp hocalarıma; bu çalışmamı sürdürdüğüm ve halen de çalışmakta olduğum Ficosa International'da birlikte çalıştığım tüm arkadaşlarıma ve bu tez çalışması esnasında gösterdiği büyük anlayış ve paylaştığı tecrübeleri için müdürüm Sayın Durmuş Yılmaz'a teşekkürlerimi sunuyorum.

ÖZGEÇMİŞ

27.11.1980 Bursa doğumludur. İlk öğretimini 1991 yılında Bursa Fatih İlköğretim Okulu'nda, orta ve lise öğretimini 1997 yılında Bursa Kız Lisesi'nde tamamlamıştır. 1997 yılında Uludağ Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nü kazanmıştır ve bir yıl yabancı dil eğitimiyle birlikte 2002 yılında mezun olmuştur. 2003 Şubat ayında Uludağ Üniversitesi Makine Mühendisliği yüksek lisans eğitimine başlamıştır. 2006 Ocak ayında yüksek lisansını tamamlamıştır.