T.C.
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

TÜRKİYE`DE ANTROPOMETRİK VERİLERE GÖRE KALIPÇILIK VE PLASTİK ENJEKSİYON SEKTÖRÜNDE ERGONOMİK İŞYERİ TASARIMI

Serkan HACIOSMANOĞLU

(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi / Araştırma)

ANKARA-2013

T.C.
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

TÜRKİYE`DE ANTROPOMETRİK VERİLERE GÖRE KALIPÇILIK VE PLASTİK ENJEKSİYON SEKTÖRÜNDE ERGONOMİK İŞYERİ TASARIMI

Serkan HACIOSMANOĞLU

(İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi / Araştırma)

Tez/Araştırma Danışmanı
Kenan YAVUZ

ANKARA-2013

T.C.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
İş sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü

O N A Y

İş Sağlığı ve Güvenliği Uzman Yardımcısı Serkan HACIOSMANOĞLU,
İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanı Kenan YAVUZ danışmanlığında tez başlığı **"Türkiye`de Antropometrik Verilere Göre Kalıpçılık ve Plastik Enjeksiyon Sektöründe Ergonomik İşyeri Tasarımı"** olarak teslim edilen bu tezin tez savunma sınavı ..../..../2013 tarihinde yapılarak aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **"İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi"** olarak kabul edilmiştir.

İmza
Unvanı Adı Soyadı
JÜRİ BAŞKANI

İmza
Unvanı Adı Soyadı
ÜYE

İmza
Unvanı Adı Soyadı
ÜYE

İmza
Unvanı Adı Soyadı
ÜYE

İmza
Unvanı Adı Soyadı
ÜYE

Yukarıdaki imzaların adı geçen kişilere ait olduğunu onaylarım.

Kasım ÖZER
İSGGM Genel Müdürü

TEŞEKKÜR

Çalışmalarıma yön veren, yaptığım araştırmaların her aşamasında bilgi, öneri ve her türlü yardımı esirgemeyerek engin fikirleriyle gelişmeme büyük katkısı olan Genel Müdürüm Sayın Kasım ÖZER`e ve Genel Müdür Yardımcılarım Sayın Dr. H. Rana Güven'e, Sayın İsmail GERİM`e, Sayın Ahmet ÇETİN'e tez çalışmam boyunca her türlü desteklerini esirgemeyerek sürekli yanımda olan çok değerli Daire Başkanım Sayın Meftun SAKALLI`ya, tez danışmanım İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanı Sayın Kenan YAVUZ`a ve çalışmalarım boyunca her ihtiyaç duyduğumda yanımda olan çok değerli çalışma arkadaşlarıma en derin duygularımla teşekkür ederim.

ÖZET

Serkan HACIOSMANOĞLU

Türkiye`de Antropometrik Verilere Göre Kalıpçılık ve Plastik Enjeksiyon Sektöründe Ergonomik İşyeri Tasarımı

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı

İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü

İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi

Ankara, 2013

Birçok endüstri alanında olduğu gibi plastik enjeksiyon ve kalıpçılık sektörlerinde de en büyük öneme sahip olan unsur işgücü yani insan gücüdür. Dolayısı ile çalışma şartları çok büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle işletmelerde verimlilik artışını sağlayabilmenin yolu çalışma hayatının kalitesinin yükseltilmesinden geçmektedir. Çalışma yaşamının kalitesini yükseltmek birçok etkene bağlıdır. Bu etkenlerden en önemlisi de ergonomik çalışma koşullarıdır. Türkiye'de son yıllardaki sanayi hamleleri ile sürekli olarak gelişen üretim sektörü, üretimde kullandığı makine, tezgah ve ekipmanların birçoğunu yurtdışından getirmektedir. Ancak bu makineler Türk insanının kullanımına ne kadar uygundur?

Ergonomi insanın fiziksel ve psikolojik özellikleri dikkate alınarak iş yerlerinin, araçların, makinelerin, ürünlerin, çevrenin ve sistemin tasarlanması ve çalışanların güvenliği ve sağlığı güvenceye alınırken iş sistemlerinin verimliliğinin ve etkinliğinin optimize edilmesidir. Genel olarak ergonomideki hedef bireyin işe değil işin bireye uydurulmasıdır. Antropometri ise insanın vücut ölçülerinin saptanması ve kullanılması bilimidir. Antropometri biliminden elde edilen veriler ergonominin temelini oluşturur.

İnsanın çalıştığı ortamla olan uyumunu artırmayı hedefleyen ergonomi, verimliliği, çalışma kalitesini ve motivasyonu da artırmaktadır. Bunu yaparken de antropometri biliminin çıktıları büyük önem kazanır. Artan çalışma kalitesi ve motivasyon işgücü verimliliğini üst noktalara taşımakta, artan verimlilik ise işletmenin rekabet gücünü yükseltmektedir.

Bu çalışmada Türkiye'deki kalıphane ve plastik enjeksiyon işletmelerinde çalışanların makine, tezgah ve işyeri ile antropometrik uyumu ve bunun ergonomi açısından incelenmesi yapılmaya çalışılmıştır. Elimizdeki antropometrik ölçüm verileriyle iş istasyonlarının Türk

insanına veya çalışanına ne kadar uyumlu olduğu ile ilgili ve antropometrik ölçümlerle iş istasyonları arasındaki ilişki ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Bu tezin ilk bölümünde ergonomi hakkında genel bilgiler ve ergonominin tarihçesi verilmiştir. Günümüz ölçülerine yakın olması açısından son zamanlarda yapılmış olan iki antropometrik ölçüm çalışmasının verileri de tez çalışmasının içinde verilmiştir. Uygulama çalışması olarak, Samsun ilinde sektörün önde gelen bir işletmesinin iki ayrı işyeri ergonomik değerlendirme kriterleri kullanılarak incelenmiş, bu inceleme sonucunda yapılması gereken iyileştirmelerle ilgili öneriler verilmiştir.

SUMMARY

Serkan HACIOSMANOĞLU

Ergonomic Operating Environment Design in Mold Making and Plastic Injection Sectors According to the Anthropometric Data in Turkey

Ministry of the Labor and Social Security

Directorate General of Occupational Health and Safety

Thesis for OHS Expertise

Ankara, 2013

Like in many other industrial areas, in plastic injection and sectors the most important factor is work force that is manpower. Hence working conditions are of great importance: the better the quality of working conditions the more increase in productivity. Increasing the quality in working conditions depends on several factors the most important of which is ergonomic working conditions. The manufacturing sector, increasing continuously with industrial attempts and enterprises seen recently in Turkey imports most of the machinery and equipment from abroad. Yet how much of the imported machinery is suitable for the Turkish worker?

Ergonomics means optimizing productivity and efficiency of operating systems by taking into consideration man's physical and psychological characteristics while designing the operating environment and systems as well as machinery and products, and ensuring the safety and well-being of employees. The main target of ergonomics in general is adopting the working conditions according to their suitability for the workers. Anthropometrics, on the other hand, is measurement of proportions of human body and its capabilities for the work. The data from anthropometrics constitutes the base for ergonomics.

Ergonomics with its objective being providing harmony between the worker and working conditions also helps in the increase of quality and motivation in work performance. Anthropometric data is very important in achieving this goal. The increase in quality and motivation gives rise to labour force productivity and this in turn leads to stronger competition conditions for business.

This paper studies the anthropometric suitability of workers with the machinery and equipment in operating grounds of plastic injection and mold making in terms of ergonomics. With the anthropometric measurement data in hand the suitability of workstations for the Turkish workers has been studied and the relationship between anthropometric measurement and workstations has been investigated.

The first section of the thesis paper presents general information about ergonomics and its history. The data from two anthropometric measurements done presently in order to be up to date is included in the study. The task has been carried out in two different workplaces of a prominent company in Samsun utilizing assessment criteria of ergonomics and suggestions have been made for improvement of conditions.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI iii
TEŞEKKÜR iv
ÖZET v
SUMMARY vii
İÇİNDEKİLER ix
RESİMLER LİSTESİ x
ŞEKİLLER LİSTESİ xi
TABLOLAR LİSTESİ xii
SİMGELER VE KISALTMALAR xiii
GİRİŞ VE AMAÇ 1
GENEL BİLGİLER 3
ERGONOMİ İLE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNİN İLİŞKİSİ 3
ERGONOMİ 4
ÇALIŞMA YERİ ERGONOMİSİ 7
GEREÇ VE YÖNTEMLER 45
Araştırmanın Amacı 45
Araştırma Hakkında Bilgi 46
Araştırmada Kullanılan Antropometrik Veriler 46
BULGULAR ve TARTIŞMA 50
Antropometri Açısından İşyeri Düzeninin İncelenmesi 50
Uygulama 53
SONUÇLAR 95
KAYNAKLAR 98
ÖZGEÇMİŞ 102

RESİMLER LİSTESİ

Resim 1. Sürgülü kapı ve kalıphane giriş kapıları 51

Resim 2. İşyeri içindeki merdiven örnekleri 52

Resim 3. Çalışma masası 55

Resim 4. Kalıp toplama tezgahı 59

Resim 5. CNC torna makinesi 64

Resim 6. Plastik enjeksiyon makinesinde çıkan ara ürünlerin yolluklarının kesilmesi işleminde oturma şekli ve çalışma alanının durumu 70

Resim 7. Plastik enjeksiyon bölümünde makineler arası mesafeler 71

Resim 8. Plastik enjeksiyon makineleri ve kullanılan kasalar 73

Resim 9. Üniversal tornada çalışma 76

Resim 10. Kalıpçı freze tezgahı 80

Resim 11. Montaj masalarında ayakta ve oturarak çalışma 86

Resim 13. Sütun matkap 1 ve 2 tezgahları 93

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Çalışanın otururken veya ayaktayken rahatça kontrollere ulaşabildiğinden emin olun 15
Şekil 2. Kontroller kolay görülebilir, ulaşabilir olmalıdır 16
Şekil 3. Yatay düzeyde uzanma mesafeleri ve çalışma alan ölçüleri (cm) 22
Şekil 4. Statik antropometri çalışmalarında kullanılan ayaktaki boyutlar 24
Şekil 5. Statik antropometri çalışmalarında kullanılan oturma halindeki boyutlar 25
Şekil 6. Çalışanlara ayakta ve oturarak çalışma alternatiflerinin sağlanması 29
Şekil 7. Çok fazla güç ve vücut hareketi gerektiren işler için ayakta çalışma alanlarının sağlanması.. 30
Şekil 8. Aynı ya da benzer işi ayakta ya da masada oturarak yapmak 30
Şekil 9. Ayakta çalışanların sandalye ya da tabureyle desteklenerek rahatlatılması 31
Şekil 10. Dirsek seviyesinde yapılan işteki duruşlar ve performans 31
Şekil 11. Oturarak duruş şekilleri 34
Şekil 12. Dengesiz oturuşlar 34
Şekil 13. Oturuş postürleri 35
Şekil 14. Erişim limitleri ve vücut ölçüleri 38
Şekil 15. Aletlerin kolay ulaşılabilecek yerlere yerleştirilmesi 38
Şekil 16. Çalışan ile çalışma malzemelerinin mesafesinin asgari tutulması 39
Şekil 17. Uzun ve ağır malzemelerin kaldırılışında bacakların gücünden faydalanılması 42
Şekil 18. Ağır yüklerin vücudu arkaya vererek ve uygun ayak kullanarak gücün bacağa verilmesiyle vücudun önünden kaldırılması 42
Şekil 19. (i) ve (ii) yükseklik farklarının kaldırılması veya en aza indirilmesi; (iii) ve (iv) kaldırmanın en aza indirilerek hareketlerin azaltılması 43
Şekil 20. Anatomik (A), fizyolojik (B) ve optimum (C) aksiyon bölgeleri, resimdeki değerler "küçük kadın" için yaklaşık değerlerdir 53
Şekil 21. Ayakta çalışmada dirsek yükseklikleri 57
Şekil 23. CNC torna tezgahının ölçümleri (Önden görünüş) 64
Şekil 24. CNC torna tezgahının ölçümleri (Yandan görünüş) 64
Şekil 25. CNC Torna makinesinde parça söküp takma derinlik ve yükseklikleri 65
Şekil 26. CNC Tornanın iç bölümündeki eğim sayesinde metal talaşının konveyöre yerçekimi kuvveti ile düşmesi 66
Şekil 27. Plastik enjeksiyon makinesine ait ölçüler 68
Şekil 28. Taburede öne eğik çalışma duruşu 72
Şekil 29. HTF 530 Plastik enjeksiyon makinesi önden ve yandan görünüm. 73
Şekil 30. Ayaklar için masa içindeki ayrılması gereken hacim 85
Şekil 31. Montaj masalarında küçük kutuların iki yay şeklinde doğru yerleştirilmesi ve tek yay şeklindeki yanlış yerleştirme. 87

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. İklimsel konfor değerleri 11
Tablo 2. Yapılan işlere göre aydınlatma düzeyleri 12
Tablo 3. Değişik milletlerdeki yetişkin insanlarda boy uzunlukları (mm) 22
Tablo 4. İşin yapısına göre uygun postür 29
Tablo 5. Türkiye'de 1981 ve 2006 yıllarında yapılmış iki çalışmadaki ölçümlerin karşılaştırması 48
Tablo 6. İşyerindeki kapılarla ilgili yapılan ölçüm ve değerlendirmeler 51
Tablo 7. İşyerindeki merdivenlerle ilgili yapılan ölçümler 51
Tablo 8. Çalışma Masası ile ilgili ölçümler ve özellikler 54
Tablo 9. Çalışma masasındaki çalışmalarda antropometrik ölçüm ve hesaplamalar 58
Tablo 10. Kalıp toplama masası ile ilgili ölçümler ve özellikler 59
Tablo 11. Kalıp toplama tezgahındaki çalışmalarda antropometrik ölçüm ve hesaplamalar 62
Tablo 12. CNC Torna Tezgâhının ile ilgili ölçümler 63
Tablo 13. CNC Torna tezgahındaki çalışmalarda antropometrik ölçüm ve hesaplamalar 67
Tablo 14. HTF250X – 360X – 450X – 530X Plastik Enjeksiyon Makineleri ile ilgili ölçümler 68
Tablo 15. Plastik enjeksiyon makinelerinden alınan çalışma ölçümleri 73
Tablo 16. Üniversal Torna ile ilgili ölçüler 74
Tablo 17. Üniversal torna tezgahında yapılan çalışmalarda antropometrik ölçüm ve hesaplamalar 78
Tablo 18. Kalıpçı freze ile ilgili ölçümler 79
Tablo 19. Freze Tezgahında yapılan çalışmalarda antropometrik ölçüm, hesap ve değerlendirmeler.. 82
Tablo 20. Montaj ve poşetleme bölümlerinde kullanılan masaların ölçüleri 83
Tablo 21. İşyerindeki masa çalışmalarında antropometrik ölçüm, hesap ve değerlendirmeler 84
Tablo 22. İşyerinde kullanılan oturakların ölçümleri ve değerlendirilmesi 84
Tablo 23. Poşet ağzı kapama makinesi için boyutlar 89
Tablo 24. Poşet ağzı kapama makinesi için yapılan antropometrik ölçüm ve hesaplamalar 90
Tablo 25. Matkap tezgahı ile ilgili ölçümler 91
Tablo 26. Sütun matkap makinelerinde yapılan ölçüm ve değerlendirmeler 94

SİMGELER VE KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
cm	Santimetre, uzunluk ölçüsü birimi
cm^2	Santimetre kare, alan ölçüsü birimi
dB	Desibel, ses şiddeti ölçü birimi
dyn	Dyne, kuvvet birimi
Hz	Hertz, frekans ölçüsü birimi
IEA	Uluslararası Ergonomi Birliği
inç	Uzunluk ölçüsü birimi
İSG	İş sağlığı ve güvenliği
kg	Kilogram, ağırlık ölçüsü birimi
Lüks	Aydınlanma şiddeti
m	Metre, uzunluk ölçüsü birimi
mm	Milimetre, uzunluk ölçüsü birimi
m^2	Metrekare, alan ölçüsü birimi
m^3	Metreküp, hacim ölçüsü birimi
N	Newton, kuvvet ölçüsü birimi
sn	Saniye, zaman ölçüsü birimi
°C	Santigrat derece, sıcaklık ölçüsü birimi
°	Açı birimi
σ	Standart sapma
%	Yüzde

GİRİŞ VE AMAÇ

1992 yılında Uluslararası Ergonomi Birliği (IEA)`nin üyesi bulunan 25 ülkede yaptırdığı araştırmaya göre ergonominin uygulama alanları arasında en üst düzeyde (%84) iş sağlığı ve güvenliği konusu gelmektedir. Bunu endüstri mühendisliği, antropometri, biomekanik, iş yükü, insan-bilgisayar arakesiti, mobilya tasarımı, eğitim, psikoloji vd. takip etmektedir. Bu çalışmadan anlaşılacağı üzere, günümüzde iş sağlığı ve güvenliği, uygulamalı ergonominin en önemli konusunu teşkil etmektedir.

Uzmanların, her türlü uygulamada ergonominin yeri ve önemine dikkat çekmelerinin iki temel sebebi vardır. Birincisi, ergonomi insan yeteneğinin sınırlarını göz önüne alarak, çalışma ve yaşam koşullarını insanla uyumlu hale getirmesiyle, artan kullanım kolaylığı, azalan hatalar ve artan üretkenlik ile işin ve diğer aktivitelerin etkinliğini ve verimliliğini artırır. İkincisi, insanların yetenekleri dışında çalışmalarının önlemesiyle, artan sağlık ve güvenlik koşulları, azalan yorgunluk ve stres, artan iş tatmini ve hayat standardı ile kaza ve yaralanmalara yol açabilecek hataları önlediği için işi daha sağlıklı ve güvenli hale getirir ve arzu edilen belli bazı insani değerlere gelinmesini sağlar (1-5).

Çalışan nüfusundan toplanan antropometrik veriler, istasyonlarda çalışma yüksekliğine ilişkin sınırların belirlenmesi, yükseklik ayarlı sandalye, ızgara ve tezgâhların ergonomik tasarımı, maksimum ve normal çalışma alanlarının belirlenmesi ve benzeri düzenlemelerde kullanılabilir. Böylelikle işletme içinde ergonomik standardizasyon ve verimlilik artışı sağlanır.

Ergonomik iş istasyonu dizaynında, insan faktörünün göz ardı edilmemesi ve çalışma esnasındaki muhtelif duruşların antropometrik veriler dâhilinde sistematik ve güvenilir bir şekilde incelenmesi gerekir. İş esnasında oluşan vücut duruşları ve postürel yüklenmeler sistematik ergonomik metotlar kullanılarak analiz edilmelidir. Böylelikle, insan ile üretim aracının optimal kombinasyonları tespit edilir, düzenlemelere yönelik alternatif öneriler getirilir, zaman, performans ve çalışma ortamı ile ilgili insancıl tedbirlerin alınması sağlanır (6, 7).

Ergonomik iş istasyonu tasarımının amacı, sistemin üretkenliğini ve güvenilirliğini optimize etmektir. Bu amaçlar doğrultusunda sistem, verimli, güvenli, konforlu ve operatörün hoşnutluğunu arttırıcı yönde tasarlanmalıdır. Bu ise operatör ve makine arasındaki etkileşimin iyi gözlemlenmesi ve değerlendirilmesi ile mümkündür. Eğer istenen performans gerekleri, operatörün performans limitlerinden daha fazla ise aşırı yüklenmeden dolayı sakatlanma ve kazaların meydana gelme oranı yüksektir.

İş alanlarının tasarımında konum streslerinin azaltılması esastır. Değişik çalışanlara uygun bir iş istasyonu yapabilmek için çok yönlü yaklaşım gereklidir. Görevin gerekleri ve kullanıcıların karakteristikleri dikkate alınmalıdır. Büroda ve endüstride kullanılacak mobilyaların tasarımında veya seçiminde “iş istasyonu-görev” etkileşimi, yapılacak analizde temel özellik olmalıdır.

Unutulmamalıdır ki, toplam iş sağlığı ve güvenliği, insan faktörüne (ergonomiye) gereken önemin verilmesiyle ve çalışma çevresinin ergonomik kurallara göre düzenlenmesiyle mümkündür.

Bu tez çalışmasında Türkiye’de plastik enjeksiyon ve kalıpçılık alanında kullanılan tezgah, masa ve makinelerin çalışanların antropometrik ölçülerine ergonomik olarak uygun olup olmadığı konusu üzerine örnek oluşturabilecek bir inceleme ve araştırma amaçlanmaktadır.

GENEL BİLGİLER

ERGONOMİ İLE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNİN İLİŞKİSİ

Tıbbi, teknik, ekonomik, sosyal ve hukuki yönleri olan bir kavram olarak iş sağlığı ve güvenliği, kısaca çalışanların iş kazaları ve meslek hastalıklarına karşı korunmalarının sağlanması şeklinde tanımlanır.

İş sağlığı ve güvenliği, işin yapılışı sırasında fiziki çevre şartları nedeniyle, çalışanların karşılaştıkları sağlık sorunları ve mesleki tehlikelerin ortadan kaldırılması ve azaltılması üzerine araştırmaları kapsar. Çalışanların çalışma koşullarının olumsuz etkilerinden, iş kazaları, meslek hastalıkları ve her türlü zararlardan koruma çalışmaları ile daha güvenli iş yerleri oluşturma, bu kapsamda değerlendirilecek konular arasında yer alır (3, 8, 9).

İş kazaları ve meslek hastalıkları, kişinin çalıştığı iş dolayısıyla karşılaştığı tehlikelerle ilgili bir durumdur. Bu bağlamda iş kazası; 31/5/2006 tarih ve 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanununda, çalışırken veya işin gereği diğer işlemleri yaparken meydana gelen ve hemen veya sonradan bedenen ya da ruhen özre uğratan olay şeklinde tanımlanır. Yine aynı Kanunda meslek hastalığı ise, işin niteliğinden dolayı tekrarlanan bir sebeple veya işin yürütüm şartları yüzünden uğranılan geçici veya sürekli hastalık, bedensel veya ruhsal özürlülük halleri olarak tanımlanmaktadır. 20/6/2012 tarih ve 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununda ise iş kazası, işyerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen özre uğratan olay olarak tanımlanırken; meslek hastalığı, mesleki risklere maruziyet sonucu ortaya çıkan hastalık olarak tanımlanmaktadır.

Yaşadığı çevre ile sıkı bir etkileşim içinde bulunan insanı, çalıştığı ortamdan kaynaklanan olumsuz etkilerden korumak için Ergonomi bilimi, tıbbi, teknik, ekonomik ve psikolojik konularda çalışmalar yapar. Uygulamalı Ergonomi; iş sağlığı, iş güvenliği ve iş hijyeni kuralları çerçevesinde çalışma ortamının insan faktörü ile uyumunu inceleyerek, mesleki risk ve hastalıkların ve dolayısıyla iş kazalarının en alt düzeye indirilmesi çalışmalarını kapsar (2, 3, 8-12).

İşyerindeki fiziksel stres miktarını asgari düzeye indirmek, insan ve teknolojilerin etkileşim yollarının sürekli çalışılmasını gerektirir. Daha sonra bu çalışmalardan öğrenilenler, etkileşimi geliştirmek için uygulamaya konulur ki bu Ergonomi biliminin diğer bir tanımıdır. Zaten Ergonomi kavramı pratikte iş yerinden kaynaklanan tüm fiziksel stresin minimizasyonu için kullanılmaktadır (3, 8).

Bir makine veya sistem gerektiğinden fazla karmaşık veya tehlikeli ise çalışan insanlar bundan tam verimi elde edemeyeceklerdir. Üstelik rahatsız ve tehlikeli çalışma koşullarının da ortaya çıkması, iş sağlığı ve güvenliğine ve dolayısıyla da üretkenliğe, kaliteye zarar verir.

Ergonominin temel amacı, insan yeteneklerini en iyi şekilde kullanarak onu en uygun işe yerleştirmek ve performansını en yüksek düzeye çıkarmaktır. Başka bir deyişle en yüksek performansı (verimlilik vb.) en düşük insani maliyet (stres, kazalar vb.) ile elde etmektir. Burada insana ait özelliklerin, bilgilerin, yeteneklerin ve becerilerin bilinmesi ve bunlara ait alt ve üst sınırların belirlenmesi, insana yaraşır bir iş düzenlemesinin en önemli değerlendirme ölçütleridir.

Günümüzde çalışma ortamında karşılaşılan tehlikelerin belirlenmesi ile olası risklerin araştırılması, kaza ve yaralanma oranlarının düşürülmesi gibi tüm iş sağlığı ve güvenliği konuları, Uygulamalı Ergonominin çalışma alanı içinde yer almaktadır.

ERGONOMİ

Ergonominin Doğuşu

İkinci Dünya Savaşına kadar, insanların teknolojik sistemlerin ortaya çıkardığı taleplere uyum sağlayabileceği dolaylı olarak kabul edilmiştir. Hem teknolojik sistemler daha çok montaj ve üretimle alakalı olduğu için, hem de otomasyon düzeyi ve elektronik kullanımı sınırlı olduğundan, pratikteki tecrübe de bu kabullenmeyi desteklemiştir. Ancak, savaş

yıllarında askeri teçhizatın hızlı teknik gelişimi bu tecrübenin revizyonunu gerektirmiştir. Çalışanları işlere uydurmak için seçme ve eğitme, savaş sırasında işi çalışana uyduracak tasarım yaklaşımını eklemiştir. Zira insan yetenekleri fazla önemsenmeden yapılan harp silah ve araçlarının kullanılması, önemli sayıda insan hayatına mal olmuştur. Bu, daha çok makinelerin artan hızının ve karmaşıklığının bir sonucudur. Zira savaş yıllarında makineler insanın uyum yeteneğini aşmıştır. Teknolojik sistemlerin değişme hızı o kadar fazla olmuştur ki, normal bir insan artık onu takip edemez hale gelmiştir (13-16).

Teknolojik gelişmeler uzun zaman askeri dünya ile sınırlı kalmayıp, süratli bir şekilde sivil uygulamalara da yayılmıştır. Bu, insandan beklenenlere bir değişiklik getirmiştir. İş, daha çok üretimden, ağırlıklı olarak kontrol ve yönetime, yani işlerin nasıl yapılması gerektiğini düşünüp planlamaya doğru kaymıştır. Önemli olan girdi artık enerji veya malzeme değil, bilgi olmuştur. İş, doğrudan işleme katılmaktan çok, bir işlemin kontrolü, hatta zamanla diğer makineleri kontrol eden makinelerin kontrolü olacak şekilde değişmiştir. Bu şekilde, normal işlemlerden birçok adım atılmıştır. İnsanların makinelerin kontrolünü üslendiği bu tip yeni durumlar ise, başka problemleri doğurmuştur. Dahası, iş çevresinde talep arttıkça, insanların ısı, ışık, basınç, ses, titreşim, gürültü, hız açısından nelere ve ne kadar dayanabileceği önemli hale gelmiştir. Kısacası, makinelerin ve işlemlerin tasarımında, insan sınırları ve yeteneklerine uyacak iş çevrelerine artan bir ihtiyaç oluşmuştur (11, 16-19).

Bunun sonucu "geliştirilecek her türlü araç ve gerecin tasarımında insan faktörünün dikkate alınması"nın gereği üzerinde durulmuş ve savaş sonrası Avrupa`da "Oxford Medical Research Unit" ile "Applied Psychology Unit" ve Amerika`da "Dayton Aeromedical Laboratory Psychology Branch" gibi çeşitli araştırma enstitüleri kurulmuştur (11, 19).

Temelde iş-insan ilişkilerinin bilimsel platformda değerlendirilmesini hedefleyen Ergonomi alanında yapılan çalışmaların dağınık oluşundan kaynaklanan sorunların giderilmesi amacıyla, 1949 yılında anatomi, fizyoloji, psikoloji, mühendislik bilimleri gibi disiplinlerde tanınmış uzmanların katılımıyla Ergonomi konusunda Oxford`da bir toplantı düzenlenmiş, bu toplantıda Yunancada iş anlamına gelen "ergo" ile yasalar anlamına gelen "nomos" kelimelerinden üretilen "Ergonomi" sözcüğü kabul edilmiş ve örgütlenme kararı alınmıştır. Bu konudaki problemler daha önceleri de fark edilmiş olmakla birlikte, özellikle bunlarla (iş-insan ilişkisi) ilgilenen akademik bir disiplin olmamıştır. Bu amaçla İngiltere`de kurulan "Ergonomi Araştırma Konseyi" (Ergonomics Research Council), 1961`de

“Uluslararası Ergonomi Derneği” (International Ergonomics Association-IEA) adını alarak günümüzde de çalışmalarını devam ettirmektedir (11, 20, 21).

Yirminci asrın ortalarında makine ve kontrol tasarımı, iş yerindeki yerleşim durumu, sıra ve banklar, el aletleri modelleri, ağır yükleri elle taşıma vb. konularında yoğunlaşan ergonomi araştırmaları, ilerleyen yıllarla beraber gürültü, titreşim, aydınlatma ve sıcaklık gibi iş hijyeni ile ilgili konular üzerindeki araştırmalara da kaymıştır. Günümüzün ergonomi araştırmaları ise, kişinin yalnızca kullandığı alet ve metotlar veya işinin organizasyonu gibi fiziksel ortamını göz önünde bulundurmaz, aynı zamanda düşünce yapısı, duyguları, diğer çalışanlarla olan ilişkileri, problemlerle uğraşma kabiliyeti gibi tüm psikolojik ve sosyolojik çevresi ile kısacası insanın bütünüyle ilgilenir (16, 17, 20).

Amerika`da “Human Factors” (İnsan Faktörleri) ve “Human Engineering” (İnsan Mühendisliği), İngiltere`de “Applied Psychology” (Uygulamalı Psikoloji), İskandinav ülkelerinde “Bio-technology” (Canlı-Teknolojisi), Almanya`da “Arbeit Physiology”; günümüzde ise en genellikle “Ergonomics” (Ergonomi) olarak adlandırılan bu yeni bilim dalı, insan ile çalışma ortamı arasındaki ilişkilerin bilimsel araştırması olarak kabul görmüştür. Bugün dünyanın elliden fazla ülkesinde Ergonomi konusunda araştırma enstitüleri çalışmalarını sürdürmekle beraber, bazı üniversitelerin lisans ve yüksek lisans programları arasında yer almış olup, bir takım ülkelerde ise orta öğretimde okutulan dersler arasına alınmıştır (2, 11, 16, 22-25).

Ergonominin Yaklaşımı

Ergonominin amaç ve yaklaşımının gerekli yönlerini birleştiren ayrıntılı bir tanım için Chapanis`den şu tanım verilebilir: Ergonomi, üretken, güvenli, rahat ve etkili insan kullanımı için, insan davranış, yetenek, sınır ve diğer özellikleri hakkındaki bilgileri ortaya çıkarır ve araç, makine, sistem, iş ve çevrelerin tasarımına uygular. Bu bilim dalı, sistem yaklaşımını benimseyerek, onu insan ve makine arasındaki ilişkiye uygular (20).

Ergonomi, insanların anatomik özelliklerini, antropometrik karakteristiklerini, fizyolojik kapasite ve toleranslarını göz önünde tutarak, endüstriyel iş ortamındaki tüm faktörlerin etkisi ile oluşabilecek, fiziksel ve psiko-sosyal stresler karşısında, sistem verimliliği ve “insan-makine-çevre” uyumunun temel yasalarını ortaya koymaya çalışan, çok disiplinli bir araştırma ve geliştirme alanıdır. Böyle bir tanım, iş ortamı ile insan özelliklerinin

uyumlu hale getirilmesi ve bu çevrede ortaya çıkabilecek muhtemel problemlerin başlangıçta belirlenmesi ve önlenmesi için gerekli tedbirlerin alınmasına imkân verir. Zaten uygulamalı ergonomi, insanın türlü özelliklerini ve yeteneklerini araştırarak "işin insana, insanın da işe ve işyeri ortamına uyumu" için gerekli şartların araştırılması olarak tanımlanır. Burada önemli olan, verimlilik ve rasyonellik hedefleri ile çalışanların moral ve tatminin bağdaştırılabilmesidir. Bunun bir diğer anlamı; ergonomi, çalışan ile iş (işin insana, insanın işe) uyumunun sağlanmasıdır. Yani bir insanın kullandığı makine ne kadar gelişmiş olursa olsun, eğer insan-makine uyumu sağlanamamış ise bu iki elemanın oluşturduğu sistemden beklenen yüksek performansın elde edilmesi mümkün değildir (2, 7, 16, 25-27).

Ergonomide işin insana uyumu, çalışılan yerin ve üretim araçlarının; iş çevresinin ve organizasyonunun analizi ve düzenlemesi; öğelerini içerir. İnsanın işe uyumu ise kişinin işin içeriğine bireysel yatkınlığı (yaşı, cinsiyeti, bedensel yapısı vb.) dikkate alınarak yapılan işe yerleştirme, iş eğitimi ve işe alıştırma öğelerini kapsar.

Çalışan insanın davranış ve reaksiyonlarını etkileyen fizyolojik ve psikolojik faktörler, iş yeri koşulları, çalışma metotları, çalışmanın ekonomik hale getirilmesi, çalışma temposu, yorgunluk, vardiya sistemleri, iş değişimi, iş güvenliği, iş psikolojisi, iş hijyeni, iş stresi, iş doyumu ve verimlilik gibi konular uygulamalı ergonominin uğraş alanlarından birkaçıdır (21, 28).

Tasarım aşamasında yapılan simülasyonlar (prototip çalışmaları) ile ürün ergonomisini kontrol etmek, daha düşünce evresinde, doğru yönde ilerlemeye büyük katkı sağlar. Zira ürün kullanıcısının ergonomi vizyonu tasarımcılarca iyi bilinmelidir. Örneğin, yolcu koltuğu tasarımında, kısa bacaklı uzun gövdeli Asya insanları ile uzun bacaklı, kısa gövdeli Avrupalı insanlar arasındaki farklılıklar gözetilmelidir. Zaten, günümüzde rekabetin ön plana çıktığı piyasa koşullarında (AB standartlarında "CE" işareti ile gösterilen) ergonomik normlara uygunluk, üretici açısından kaçınılmaz bir zorunluluk halini almıştır (19, 31).

ÇALIŞMA YERİ ERGONOMİSİ

Çalışma yeri, bir iş sistemi içinde insanın görevlendirildiği alandır. Çevre koşulları ise, iş sistemini etkileyen ve bazı durumlarda da iş sistemi tarafından üretilen fiziksel (aydınlatma, gürültü, ısı vb.), örgütsel (çalışma süreleri vb.) ve sosyal (ücretlendirme vb.) etmenlerdir.

İş düzenleme, özellikle çalışma teknik ve koşullarının (çalışma yerleri, makineler, aletler, yardımcı araç ve gereçlerin) tasarımları veya iyileştirilmeleri ile iş parçalarının akışa uygun tasarımını kapsar. Kapsamlı bir sistem düzenleme çerçevesinde iş düzenlemenin amacı, iş sürecinin akılcı hale getirilmesidir. Çalışma koşullarının niteliği ne olursa olsun, insan üzerinde değişik derecelerde zorlanma ve strese sebep olur. Ergonomi, çalışma ortamındaki her türlü stres kaynağını ve insanın bu strese uyum çabalarını sağlayacak önlemleri araştırır.

Sağlık sorunu nedeniyle işe gelememe sıralamasında mesleki kas ve iskelet hastalıklarının ön sıralarda olması, ergonomik işyeri düzenlemesinin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Yapılan araştırmalarda çalışanların genellikle sadece %20'si iş yaşamları boyunca bu rahatsızlıklardan şikâyet etmemekte, geri kalan büyük çoğunluk az veya çok bu tip rahatsızlıktan şikâyetçi olduğunu söylemektedir.

İnsanın uyum yeteneği vardır, Ergonomik açıdan çalışma yeri düzenleme ise, çalışma yerinin ve işin, insana uyumunun sağlanması göz önünde tutularak düzenlenmesidir. Dolayısıyla çalışma ortamı, işi yapan insanın anatomik, fizyolojik, psikolojik özelliklerine ve kapasitesine uygun olduğunda iş ve insan arasında uyum sağlanır ve bunun sonucunda en az yorgunlukla en yüksek verim elde edilir. İşin insana uyumunu sağlama çabalarında temel öğe olan ergonomik açıdan çalışma yeri düzenlemesi beş ana bölümden oluşur. Bunlar; fizyolojik açıdan çalışma yeri düzenleme, psikolojik açıdan çalışma yeri düzenleme, enformasyon tekniğine dayalı çalışma yeri düzenleme, güvenlik tekniğine dayalı çalışma yeri düzenleme ve bu tez çalışmasında esas olarak üzerinde durulacak olan antropometrik açıdan çalışma yeri düzenlemedir. (7, 11, 16, 24, 26)

Fizyolojik Çalışma Yeri Düzenleme

İnsanlar ev ve iş yeri gibi günlük yaşamlarında sıcaklık, karanlık ve gürültü gibi çeşitli ortam stresleriyle karşı karşıya kalırlar. Bu faktörlerin insan sağlığını ve iş verimini etkileyeceği şüphesizdir. Fiziksel ve zihinsel gücünün üstünde çalıştırılan insan yorgun düşer ve dolayısıyla solunum, dolaşım, kas-sinir sistemi, enerji metabolizması gibi temel fonksiyonları zorlanır. Yorgunluk, iş verimini ve çalışma hevesini azaltır, kaza ve yaralanmalara yol açar (11, 14, 15).

Fizyolojik açıdan çalışma yeri düzenlemenin amacı, çalışma yöntem ve koşullarının insana uydurulması ve insan çalışmasının daha iyi hale getirilmesine yöneliktir. Bu amaca ulaşabilmek için öncelikle iki noktaya dikkat edilmesi gerekir:

- İnsanın etkilenmesi (zorlanması) en aza indirilmeli: Aynı performansın sürekli sürdürülebilmesi için, hareket hızı ile dinlenme aralarının uyumu ayarlanmalıdır. Gerekli aralıklarla iş değişimi yapılmalı ve dinlenme araları verilmelidir. Ağır işler daha kuvvetli kas gruplarına verilmelidir. Doğru duruş pozisyonu seçilmelidir. Sırt üstü uzanmaya kıyasla, otururken % 3-5, ayakta % 8-10, ayaktayken yere eğilmiş vaziyette ise % 50-60 daha fazla enerjiye gerek duyulacağı yani daha fazla zorlanılacağı unutulmamalıdır.

- Çevre etkileri ve şartlan insan bünyesine uyumlu hale getirilmeli: Uygun olmayan çalışma koşulları (gürültü vb.) ek bir yüklenmeye sebep olur ve organizmanın katlandığı bu zorlanmayla da bedende yorgunluk belirtileri oluşur. Örneğin ofis ortamı gibi rahat görülen, mental (zihinsel) çalışmayı gerektiren ortamlarda dahi, hatalı uygulanan fiziksel çevre koşullarının, çalışanların sağlığını bozucu ve performansını azaltıcı birçok etkisi vardır. Bu nedenle tüm çalışma ortamlarında, iklim, aydınlatma ve gürültü gibi çevresel faktörlerin, çalışanlarla uyumlu hale getirilmesi gerekir.

İklimlendirme:

İnsan bedeni belli bir iç ısıya (yaklaşık 37°C) ayarlanmıştır. Bu değerden sapmalar olduğunda, rahatsızlık verici sıcak veya soğuk hissi ya da hastalık belirtileri ortaya çıkar. Zira ortam ısı streslerinin uzun süreli olması halinde vücudun kendine özel koruma dinamikleri (termal ayarlama sistemi) harekete geçer. Örneğin, deri ısısı belli değerlere düşer düşmez, merkezi sinir sistemi harekete geçerek, oto-kontrol mekanizmasını çalıştıran özel salgılar devreye girer. Ortam ısısının yükselmesi ise, merkezi sinir sisteminin derideki kan dolaşımını hızlandırmasına ve ter bezlerinin uyarılarak terlemenin başlamasına neden olur. Aşırı soğuk stresi halinde, önceleri deri dolaşımı yavaşladığı halde, daha sonra bu dolaşım artar ve deri üzerindeki tüyler dikilerek titreme başlaması ile ek bir koruma mekanizması da harekete geçer (19, 28).

Yüksek ısı yayan kaynakların bulunduğu işyerlerinde, çalışanların bu yüksek ısıdan korunmaları gerekir. Duvarların ve pencerelerin soğuk olması ve dolayısıyla meydana gelen ısı kayıpları ve çalışanların vücut ısısı kayıplarına neden olan soğuk hava yayılması da özel

bir koruma gerektirmektedir. Ayrıca hafif işlerle çalışmaların bulunduğu ortamda yayılan sıcaklığın toplam sıcaklık etkisi konfor duygusunu bozmaması gerekir.

1. Hava akımı:

Ortam sıcaklığı ve yayılan sıcaklık düzeyleri konfor değerlerinde iken, olması gereken hava akımı 150 mm/sn civarındadır. Hava akımı 510 mm/sn üzerine çıktığında çalışma yeri "esintili" kabul edilirken, 100 mm/sn altına düştüğü durumlarda çalışma yeri "havasız" olarak nitelendirilir.

Uygun hava ısısını sağlamak kadar, hava hareketlerini kontrol etmek de önemlidir. Örneğin, rahat ısı ortamının üst sınırına yaklaşıldıkça daha esintili bir hava tercih edilir. Ortamın pencere sayısı, tavan yüksekliği, kişi başına devinim hacimleri gibi faktörler hava akımını etkiler. Hava değişim katsayıları (havalandırma), çalışma yerlerine göre farklılıklar gösterir. (5, 11, 29).

2. Nem:

Nem, havada bulunan su buharı miktarıdır. Havadaki nem miktarı "mutlak" ve "bağıl nem" olarak ifade edilir. Mutlak nem, birim (1 kg) havadaki su buharı miktarıdır. Bağıl nem ise, birim hacim havada bulunan su buharı miktarının, o sıcaklıktaki doymuş havada bulunması gereken su buharı miktarına oranıdır. Çalışma şekillerine göre bağıl nemin % 30-70 olması gerekir.

3. Sıcaklık (hava ısısı):

Ortam sıcaklığı, fizyolojik ve psikolojik nedenlerle çok önemlidir. Çalışma ortamı için en rahat ortam sıcaklığı 18,3°C olduğu kabul edilmiştir. Rahat bir ortam için alt ve üst sınırların ise 15,6-20°C olduğu saptanmıştır. Ofis çalışanları gibi az hareketli çalışanların tercih ettikleri ortam ısısı 19-23°C olurken, ağır endüstri kollarında çalışanlar için ortam ısısı 13-16°C olarak tercih edilmekte, dolayısıyla çalışanların fiziksel aktivitesi arttıkça ortamın ısı değerleri düşürülmektedir.

Isı, iş yerine düzgün olarak dağılmalıdır. Örneğin, 25°C`yi geçmemesi gereken döşeme ısısı ile baş yüksekliği ısısı arasındaki fark l-2°C`yi geçmemelidir. Modern ısıtma tekniklerinde, döşemenin yeterli bir düzeyde ısıtılması ve oda ısısının da hafif serinlik

duygusu oluşturacak düzeyde olması hedeflenir. Isıtma için kullanılacak sistemin seçiminde, bina yapısı, yerleşim projesi, imalat çeşidi vb. özellikler dikkate alınır.

4. Isı stresi:

Yüksek sıcak veya soğuk ortamlar ısı stresi oluşturan aşırı ısı ortamında çalışanlarda terlemeye bağlı su ve tuz kayıpları artar. Aşırı ısının genel organik direnci azalttığı, kramplar ve ısı çarpması gibi etkileri olduğu ve iş verimini düşürdüğü bilinmektedir. Performans yaklaşımı ile yapılan araştırmalarda ise, aşırı sıcak ortamlarda verimliliğe yansıyan yeteneklerin düştüğü ve en önemlisi de iş kazalarının arttığı ortaya çıkmıştır. Soğuk ortam stresi ise, kısa dönemde deri ısısının düşmesi, dolaşımın yavaşlaması ve titremeye, uzun dönemde ise gıda tüketiminde artışa neden olmaktadır. Uzun süre soğukta çalışanların aşırı gıda (ve vücutlarının yağlanarak kilo) aldıkları ve böylece organizmanın soğuk etkisine karşı bir savunma oluşturduğu görülmüştür.

Sağlığa zararlı olmayacak ve insana rahatlık duygusu verecek iklimsel konfor değerlerini saptamaya yönelik birçok araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalardan çalışma şekli ve iş yüküne göre elde edilen iklimsel konfor değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. İklimsel konfor değerleri

Çalışma Şekli ve İş Yükü	**Hava Sıcaklığı (°C)**			**Bağıl Nem (%)**			**Hava Akımı (mm/sn)**
	Min	Opt	Max	Min	Opt	Max	Max
Ofis işi	18	21	24				0,1
Oturarak hafif iş	18	20	24				0,1
Ayakta hafif iş	17	18	22	30	50	70	0,2
Ağır iş	15	17	21				0,4
Çok ağır iş	14	16	20				0,5

Aydınlatma:

Çalışma koşullarının neden olduğu yorgunluğun önemli bir kısmının gözlerin zorlanmasından ileri geldiği bilinmektedir. Zira insanın enformasyon algılamasında en önemli rolü üstlenen göz, bu algılamanın % 80-90`ını gerçekleştirir. İyi bir aydınlatma insanın performansını (% 15-40) yükseltmektedir.

Aydınlatma şiddetinin yeterli düzeyde olması çok önemli olmakla beraber bu tek koşul değildir. Çalışma yerlerinde aydınlatma düzeni oluşturulurken, dikkat edilmesi gereken başka koşul ve faktörler de vardır. Aydınlatma konforunu seçilen ışık kaynağının uygunluğu, aydınlatmanın eş düzeyliği, göz kamaşması, gölgelenme ve renk uyumu gibi faktörler belirler (3, 11, 14, 15, 19, 28, 31).

Aydınlatmada en iyi ışığın gün ışığı (beyaz ışık) olduğu bilinmekle beraber, her zaman ve her durumda bundan faydalanma olanağı olmaz. Böylesi zamanlarda gün ışığına benzeyen ışık kaynaklarından yani "yapay aydınlatma"dan yararlanılır. Yapay aydınlatmada, genelde tüm iş yerinin ne ölçüde aydınlatma gereksinimi olduğu dikkate alınır. Amaç, her yerde ve tek düze ve gölge oluşturmayan bir aydınlatma sağlayabilmektir. Yapay aydınlatma için ışık kaynakları fabrikanın her yerine iyi dağıtılırken özel aydınlatma gerektiren yerlerde de bu gereksinime cevap verecek özel ışık kaynakları kullanılır (11). Işık kaynağı ile dönen cisimler aynı fazda çalışıyor ise, çalışanlar dönen cisimleri duruyor, ters dönüyor veya sıçramalı gibi görünürler. Bu etkilere stroboskopik etki denir. Bu iş güvenliği açısından önemli bir risktir.

İş türüne göre belirlenmiş aydınlatma düzeyleri Tablo 2`de verilmiştir.

Tablo 2. Yapılan işlere göre aydınlatma düzeyleri

İŞLEMLER	ÖNERİLEN AYDINLATMA (LÜKS)
Montaj ve kalite kontrol	
Kaba işler	200
Vasat incelikte işler	400
İnce işler	900
Çok ince işler	2.000
Dokuma	
Hafif dokumalar	400
Koyu renkli kumaşlar	900
Dokumada kalite kontrol	1.300
Metal levha işleri	400
Plastik şekil verme ve levha işleri	400

Gürültü:

Gürültü, insanların işitme sağlığını ve algılamasını olumsuz yönde etkileyen, fizyolojik ve psikolojik dengelerini bozabilen, çalışma performansını azaltan, çevrenin hoşluğunu ve sakinliğini yok etmek suretiyle niteliğini değiştiren önemli bir çevre kirliliğidir.

Gürültünün şiddeti arttıkça etkisi de artar. Ses karmaşasının gürültü olarak algılanması, sadece sesin yoğunluğuna değil, ses karmaşasındaki enformasyon içeriğine ve algılayan kişinin ses olayına karşı takındığı tavra bağlıdır.

- Ses frekansı: Ses dalgalarının bir saniyedeki titreşim sayısıdır ve Hertz (Hz) ölçü birimi ile ifade edilir. İnsan kulağı 16.000 ile 20.000 Hz arasındaki seslere karşı duyarlıdır. Yüksek frekanslı seslerin sağlığı bozucu etkisi bulunur.

- Ses şiddeti (yeğinliği): 0,0002 mikrobar (dyn/cm2) basınç yapan ses, "duyma eşiği" (duyma sınırı) olarak nitelendirilir ve 0 dB olarak kabul edilir. İnsan kulağının duyabileceği en kuvvetli ses basıncı 2.000 dyn/cm2 (130 dB)`dir ki bu basınçtaki ses kulakta ağrı yapar ve "ağrı duyma eşiği" olarak kabul edilir. Sesin şiddeti "Odyometre" ile ölçülür.

Çeşitli seslerin şiddetleri; 70 dB: Bağırarak konuşma, 80 dB: Kapı çarpması, 90 dB: Daktilo odasının gürültüsü, 100 dB: Yakından torna sesi, 110 dB: Havalı perçin tabanca sesi, 120 dB: Pnömatik tabanca sesi ve 130 dB: 25 m`den jet motoru sesi şeklinde sayılabilir.

Eğer bir ses kaynağı 1 metre uzaklıkta 90 dB şiddetinde ses çıkarıyorsa, ses düzeyi 2 metre uzakta 84 dB, 4 metre uzakta ise 78 dB olmaktadır.

İnsan için müsaade edilebilir ses seviyesi azami 80-85 dB oranıdır. Bazı iş türleri için kabul edilebilir ortam gürültü değerleri tespit edilmiştir. Bu değerler, zihinsel çalışma için 50 dB, normal ofis çalışması için 60 dB, daktilografi odası için 70 dB, fabrika ortamı için 80 dB ve azami sınır 87 dB`dir.

Çalışanları yakından etkileyen gürültünün yaptığı zararlar; gürültü ile karşılaşma zamanı ve gürültünün şiddetine göre değişir. Önce geçici sağırlık sonra kalıcı sağırlık ve sonunda baş ağrıları, uyku bozuklukları, yorgunluk, dalgınlık gibi sinir ve ruh halinin bozulması oluşur.

İş yerindeki gürültü yüksek sesle konuşmaların işitilmediği bir düzeye erişmişse, koruyucu önlemleri gerektirecek bir gürültü düzeyinden söz edilebilir. Bu konuda öncelikle ortamın gürültüsü belli tekniklerle ölçülerek değerlendirilir.

Gürültüyü önlemede ilk yaklaşım "gürültüyü kaynağında kesmektir". Bütün önlemlere rağmen, gürültü yine de zararlı düzeydeyse, öncelikle döşeme ve duvarların ses emici malzeme ile kaplanması düşünülmelidir. Bu arada, bina içinde ses emici ara bölme ve kapılar, duvarlara yerleştirilecek delikli karo kaplamalar, tavandan sarkıtılmış ve ses girişimi ile sesleri emerek etkili olan levhalar da kullanılabilir.

Bütün ses kesici ve kaynaktan kesme önlemlerine rağmen, iş yerindeki gürültünün 80-85 dB`in altına indirilemediği hallerde yapılacak tek iş, çalışana kişisel koruyucu donanımlar vermektir.

Gürültü ile mücadelede yukarıdaki önlemler yeterli gelmiyorsa, dinlenme sürelerinin sayı ve sıklığının artırılması, gürültüye duyarlı kişilerin yerine duyma engelli kişilerin çalıştırılması ve çalışanların sık sık değiştirilmesi gibi organizasyonel önlemler alınır.

Psikolojik Açıdan Çalışma Yeri Düzenleme

Psikolojik açıdan çalışma yeri düzenlemenin hedefi, çalışana kendisini tekdüze bir çalışmada motivasyonunu arttıracak rahat bir çevre meydana getirmektir. Bu şekilde, çalışma yerinde düzen ve güvenlik sağlandığı gibi, çalışma performansının artmasına da katkı verilmiş olur. İş psikolojisine göre düzenleme yapmada, müzik yayınları, bitki ve çiçek yerleştirme ve renklerin düzenlemesi önemli rol oynar.

Görme alanında, yatay bakış doğrultusunda orta eksene göre görme açısı yaklaşık 60° kadar olmasına rağmen, görme alanının her yerinde görme yeteneği sabit değildir ve yan bölgelere doğru bu yetenek azalır. Bundan dolayı, görme alanında 40-70°'lik bir açı içinde kullanılan turuncu, sarı ve mavi gibi renkler, kırmızı veya yeşil renklerden daha erken fark edilir. Renk kontrastı oluştururken ise, mavi ile turuncu ve kırmızı ile yeşil gibi birbirini tamamlayan renkler kullanılır. Böylece iş parçaları ve çalışma araçları birbirinden ve zeminden daha kolay ayırt edilir. Endüstriyel tesislerde güvenlik için renk kodları zorunludur. Güvenlik renkleri olarak genelde kırmızı, yeşil veya sarı kullanılır.

Görsel konfor, aydınlatma ve renk uyumu ile sağlanır. Birbiriyle uyumlu kullanılan renkler, çalışanların moralinin yükselmesini sağlar. Yanlış renk uygulamaları ise göz yorulmasını ve dolayısıyla yorgunluğu netice verir.

Enformasyon Tekniğine Dayalı Çalışma Yeri Düzenleme

Çevreden gelen her türlü enformasyonun alınışı görme, işitme ve dokunma gibi duyu organları aracılığıyla oluşur. Çalışma açısından önem taşıyan bilgilerin %90`ından fazlası bu algılama organları üzerinden gerçekleşmektedir (3, 11, 14, 15, 18, 19, 28, 32).

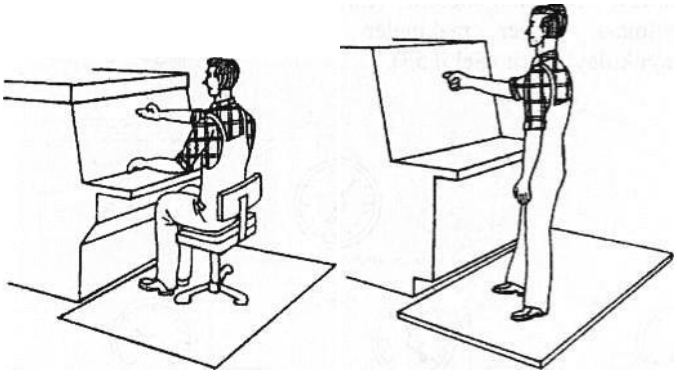
Enformasyon taşıyıcıları olarak bilinen, gösterge çizelgesi, ibre, rakam ve harfleri içeren gösterge cihazlarının düzenlenmesi önemli bir unsurdur.

Kontrol ve göstergelerin tasarımında şu noktalara dikkat edilmelidir:

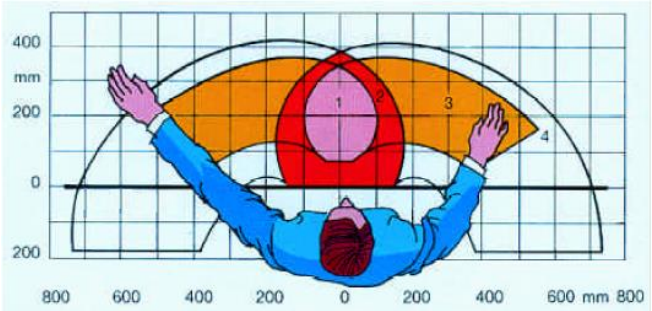
- Acil kontrol düğmeleri herhangi bir hata yapmaksızın hızlı hareketi mümkün kılacak şekilde iyi tasarlanmalıdır.

- Kontrol düğmeleri birbirine benzerse, yanlış bir düğmeye basılması önlenmelidir.

- Elle kullanılan bütün kontrol düğmeleri, el aletleri, montaj parçaları organize edilmelidir. Kontrol düğmelerinin çok yüksek olması kol ağrısına, çok alçakta olması ise bel ağrısına neden olabilir. Şekil 1 ve 2`de gösterildiği gibi normal çalışma duruşu ile ulaşılabilen kontrol düğmelerinin yerleşimi önemlidir.



Şekil 1. Çalışanın otururken veya ayaktayken rahatça kontrollere ulaşabildiğinden emin olun



Şekil 2. Kontroller kolay görülebilir, ulaşabilir olmalıdır

- Ekran ve sinyaller iş hakkında bilgi taşırlar, bu nedenle algılanmaları kolay olmalıdır. Tasarımlar uyarı ve bilgilerin ayırt edilmesine yardımcı olacak şekilde yapılmalıdır.

- Operasyonlar esnasında sık olarak kullanılmayan ekranların bulunmaması gerekir.

- Makine fonksiyonlarını tanımlamak için kısa mesajlar kullanmak daha iyidir.

- Etiket ve işaretler, özellikle ikaz işaretleri belirli bir uzaklıktan okunabilmelidir.

Duyma yoluyla enformasyon algılama, genellikle ikincil derecede bir rol oynamakla beraber, uyarılar en iyi şekilde akustik sinyaller aracılığıyla verilir. Bunun avantajı, insanın belli bir yöne bakmasına gerek kalmadan bu tür sinyalleri algılayabilmesidir.

Dokunma ve hissetme yoluyla enformasyon algılama ise kumanda elemanları ve göstergelerin uyumlu hareket yönleri ve kumanda elemanlarının biçim tasarımı yoluyla kolaylaştırılır. Bu tasarım ve hareket yönlerinin insanın doğasıyla uyum içinde olması gerekir.

Güvenlik Tekniğine Dayalı Çalışma Yeri Düzenleme

Güvenlik tekniğine dayalı çalışma yeri düzenleme, kazadan korunmaya ve meslek hastalıklarını önlemeye yönelik bütün teorik ve pratik tasarım ilkelerinin göz önüne alındığı teknik önlemleri kapsamaktadır. Bu teknik önlemler bir taraftan iş güvenliğini artırmayı amaçlarken, öte yandan çalışanların sağlık ve yaşamlarının korunmasına katkı vermiş olur (3, 11, 19, 28, 32). Dolayısıyla Ergonomide güvenliğe dayalı çalışma yeri düzenleme iş sağlığı ve güvenliğinin en temel konularından birisidir.

Antropometrik Açıdan Çalışma Yeri Düzenleme

Antropometri literatürde insanın ölçümlenmesi olarak geçer ve bu manada alırsak insanın tüm karakteristik özelliklerini (örneğin zeka) kapsayabilir. Stephen Jay Gould`un

kitabı olan “The Mismeasure of Man” de temel olarak psikolojik özelliklere dikkat çekilmiştir (33). Ancak antropometri çok daha sınırlı bir alanda; insan vücudunun ölçüleri ve oranlarının karşılaştırmalı şekilde çalışmasını yapar (34).

Tasarımcı; tasarım faaliyetlerinde, teknolojik ve finansal faktörleri, kullanılabilir alan ve mesafeleri, yardımcı teçhizatın boyutlarını ve çevreyi hesaba katmalıdır. (35).

İşin insana uydurulmasının temel dayanağı vücut ölçüleridir. Çalışma yerlerinin tasarımında insan ölçüleri göz önüne alınırken, insan yeni baştan yaratılamayacağına göre, onun ölçülerinin bilinmesi, makinelerin ve dolayısıyla insan-makine sistemleri tasarımının ön koşuludur. Ancak bu sayede, rasyonel ve yorucu olmayan bir iş ortamı elde edilebilir. Zira bir makine, teknik yönden mükemmel bile olsa, eğer onu kullanacak insanın ölçülerine ve bio-mekanik özelliklerine uygun değilse, etkin olarak kullanılamaz (24, 26, 36, 37).

Çalışan insanların verimlilik koşullarından birisi bireyin çalıştığı mekânın ve kullandığı donanımın, insanın antropometrik ve biyomekanik özelliklerine (hareket sınırları, kuvvet gereksinimlerine) uygun olmasına bağlıdır.

Her türlü araç ve gereç kullanıcılarının (yaş ve cinsiyetlerine göre değişiklik gösteren) boyut farklılıklarını gözeterek (insan-çevre için ara kesit) tasarımları yapmak için Antropometri biliminden yararlanılır. Yunanca antropos (insan) ve metrikos (ölçü) sözcüklerinden oluşan Antropometri, insan vücut ölçülerinin belirlenmesi ve uygulanması ile uğraşan bir bilim dalıdır. Mühendislik Antropometrisi ise ergonominin en önemli konularındandır ki insan ölçülerini mühendislik açısından değerlendirerek inceler (7, 11, 24, 26, 36).

İnsanın vücut ölçülerinin sistematik olarak incelenmesine 18. yüzyılın sonlarında başlanmıştır. Antropometri mühendisliği dalında uygulamaya yönelik bilimsel çalışmaların ilki ise 1912 yılında Gilberth`lerin iş verimini arttırmak amacıyla gerçekleştirdikleri “hareket etüdü”dür. Bu etütler sayesinde, yapılacak iş için kullanılacak araç gerecin, çalışanın kolayca erişebileceği bir yerde bulundurulmasının değeri anlaşılmış, bunun sonucu olarak da iş istasyonlarının bilimsel olarak tasarımına gidilmiştir. Günümüzün antropometrisi ilk kez 1926 yılında, çalışanların daha az yorulmasını sağlamak amacıyla, vücut ölçüleri değişik postürlere (duruş ve oturuş biçimlerine) göre oturakların daha uygun tasarlanmasında kullanılmıştır. Legros ve Weston tarafından gerçekleştirilen bu uygulamadan sonra Lay ve Fisher (1940)

“oturma rahatlığı ve rahatlık açısı”, Hooton (1945) ise “araba koltuğu tasarım kriterleri” konularında ayrıntılı çalışmalar yapmışlardır (38).

Antropometri bilimsel manada, insan vücut ölçüleri ve vücut hareketleri ile bu hareketlerin frekans ve sınırları gibi vücut özelliklerini inceleyen bir disiplindir. “Vücut ölçüleri bilimi” olarak da adlandırılan antropometri, çalışma (veya dinlenme) yeri tasarımının temelini oluşturmaktadır.

Tasarımda Antropometrik Optimizasyon:

Antropometri, birbirine hiç benzemeyen eşyaların ölçülerini optimize etmeye yarar. Örneğin, diş fırçalarının kıl ve sap uzunluklarından, şişe ve kavanozların tepesindeki vida yivlerinin çap ve derinliğine kadar; cep telefonlarındaki tuşların boyut ve konumlarından, elbise ve giysilerin beden ve hatta kol düğmesi büyüklüklerine kadar antropometrik boyutlara ihtiyaç vardır.

Ancak, antropometrik veriler, vücut ölçüleri ve oranları değişik topluluk ve ırklarda büyük ölçüde farklılıklar gösterir. ABD`li bir üretici malını orta ve güney Amerika`da veya güneydoğu Asya`da satmak istiyorsa, ürün boyutlarının dünyadaki en küçük ölçülere sahip Meksikalı veya Vietnamlı kullanıcılara uygun olmasına dikkat etmelidir. Bir araştırmada, toplumların sahip oldukları antropometrik özelliklerin ürün tasarımdaki önemi şu şekilde açıklanmıştır: Bir alet, ABD`li erkek nüfusun % 90`ına uygun tasarlanmışsa, bu alet kabaca % 90 oranında Alman`a, % 80 oranında Fransız`a, % 65 oranında İtalyan`a, % 45 oranında Japon`a, % 25 oranında Taylandlı `ya ve % 10 oranında Vietnamlı `ya uygundur. Zaten, bir ürünün toplumdaki insanların tümüne uygun olacak boyutlarda üretilmesi pratik olmadığı gibi çok da pahalıdır. Bu sebeple ürünler kullanıcıların (büyük) bir bölümüne uygun olacak şekilde (kütlesel olarak) üretilmektedir (39).

İnsan vücut ölçüleri pek çok değişkenin etkisi altındadır. Antropometrik ölçüler ulus, bölge, yaş, cinsiyet, beslenme, sağlık, spor ve hatta sosyal statü gibi faktörlere göre değişiklik göstermektedir. Örneğin erkekler kadınlardan yaklaşık 13 cm daha uzundur. Ülkeden ülkeye bireylerin genetik farklılıkları söz konusudur. Örneğin Almanya`da erkeklerin ortalama boyu 173 cm iken, İsviçre’de 172, Türkiye’de 168 cm, ABD’de 167 cm ve Uzak Doğuda ise 152 cm’dir. Fakat vücut ölçülerindeki değişimlere genetik yapı haricindeki bazı faktörler de sebebiyet verebilir. Örneğin son yirmi senede Japonların beslenme alışkanlıklarının değişmesi

gibi dış unsurların etkisinden dolayı yapılan istatistiklerde boyun ortalama 2 cm civarında arttığı tespit edilmiştir. Bu anlamda antropometri bilimi, fertler ve gruplar arasındaki anatomik farklılıkları ve benzerlikleri saptamak amacıyla vücut ölçülerinin bilinmesi ve değerlendirilmesiyle ilgilenir (17-19).

Günümüzde gelişmiş ülkeler kendi insanlarının standart vücut ölçülerini belirleyerek, iş istasyonu tasarımını bu ölçülere göre en uygun boyut, biçim, kullanım ve hareket serbestliğini sağlayacak şekilde gerçekleştirmektedirler.

Antropometrik verilerin çoğunun yarı çıplak örneklerden ölçüldüğü unutulmamalıdır. Gerçek kullanıcılar için giysilere serbestlik tanınması gereklidir. Kullanıcı antropometrisinde giysinin etkisi hiçbir zaman tam olarak tahmin edilemeyeceği için genellikle santimetre düzeyinde hassasiyet yeterlidir.

Antropometrik Fayda-Maliyet Analizi:

Antropometrik veriler kullanılırken, antropometrik uyumsuzlukların sonuçları ve maliyet faktörleri dikkate alınarak hangi antropometrik veri dizisinin uygun olacağına karar verilmektedir. Ergonomist, uyumsuzlukların ne şekilde olacağını önceden tespit etmeli ve bir değerlendirme yapmalıdır. Normal olarak sadece istenen boyutları belirlemek yeterlidir, kullanışlılık veya hatalı kullanım gibi başka özellikler dikkate alınmayabilir (39). Ancak örnek verecek olursak, bir binadaki yangın çıkış kapı kolu yüksekliğinin uyumsuzluk halindeki riski yüksektir. Bu sebeple bir acil çıkış kapısının koluna çocuklar dâhil çok geniş bir kullanıcı kitlesi ulaşabilmelidir.

Normal dağılımdan görülebileceği gibi, toplumdaki insanların çoğunluğu ortalamaya çok yakındırlar, ancak daha aşırı uçlardaki insanlara uyum sağlamak için yapılan çabalar çoğu kez daha az kazanç olarak geri döner ve giderek daha az sayıda insan, diziye yararlı bir şekilde dâhil edilebilir. Örneğin bir otomobilin iç yüksekliğinin belirlenmesinde, yükseklik arttıkça rüzgara direncin yanında maliyet de artar. Daha uzun boylu sürücüler böyle bir tasarımda rahat eder. Ancak, onlar için artan rahatlığın yanında maliyet de artmış olur. Bu durumda maliyet ile yarar arasında bir optimizasyona gidilmelidir.

Antropometrik veriler ele alınırken, tasarlanacak olan kullanıcıya uyumu açısından doğru verilerin toplanması için doğru kullanıcı nüfusu incelenmelidir. Mesela, üretilecek bir oyuncak için incelenecek olan nüfus, oyuncağın hedef kitlesi olan yaştaki çocuklar olacaktır.

Tasarımı yapılan bir ekipman parçasının kullanıcıları “tüm erkekler” (örneğin ağır vasıta sürücüleri), “tüm erkekler, kadınlar ve gençler” (örneğin özel arabası olanlar) veya “yaşlı erkekler” (baston kullananlar) gibi sınırlı bir grup olabilir. Bu durumda, kullanıcı grubunun ortalama vücut boyutlarının bilgisi yeterli olamaz. Ayrıca, grup içindeki ölçülerin dağılımı (standart sapması) da tahmin edilmelidir. Grup içindeki çoğu insan ortalama vücut ölçüsüne yakın olacaktır, fakat önemli bir oran ortalamadan biraz uzak ve bir kısmı da ortalamadan tamamen farklı olacaktır. Bu durumda kullanıcı nüfusunun bazıları (bacak uzunluğu veya kalça genişliği gibi herhangi belirli bir ölçü için % 2, % 10 ve hatta % 20) feda edilmek zorundadır.

Toplanan özellikler için verilerin sadece ortalaması alınarak yapılan bir tasarımda istenmeyen işletme hataları ya da kişilere uyumsuzluk gibi problemler ortaya çıkabilir. Örneğin, ortalama insanlar için tasarlanan bir kap için kavrama, açma işlemleri için uç değerlerdeki verilere sahip olan (çok kısa veya çok uzun) kullanıcılar için problemler ortaya çıkabilir. Bu problemleri ortadan kaldırmak için (standart sapma gibi) tüm veriler dikkate alınarak tasarımı gerçekleştirmek gerekir (40).

Antropometrik çalışma yerinden söz edilebilmesi için, iş yerleri ortalama değerlere göre değil, amaca göre belirlenmiş bir ölçü aralığında, yani alt ve üst sınırlar arasında kalan ölçülere sahip kişilerin rahatça çalışabileceği şekilde düzenlenmesi gerekir. Bu ölçü aralığının farklı bir amacın bulunmadığı durumlarda % 5 ve % 95 sınırları arasında kalan ölçüleri kapsaması, diğer bir ifadeyle antropometrik ölçülerin alındığı bireylerin en azından % 90’ını içine alan ölçüleri kapsayacak şekilde çalışma yeri düzenlemenin yeterli olabileceği düşünülmektedir. Bu % 90, en küçük % 5 ile en büyük % 5’i içermez.

Sonuçta, ergonomik iş istasyonu tasarımı doğrultusunda toplanan antropometrik veriler değerlendirilirken, hangi yüzde sınırının kullanılacağına işletme politikası çerçevesinde karar verilir. Çünkü tasarım aralığı arttığı zaman maliyet de buna bağlı olarak artar. Örneğin % 1-99 arası verilere göre yapılan tasarımın maliyeti % 5-95 arasına oranla çok daha fazladır. Genel uygulama, kısa operatör için % 5 ile uzun operatörler için % 95 arasındaki verilere göre iş istasyonlarının boyutlandırılmasıdır.

Antropometride İstatistiki Veriler:

Çoğu kaynaklarda, bazı standart işlerde dahi öngörülmüş olan boyutlar uygulamada değişkenlik gösterir. Çünkü iş istasyonları ile ilgili standartların birçoğu uygulamalı ergonominin ötesinde ekonomi, endüstriyel çevreler ve hatta çalışan sendikaları tarafından belirlenir. Bu şekilde hazırlanan öneri ve raporlar ise birçok durum için geçerli ve uygun gözükmemektedir. Zira belirlenen bu standartların pratikteki testi yapılmamıştır. Ancak bu konuda, pratikteki deneyimlerin de ötesinde ancak ergonomi tabanlı alan çalışmaları ile söz konusu standartlara ulaşılabilir (7, 26, 30, 38, 39).

Roebuck ve arkadaşları 1975 yılında antropometrik verilerin çoğunlukla normal dağılım özelliği taşıdığını göstermişlerdir. Bu normal dağılım, boy, omuz ve dirsek yüksekliği gibi vücudun kemik uzunlukları temel alınarak hesaplanan ölçüler için geçerlidir (41).

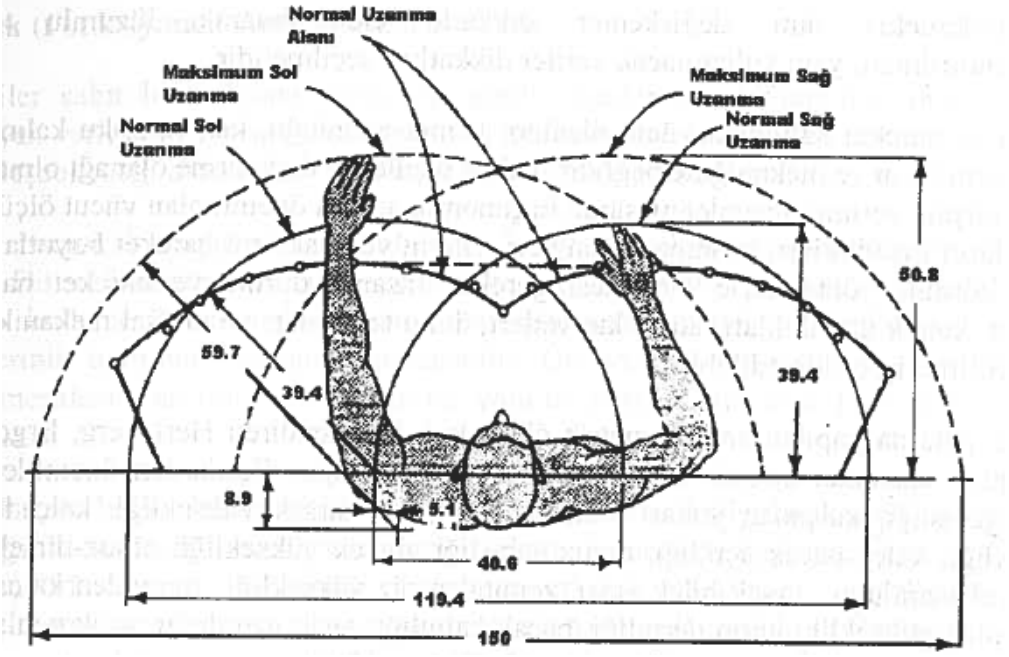
Mademki insanların vücut ölçüleri normal dağılıma yakındır o halde, istenilen bir güvenilirlik (%90, %95 veya %99) oranı ile dağılımı oluşturan bireysel ölçülerin belirli bir kısmının hangi sınırlar içinde kalacağı istatistiki yöntemlerle bulunabilir. Örneğin, gerçekte rastlanan ölçülerin %95,4`ü (ilgilenilen nüfusun ortalamasına göre) $\pm 2\sigma$ içine girer (11, 42).

Antropometride Veri Tipleri:

Ergonomik amaçlarla insan vücut ölçülerinin belirlenmesinde, statik ve dinamik antropometri olarak bilinen iki farklı metot geliştirilmiştir. Statik antropometri, insanın statik durma ve oturma halindeki vücut ölçülerinin bulgularını verirken, dinamik antropometri ise insanın hareket halindeki vücut ölçülerinin bulgularını verir (7, 30).

Makine kontrolü gibi iş istasyonlarının yerleşiminde dinamik verilerin daha kullanışlı olacağı doğaldır. Ancak, dinamik verilerin elde edilmesi oldukça güç olduğu için, çoğunlukla statik değerler kullanılmaktadır. Ayrıca, iş düzenlemede statik ölçüler kadar işlevsel ölçüler de önem taşır. Zira insan iş sırasında sadece sabit bir duruş şeklinde bulunmaz. Uzanır, eğilir, görüş alanını değiştirir. Dolayısıyla, işlem alanlarının hesaplanmasında, sadece vücut ölçülerinin geometrik ilişkisine bakılmaz; iş bütünüyle işlevsel olarak sınanır.

İşlem alanı, yerine getireceği işe bağlı olarak kişinin gereksinim duyduğu alandır. Bu alanın boyutlandırılmasında Şekil 3`teki gibi kullanılan organ ya da vücut bölümü hareket sınırlarının azami kavrama noktaları göz önüne alınır (43).



Şekil 3. Yatay düzeyde uzanma mesafeleri ve çalışma alan ölçüleri (cm)

1. Statik (yapısal) antropometrik veriler:

Bunlar bireyin statik (sabit) pozisyonlarda vücut boyutlarının ölçülmesi ile elde edilen verilerdir. Ölçümler ya tam olarak belirli bir anatomik yapıdan bir diğer anatomik yapıya, ya da uzayda sabit bir noktaya göre yapılmaktadır. Örneğin eklemlerin yerden yüksekliği, diz arkası çukurun (popliteal fossa) yüksekliği veya diz arkasının yerden yüksekliği gibi.

Statik antropometrik verilerin yararlanıldığı bazı alanlarda örneğin mobilya boyutlarının belirlenmesi ve giysi bedenlerinin alt ve üst sınırlarının ayarlanması sayılabilir. Tablo 3`te dünyadaki değişik uluslardan seçilmiş antropometrik veriler gösterilmektedir (39).

Tablo 3. Değişik milletlerdeki yetişkin insanlarda boy uzunlukları (mm)

Bölge	Boy Uzunlukları			
	Erkek		Kadın	
	%5`lik	%95`lik	%5`lik	%95`lik
Kuzey Amerika	1640	1870	1520	1730
Güney Amerika	1595	1810	-	-
Kuzey Avrupa	1645	1855	1510	1720
Uzak Doğu	1560	1750	1450	1610
Afrika	1565	1790	-	-

2. Dinamik (fonksiyonel) antropometrik veriler:

Bu veriler sabit bir referans noktasına göre vücudun bir bölümünün hareketlerini tanımlayan verilerdir. Dinamik antropometri ile örneğin ayakta duran bir kişinin ileriye doğru ulaşabileceği azami mesafenin verileri elde edilebilir.

İş alanı hacmi, bir operatörün etrafındaki azami ulaşılabilen alandır. Dinamik antropometride elin hareketiyle taranabilen "iş alanı hacmi" tanımlanarak, montaj masası tasarımında kullanılacak aletlerin ve parçaların optimum yerleşimi sağlanabilir.

İş alanı hacmi, baskı altında kalmayan eklemlerin sayısına bağlı olarak artar. Bu hacmin büyüklüğü ve şekli operatörün vücudunu zorlama derecesine bağlıdır. Örneğin oturan bir operatörün, şayet belkemiği koltuğun arkalığı tarafından engellenmiyorsa, esneyebiliyorsa veya ayakta ulaşım mesafesi de yine belkemiğini zorlamıyorsa daha fazladır.

3. Kuvvetsel antropometrik veriler:

Bu veriler insan vücudu üzerindeki yüklerin mekanik analizini yapmada kullanılır. Vücut, uzunluğu ve kütlesi bilinen, birbirine bağlı bölümlerden oluşmuş bir bütün olarak kabul edilir. Bu tip çalışmalar esnasında oluşacak uygun pozisyonların tanımlanabilmesi için, komşu eklemlerin uygun açı dizileri de bulunmuştur. Bu tanımlar sayesinde tasarımcılar iş alanın neresinde hangi göstergelerin ve kontrol düğmelerinin optimum olarak bulunacağını belirler (39).

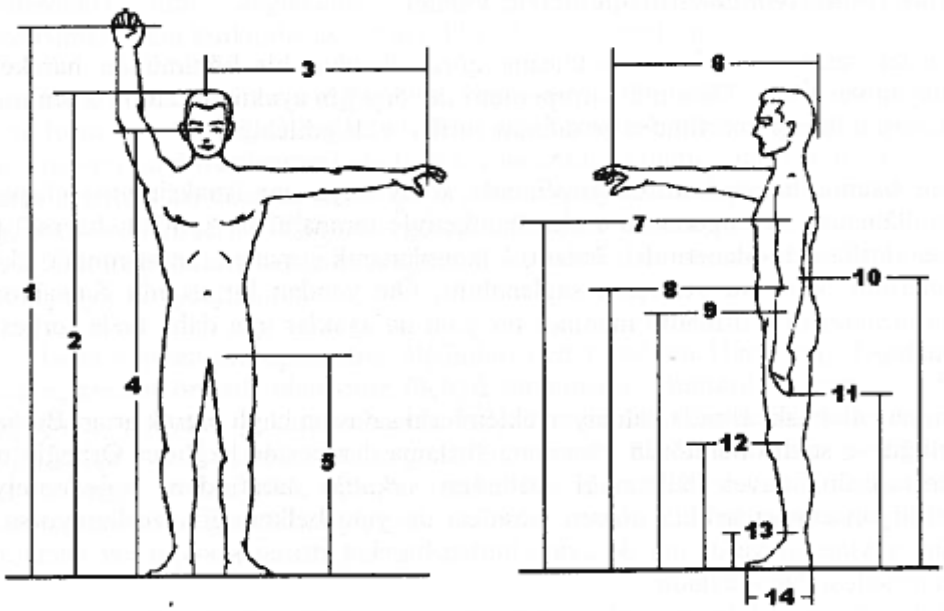
Antropometride Boyutlar:

İnsan vücudunda üç yüzden fazla farklı boyut belirtilebilmektedir. Ancak bu denli çok değerin kullanımı uygulamalara sakıncalar getirmektedir. Bu sebeple, toplanmış olan veya toplanacak değerlerin sayısı, amaca uygun olarak saptanmalıdır. Örneğin, toplumdaki en kısa boylu kadın ile en uzun erkek ele alınırsa, erkek %30-40 daha uzun, %100 daha ağır ve %500 daha kuvvetlidir. O halde, ürün ve aletlerin tasarımında, ilgilenilen tüm değişkenler dikkatle ele alınarak lüzumlu ölçüler değerlendirilmeli, yani kullanılacak veriler dikkatlice seçilmelidir.

Durma ve hareket halindeki vücut ölçüleri, kemik uzunluğu, kas ve doku kalınlığı ile eklemlerin form ve mekaniğine bağlıdır. Vücut ölçülerini değiştirme olanağı olmadığına göre, çalışma yerinin düzenlenmesinde ergonomik açıdan önemli olan vücut ölçülerinin (organların

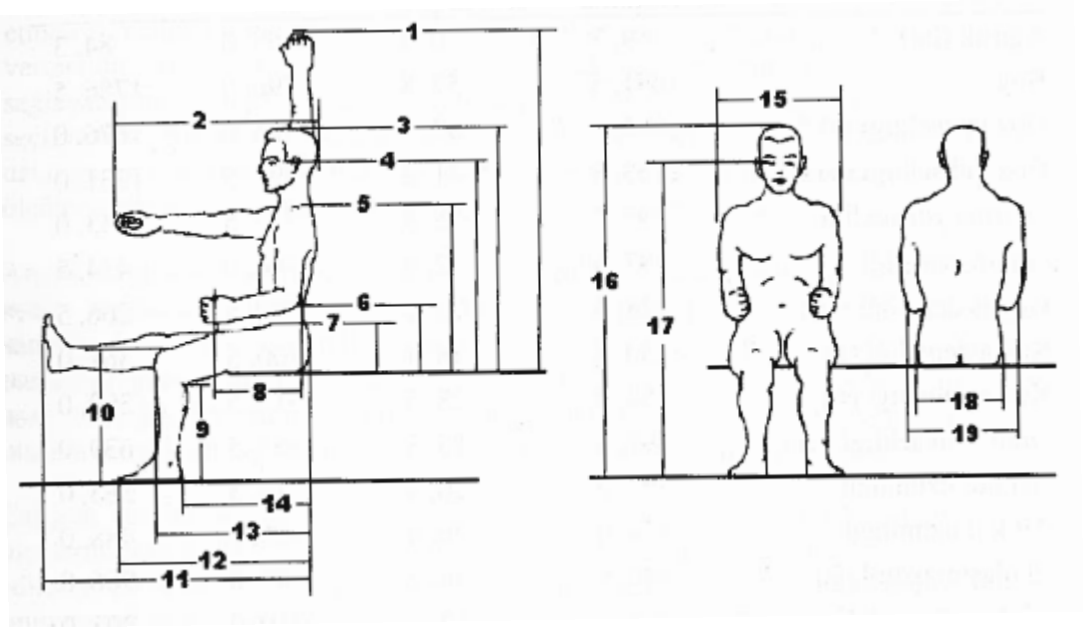
uzunlukları, uzanma mesafeleri, ellerin ve ayakların hareket boyutları gibi) kabul görmüş yöntemlerle ölçülmesi gerekir. İnsanın durma ve hareket halindeki ölçüleri, kemik uzunlukları, adale kuvvetleri, doku tabakaları ve mafsal mekaniklerinin tespit edilmesiyle elde edilebilir.

1950`li yıllarda yapılan antropometrik ölçümleri değerlendiren Hertzberg, ergonomik tasarımlar açısından önemli olan otuz ölçüyü saptamıştır. Bunlardan önemlileri Şekil 4-5`de gösterilen boy, kalça genişliği, kalçadan yukarı yüksekliği, kalçadan dirsek yüksekliği, kalçadan göz yüksekliği, kalça-bacak açıklığı, omuz genişliği, dirsek yüksekliği, omuz-dirsek arası, dirsek el uzunluğu, dirsek-bilek arası, zeminden diz yüksekliği, zeminden kalça altına kadar olan yükseklik, karın derinliği, bacak kalınlığı, ayak uzunluğu, ayak genişliği, el uzunluğu, el genişliği ve avuç uzunluğudur.



Ayakta Ölçülen Boyutlar			
1	El Kavrama Yüksekliği	8	Dirsek Yüksekliği
2	Baş Yüksekliği	9	Bacak Yüksekliği
3	Yanda Kavrama	10	Bel Yüksekliği
4	Göz Yüksekliği	11	El Kavrama Yüksekliği
5	Kalça Yüksekliği	12	Diz Yüksekliği
6	Önde Kavrama	13	Ayak Bileği Yüksekliği
7	Göğüs Yüksekliği	14	Ayak Uzunluğu

Şekil 4. Statik antropometri çalışmalarında kullanılan ayaktaki boyutlar



Oturarak Ölçülen Boyutlar			
1	Oturarak Yukarıda Kavrama	11	Taban Kalça Mesafesi
2	Oturarak Önde Kavrama	12	Ayakucu Kalça Mesafesi
3	Oturma Yerinden Üst Boy	13	Diz Kalça Mesafesi
4	Oturma Yerinden Göz Yüksekliği	14	Oturma Derinliği
5	Oturma Yerinden Omuz Yüksekliği	15	Omuz Genişliği
6	Oturarak Bel Yüksekliği	16	Oturarak Boy Yüksekliği
7	Oturarak Kalça Yüksekliği	17	Oturarak Göz Yüksekliği
8	Dirsek Tutak Mesafesi	18	Oturma Yeri Genişliği
9	Oturarak Diz Altı Yüksekliği	19	Dirsekler Arası Genişlik
10	Oturarak Diz Üstü Yüksekliği		

Şekil 5. Statik antropometri çalışmalarında kullanılan oturma halindeki boyutlar

Antropometrik Tasarımda İstatistiksel Uygulamalar:

Vücut ölçüleri hakkındaki istatistiki bilgiler doğrudan bir tasarım problemine uygulanamaz. Tasarımcı önce hangi antropometrik uyumsuzlukların olabileceğini analiz etmeli ve hangi antropometrik verilerin bu problemin çözümünde uygun olacağına karar vermelidir. Daha sonra uygun bir yüzdelik alan seçilmelidir. Ancak çoğu tasarımda uyumsuzluk aşırı uçların sadece birinde (sadece çok uzun ya da çok kısa olanlarda) olduğundan, çözümü de ya asgari ya da azami ölçülerin seçimindedir (7, 30, 39).

Ancak, uygulamalı antropometride, vücut ölçülerine ait ortalama değerden yukarı veya aşağı sapmaların insanda aynı etkiyi uyandırmadığı unutulmamalıdır. Örneğin, sandalyede oturma yüksekliği, yerden uyluğun altına kadar olan mesafeye göre ayarlanır. Ortalama değerden yukarı doğru bir sapma, çoğu zaman aşağıya doğru bir sapmaya kıyasla daha rahatsız edici olarak algılanır. Bu nedenle oturma yüksekliği belirlenirken, öncelikle kısa bacaklı insanlar düşünülür.

Çalışma yerinin antropometrik düzenlenmesinde önemli bir faktör de eldeki istatistiki ölçülerin nasıl kullanılacağıdır. İstatistiki ölçülerden ortalama ve standart sapma ile elde edilecek üst ve alt sınır değerleri bize tasarım aşamasında asıl kullanmakta olacağımız iç (asgari) ve dış (azami) ölçüleri verir. İş istasyonu, ele alınan ölçü aralığında iç ölçülerde en büyük vücut ölçüleri (üst sınır değeri) ve dış ölçülerde en küçük vücut ölçüleri (alt sınır değeri) göz önüne alınarak (tolerans alanları da düşünülerek) belirlenmelidir.

1. İç (asgari) ölçüler:

İş yerinde fizyolojik ve biyomekanik sınırlamalara da uyularak iç ölçülerin tespitinde, insanın ya da vücudun belli bir kısmının sığacağı en küçük ölçüler için en büyük vücut (%95) esas alınır. Örneğin montaj masalarının altında dizlerin rahat edebileceği bir alan gibi iç ölçülerin tasarımında öncelik, uzun boylu insanlarındır. Bu durumda uygun antropometrik ölçünün (%90, 95 veya 99 gibi) yüksek yüzdelik oranı seçilir. Asgari ölçülerin kullanım yerlerine örnekler şu şekilde verilebilir:

- Kapı yüksekliği, uzun bir insanın boyundan daha kısa olmamalı, hatta ayakkabı ve şapka gibi boy uzunluğunu artıran ek unsurları da dikkate alacak şekilde hesaplanmalıdır.

- Bir yangın çıkış kapısı büyük bir insanın omuz genişliğinden ve vücut derinliğinden daha fazla olmalıdır.

- Koltuk genişliklerinde, toplumdaki en geniş kalçalı insanlar göz önünde tutulur.

- Tekerlek sökme anahtarının uzunluğu, zayıf bir insana da somunları gevşetecek torku oluşturacak yeterlikte olmalıdır.

- Kontrol düğmeleri yerden yeterince yüksek olmalı, uzun boylu operatörler de eğilmeden onlara ulaşabilmelidir. Yani düğme, % 95`lik boyutta bulunan ve ayakta duran bir kişinin parmak eklem yerinden daha alçak olmamalıdır.

- İşyerlerinde personelin dolaşımı için yeterli yer bırakılarak çarpışmalar önlenmelidir.

- Sadece kadınların çalıştığı ya da erkek-kadın birlikte çalışılan işyerlerinde vücut genişliği olarak hamile bir kadının genişliği asgari değer olarak alınmalıdır.

- Geçişlerde veya makinelerin birbirinden ayrılmasında ya da bir odadaki eşyanın duvardan veya diğer objelerden uzaklığını ayarlamada en az 60 cm`lik bir genişlik bırakılmalıdır (39).

2. Dış (azami) ölçüler:

Dış (azami) ölçülerin tespitinde, çalışanın erişmesi gereken işlem alanları için ele alınan ölçü aralığında en küçük boyutlu kişinin de zorlanmadan ulaşabileceği en büyük vücut (%5) ölçü olarak alınır. Örneğin, portmanto yüksekliğinin ayarlanmasında öncelik kısa boylu insanlarındır. Bir kapı kulpunun azami yüksekliğini belirlemek için uygun antropometrik ölçünün (%10, 5 veya 1 gibi) küçük yüzdelik oran seçilir. Böylece toplumdaki en kısa yetişkin bireyin de bu kulpa ulaşması sağlanır.

Azami ölçülerin kullanım yerlerine örnekler şu şekilde verilebilir:

- Koltuk yükseklikleri de küçük kullanıcıların diz altı yüksekliği ve oturulan yer diz uzunluğunu aşmamalıdır.

- Bir kapı kilidi, küçük bir insanın azami ulaşım mesafesinden daha yüksekte olmamalıdır. (39).

Çalışma Duruşları ve Düzenlenmesi:

Otururken, yürürken ve ayakta dururken vücudun nasıl taşındığı Postür Biliminin konusudur. İş istasyonlarında çalışanlar faaliyetlerin türüne göre oturarak, ayakta veya her iki duruma ait çeşitli postürler sergilerler.

Postür (duruş), beş ana vücut parçasının mekanik etkileşimi ile meydana gelir. Bunlar bel kemiği (vertebrae), pelvis (leğen kemiği), omur diskleri, kaslar ve deridir. İnsanın çok sayıda postür yapma yeteneğine sahip olmasına karşın, çalışma yaşamındaki duruşları, "oturma" ve "ayakta" olmak üzere iki konumda değerlendirilmektedir. Bu postür şekillerinden hangisinin daha uygun olduğu ise, "görevin özelliği" ve "çalışan kişinin zorlanması" açısından ele alınır:

- Çok sayıda el ve kol hareketinin gerekli olduğu veya büyük bedensel güçle çalışılacak yerlerde, sadece ayakta durarak çalışma tercih edilir. Çünkü insan, ayakta dururken vücudun hareketleri ile gerektiğinde vücut ağırlığını kullanarak işini kolaylaştırabilir. Diğer yandan, yapılan iş, elin sakin tutulmasını ve gözlemi gerektiriyorsa ya da ince bir iş ise oturarak çalışma tercih edilmelidir.

- Fizyolojik açıdan bakıldığında, oturma halinde zorlanmanın az olması yüzünden, genel olarak oturmayı ayakta durmaya tercih etmek gerekir. Ayakta durma sırasında bacaklarda kan dolaşımını bozan ve varis oluşumuna yol açabilen şiddetli kan toplanmaları, damar iltihaplanmaları, eğri bacaklılık ve sindirim şikâyetleri oluşabilir. Oturarak yapılan işlerde ise kalp ve nefes şikâyetleri, mide hastalıkları, sırt ağrıları, omuz şikayetleri ve bacaklarda kan hareketi kusurları ortaya çıkacağı unutulmamalıdır.

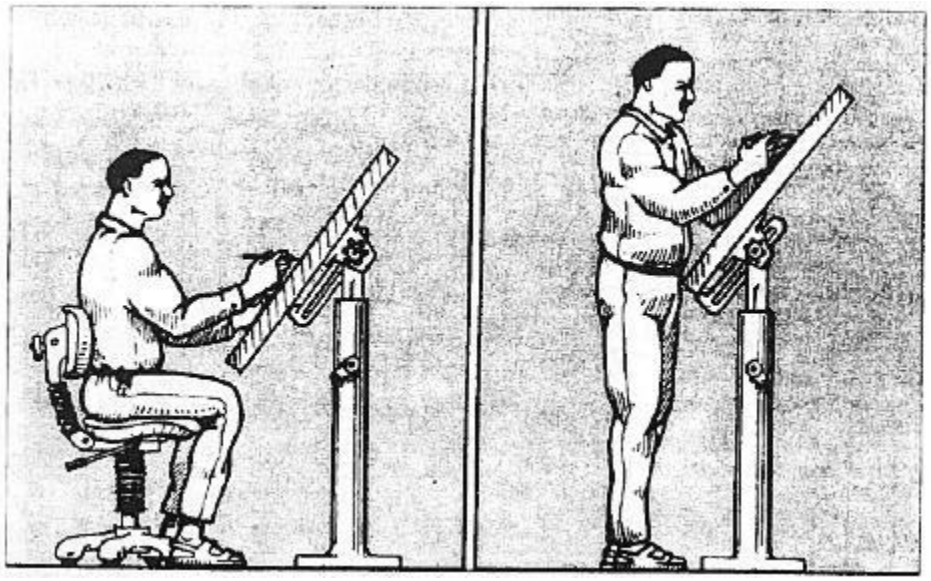
Bu sorunun en iyi çözümü, eğer yapılan iş buna elveriyorsa, çalışanın isteğine bağlı olarak veya işin akışına göre, oturabileceği veya ayakta durabileceği çalışma yerleridir. Ergonomik açıdan bakıldığında oturarak çalışan biri %30 ayakta, ayakta çalışan da %30 oturarak çalışmalıdır. Ancak, her iki duruş şeklinin de rahatlıkla kullanılabilmesi için, gözlerin ve ellerin her iki durumda da aynı yükseklikte olmalarına ve oturulan sandalyenin kolayca hareket ettirilebilir olmasına dikkat edilmelidir.

Tablo 4'te işin genel yapısına göre uygun vücut duruşları önerilmiştir. Bu öneriler bize hangi işlerde ne tip temel postür ile işin yapılması gerektiği hakkında bilgi vererek ilk tercihleri kolaylaştırır. Daha detaylı olarak yapılan iş analizleri, işin avantaj ve dezavantajlarını öğrenerek, çeşitli tipteki tasarım parametreleri dâhilinde iyileştirmelere gitmemizi sağlar.

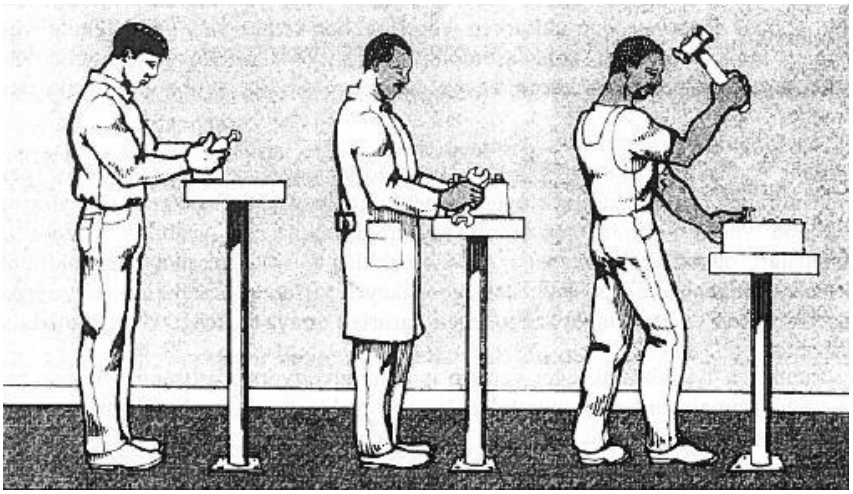
Tablo 4. İşin yapısına göre uygun postür

İşin Genel Yapısı	Uygun İş Postürü İçin	
	İlk Tercih	**İkinci Tercih**
5 kg`dan fazla kaldırma	Ayakta	Yarı oturma
Dirsek seviyesinin altında çalışma (paketleme, montaj vb.)	Ayakta	Yarı oturma
Yatay seviyede uzanım	Ayakta	Yan oturma
Tekrarlı hareketlerle gerçekleştirilen hafif parçalarda montaj işlemleri	Oturarak	Yan oturma
Dikkat gerektiren faaliyetler	Oturarak	Yarı oturma
Gözle muayene veya ekran karşısında çalışma	Oturarak	Yarı oturma
Çevrede dolaşma	Yarı oturma	Ayakta

Oturarak ve ayakta yapılan görevler arasında çalışma yüksekliği genellikle farklı olduğu için, iş istasyonları işin doğasına göre tasarlanır. Tamamen oturma veya tamamen ayakta durma yorucudur. Oturma ile ayakta durma arasında Şekil 6`daki gibi tercih fırsatları sağlamak daima daha iyidir. Bu şekilde yapmak için, hangi görevlerin oturmaya uygun ve Şekil 7'de gösterildiği şekilde hangi görevlerin ayakta durmaya uygun olduğu önceden tespit edilmelidir.

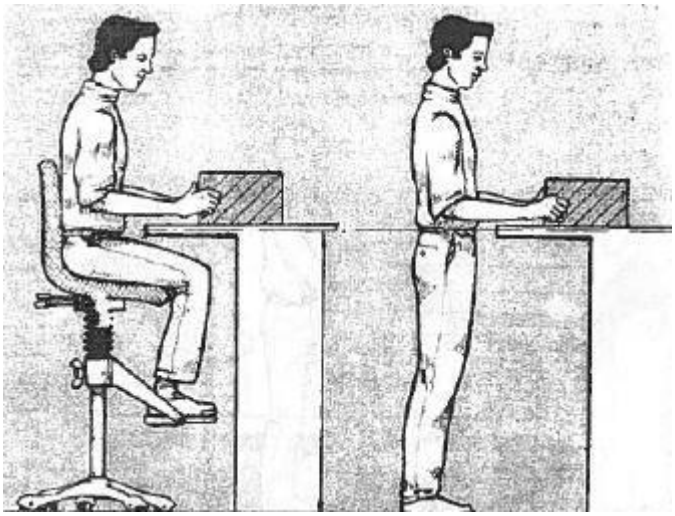


Şekil 6. Çalışanlara ayakta ve oturarak çalışma alternatiflerinin sağlanması



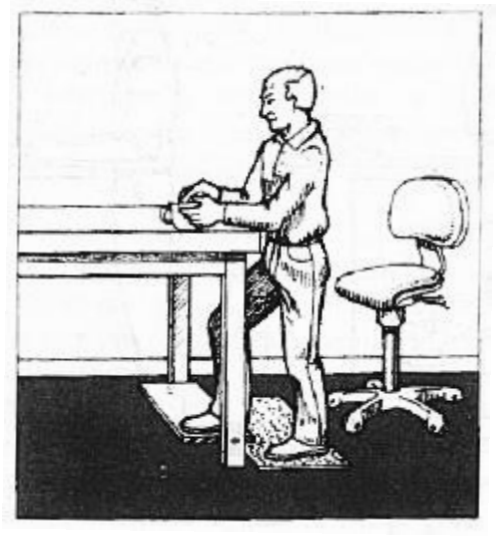
Şekil 7. Çok fazla güç ve vücut hareketi gerektiren işler için ayakta çalışma alanlarının sağlanması

Masada oturmak ya da ayakta durmak suretiyle aynı iş veya benzer işler yapıldığı zaman (masaya ayarlı) yüksek oturaklı veya ayaklığı bulunan düzenek yararlıdır. Ama Şekil 8`deki gibi yeterli bacak boşluğu olup olmadığına dikkat etmek gerekir.



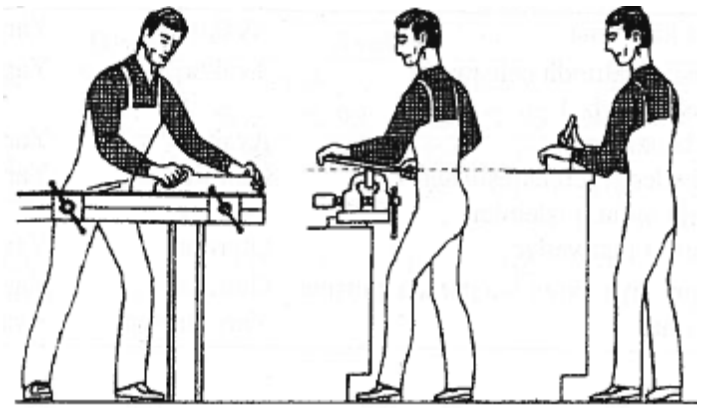
Şekil 8. Aynı ya da benzer işi ayakta ya da masada oturarak yapmak

Dönüşümlü olarak ayakta durma ve oturma farklı görevlerin birleştirilmesi anlamına gelir, böylece iletişim ve çoklu becerilerin kazanılması da kolaylaşır. Ayakta çalışanların rahatlaması için Şekil 9`daki gibi gerekli ortamlar hazırlanabilir.



Şekil 9. Ayakta çalışanların sandalye ya da tabureyle desteklenerek rahatlatılması

İşin ellerle yapıldığı yerlerdeki doğru yer yüksekliği etkili işi kolaylaştırır ve yorgunluğu azaltır. Çoğu iş operasyonları, Şekil 10`da gösterildiği gibi en iyi dirsek hizasında uygulanır. İş yüzeyi yüksekliği çok yüksekse, kollar yüksekte tutulmak zorunda olduğundan, boyun ve omuzlar tutulur ve ağrır. Bu hem oturarak hem de ayakta meydana gelir. İş yüzeyi yüksekliği çok düşükse, iş bedenin öne doğru eğilmesiyle yapılacağı için kolaylıkla sırt ağrısı meydana gelir. Bu, ayakta durma pozisyonunda fazlaca hissedilir. Ayaktaki pozisyonda çok düşük iş yüksekliği uzun süreli çalışmada hem omuzlara hem de sırt rahatsızlığına neden olur.



Şekil 10. Dirsek seviyesinde yapılan işteki duruşlar ve performans

Yetişkinlerin duruş bozukluklarının çoğu çocukluklarında oluşmuştur. Zaten nadir rastlanan iyi duruş kendini hemen fark ettirir.

Kötü postürün üstesinden tam olarak gelmenin bazı yolları vardır:

- Üstesinden gelinmesi gerekenlerin önündeki ilk engel, kişinin kendi doğru postürünün ne olduğunun farkına vardırılmasıdır. Ancak, insanın eski yanlış alışkanlıklarını

bırakıp yeni doğru alışkanlıklar kazanması kolay değildir. Bir eğitmen tarafından doğru duruşun nasıl bir şey olduğu, doğru durmanın nasıl hissettirdiği hakkında postürel bir bilinçlendirme yapılmalıdır. İşlemin başlayabilmesi için rahat hissi veren duruşun mutlaka doğru duruş olmadığı kişiye fark ettirilmelidir. Uzun dönemde postür ancak kişinin kendi gayretiyle vücudunu nasıl kullanması gerektiğini öğrenmesiyle düzeltilebilir.

- Doğru duruş için iyi alışkanlıklar inşa etmeye çalışılmalıdır. Yanlış postür sahibi kişi egzersizden daha fazlasını yapmalıdır; uzun süre doğru postür üzerinde bilinçli bir ısrarla durmalıdır ki doğru postür onun için bir davranış biçimi halini alabilsin.

- Fiziksel egzersizler tüm vücudu kapsamalıdır. Yürüme, koşma, bisiklet ve yüzme tavsiye edilebilir örneklerdir. Dengesiz gelişmeye sebep olabileceğinden tek yönlü aktivitelere izin verilmemelidir.

- İnsanların oturarak, ayakta veya diğer formlarda çalıştıkları işlerin tasarımlarında, onları en az zorlayacak tarzlar sağlanmaya çalışılmalıdır. Bunun için de daha çok insanın diz, kalça, dirsek ve göz yükseklikleri ile el ve ayakların uzanma alanları göz önüne alınmalıdır.

- Çalışma esnasında vücut duruşlarında bireysel tercihler de söz konusudur. Örneğin bilgisayarda yazı yazarken bazı çalışanlar klavyeyi kol seviyesinin altında tutarlar. Bazıları ise klavyeyi yüksek seviyede tutmayı tercih ederler. %5`lik ve % 95`lik yüzde oranları, tasarımın ölçüleri ve kişisel tercihler dikkate alındığında gerçekten çok büyük bir değer aralığı karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle masa yüksekliği veya tezgah yüksekliğinin tespitinde anlamlı ve kullanışlı verilere ulaşabilmek için elin konumu dikkate alınmalıdır.

1. Oturarak çalışma:

Oturarak çalışmalarda genellikle belirli bir çalışma yüzeyi üzerinde çalışılmaktadır. Oturma konumunun ayakta çalışmaya kıyasla bacaklardaki statik yük azaltılması, doğal olmayan konumlardan sakınılması, enerji tüketiminin düşmesi, daha az kan dolaşımı gereksinimi gibi birçok yararı vardır (39).

İnsan diğer canlılara göre yere bastığı alan ile uzunluğu kıyaslandığında oldukça dengeye ihtiyaç duyan bir canlıdır. Bu denge ihtiyacını ancak oturarak sağlar. Ayakta durmak ise, düşmeyi engellemek için vücudun katı bir şekilde sürekli uyarıldığı belirsiz bir aktivitedir. Eklemlerin ve diğer hareketli noktaların ayakta durma pozisyonunda sabit tutulabilmesi için

çok daha fazla enerji tüketilir. O halde “nasıl oturulmalı?” sorusunun doğru cevabı bulunmalıdır.

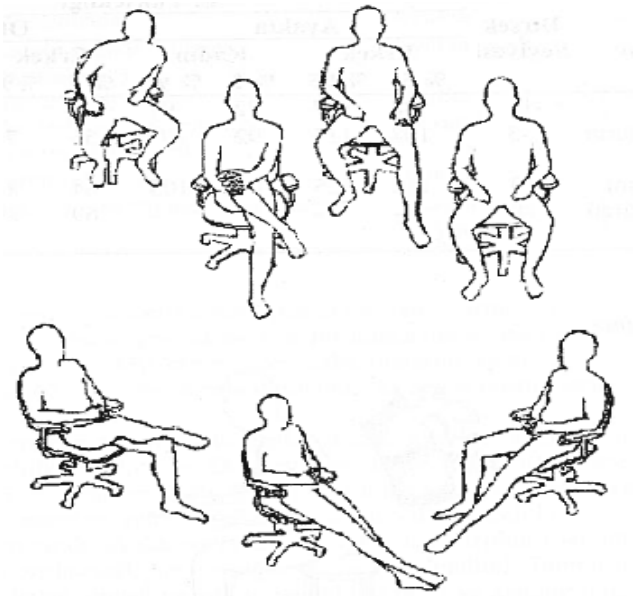
Duruş şekilleri olarak dimdik oturma, ileri kayık oturma, yaslanarak oturma, ayakları çaprazlayarak oturma, dikilme ve sabit desteksiz duruşları sayılabilir. Bu duruş şekilleri Şekil 11`de gösterilmiştir. Bunların hiç birisi en iyi veya en doğru duruş şekli değildir. Hepsinin avantajları ve dezavantajları vardır. En sağlıklısı duruş şeklimizi sık sık değiştirmektir (37, 44, 45):

- Öne Eğimli Oturmak: Bu duruşun pozitif etkisi leğen kemiğinin daha dik olarak durmasını sağlaması ve bir parça (alt arka sırt kısmında) öne kavisli omurga oluşumuna (lordosise) sebep olmasıdır. Dezavantajı ise, yorulmaya ve basınca neden olmasıdır. Eğer beden ağırlığının üçte birinden daha fazla bir ağırlık ayaklara, bacaklara verilecek olursa rahatsızlık hissedilir ve kalça üzerinde aşırı basınç oluşur.

- Geri Kaykılarak Oturmak: Kavisli omurga oluşumu biraz tetiklenir ama daha doğaldır. Ağırlığı oturağa aktardığı için bu tip duruş şekli, omurga üzerinde ağırlığı ve basıncı (%20 oranında) azaltır.

- Bacak Bacak Üstüne Atmak: Kalça üzerinde basıncı çok büyük oranda ve rahatsız edici bir şekilde artırdığından çok kötü bir oturma şeklidir. Zaten bu şekli değiştirmeden uzun süreler oturulamaz. Bazı araştırmacılar, bu tarzın omurganın doğal kavis yapısını desteklediğini savunmaktadırlar. Eğimli oturaklarda stabiliteyi artırdığı ve enerji harcamalarını düşürdüğü düşünülür.

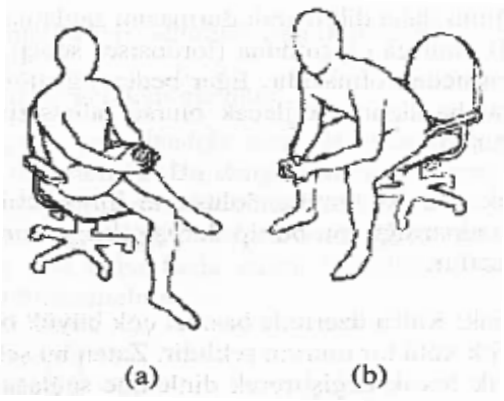
- Dikilmek: Sağlıklı bir duruş şeklidir. Alt sırt optimal şeklini, beden ve boyun denge hallerini alırlar. Ama kalça, dizler, bilekler ve ayaklar üzerindeki ağırlığı artırır ve kalbin ayaklara dik olarak servis işi artar. Her duruş şekli gibi uzun süreli olanı zararlıdır.



Şekil 11. Oturarak duruş şekilleri

2. Dengeli ve dengesiz duruşlar:

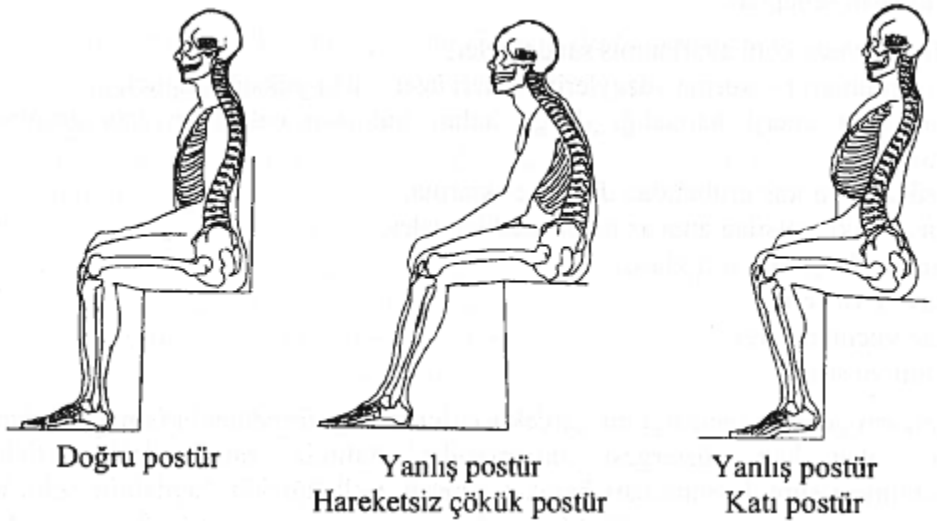
Desteksiz oturanlar bilinçsiz bir şekilde kendilerini en az enerji kullanımında dengeleyecek duruş şekillerine sokarlar. Bu tür arka dayanaksız ve koltuksuz oturanlar arasında Şekil 12`de gösterildiği üzere en çok rastlananlar (a) öne eğilerek, kolların baldırlarda dinlendiği ve (b) arkaya yaslanarak bacak bacak üstüne atılmış dizlerin parmaklar tarafından sarmalandığı duruş şekilleridir. Bu iki duruş da diğer oturuş şekillerine göre daha az kas enerjisi kullansa da alt sırt diskleri üzerinde çok yüksek basınç oluşturabilir.



Şekil 12. Dengesiz oturuşlar

İnsanlar; bedenin oturuşta kötü kullanımına örnek olan bilindik, ortak oturuşları üreten ergonomik olmayan oturaklardan değişik yollarla etkilenir. Böyle oturanlar rahatsızlıklarını

dindirmek için Şekil 13`deki gibi bazen yaptıklarının tersini yaparlar. Bu kişinin ancak geçici olarak kendisini daha iyi hissetmesini sağlar.



Şekil 13. Oturuş postürleri

Doğru postürde amaç vücut parçalarının birbirlerine fiziksel desteğini sağlamak, rahat nefes almak ve kan dolaşımı sağlamaktır. Hareketsiz çökük postürlerde ise ağırlığın çoğunun vücudun o görev için tasarlanmamış kısımlarına binmesi hali vardır. Omurgadaki baskıyı azaltmak için dizler kalçadan yukarıda olmalıdır. Dizlerin kalçadan aşağıda olması vücutta genel bir çöküşü getirir. Asgari enerji harcaması ve dizler düzgün bir şekilde durması için ayaklar hafif ileri de olmalıdır.

Boyun ileride tutulmamalıdır. Boyunu çevreleyen kas yapıları başın ağırlığını omurganın tepesinde hafif kasılmalarla dengede tutmak için tasarlanmışlardır.

İnsan öne doğru gerildiğinde, kalıcı bir dik oturuş yapar. Ancak bedenin kullanımına yönelik disiplinler şimdilerde dik oturma alıştırmalarının eklemler ve göğüs kafesi çevresi omurga yapısına zararlı olduğunu kavramışlardır.

Mirasçısı olduğumuz otonomsal his, eğim yapan oturak ile başa çıkma yollarını araştırırken, çoğunlukla genel bir çöküş halini daha az gerilim ile kısa vadede tedavisini tercih eder ve böylelikle daha az enerji harcamış olur. Aslında birçok yetişkinin ve okullardaki çocukların çökerek sıralarında oturmasının nedeni de budur. Bu, dizlere doğru oturağı eğmenin kaçınılmaz sonucudur. Sonuç olarak, yeniden keşfetmemiz gereken ilk şey, tasarımımızdan miras aldığımız vücudumuzun dik şeklini sağlayarak kemiklerimizi düz bir yüzeye yerleştirmektir.

3. Duruş değişiklikleri:

Oturma rahatsızlıklarının genel bir belirtisi sürekli duruş değişiklikleridir. Bu rahatsızlıkların sebepleri; rahatsız veya kötü ayarlanmış sandalyeler, sert oturma yüzeylerinin deri üzerinde oluşturduğu basınç, insanın az enerji harcadığı denge halini bulmaya çalışırken kas gruplarının yorulması, işi sürekli bir kas grubundan diğerine aktarma, ağır çalışılan ama az hareket edilen işler, yetersiz dinlenme aralıkları, sıcaklık ve nem, fazla vücut ağırlığı, sıkıntı ve strestir.

Bunların gözden kaçırdığı bir gerçek ise duruş değiştirmemenin tamamen uzun ve tam bir rahat halin göstergesi olmamasıdır. Aslında, oturma rahatsızlıklarını hissedilebilmesi sürekli oturanları hareket etmeye zorladığı için faydalıdır. Zira uzun süreli ve hareketsiz oturmanın vücut üzerinde; disk sıkışmalarına, sırttaki kıkırdakların uzamasına ve elastik hale gelmesine, varisli damar oluşumuna, damarda kan pıhtılaşmalarına, akciğer damarlarında tıkanmalara da neden olabilmesi gibi birçok yan tesiri vardır (16, 46, 47).

Uzmanlar her 15 dakika civarında ağırlık değişiklikleri yapmanın bozulan kan dolaşımı nedeniyle oluşan doku tahribini engellemede önemli olduğunu vurgulamaktadırlar.

4. Oturma yüzeyleri:

Kısa süreli olarak kullanılan bazı oturma yerlerinin rahat ve özel olarak geliştirilmiş bir tasarım ardından imal edilmiş olması önemli olmayabilir. Fakat tam gün iş görürken kullanılacak oturma yüzeyleri ve gereçlerinin bazı özellikleri olması gerekir.

Ofis çalışanlarında rahat sandalye ve mobilya tasarımlarının üretim verimini yaklaşık %25 artırabildiği bilinmektedir. Bu tip mobilyaların tasarımı oturuş esnasında oluşan sırt sağlığı problemlerinin önlenmesinde de önem kazanmıştır.

Sandalyenin doğru postürü ve rahatlığı çalışma yeri ve görev ile beraber sağlaması önemlidir. Yetersiz veya kötü oturuş yorgunluğa, kötü performansa ve işin etkilenmesine neden olmaktadır. İş yerindeki operatörün kullandığı sandalye şu nitelikleri taşımalıdır (7, 30, 39, 48):

- Arkalığı lumbar bölgesine destek veren, hem aşağı-yukarı, hem de içe-dışa doğru hareket ederek ayarlanabilen, vücudun dönüşlerinde kolların ve kaburga kemiğinin çarpmasına neden olmayacak darlıkta olmalı,

- Oturağı, yüksekliği kolay ayarlanabilir (pnömatik vb.), dönebilir, rahatlığı arttıracak ve sıcak havalarda terleme nedeniyle oluşan problemleri azaltacak, dokuma kumaşla kaplanmış olmalı,

- Oturak yüksekliği, ağırlığın omurgaya yüklenmesini sağlayacak boyutlarda olmalıdır. Aksi halde üst bacağa binen ağırlık, bacağın kısa sürede yorulmasına neden olur.

- Oturma yüzeylerinde dikey ayarlama, sandalye veya tabure yüksekliğinin değiştirilmesiyle sağlanabilir. Ayarlanmanın olmadığı (sabit) durumlarda ise dengenin korunabilmesi için sandalye yüksekliği %5`lik dilimdeki kadınlar dikkate alınarak hesaplanmalıdır.

- Sırttaki eğilmeyi azaltmak için oturak desteği eğimli olmalıdır. Oturağın ön kısmındaki yatay çizgiyle 3-8 derecelik eğim, kalçanın eklem yerindeki bükülmenin azalmasını ve otururken iş postürünün düzeltilmesini sağlar.

- Oturak derinliği ise diz arkası oturağa değmeden serbest hareketine olanak sağlayacak şekilde üst bacak uzunluğundan kısa olmalıdır.

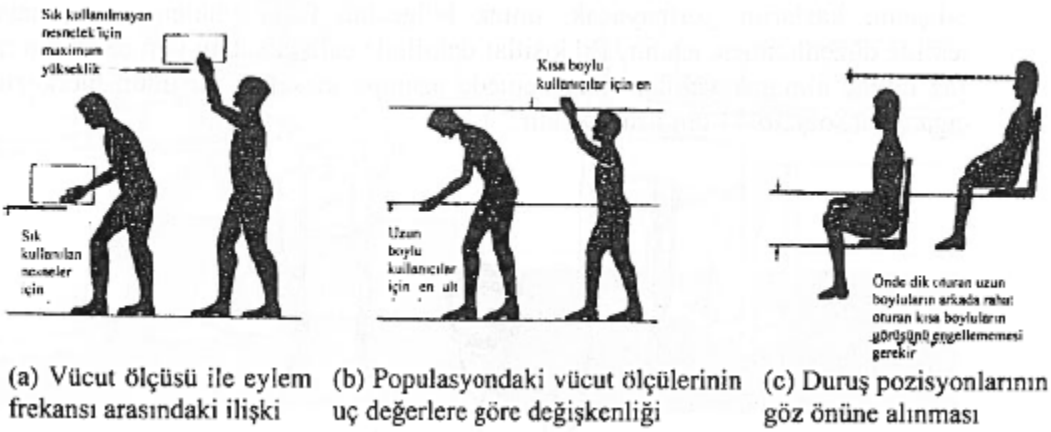
- İş, destekleyici tabure veya diğer destekler içeriyorsa, operatörün çalışma yüzeyine mümkün olduğu kadar yakın olmasını sağlamak için ayakları koymaya eğimli bir alan olmalıdır.

Oturarak çalışma ortamlarının tasarımında göz önünde tutulacak bazı ipuçları şunlardır (7, 39, 49):

- Çalışma esnasında kullanılan malzemeler büyüklük, ağırlık, biçim ve yer itibarı ile içlerindeki parçaların basit kavrayışlarla alınabileceği tarzda şekillendirilmelidir. İnsan, elini uzattığında avucu altına isabet eden veya gövdesine yakın yerlerde konumlandırılmış takım ve parçaları daha rahat kavrar. Buna bağlı olarak, kavrama alanı içinde elverişli ve az elverişli hareket yönleri ortaya çıkar. Azami kavrama alanı biraz daha büyükçedir. Dirseklerin hareket alanı altındaki yan alanlar ise erişilmesi zor alanlardır.

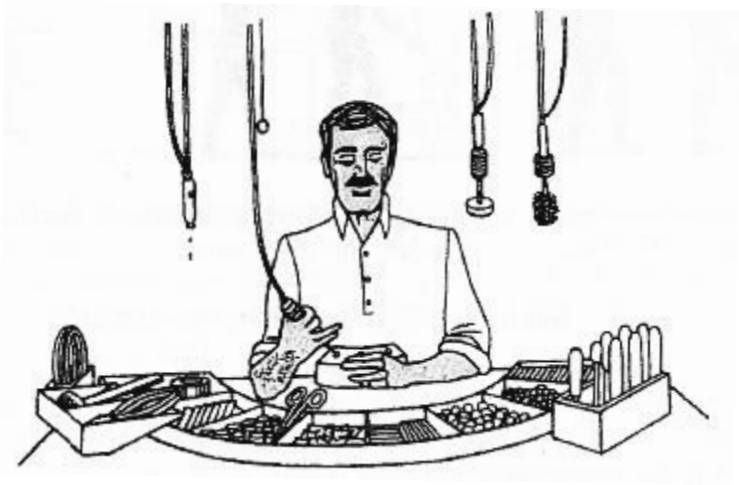
- Erişimin uygun limitleri Şekil 14`deki gibi sadece vücut ölçüsü ve sarf edilmesi gereken güçlerden değil, aynı zamanda ilgili eylemin frekansı tarafından da etkilenmektedir. Örneğin ağır objeler bileğe yakın yüksekliklerin dar aralığı içinde ve hafif objeler ise diz ile

omuz arasında herhangi bir yükseklikte depo edilebilir. Bu limitler eğer objeler nadiren kullanılırsa genişletilebilir (a). Bazı boyutlara ise, kullanıcı nüfus arasında vücut ölçülerinde olası uçlara ilişkin gereklerce ulaşılabilir (b). Bu gereklerin oluştuğu yerlerde, tiyatro salonlarında olduğu gibi ortalama vücut ölçüleri ve duruş, bütün muhtemel pozisyonlar göz önüne alındığında yeterli değildir (c).



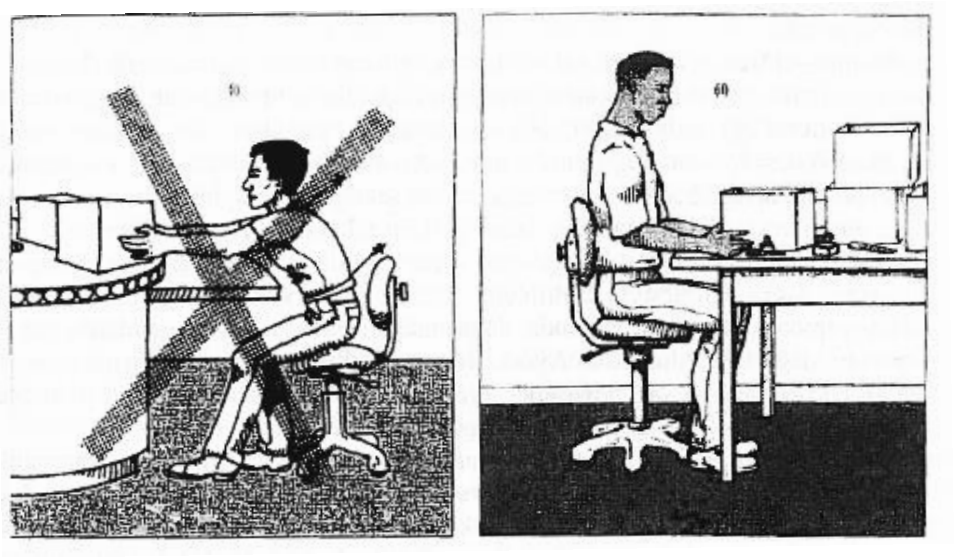
Şekil 14. Erişim limitleri ve vücut ölçüleri

- Çalışma alanı, Şekil 15`te gösterildiği gibi çalışan kişinin yerinden kalkmadan ve ek olarak eğilme hareketi yapmadan ulaşabileceği uzaklıkta olmalıdır. Eğer bir çalışma alanında çalışılan nesnelerin konulduğu kaplar varsa, bu kaplar çalışan kişinin koluyla erişebileceği uzaklıkta olmalıdır. En etkin çalışma hareketlerini sağlamak açısından tedarik kutuları çalışma alanın sağ ya da sol köşesine konulmalıdır.



Şekil 15. Aletlerin kolay ulaşılabilecek yerlere yerleştirilmesi

- Çalışma alanına konulan nesneler, ürünler fiziksel ve gördükleri işlem özelliklerine göre Şekil 16`daki gibi çalışma alanına daha yakın ya da daha uzak konulabilir. Eğer hassas bir parça elde işleniyorsa, parçanın çalışma alanına daha yakın olması istenir. Aynı zamanda üzerinde çalışılan parça ağır ise taşıma yolunu uzatmamak için parça çalışma alanına yakın bırakılır. Ayrıca fazla uzanma gerektiren yerlerde çalışma yerinden yarım daire kesilerek operatörün uzanma noktasına yakınlaşması sağlanabilir. Bu kesimin sağladığı diğer bir avantaj ise sandalye içeri çekildiği zaman operatörün arkasındaki alanın genişlemesidir.



Şekil 16. Çalışan ile çalışma malzemelerinin mesafesinin asgari tutulması

- Çalışanın eğilmeden ve bükülmeden iş görmesinin sağlanması gerekir. Bu şekilde daha az zaman kaybeder ve yorulur.

- Çalışma yüksekliği, işlem görecek ya da gözlenecek nesnelerin bulundurulması gereken yükseklikti r. Ergonomik yaklaşımlarda, çalışma yüzeyinin yüksekliğinin ayarlanması her zaman mümkün olamayabilir. Çünkü iş istasyonundaki birçok işlem boru, delik ve kanallar gibi donanımlarla bağlanmaktadır. Bu durumda insanlar, ayarlanabilir sandalye veya platform ya da ayak ve kol destekleri kullanarak ayarlanamayan çalışma yüzeyi ile etkileşimi geliştirebilirler. Çalışma yeri çok yüksek olduğunda, kişi çalışmasını omuzlarını kaldırarak sürdürmek zorunda kalacaktır. Bu, omuz kaslarının yorulmasına neden olur. Diğer taraftan, yükseklik çok alçak olduğu zaman, vücut fazla eğilmek zorunda kalacak ve sırt ağrıları oluşacaktır. Bu nedenle, oturarak veya ayakta çalışmaya bağlı olarak iş tezgâhının yüksekliği çalışanın boyu ile uyumlu olmalıdır. Hafif malzemelerin işlenmesi için dirsek yüksekliği uygundur. Eğer işin gerektirdiği hassasiyet varsa göze daha yakın olması gerekir.

- Kullanılan sandalye ve masa yüksekliklerinin ayarlanması ile oturma yüksekliğine ait antropometrik farklılıkları ortadan kaldırmak için iki yol mevcuttur. Bunlardan ilki ayarlanabilir sandalye ile beraber ayağın dinlendirilmesi için bir ızgara kullanılmasıdır. İkincisi ise yüksekliği ayarlanabilir masa ve sandalyeyi beraber kullanmaktır.

- Teknik çizim tahtasında olduğu gibi bazı işlerde uzanma çalışma yüzeyinin operatöre doğru eğilmesiyle azaltılabilir. Çünkü açı ve yükseklik farklı yapıdaki insanlara göre ayarlanabilir. Bu tür yaklaşımlarda tüm iş gerekleri değerlendirilmelidir.

- Çalışma yüksekliği, her zaman çalışılan masanın yüksekliğine eşit olmayabilir. Üzerinde çalışılan iş parçası veya düzeneğin yüksekliği de dikkate alınmalıdır. Masa yüksekliği buna göre daha alçak veya masa yüksekliği belli ise oturma yüksekliği buna göre daha yüksek seçilebilir.

- Oturarak çalışmada ayarlanabilir ayak desteği kullanılmayacaksa, çalışma alanı yüksekliği daha aşağı (asgari ölçüye kadar) çekilebilir.

- Oturma yüksekliği, ayaklarının yere dayandığı noktadan oturma yüzeyine kadar olan mesafedir. Genelde çalışma yüksekliği sabit olacağı için, oturma yüksekliği ayarlanır. Ayrıca, ayarlı koltuklarda oturma yüzeyi ile çalışma yüksekliği arasında bir fark bırakılmalıdır.

- Oturma genişliği için ise istatistik dağılımın üst sınırları ve tercihen %95 değerleri dikkate alınmalıdır.

- Sandalyede oturma pozisyonunun ve yönünün değiştirilebilmesi yani her yöne hareketli olması gereklidir.

- Oturma yüzeyinin öne eğik olması rahatsız edicidir. Oturma yüzeyi kaygan olmasa da sırta dayanmak, kalçada öne doğru bir itiş oluşturur ve zamanla rahatsızlık verir. Bu nedenle, oturma yüzeyi geriden başlayarak 3-5° bir eğimle yükselmelidir.

- Montaj ve tamir işlerinde kolu vücuttan uzak tutmak, iş sırasında sabit durmak gerektiğinde veya beceri işlerinde bacak ve kolların yaslanması ve çalışma dengesinin sağlanması için kol destekleri kullanılmalıdır. Kol destekleri, çalışma yeri yüzeyinin yakınına yerleştirilmelidir. El ile yapılan hassas montajlarda bilek için destek de yararlı olacaktır.

- Oturularak çalışılan ya da zaman zaman oturulan işlerde sandalye arkalığının ayarlanabilir ve de insan ölçü ve formuna uygun olmalıdır. Rahat koltuklarda arkalığın oturma yüzeyi ile teşkil ettiği açı 105° olarak belirlenmiştir.

- Masanın altında, ayaklar için ayakaltı destekleri kullanılmalıdır. Farklı boylardaki operatörlerin uyumu için iş yerlerinde ayak desteği bulundurulur. Zira tek başına ayarlanabilir sandalye birçok durumda yetersiz kalmaktadır. Çünkü iş için çalışma yüzeyindeki en iyi yüksekliğe erişirken ayaklar desteksiz kalabilir. Bu durum ise uyluğun alt kısmında baskıya neden olur ve çalışana rahatsızlık verir. Bu destekler için uygun eğim 30° kabul edilmektedir.

- Oturularak yapılan işlerde pedal sayısı ikiden fazla olmamalıdır. Ayrıca ayak pedallarının geri çekme yayları uygun kuvvette olmalı ve mümkün olduğunca ayak topukları geri dayanabilmelidir.

5. Ayakta durarak çalışma şekli:

Kişilere yüksek hareket serbestliği sağlayan ayakta durarak çalışma genellikle bir makine ile çalışıldığında tercih edilir. Ancak ayakta durarak çalışan bir insana ait çalışma yüksekliği uyumunu sağlamak, oturarak çalışan bir insana göre daha zordur. Zira aynı iş için kısa boylu kadınlar ile uzun boylu erkekler için uygun olan masa yükseklikleri arasında farklılıklar oluşmaktadır.

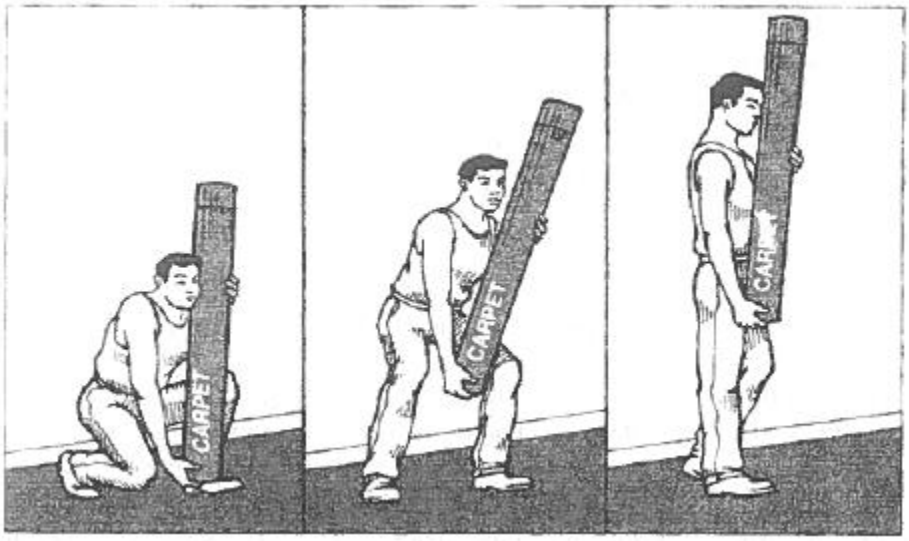
Doğru şekilde ayakta durulduğunda bedenin ağırlığı eşit olarak dağıtılmıştır. Kulağın altından aşağıya çizilen bir hat ayak bileklerinin merkezinden geçmelidir. Eğer bu çizgi öne doğru düşerse, boyun kasları ve omurga başı destekleyebilmek için normalin üzerinde bir strese karşı koymaktadır.

Ayakta çalışanlar için kaçınılmaz bir hareket olan bükülme genelde diz ve kalçanın esnemesiyle meydana gelir. Bükülerek bir şeyi kaldırırken veya hareket ettirirken belkemiği mümkün olduğunca az eğilmelidir. Böylece belkemiği ile ilgili sorunlarda büyük oranda azalma elde edilmiş olur.

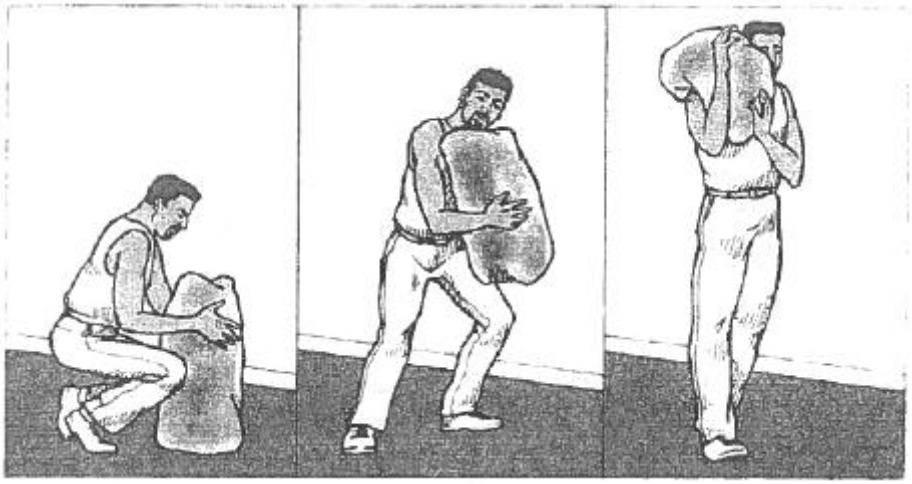
Malzemeleri kaldırmak ve indirmek ağır bir iştir ve yaralanmalara neden olabilir. Şekil 17`de gösterildiği şekilde bacak kaslarını kullanarak doğru bir kaldırma tekniği sayesinde kaldırma işi gerçekleştirilmelidir. Malzemelerin vücudun fazla eğilmeden ve bükülmeden yavaşça indirilip, kaldırılması güvensiz hareketlerden meydana gelebilecek sırt ağrıları riskini

azaltacak ve daha istikrarlı yapılmasını sağlayacaktır. Malzemelerin Şekil 18`deki gibi vücudun ön tarafından kaldırılması çalışanlar için daha az yorucu olur.

Süpürmek ya da kazmak gibi tekrar edilen hareketlerde ise sık sık pozisyon değiştirerek veya ara verilerek ve zorlanan kasların dinlenmesine imkân tanınmalıdır.



Şekil 17. Uzun ve ağır malzemelerin kaldırılışında bacakların gücünden faydalanılması



Şekil 18. Ağır yüklerin vücudu arkaya vererek ve uygun ayak kullanarak gücün bacağa verilmesiyle vücudun önünden kaldırılması

Ayakta çalışma ortamlarının tasarımında göz önünde tutulacak bazı prensipler şunlardır (38, 39, 49):

- Gösterge ve kontroller, çalışan kişi için gereksiz ve vücudu yoran hareketleri en aza indirgeyecek şekilde yerleştirilmelidir.

- Uzanmalar, çalışanı yoracak kadar uzun süreli ve tekrarlamalardan oluşmamalıdır.

- Kaldırma ve indirme hareketlerini Şekil 19`da gösterildiği gibi en aza indirerek, hareket verimliliğini artırmakla birlikte çalışan yorgunluğu ve malzeme hasarı azaltılabilir.

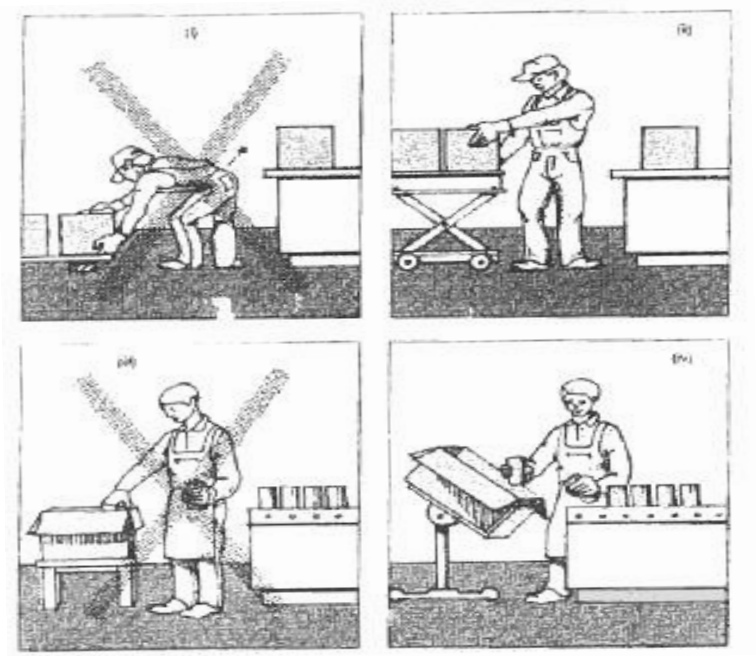
- Ayakta çalışmada masa üst seviyesinin çalışanın dirseğinden daha aşağıda bulunmasının verimli bir tasarım olduğu kabul edilmiştir.

- İş yükseklikleri genelde uzun boylu erkeklere uyum sağlayacak şekilde düzenlenir.

- Bacakların hareket hacmi hesaplanırken, dizlerin bükülmesi sırasında ayağın öne atılması için ayakuçlarına yeterli derecede hareket serbestliğinin sağlanmalıdır.

- Ayakta çalışmada ayak pedallarından mümkün olduğunca kaçınılmalıdır.

- İyi görüş koşulları ile rahat kol konumu arasında, kol ve dirsekten yukarısı olabildiğince düşey durumda olacak şekilde iyi bir uzlaşma noktası bulunmalıdır.



Şekil 19. (i) ve (ii) yükseklik farklarının kaldırılması veya en aza indirilmesi; (iii) ve (iv) kaldırmanın en aza indirilerek hareketlerin azaltılması

6. Yarı oturarak çalışma şekli:

Yarı oturarak çalışmalara örnek olarak inşaat projelerinin çizimi gösterilebilir. Bacaklar için gereken açıklığın bulunmaması ve işin üstüne doğru eğilme çoğunlukla bacaklarda ve vücudun sırt kısmında statik yüklenme yapabilir.

Eğer kullanılan oturma seti oturarak çalışmaya göre daha kısa olursa sabit duruşlu çalışmalarda eğilme hareketine neden olur. Bu harekette uzun boylu çalışanların vücudunda sırt bölgesinde ve omuzlarda fazladan yüklenmeye neden olur.

İşlemler birden fazla alt işlem içerebilir ve bu alt işlemlerin farklı çalışma yükseklikleri olabilir. Bu durumda oturma seti ile beraber yüksekliği ayarlanabilir ayak desteği kullanılması gerekmektedir. Çalışma alanı çalışma masasında (tezgahında) kullanılan ekipmanlarla yükseltilebilir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu araştırma kapsamında Türkiye'de kalıpçılık ve plastik enjeksiyon sektörlerinde çalışma alanlarına örnek olması bakımından bir işyerine bağlı iki ayrı fabrika seçilmiş, çalışanların kalıphane, plastik enjeksiyon ve montaj-paketleme bölümlerinde kullandığı oturak, masa, tezgah ve makinelerin boyutsal olarak ölçümlemeleri yapılmıştır. Bu oturak, masa, tezgâh ve makineler ayrı ayrı incelenmiş, değerlendirilmiş ve sonuçlar tablolar şekilde verilmiştir. Ayrıca yapılan resimlemelerle kişilerin işyerindeki çalışma koşulları gösterilmiştir. Ayrıca çalışanların yaşları ile ilgili bilgi alınmıştır. Söz konusu yaş grupları ile ilgili antropometrik veriler ışığında hesaplamalar yapılmıştır. Böylece ilgili sektörlerde çalışanların kullandığı makine, tezgah ve teçhizatın mevcut antropometrik verilere göre uygun bir duruşta iş göremeye uygun olup olmadıklarının belirlenmesi hedeflenmiştir.

Bu tez çalışmasında, Samsun ilinde polietilen kangal boru bağlantı adaptörleri ve damla sulama sektöründe faaliyet gösteren bir işyeri ve çalışanları değerlendirme kapsamına alınmıştır. Yapılan ölçümler çalışanların kalıphane, plastik enjeksiyon ve montaj-paketleme bölümlerinde kullandığı oturak, masa, tezgah ve makineleri kapsamaktadır.

Çalışmada işyerlerinde bulunan makine, tezgâh ve teçhizatın ölçümleri lazer metre, şerit metre gibi uzunluk, alan ve hacim ölçümüne yarayan ölçüm aletleri ile yapılmıştır. Bu boyut ölçümleri Türkiye'de daha önce yapılmış olan antropometrik ölçümler ile ilgili verilere göre hesaplamalara tabi tutularak söz konusu işyerlerinde çalışanların ilgili makine, tezgah ve teçhizatı kullanımlarında maksimum, minimum ve optimal değerler hesaplanmış ve antropometrik açıdan hangi iş istasyonlarında hangi dilimdeki insanların çalışabileceği, hangi

makinelerin çalışanlar için uygun olmayacağı ve bu tür istasyonlarda ne tür iyileştirmeler yapılabileceği belirlenmeye çalışılmıştır.

ARAŞTIRMA HAKKINDA BİLGİ

Araştırma çalışması, yaş aralığı 20-32 arasında olup, 74'ü kadın, 46'sı erkek olan 120 mavi yakalı personelin çalıştığı plastik enjeksiyon ve kalıphane bölümlerinde kullanılan yaklaşık 60 makinenin ve onlarca oturak, masa, tezgah ve kapının bütün çeşitleri için tek ölçümleme olacak şekilde yapılmıştır. Yaklaşık 25 ölçümün sonuçları Türkiye'de daha önce yapılmış olan antropometrik ölçümler ışığında incelenerek bu istasyonların veya teçhizatın antropometrik açıdan ergonomik olup olmadıkları hesaplanmaya çalışılmıştır.

Kalıphane bölümünde çalışanların tamamı erkeklerden oluşmaktadır. Plastik enjeksiyon bölümünde makinelere kalıp bağlama işleminin tümü erkekler tarafından yapılırken, makineden çıkan ürünlerin çapaklarının ve yolluklarının alınması bazen erkekler çoğunlukla da kadınlar tarafından yapılmaktadır.

Kalıphanede torna, freze, matkap, CNC Torna gibi makineler ve kalıp toplama masaları bulunurken, bunların yanında kalıp parlatma, çapak alma, temizleme, vida sıkma, kalıp sökme için kullanılan elektrikli veya sıradan ufak el aletleri çok sıklıkla kullanılmaktadır. Yapılan bu iş ve işlemler etüt edilmiş ve çalışanların hareketleri belirlenmiştir. Bu hareketlerin yapılışı sırasında uygun duruşlar belirlenmiş ve bu duruşlara göre uzanma, eğilme ve diğer işlemlerin ergonomik uygunluğu antropometrik veriler üzerinden değerlendirilmiştir.

ARAŞTIRMADA KULLANILAN ANTROPOMETRİK VERİLER

Bu tez çalışmasında ofislerin tasarımı ile çalışanların uyumunu değerlendirebilmek için literatürdeki Tablo 5`de verilen mevcut antropometrik verilerden faydalanılmıştır.

Bunlardan ilki 1981 yılında Ahmet Fahri ÖZOK ve arkadaşları tarafından yapılan "Türk Sanayi İşçileri Üzerine Antropometrik Bir Araştırma" başlıklı çalışmadır (50). Türkiye`deki sanayi çalışanları üzerine yapılan bu çalışmada 1000 erkek çalışandan 50 ölçü alınarak genel ve meslek gruplarına göre her birinin en büyük, en küçük, ortalama ve standart sapma değerleri ile değişim katsayısı ve belli aralıklardaki dağılım frekansları bulunmuştur.

Tez çalışmasında faydalanılan ikinci veri grubu ise 2006 yılında tamamlanan, Erksin GÜLEÇ ve arkadaşları tarafından yürütülmüş "Anadolu İnsanının Antropometrik Boyutları" başlıklı projedir [51.]. Projede Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)`nun yardımıyla oluşturulan 14 ilden 1050`si kadın 1050`si erkek olmak üzere 2100 kişilik örneklem kümesinden 37`şer ölçüm alınarak çeşitli bilgilerin edinildiği 10 soruluk bir anket uygulanmıştır.

Tez çalışması yapılırken gerekli olup bulunamayan bazı veriler ise (örneğin kadınların oturma yükseklikleri gibi…) Alvin R. TILLEY'in "The Measure of Man & Woman" isimli çalışmasının ölçüm ve hesaplamaları alınmıştır (52).

İlk iki çalışma sonuçlarının karşılaştırmalı olarak verildiği Tablo 5`de yer alan antropometrik veriler tez çalışmasının ilerleyen bölümlerinde anlatılan değerlendirmelerde kullanılmıştır.

Tablo 5. Türkiye'de 1981 ve 2006 yıllarında yapılmış iki çalışmadaki ölçümlerin karşılaştırması

Ölçü Numarası (1981)	Ölçü Tipi (1981, 2006)	1981			2006					
		Erkek			Kadın			Erkek		
		Ort. (%50)	%5	%95	Ort. (%50)	%5	%95	Ort. (%50)	%5	%95
1	*Boy (cm)*	168,08	157,60	178,56	155,03	147,10	177,40	168,8	158,30	179,85
50	*Ağırlık (kg)*	66,47	51,14	81,30	67,12	50,21	95,30	74,74	55,90	96,80
49	*Baş Yüksekliği*	220,10	197,20	243,00	-	-	-	-	-	-
22	*Büst Yüksekliği (oturma yerinden başın üst noktasına)*	887,50	829,60	945,40	820,74	775,05	935,00	887,27	825,55	946,00
-	*Alttaraf Yüksekliği*	-	-	-	869,14	804,00	1034,00	964,20	867,55	1050,00
27	*Diz Yüksekliği*	503,00	461,60	544,50	477,60	448,05	558,00	522,99	480,00	568,00
-	*Altbacak Yüksekliği*	-	-	-	431,77	391,00	543,00	483,85	415,00	562,00
3	*Omuz Yüksekliği (ayakta, yerden)*	1382,70	1287,40	1477,90	-	-	-	-	-	-
24	*Omuz Yüksekliği (oturarak, oturma yerinden)*	593,70	543,40	644,00	-	-	-	-	-	-
2	*Göz Yüksekliği (ayakta, yerden)*	1572,20	1499,70	1674,70	-	-	-	-	-	-
23	*Göz Yüksekliği (oturarak, oturma yerinden)*	775,70	715,10	836,10	-	-	-	-	-	-
5	*Parmak Ucu Yüksekliği (kol yukarı durumda)*	2132,00	1990,20	2273,80	-	-	-	-	-	-
7	*Parmak Ucu Yüksekliği (kol aşağı durumda)*	624,40	567,50	681,30	-	-	-	-	-	-
6	*Yumruk Yüksekliği (ayakta kol aşağı durumda)*	696,90	633,90	759,90	-	-	-	-	-	-
21	*Yumruk Yüksekliği (oturma yerinden, kol yukarı durumda)*	1269,50	1171,50	1367,50	-	-	-	-	-	-
8	*Apışarası Yüksekliği*	751,30	675,50	827,10	-	-	-	-	-	-
14	*Dirsek Yüksekliği (ayakta)*	1022,60	944,50	1100,50	-	-	-	-	-	-
26	*Dirsek Yüksekliği (oturarak)*	678,10	624,00	732,20	-	-	-	-	-	-
28	*Uyluk Yüksekliği (oturarak)*	568,80	526,50	611,10	-	-	-	-	-	-
31	*Oturma Yeri Yüksekliği*	431,70	395,40	468,10	-	-	-	-	-	-
45	*El Kalınlığı*	462,20	38,30	54,10	-	-	-	-	-	-
48	*Baş Uzunluğu*	183,80	170,60	197,00	176,77	168,00	197,00	186,40	173,00	199,00
12	*Tümkol Uzunluğu (ayakta, omuz hareketsiz)*	827,90	767,50	888,30	683,68	633,00	794,95	748,54	687,55	808,90
11	*Tümkol Uzunluğu (ayakta, omuz hareketli)*	901,40	834,10	968,70	-	-	-	-	-	-
34	*Tümkol Uzunluğu (oturarak, omuz hareketsiz)*	820,10	753,10	887,00	-	-	-	-	-	-
33	*Tümkol Uzunluğu (oturarak, omuz hareketli)*	914,70	841,70	987,50	-	-	-	-	-	-
-	*Üstkol Uzunluğu*	-	-	-	325,72	289,00	384,00	353,11	312,00	390,00
-	*Önkol Uzunluğu*	-	-	-	237,17	217,00	289,00	269,22	241,55	295,00
25	*Dirsekten Parmak Ucuna Olan Uzaklık*	462,10	426,10	498,10	-	-	-	-	-	-
37	*Kalça-Diz Uzunluğu*	610,20	564,80	655,60	548,36	490,10	605,00	557,67	468,00	613,00
-	*Üstbacak Uzunluğu*	-	-	-	464,84	416,00	540,00	475,03	417,55	562,00
40	*Ayak Uzunluğu*	261,00	240,20	281,60	236,19	221,00	278,00	261,48	242,55	282,00
42	*El Uzunluğu*	191,30	175,00	207,60	180,27	167,00	209,00	195,54	178,55	212,45
-	*Elparmak Uzunluğu*	-	-	-	93,26	83,00	115,95	106,74	94,00	118,00
35	*Gözler Arası Uzaklık*	64,00	58,10	69,70	-	-	-	-	-	-

36	*Göz-Çene Uzaklığı*	117,40	107,00	127,80	-	-	-	-	-	-
9	*Parmak Uçları Arasındaki Uzaklık (ayakta kollar yana açık)*	1711,30	1595,70	1826,90	-	-	-	-	-	-
29	*Parmak Uçları Arasındaki Uzaklık (oturarak kollar yana açık)*	1707,20	1592,70	1821,70	-	-	-	-	-	-
38	*Kalça-Ayak Parmak Ucu Uzaklığı (oturarak)*	758,70	696,60	820,60	-	-	-	-	-	-
39	*Kalça-Ayak Tabanı Uzaklığı (oturarak, aya uzatılmış)*	1064,20	982,90	1145,50	-	-	-	-	-	-
13	*Dirsekler Arası Uzaklık*	446,00	378,40	513,60	-	-	-	-	-	-
47	*Baş Genişliği*	161,30	150,90	172,70	148,50	138,00	166,00	155,68	143,00	168,00
4	*Omuz Genişliği*	425,50	388,70	462,50	361,10	334,00	423,95	393,65	355,00	430,00
-	*Göğüs Genişliği*	-	-	-	269,12	236,00	330,00	293,48	257,00	335,00
-	*Dirsek Genişliği*	-	-	-	59,56	52,00	75,00	68,10	60,00	76,45
43	*El Genişliği*	104,90	94,70	115,10	76,34	70,00	93,00	86,79	78,00	95,00
10	*Kalça Genişliği (ayakta)*	336,20	306,60	365,80	309,49	266,00	357,00	312,05	270,00	352,00
30	*Kalça Genişliği (oturarak)*	356,30	317,80	394,80	-	-	-	-	-	-
-	*Diz Genişliği*	-	-	-	88,05	76,00	109,00	98,20	86,00	111,00
41	*Ayak Genişliği*	101,40	89,70	113,10	91,70	84,00	111,00	102,77	93,00	114,00
-	*Göğüs Derinliği*	-	-	-	203,90	170,00	256,00	212,53	179,00	255,00
32	*Kafa Çevresi*	557,80	528,50	587,10	-	-	-	-	-	-
-	*Boyun Çevresi*	-	-	-	338,10	305,00	412,00	376,59	338,55	424,00
-	*Gevşek Biceps Çevresi*	-	-	-	286,69	230,00	347,95	283,83	240,00	338,00
44	*Elbilek Çevresi*	172,00	156,40	187,40	164,84	150,00	192,95	176,37	160,00	195,00
46	*Yumruk Çevresi*	282,10	255,10	309,10	-	-	-	-	-	-
15	*Göğüs Çevresi*	911,40	795,80	1027,00	-	-	-	-	-	-
16	*Bel Çevresi*	828,10	663,10	993,10	869,13	682,05	1101,95	891,95	712,00	1095,90
17	*Basen/Kalça Çevresi*	945,00	837,30	1052,80	1042,13	864,00	1191,90	976,39	860,00	1105,00
18	*Üst Baldır Çevresi*	518,10	442,40	593,80	-	-	-	-	-	-
19	*Alt Baldır Çevresi*	351,40	306,20	396,60	359,91	300,00	416,00	358,65	302,55	410,00
20	*Ayak Bileği Çevresi*	228,40	203,00	253,60	-	-	-	-	-	-

BULGULAR ve TARTIŞMA

ANTROPOMETRİ AÇISINDAN İŞYERİ DÜZENİNİN İNCELENMESİ

Çalışma Çevresinin İncelenmesi

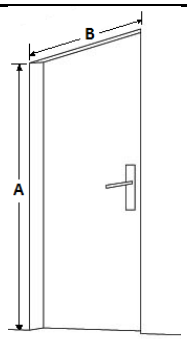
1- Kapılar, Geçitler ve Merdivenler:

Koridor genişliği, beklenen en yüksek trafik yükü, trafik akımının yönü ve bölgedeki giriş ve çıkışların sayısı ve büyüklüğüne bağlı olarak düşünülmelidir. Ağır teçhizat taşıyan ve kalın giyecekleri olan personel için yeterli açıklık bırakılmalıdır. Bir kişi 510 mm genişliğinde bir koridorda biraz zorlukla hareket edebilir, tek-kişilik veya tek-yönlü bir koridor en az 760 mm genişliğinde olmalıdır. İnceleme yapılan işyerinin plastik enjeksiyon makinelerinin bulunduğu bölüm ve montaj-poşetleme işlemlerinin yapıldığı bölümler dışındaki bölümlerde geçişler çok geniştir. Söz konusu bölümlerde ise geçiş için bırakılan boşluklar 2000 mm'nin altına düşmemektedir. Bu mesafe de iki kişinin yan yana rahatlıkla geçişine müsaade etmektedir.

İşyerindeki normal kapıların genişliği 950 mm, yüksekliği de 2150 mm kadardır. Bu kapıların dışında sürgülü kapı olarak adlandırılan ve makine, araç ve forkliftlerin geçebilmesi ve yük taşınabilmesine olanak sağlayan büyük kapılar mevcuttur. Bu kapıların genişliği 5000, yüksekliği de 4500 mm'dir. İşyerindeki kapıların tümü uygun gözükmektedir (Tablo 6).

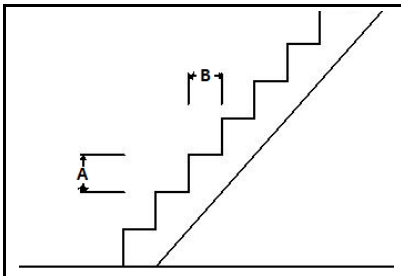
Fazla basamaklı merdivenlerden kaçınılmalıdır. Basamak yükseklikleri standart olmalıdır. İşyerindeki merdivenler her 9 basamakta bir platform bulunacak şekilde kurulmuştur. Basamakların yükseklikleri standardın içindedir (170 mm) (Tablo 7)

Tablo 6. İşyerindeki kapılarla ilgili yapılan ölçüm ve değerlendirmeler

	KAPI TİPİ / ÖLÇÜLER (mm)	I	II	Sürgülü (III)	Değerlendirme		
					I	II	III
	A/h (yükseklik)	2150	2250	4500	Uygun	Uygun	Uygun
	B/d (genişlik)	950	950	5000	Uygun	Uygun	Uygun

Resim 1. Sürgülü kapı ve kalıphane giriş kapıları

Tablo 7. İşyerindeki merdivenlerle ilgili yapılan ölçümler

	MERDİVEN TİPİ / ÖLÇÜLER (mm)	I	Değerlendirme
	A (yükseklik)	170	Uygun
	B (derinlik)	280	Uygun
	Trabzan Yüksekliği (en üst)	1000	Uygun

Resim 2. İşyeri içindeki merdiven örnekleri

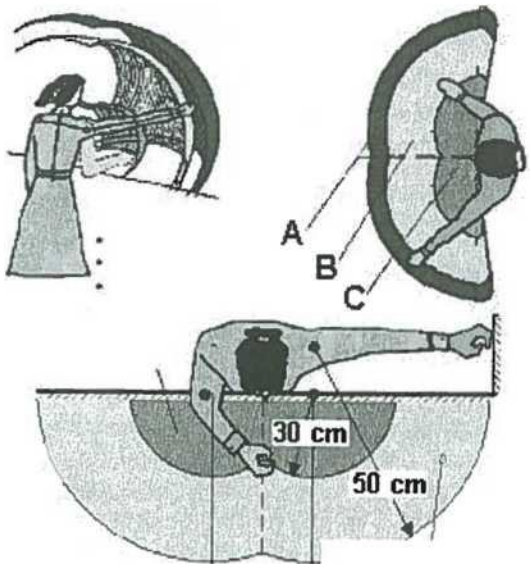
Hareketli Çalışma Alanının İncelenmesi

1- Fizyoloji açısından işyeri düzenleme

İşyeri düzenlemede antropometrik açıdan iş sisteminin hacimsel ve şekilsel bileşenleri belirlenirken, aynı kalitede işin en az zorlanmayla yapılmasını sağlayan bir şekilde düzenlemelidir. Çalışma esnasında en çok karşılaşılan vücut konumu "ayakta durma" ve "oturma" pozisyonlarıdır (18).

a. Ellerin aksiyon hacmi

Ellerin 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 20).



Şekil 20. Anatomik (A), fizyolojik (B) ve optimum (C) aksiyon bölgeleri, resimdeki değerler "küçük kadın" için yaklaşık değerlerdir

Torna, freze gibi tezgâhların bulunduğu kalıphanelerde genellikle ayakta çalışmalar yaygındır. Sadece yatma konumunda herhangi bir kas işi yapmaksızın beden denge durumunu koruyabilir, diğer tüm konumlarda çeşitli düzeylerde kas işine gereksinim vardır. Vücuda destek alanı ne kadar büyükse (oturma yüzeyi, yaslanma yüzeyi) çalışan kaslara gelen beden yükü o kadar azdır. Kas zorlanmasını azaltmak için konum sıkça değiştirilir.

b. İş yüksekliği:

İş yüksekliği olarak el ile yapılan işlerin yüksekliği tanımlanır. İş yüksekliği hem performansı hem de zorlanmayı doğrudan etkilediği gibi, iş esnasındaki beden konumunu da belirler. Elle yapılan işlerde uygulanacak kuvvetin büyüklüğü, iş esnasında üzerinde çalışılan parçaların büyüklüğü, dolayısıyla görüş mesafesi gibi faktörler de iş yüksekliğinin seçiminde rol oynarlar.

UYGULAMA

Çalışmanın bu kısmında plastik enjeksiyon ve kalıphane bölümlerinde kullanılan tezgahlarla ilgili ergonomik durum antropometri bağlamında incelenmiştir. İlgili bölümlerde toplam 120 mavi yakalı çalışan bulunmaktadır. Bu çalışanların yaş aralığı 20-32 arasında olup, 74'ü kadın, 46'sı erkektir. Kalıphane bölümünde çalışanların tamamı erkeklerden oluşurken, plastik enjeksiyon bölümünde makinelere kalıp bağlama işleminin tümü yine

erkekler tarafından yapılırken, makineden çıkan ürünlerin çapaklarının ve yolluklarının alınması bazen erkekler çoğunlukla da kadınlar tarafından yapılmaktadır.

Kalıphanede torna, freze, matkap, CNC Torna gibi makineler ve kalıp toplama masaları bulunurken, bunların yanında kalıp parlatma, çapak alma, temizleme, vida sıkma, kalıp sökme için kullanılan elektrikli veya sıradan ufak el aletleri çok sıklıkla kullanılmaktadır.

Plastik enjeksiyon bölümünde ise plastik enjeksiyon makinelerinde kalıplar vasıtası ile üretim yapılırken, burada üretilen ürünlerin yolluklarının kesilmesi, gerekiyorsa diş açma, delik delme gibi diğer işlemlerinin yapılması için matkaplarda işlenmesi, daha sonra da temizliği, montajı ve paketlenmesi işlemleri de plastik enjeksiyon makinelerinin bulunduğu bölümün hemen yanındaki alanda yapılmaktadır. Aşağıda söz konusu işlemlerin antropometrik veriler bağlamında ayrı ayrı incelemeleri ve değerlendirmeleri yapılmıştır.

Çalışma Masası (Bakım-Onarım)

Kalıphanede bulunan çalışma masasında, diğer tezgâhlarda yapılan parçalarının montaj, çapaklarının alınması, parlatılması gibi işlemlerinin yanı sıra tadilat-tamirat işleri de yapılmaktadır. Bu tezgâhta çalışanların tümü erkek çalışanlardan oluşmaktadır. Çalışmalar ayakta yapılmaktadır. Hafif parçalar elle, ağır parçalar ise el forkliftleri ile taşınmakta ve masanın üzerine bırakılmaktadır. Parlatma ve çapak alma işlemleri çeşitli zımpara ve eğelerle yapılmakta ve kullanılan bazı elektrikli zımpara makineleri ve diğer elektrikli aletler için masa üstünde 2 adet priz bulunmaktadır. Ayrıca derinliği 720 mm, yerden yüksekliği 1905 mm olan panosunda, aletlerin asılabildiği askılar mevcuttur (Tablo 8). Bu sayede hem aletler göz önünde olmakta hem de kolay ulaşım sağlanmaktadır.

Tablo 8. Çalışma Masası ile ilgili ölçümler ve özellikler

Tezgah	Çalışma tezgâhı
En	2800 mm
Derinlik	720 mm
Tezgah Yüksekliği	900 mm
Pano Yüksekliği	1000 mm (1905mm)
Tezgah üstü	5 mm
Raf Taşıma Kap.	125 kg.
Raf Sistemi	Ayarlanabilir
Raf Taşıma Kap.	125 kg.
Diğer Özellikler	2 Adet Priz

Resim 3. Çalışma masası

Masanın genişliği 2800 mm, eni derinliği 720 mm, yüksekliği de 900 mm'dir (Tablo 8). Resim 3'te de görüldüğü gibi masanın alt kısmında ayak ve dizler için bir boşluk bırakılmamıştır.

a. Ayakta Çalışmada El ile Yapılan İşlemlerin Değerlendirilmesi:

Ayakta çalışılan işyerlerinde masanın yüksekliği, dirsek yüksekliği ve üzerinde çalışılan parçanın yüksekliğine bağlı olarak belirlenir. Çalışanların %5, %50 ve %95'lik dilimde bulunan erkeklerden oluştuğu varsayılarak hesaplamalar yapılırsa, bu dilimlerdeki erkek çalışanların dirsek yükseklikleri sırasıyla 944,5 mm, 1027 mm ve 1105 mm'dir.

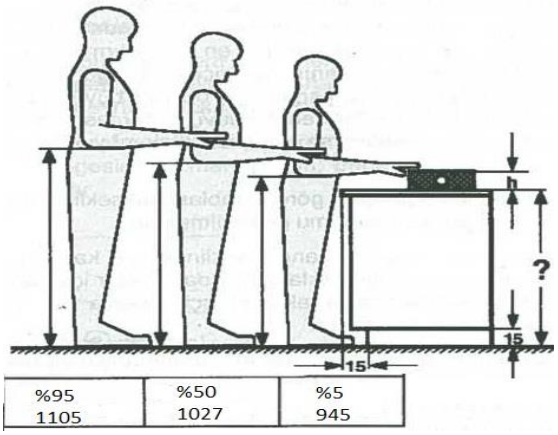
Ellerin aksiyon hacmi olarak, sarkık kol konumunda dirsekten 100 mm yukarıdaki yatay düzlem tercih edilmesi hafif işler için daha uygundur. Yani bu tür işler için %5'lik dilim için 1045, %50'lik dilim için 1127, %95'lik dilim için 1205 mm'lik yükseklikte elle çalışma daha uygundur. Hafif işler için genellikle parçaların tezgâh üzerinde yerden yükseklikleri 1000-1200 mm arasında olmaktadır. Ancak kalıp parçalarının genellikle büyük ve ağır olması ve yapılan işin de ağır iş olması sebebiyle elle çalışma yüksekliği dirsek yüksekliğinden 100-150 mm kadar düşük olmalıdır. Bu da %5'lik dilim için 800-850; %50'lik dilim için 900-950; %95'lik dilim için de 950-1000 mm civarında olacaktır.

Cıvata sıkmak, eğelemek gibi hafif işlere göre daha fazla kuvvet uygulamayı gerektiren işlerde vücut ağırlığından da yararlanılır, çalışan masaya doğru kendini daha çok eğer. Ağır yükleri kaldırma durumunda kalındığında da kol dirsekten 100° kıvrılarak kasların en iyi kaldırma konumuna geçmesi sağlanır. Her iki durumda da masanın hafif işlerdekine göre yaklaşık 200 mm daha alçak olması gerekir.

900 mm'lik masa yüksekliği, tüm dilimlerdeki erkek çalışanlar için çalışmaya uygun gözükse de bazı kalıp veya kalıp parçalarının boyu 400-500 mm civarında olabilmektedir. Böylece çalışma yüksekliği toplamda 1300-1400 mm'lere kadar çıkabilmektedir. Böyle bir durumda çalışanın boyu ne kadar uzun olursa o kadar iyi olacaktır. Ancak çalışan kısaysa ve böyle bir durumda çalışması gerekiyorsa, 500 mm'ye kadar yükselebilen ayarlı bir platform kullanımı sorunu çözecektir. Masanın etrafındaki boşluk buna olanak sağlamaktadır. Bunun dışında elleri dirsek hizasından daha fazla yukarı kaldırmadan çalışmak için %5'lik dilim dışındaki erkek çalışanların seçilmesi daha uygun olacaktır. Bu tezgâh için uygulanabilecek başka bir çözüm ise yüksekliği fazla olan kalıp veya parçalar için kalıp toplama masasının kullanılması olacaktır. Çünkü söz konusu masada bu tezgâhtan farklı olarak diz girme boşluğu bulunmaktadır.

Çalışanların el aksiyon bölgeleri hesaplanırken, çalışacak grubun % 5'lik erkek dilimine göre boyutlandırıldığı için, 680 mm yarıçaplı bir daire şeklinde olacaktır. Çalışanlar masaya yaslanarak çalışamadıkları için 100 mm. kadar düşürülmelidir. Yaklaşık 600 mm'lik bu değer tüm erkek çalışanlar için en düşük değer olarak değerlendirilebilir.

Ayakta çalışmada masanın önü kapalı ise veya makine gövdesi aynı şekildeyse, masaya yaklaşıldığında ayaklar için tabanda 150x150 mm bir boşluk, bir girinti olmalıdır; aksi takdirde çalışan masaya tam yanaşamayacak, eğilerek çalışmak zorunda kalacaktır. Bu masanın altında diz girme boşluğu olmaması, çalışanların ayakta çalışırken ayak ve dizlerini masanın altına doğru rahatça sokmasına ve masaya dayanarak çalışmasına müsaade etmemekte ve masaya yaslanıp destek alarak çalışmayı olanaksızlaştırmaktadır. Bu nedenle masada yapılacak işler bu koşula uygun seçilmelidir.



Şekil 21. Ayakta çalışmada dirsek yükseklikleri

b. Ayakta Çalışmada Göz Mesafelerinin Değerlendirilmesi:

Yapılan hemen her işte göz ile kumanda, kontrol ve izleme olayı vardır. Bu nedenle işyeri düzenlemelerinde görüş alanının bilinmesi çok önemlidir. Oturarak veya ayakta 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 ve tutulmaların önüne geçilmiş olur.

Bu masada çalışırken yapılan işlerde, gözle parça arasındaki uzaklık, yapılan işin hassasiyetine göre en çok 500 mm olmalıdır. Tezgâh yüksekliğinden en uzak göz mesafesi %95'lik dilimdeki erkek çalışanların olacaktır. Bu dilimdeki çalışanların dik durduklarındaki göz yüksekliği 1675 mm'dir. Tezgâh yüksekliğinin 900 mm. olduğu da hatırlanacak olursa aradaki uzaklığın 775 mm olduğu görülecektir. Çalışma durumunda dik durulmadığı için ve parçaların da belirli bir yüksekliğe sahip olduğu düşünülürse bu mesafe en az 200-250 mm kadar kısalıp 500-575 mm'ye kadar düşecektir. Daha büyük parçalarda bu mesafe daha aşağıya düşse de küçük parçalar için görüşün önemli olmasından ve mesafenin de 500 mm'nin altında olması gerektiği için bu dilimde çalışanlar için ayakta çalışmada görme mesafesi bakımından antropometrik sınırlar içinde değildir.

Tezgâhın pano kısmının çalışana uzaklığı ise 720 mm derinlik ve 100 mm masa çalışan arası uzaklığın toplamı olan 820 mm. kadardır ve pano üzerindeki aletler bu mesafeden ve bu görüş açısıyla problemsiz olarak görülebilmektedir (Tablo 9).

Tablo 9. Çalışma masasındaki çalışmalarda antropometrik ölçüm ve hesaplamalar

Değerlendirilen işlem ve ölçüler (mm)	Ölçülen Tezgah Yüksekliği	Kıstas (Erkek dirsek yüksekliği) ve değerlendirme			Hafif İşlerde Ölçülen Çalışma Yüksekliği	Kıstas (Hafif işlerde çalışma yüksekliği erkek dirsek yüksekliğinden 100 mm yukarda olmalı)			Ağır İşlerde Ölçülen Çalışma Yüksekliği	Kıstas (Ağır işlerde çalışma yüksekliği erkek dirsek yüksekliğinden 100-150 mm aşağıda olmalı)		
		5%	50%	95%		5%	50%	95%		5%	50%	95%
Ayaktayken Elle Çalışma	900	944	1027	1105	1000-1200	1045	1127	1205	1300-1400	800-850	900-950	950-1000
		Uygun değil	Uygun değil	Uygun değil		Uygun	Uygun	Uygun		Uygun değil	Uygun değil	Uygun değil

Değerlendirilen işlem ve ölçüler (mm)	Ölçülen Tezgah Yüksekliği	Kıstas ve değerlendirme (Erkek göz yüksekliği %3 küçültülmüş)			Hafif İşlerde Ölçülen Çalışma Yüksekliği	Kıstas ve değerlendirme (Erkek göz yüksekliği %3 küçültülmüş)			Ağır İşlerde Ölçülen Çalışma Yüksekliği	Kıstas ve değerlendirme (Erkek göz yüksekliği %3 küçültülmüş)		
		5%	50%	95%		5%	50%	95%		5%	50%	95%
Görüş Mesafesi (maks. 500 mm)	900	1455	1523	1625	1000-1200	1455	1523	1625	1300-1400	1455	1523	1625
		Uygun değil	Uygun değil	Uygun değil		Uygun	Uygun değil	Uygun değil		Uygun	Uygun	Uygun

Kalıp Toplama Masası

Kalıphanede bulunan kalıp toplama masasında çalışanlar, diğer tezgâhlarda değişik parçaları yapılan kalıpların bir araya getirilmesi yani montajı, çapaklarının alınması, parlatılması gibi işlemlerini yapmaktadırlar. Bu bölümünde çalışanların tümü erkek çalışanlardan oluşmaktadır. Çalışmalar çoğu zaman ayakta bazen de oturarak yapılmaktadır. Hafif parçalar elle, ağır parçalar ise el forkliftleri ile taşınmakta ve masanın üzerine bırakılmakta ve alınmaktadır. Parlatma ve çapak alma işlemleri çeşitli zımpara ve eğelerle yapılmakta ve kullanılan bazı elektrikli zımpara makineleri ve diğer elektrikli aletler için masa üstünde 6 adet priz bulunmaktadır.

Resim 4. Kalıp toplama tezgahı

Bu masanın yüksekliği 900 mm, her bir kenarının eni 2000 mm'dir. Ayak ve dizlerin girebilmesi için derinliği 170 mm, genişliği 650 mm olan boşluk mevcuttur (Tablo 10).

Tablo 10. Kalıp toplama masası ile ilgili ölçümler ve özellikler

Tezgah	Kalıp Toplama Masası
En	2000 mm
Derinlik	2000 mm
Tezgah Yük.	900 mm
Tezgah üstü	30 mm
Bacak boşluğu derinliği	170 mm
Bacak boşluğu genişliği	650 mm
Diğer Özellikler	6 Adet Priz

a. Ayakta Çalışmada El ile Yapılan İşlemlerin Değerlendirilmesi

Ellerin aksiyon hacmi olarak, sarkık kol konumunda dirsekten 100 mm yukarıdaki yatay düzlem tercih edilmesi hafif işler için daha uygundur. Yani bu tür işler için %5'lik dilim için 1045, %50'lik dilim için 1127, %95'lik dilim için 1205 mm'lik yükseklikte elle çalışma daha uygundur. Ancak kalıp parçalarının genellikle büyük ve ağır olması ve yapılan işin de ağır iş olması sebebiyle elle çalışma yüksekliği dirsek yüksekliğinden 100-150 mm kadar düşük olmalıdır. Bu da %5'lik dilim için 800-850; %50'lik dilim için 900-950; %95'lik dilim için de 950-1000 mm civarında olacaktır. Hafif işler için genellikle parçaların tezgâh üzerindeki yükseklikleri 1000-1200 mm arasında olmaktadır (Tablo 11)

900 mm'lik tezgâh yüksekliği tüm dilimlerdeki erkek çalışanlar için çalışmaya uygun gözükse de bazı kalıp parçalarının boyu 400-500 mm civarında olabilmektedir. Böylece yükseklik toplamda 1300-1400 mm'lere kadar çıkabilmektedir. Böyle bir durumda çalışanın boyu ne kadar uzun olursa o kadar iyi olacaktır. Ancak çalışan kısaysa ve böyle bir durumda çalışması gerekiyorsa, yine portatif bir platform kullanımı sorunu çözecektir. Masanın etrafındaki geniş alan buna olanak sağlamaktadır. Ayrıca burada kullanılan masanın da yükseklik ayarlı bir masayla değişimi de söz konusu olabilir. Bunun dışında elleri dirsek hizasından daha fazla yukarı kaldırmadan çalışmak için %5'lik dilim dışındaki erkek çalışanların seçilmesi daha uygun olacaktır (Tablo 11).

Çalışanların el aksiyon bölgeleri hesaplanırken, çalışacak gurubun % 5'lik dilimine göre boyutlandırıldığı için, 680 mm yarıçaplı bir daire şeklinde olacaktır (% 5'lik erkek dilimi). Çalışanlar masaya yaslanarak çalışabildikleri için bu değer en düşük değer olarak değerlendirilebilir.

b. Ayak-Diz Boşluğu Değerlendirmesi

Masanın altındaki 170 mm derinlikteki boşluk, çalışanların ayakta çalışırken bacaklarını ve özellikle ayaklarını masanın içine doğru rahatça sokmasına ve masaya dayanarak çalışmasına müsaade etmektedir. Ancak çalışanlar oturduklarında bacakların masa altında rahatça hareket edebilmesi için uzun boylu kişilerde (95'lik erkek dilimi) dizden 90° kıvrılmış bacaklarıyla, masaya yanaştıklarında bacakları için yeterince yer olması gerekmesine rağmen böyle bir boşluk bulunmamaktadır. Bu nedenle oturarak çalışma için tezgâh ergonomik gözükmemektedir.

c. Oturarak Çalışma Değerlendirilmesi

Aynı tezgâhta, oturarak yapılan çalışmalarda 630 mm'lik bir oturak kullanılmaktadır. Yine %5'lik dilimdeki erkek çalışanlar için oturma halindeki dirsek yüksekliği aynı dilim için 624 mm'dir. Bu ölçü alınırken bu dilimin oturma yüksekliği 395,4 mm'lik bir oturakta alındığı için aradaki fark olan 234,6 mm ekleme yapılmalıdır. Yani böyle bir oturakta oturan %5'lik dilimdeki erkek çalışanların dirsek yüksekliği 858,6 mm'dir. Bu durumdaki çalışanlar, ellerini dirsek seviyesinden en az 50 mm. kadar kaldırarak çalışmak durumunda kalacaklardır ki bu da antropometrik açıdan ergonomik değildir. Buradaki oturağın yükseklik ayarlı olması, oturarak yapılan çalışmalarda boy farkının yarattığı olumsuzlukları giderecektir (Tablo 11).

d. Ayakta Çalışmada Göz Mesafelerinin Değerlendirilmesi

Bu masada çalışırken yapılan işlerde, gözlerle parçaların arasındaki uzaklık, yapılan işin hassasiyetine göre en çok 500 mm olmalıdır. Bu durumda tezgâh yüksekliğinden en uzak göz mesafesi %95'lik dilimdeki erkek çalışanların olacaktır. Bu dilimdeki çalışanların dik durduklarındaki göz yüksekliği 1675 mm'dir. Tezgâh yüksekliğinin 900 mm olduğu hatırlanacak olursa aradaki uzaklığın 775 mm olduğu görülecektir. Çalışma durumunda dik durulmadığı için ve parçaların da belirli bir yüksekliğe sahip olduğu düşünülürse bu mesafe en az 200-250 mm kadar kısalıp 525-575 mm'ye kadar düşecektir. Daha büyük parçalarda bu mesafe daha aşağıya düşse de küçük parçalar için görüşün önemli olmasından ve mesafenin de 500 mm'nin altında olması gerektiği için bu dilimde çalışanlar için ayakta çalışmada görme mesafesi bakımından antropometrik sınırlar içinde değildir (Tablo 11).

e. Oturarak Çalışmada Göz Mesafelerinin Değerlendirilmesi

Oturarak yapılan çalışmalarda %5, %50 ve %95'lik dilimlerdeki erkek çalışanların omuz yükseklikleri 534, 600, 644 mm; göz yükseklikleri 715, 775, 836 mm'dir. Bu ölçüleri 630 mm'lik oturak yüksekliği ile topladığımızda omuz yükseklikleri 1164, 1230, 1274 mm; göz yükseklikleri de 1345, 1405, 1466 mm. olacaktır. Masa yüksekliğinin 900 mm olduğu hatırlanırsa, ortaya çıkan birincil sonuç %95'lik dilimdeki çalışanların hassas işleri oturarak yaparken, ayaktakine göre daha göz-parça mesafesinden dolayı daha ergonomik çalışabildiğidir (Tablo11).

Tablo 11. Kalıp toplama tezgahındaki çalışmalarda antropometrik ölçüm ve hesaplamalar

Değerlendirilen işlem ve ölçüler (mm)	Ölçülen Tezgah Yüksekliği	Kıstas (Erkek dirsek yüksekliği) ve değerlendirme			Hafif İşlerde Ölçülen Çalışma Yüksekliği	Kıstas (Hafif işlerde çalışma yüksekliği erkek dirsek yüksekliğinden 100 mm yukarda olmalı)			Ağır İşlerde Ölçülen Çalışma Yüksekliği	Kıstas (Ağır işlerde çalışma yüksekliği erkek dirsek yüksekliğinden 100-150 mm aşağıda olmalı)		
		5%	50%	95%		5%	50%	95%		5%	50%	95%
Ayaktayken Elle Çalışma	900	944	1027	1105	1000-1200	1045	1127	1205	1300-1400	800-850	900-950	950-1000
		Uygun değil	Uygun değil	Uygun değil		Uygun	Uygun	Uygun		Uygun değil	Uygun değil	Uygun değil

Değerlendirilen işlem ve ölçüler (mm)	Ölçülen Tezgah Yüksekliği	Kıstas ve değerlendirme (Erkek göz yüksekliği %3 küçültülmüş)			Hafif İşlerde Ölçülen Çalışma Yüksekliği	Kıstas ve değerlendirme (Erkek göz yüksekliği %3 küçültülmüş)			Ağır İşlerde Ölçülen Çalışma Yüksekliği	Kıstas ve değerlendirme (Erkek göz yüksekliği %3 küçültülmüş)		
		5%	50%	95%		5%	50%	95%		5%	50%	95%
Görüş Mesafesi (maks. 500 mm)	900	1455	1523	1625	1000-1200	1455	1523	1625	1300-1400	1455	1523	1625
		Uygun değil	Uygun değil	Uygun değil		Uygun	Uygun değil	Uygun değil		Uygun	Uygun	Uygun

Değerlendirilen işlem ve ölçüler (mm)	Ölçülen Tezgah Yüksekliği	Kıstas (Erkek dirsek yüksekliği-otururken) ve değerlendirme (tabure yüksekliği de hesaba katılmıştır)			Hafif İşlerde Ölçülen Çalışma Yüksekliği	Kıstas (Erkek dirsek yüksekliği-otururken) ve değerlendirme (tabure yüksekliği de hesaba katılmıştır)			Ağır İşlerde Ölçülen Çalışma Yüksekliği	Kıstas (Erkek dirsek yüksekliği-otururken) ve değerlendirme (tabure yüksekliği de hesaba katılmıştır)		
		5%	50%	95%		5%	50%	95%		5%	50%	95%
Otururken Elle Çalışma	900	1164	1230	1274	1000-1200	1164	1230	1274	1300-1400	1164	1230	1274
		Uygun	Uygun	Uygun		Uygun	Uygun	Uygun		Uygun değil	Uygun değil	Uygun değil

Değerlendirilen işlem ve ölçüler (mm)	Ölçülen Tezgah Yüksekliği	Kıstas (Erkek dirsek yüksekliği-otururken) ve değerlendirme (tabure yüksekliği de hesaba katılmıştır)			Hafif İşlerde Ölçülen Çalışma Yüksekliği	Kıstas (Erkek dirsek yüksekliği-otururken) ve değerlendirme (tabure yüksekliği de hesaba katılmıştır)			Ağır İşlerde Ölçülen Çalışma Yüksekliği	Kıstas (Erkek dirsek yüksekliği-otururken) ve değerlendirme (tabure yüksekliği de hesaba katılmıştır)		
		5%	50%	95%		5%	50%	95%		5%	50%	95%
Otururken Görüş Mesafesi (maks.500mm)	900	1324	1382	1441	1000-1200	1324	1382	1441	1300-1400	1324	1382	1441
		Uygun	Uygun	Uygun değil		Uygun	Uygun	Uygun		Uygun	Uygun	Uygun

CNC Torna Makinesi

Tablo 12. CNC Torna Tezgâhının ile ilgili ölçümler

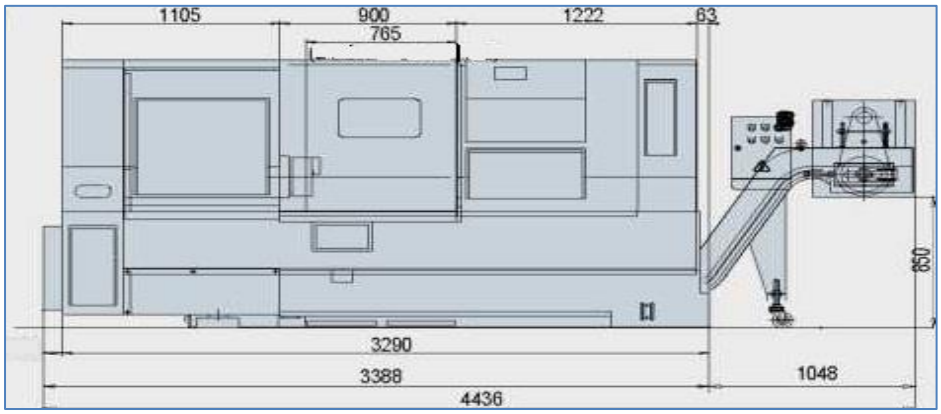
Tezgah	**Puma240 CNC Torna**
En	4436 (+1048) mm
Makine içi Derinlik	1652 mm
Tezgah Yük.	1755 mm
Genişlik	1503 (+1072) mm.
Parça Sök-Tak Derinliği	329 mm
Parça Sök-Tak Yüksekliği	1026 mm.

Tablo 12'de ölçüleri verilen Puma 240 model CNC Torna makinelerinde, kalıp için gerekli bazı kalıp parçalarının yüzey işleme, delme, diş açma, kesme gibi işlemleri yapılmaktadır. Bu makinelerde yalnızca erkekler çalışmaktadır.

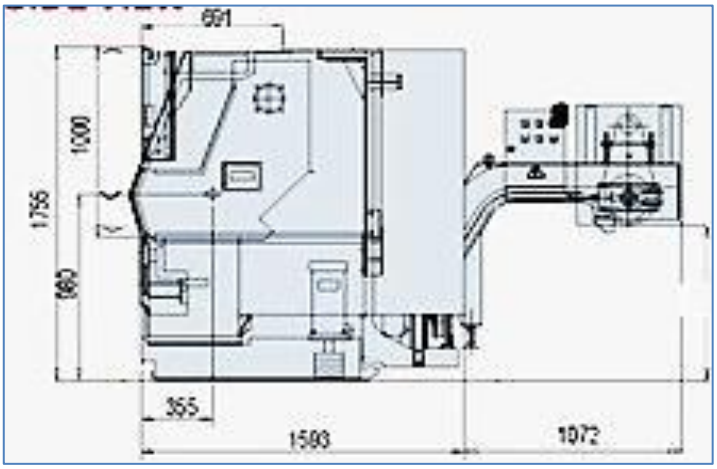
Tornalama işleminde ayakta çalışma yapılmaktadır. Ancak seri üretim işleri kalıphanede yapılmadığından, genellikle işlem süreleri uzun olmakta ve çalışan bu süre içerisinde oturarak dinlenebilmektedir.

Tornalama için parçalar tornanın ayna denilen bölümüne yerleştirilmekte, daha sonra koruyucu kapak kapatılmakta, sonra da işlemin başlatılması için "start" butonuna basılmaktadır. Parçanın işlenmesi için daha önce ayarlama işlemleri kodlama sisteminde (Fanuc sistem) yapılmaktadır. Bu şekilde bilgisayara bir defa ayar girildikten sonra hiçbir yeni ayar yapmaya gerek kalmadan defalarca parça işlenebilmektedir. Koruyucu kapağın üzerindeki cam bölmeden, ya da makinenin üzerine monte edilmiş bilgisayar sisteminden tornalama işleminin ayrıntıları izlenebilmektedir.

Tezgâhın genişliği 4436, yüksekliği 1755, iç derinliği 1652 mm'dir. Parçaların sökülüp takıldığı aynanın yüksekliği ise 1026 mm, derinliği ise 329 mm'dir. (Tablo 12)

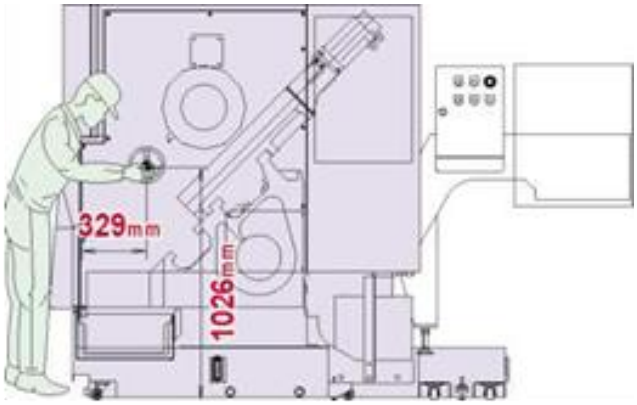


Şekil 22. CNC torna tezgahının ölçümleri (Önden görünüş)



Şekil 23. CNC torna tezgahının ölçümleri (Yandan görünüş)

Resim 5. CNC torna makinesi



Şekil 24. CNC Torna makinesinde parça söküp takma derinlik ve yükseklikleri

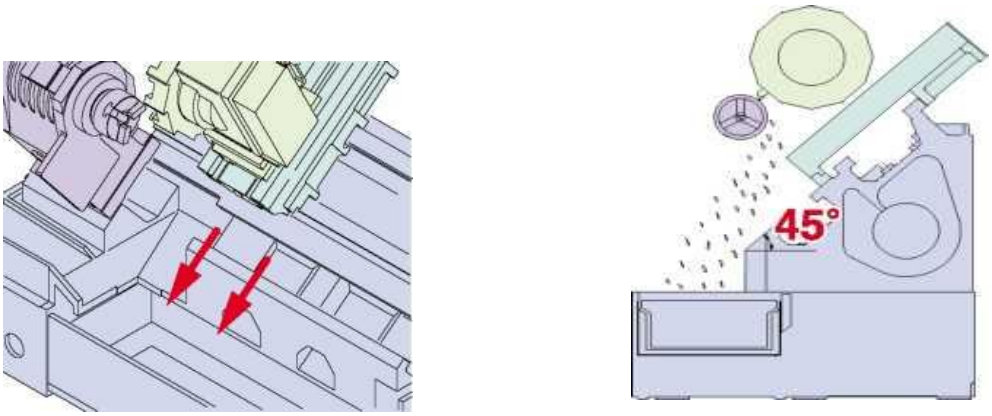
a. Göz Mesafelerinin Değerlendirilmesi

Torna operatörü parçayı aynaya bağlar, pasoyu ayarlar, tezgâhı çalıştırır, talaş kaldırma işlemini izler, tezgâhı durdurur, parçayı çıkarır. Bu işlemler arasında en önemlisi talaş kaldırma işlemini izlemektir. Optimum bakış koşulları bu işleme göre düzenlenmelidir; operatörün işlenen parçaya bakış açısı 30° aşağıya doğru, göz-parça arası mesafe ise 300-500 mm olmalıdır. Bu da makine için uygun gözükmektedir. Ancak mesafeler hesaplandığında operatörün dik durduğu andaki parçayla arasında olan göz mesafesi %5'lik erkek dilimi için 577 mm olurken, bu mesafe %50'lik dilim için 636 mm, %95'lik dilim için ise 728 mm. kadar olmaktadır (bu ölçüler çalışanın makineye yaslanmış halde ancak dik duruş halinde oluşan ölçülerdir) ki bu değerler sınır değerlerin üzerindedir. Ancak, operatör işlemi gözlemlemek için cam kapağa kadar eğilmek durumunda olduğundan mesafeyi 350 mm.ye kadar düşürür (cam kapak-parça arası mesafe). Operatör bu şekilde öne doğru eğilirken makineye yaslanabilmektedir. Bu şekilde ağırlığının bir kısmını makineye verebilir ve eğilmenin olumsuzluklarını azaltabilir fakat yine de cam kapağın alt ve üst sınırlarının olduğu 1100 mm ve 1450 mm arasına kadar eğilmesi, yani %5'lik dilim için 150 mm, %50'lik dilim için 250 mm, %95'lik dilim için de 350 mm. kadar eğilmesi gerekmektedir. Bu %5 ve %50'lik dilimler için problem oluşturmazken, özellikle %95'lik dilim için antropometrik açıdan ergonominin sınırlarının üzerinde olmaya başlamaktadır. Bu şekilde uzun süreler çalışıldığı düşünüldüğünde çalışanların sırt ve boyun kaslarında ve de omurlarında problemler oluşması büyük olasılıktır. Bu nedenle söz konusu tezgahta %50'lik dilime kadar olan erkeklerin çalışması daha uygun olacaktır (Tablo 13).

b. Ayakta Çalışmada El ile Yapılan İşlemlerin Değerlendirilmesi

Şekil 25'te görüldüğü gibi tornanın parçanın sökülüp takıldığı bölümü olan aynasının yerden yüksekliği 1026 mm olup ortalama bir erkek çalışanın dirsek yüksekliği ile hemen hemen aynıdır (1027 mm). %5'lik ve %95'lik dilimdeki çalışanların dirsek yükseklikleri de 945 mm ve 1100 mm'dir. Aynı şekilde, 329 mm'lik makine dış kapağı ile ayna arasındaki mesafe (Şekil 25) ve çalışanın makineden 100 mm uzakta çalışması da eklendiğinde elde edilen 429 mm'lik uzanma mesafesi, %5'lik dilimde bulunan en kısa boylu erkekler için 415 mm'lik dirsek-parmak ucu boyundan yalnızca 14 mm. daha fazladır. Yani kol dirsekten yalnızca birkaç cm öne doğru açıldığında, en kısa boylu dilimdekilerin bile öne eğilmeye hiç gerek kalmadan parça sök-tak yapabilecekleri görülmektedir (Tablo 13).

CNC Torna tezgahıyla işleme çok hızlı olduğundan, kısa sürede çok fazla metal talaşı oluşur ve sadece bu talaşı makinenin içinden çıkarmak bile başlı başına uzun ve zahmetli bir iştir. Ancak makinenin iç bölümünde 45°'lik eğim ile oluşturulmuş yapı talaşın konveyöre düşmesini sağlamakta ve konveyör de bant vasıtası ile bu talaşı makinenin dışına taşımaktadır (Şekil 26) . Böylece çalışanın eğilerek uzun süreler boyunca bu keskin metal parçalarını eliyle çıkarmasına gerek kalmamaktadır.



Şekil 25. CNC Tornanın iç bölümündeki eğim sayesinde metal talaşının konveyöre yerçekimi kuvveti ile düşmesi

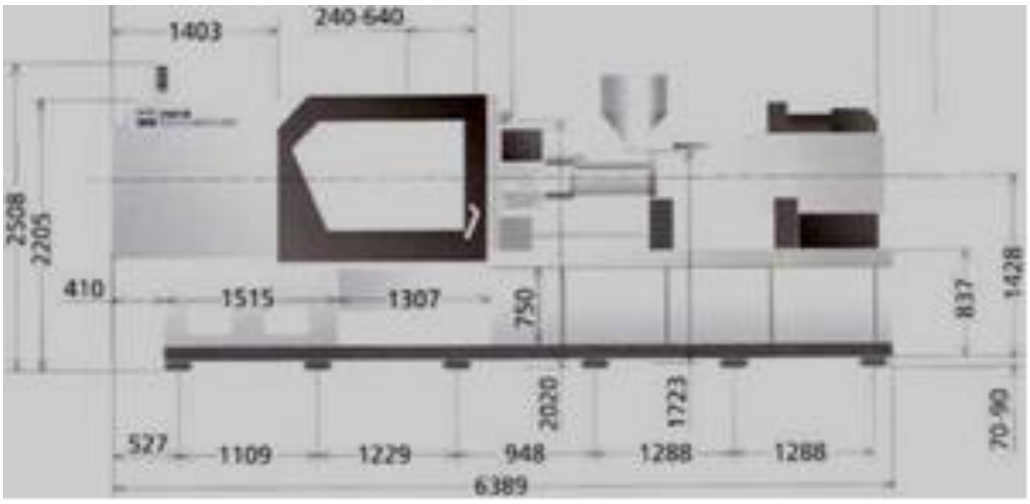
Sonuç olarak Puma 240 model CNC Torna tezgâhı antropometrik açıdan parça söküp takmada ve program ayarı yapmada ergonomik çalışmaya uygun gözükürken, parça-göz arası mesafe özellikle %95'lik dilim için uygun olmadığı görülmektedir (Tablo 13).

Tablo 13. CNC Torna tezgahındaki çalışmalarda antropometrik ölçüm ve hesaplamalar

Değerlendirilen işlem ve ölçüler (mm)	Parça sök-tak (ayna) Yüksekliği	Kıstas (Erkek dirsek yüksekliği) ve değerlendirme - Ayna ayarı yapılırken.			Hafif İşlerde Ölçülen Çalışma Yüksekliği	Kıstas (Hafif işlerde çalışma yüksekliği erkek dirsek yüksekliğinden 100 mm yukarda olmalı)			Vücut-Parça arası yatay mesafesi	Kıstas ve değerlendirme (Erkek ön kol uzunlukları)		
		5%	50%	95%		5%	50%	95%		5%	50%	95%
Ayaktayken Elle Çalışma	1026	944	1027	1105	1000-1200	1045	1127	1205	429	415	467	518
		Uygun	Uygun	Uygun değil		Uygun	Uygun değil	Uygun değil		Uygun	Uygun	Uygun

Değerlendirilen işlem ve ölçüler (mm)	Parça sök-tak (ayna) Yüksekliği	Kıstas ve değerlendirme (Erkek göz yüksekliği %3 küçültülmüş)			Cam kapak-parça arası mesafe	Cam kapak-parça arası mesafe (kapağa kadar eğilip gözlemleme)		
		5%	50%	95%		5%	50%	95%
Görüş Mesafesi (300-500 mm arası olmalı)	1026	1455	1523	1625	350	-	-	-
		Uygun	Uygun	Uygun Değil		Uygun	Uygun	Uygun

Plastik Enjeksiyon Makineleri



Şekil 26. Plastik enjeksiyon makinesine ait ölçüler

Tablo 14'te ölçüleri verilen plastik enjeksiyon makinelerinde, enjeksiyon işlemi sonunda otomatik kalıplar kullanıldığı için mamullerin kalıptan sökülmesine gerek kalmamakta; otomatik kalıp söz konusu ürünleri otomatik olarak kalıptan ayırmakta ve bu ürünlerin makinenin alt tarafında bulunan kasaya düşmesi sağlanmaktadır. Bu şekilde önemli ölçüde zaman kaybının önüne geçilirken aynı zamanda uzanarak sökme işlemi yapıp çok fazla güç harcayarak (kasın statik çalışması) ve vücudun belden yukarısının sağa doğru 45 dereceye kadar eğilerek uygunsuz bir duruşla iş yapılması engellenmiş olmaktadır.

Tablo 14. HTF250X – 360X – 450X – 530X Plastik Enjeksiyon Makineleri ile ilgili ölçümler

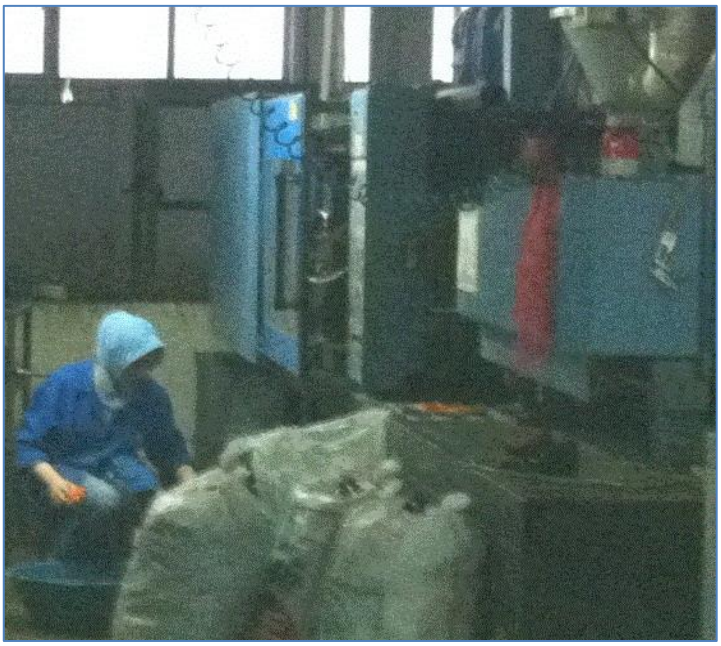
Tezgah	HTF250X	HTF360X	HTF450X	HTF530X
En	6020 mm	6904 mm	7900 mm	9000 mm
Derinlik	1469 mm	1920 mm	2270 mm	2200 mm
Tezgah Yük.	1880 mm	2110 mm	2265 mm	2300 mm
Kalıp Takma Merkezi	900 mm	850 mm	1135 mm.	1100 mm
Parça Sök-Tak Derinliği	320 mm (min.)	800 mm (min.)	845 mm (min.)	815 mm (min.)
Parça Sök-Tak Yüksekliği	1280 mm. (min.)	1430 mm. (min.)	1450 mm. (min.)	1475 mm. (min.)

Tezgahların modellerine göre boyları 6000-9000 mm, derinlikleri 1470-2200 mm, yükseklikleri 1880-2300 mm arasında değişmektedir (Tablo 14). Parçaların sökme derinliği ancak kalıpta sıkışma veya başka bir sorun olduğu zaman önem kazansa da bu çok nadir bir işlem olacağı için ergonomik bir problem oluşturmamaktadır.

a. Oturarak Çalışmada El ile Yapılan İşlemlerin Değerlendirilmesi

Plastik ürünler, kasaya düştükten sonra çalışan tarafından alınıp yollukları kesilip ayrı bir kasaya konulmaktadır. Çalışanın plastik yarı mamulü ilk aldığı kasanın tabanının yerden yüksekliği 120 mm, çalışanın oturduğu taburenin yüksekliği ise 320 mm'dir. Ürünlerin boyutlarına göre, parçaların yerden yüksekliği 300-450 mm. arasında değişmekte de olsa, burada alçak bir oturağın kullanılması ile ürünlere uzanma mesafesi standartların içinde kalmaktadır. Burada çalışan en kısa boylu insanların yani %5'lik dilimden bir kadının parçalara uzanması için gerekli mesafeler şu şekildedir: Çalışanın otururken kolunu tam gergin olarak açıp uzanabileceği yükseklik, oturma pozisyonundaki omuz yüksekliği ve oturak yüksekliğinden, tüm kol uzunluğunun çıkarılması ile hesaplanabilir. Elimizdeki çalışmalarda Türk kadınlarının omuz yükseklikleri ile ilgili ölçümler bulunmamaktadır. Bu nedenle diğer veriler ışığında; %1'lik dilimdeki bir kadın için 528 mm'lik oturma pozisyonundaki omuz yüksekliğine 320 mm'lik oturak yüksekliği eklenip, 597 mm'lik tüm kol uzunluğunun çıkarılması ile çıkan 251 mm'lik bir yükseklik elin açık haldeyken yerden yüksekliği olacaktır. 300-450 mm'lik yüksekliğe göre 251 mm'lik el yüksekliği parçalara eğilmeden rahatlıkla ulaşılabildiğini göstermektedir. Ancak bulunan bu ölçü, dik bir şekilde oturmuş ve elini de yere doğru dik bir şekilde uzattığındaki ölçüdür. Ayrıca giysi kalınlığı da hesap edilmemiştir. Bu durumda açısal uzanma hesap edilmelidir. Parçalara uzanabilmek için yere paralel yönde 350 mm'lik uzaklık da hesaba katıldığında elin yerden yüksekliği 364 mm. olmaktadır. Bu da en kısa boylu olan %1'lik dilim için bile eğilmeden parçalara uzanılamayacağını göstermektedir. Bu çalışan dilimi için ancak öne doğru 15-20 derece kadar eğilerek parçalara uzanılabilinir (Tablo 15).

Benzer hesaplar %50'lik dilimdeki kadın çalışanlar için yapılırsa; 559 mm'lik oturma pozisyonundaki omuz yüksekliğine 320 mm'lik oturak yüksekliği eklenip, 673 mm'lik tüm kol uzunluğunun çıkarılması ile çıkan 206 mm'lik bir yükseklik elin açık haldeyken yerden yüksekliği olacaktır. 300-450 mm'lik yüksekliğe göre 206 mm'lik el yüksekliği parçalara eğilmeden rahatlıkla ulaşılabildiğini göstermektedir. Ancak açısal uzanma hesap edildiğinde, parçalara uzanabilmek için yere paralel yönde 350 mm'lik uzaklık da hesaba katılır ve bu durumda elin yerden yüksekliği 304 mm. olmaktadır. Bu da ortalama kadın çalışanların eğilmeden parçalara uzanılamayacağını göstermektedir (Tablo 15).



Resim 6. Plastik enjeksiyon makinesinde çıkan ara ürünlerin yolluklarının kesilmesi işleminde oturma şekli ve çalışma alanının durumu

%99'luk dilimdeki kadın çalışanlar için 639 mm'lik oturma pozisyonundaki omuz yüksekliğine 320 mm'lik oturak yüksekliği eklenip, 724 mm'lik tüm kol uzunluğunun çıkarılması ile çıkan 206 mm'lik bir yükseklik elin açık haldeyken yerden yüksekliği olacaktır. 300-450 mm'lik yüksekliğe göre 235 mm'lik el yüksekliği parçalara eğilmeden rahatlıkla ulaşılabildiğini göstermektedir. Ancak açısal uzanma hesap edildiğinde, parçalara uzanabilmek için yere paralel yönde 350 mm'lik uzaklık da hesaba katılır ve bu durumda elin yerden yüksekliği 325 mm. olmaktadır. Bu da en uzun boylu olan %99'luk kadın çalışanların eğilmeden parçalara uzanamayacağını göstermektedir (Tablo 15).

Değerlerin birbirine çok yakın olması ve parça boyutlarının değişim göstermesi nedeniyle çalışan bazı günler sürekli eğilip parçaya uzanmak ve tekrar doğrulmak zorunda kalabilir. Bu nedenle makinenin altındaki kasanın en az 15 cm kadar yükseltilmesi veya bu kasadakilerin daha yüksek bir kasaya nakledilmesi ve söz konusu çalışmanın böyle bir kasadan yapılması ergonomik bir çalışma için uygun olacaktır.

Resim 7. Plastik enjeksiyon bölümünde makineler arası mesafeler

Makineler arasındaki boşluklar ve geçişler ölçüldüğünde 2000-2500 mm'den aşağı düşmemektedir. Ancak makine önlerindeki oturak, kasa, çuval gibi maddeler bu mesafeyi 2000 mm'nin altına düşürebilmektedir. Buna rağmen iki kişinin yan yana geçebileceği mesafe uygun olarak gözükmektedir.

b. Oturma Yüksekliğinin Değerlendirilmesi

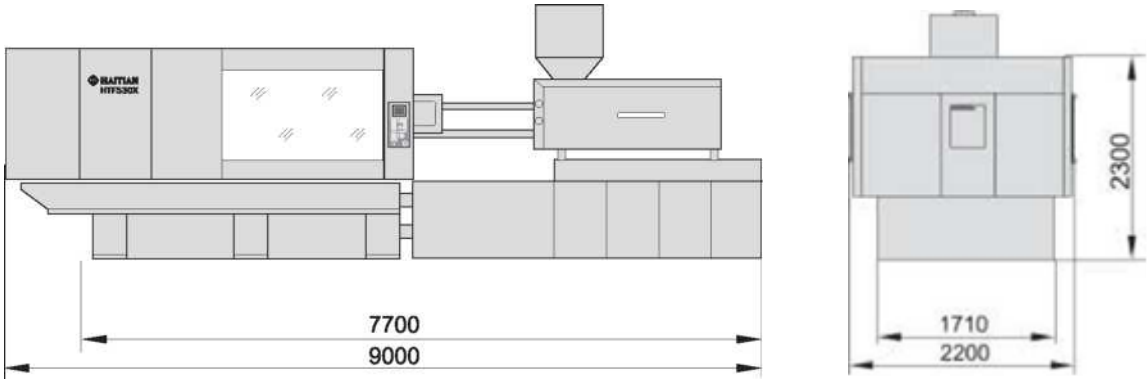
Oturak yüksekliğinin 320 mm. oluşu rahat bir şekilde uzun süre oturmaya müsaade etmemektedir. "Anadolu İnsanının Antropometrik Boyutları" isimli çalışmada oturma yüksekliği ile ilgili bir ölçüm yapılmamıştır, sadece bir fikir vermesi açısından, en kısa çalışanlar olarak %5'lik dilimdeki kadınların diz yüksekliği bile 437 mm olarak ölçülmüştür. Bu ölçüye 30 mm ayakkabı yüksekliği de eklenirse 467 mm olacaktır. Oturağın en uzun çalışanlara göre yani %95'lik dilime uygun olması gerektiği düşünülürse, ergonomik açıdan uygun olmadığı açıkça görülür. Aynı zamanda ABD'de yapılmış olan "The Measure of Man & Woman" adlı çalışmada %1, %50 ve %99'luk dilimlerdeki kadınların oturma yükseklikleri sırasıyla 381 mm, 419 mm ve 445 mm olarak verilmiştir. Bu ölçülerden anlaşılabileceği gibi

her ne kadar alçakta duran plastik parçalara kolay uzanma için düşünülmüşse de alçak oturak ergonomik olmamıştır.

Bu makinelerde hem kadın hem de erkekler çalışabilmektedir. Erkekler için de aynı hesaplamalar yapıldığında %95'lik bir erkeğin oturma yüksekliği 468 mm. olduğu görülür ve ergonomik bir oturuşun sağlanamayacağı açıktır. Ne taburenin, ne kasaların, ne de makinelerin ayarlanabilir boyutları olmadığı için antropometrik açıdan çalışanların tümünün ergonomik koşullarda çalışabilmesi olanaksızdır.

Şekil 27. Taburede öne eğik çalışma duruşu

Bu durumda çalışanlar taburenin ön kenarları üzerinde dizlerini biraz aşağıya doğru tutarak oturmak zorunda kalmaktadır. Bu duruşun dezavantajı yorulmaya ve basınca neden olmasıdır. Beden ağırlığının üçte birinden daha fazla bir ağırlık ayaklara, bacaklara verilecek olursa rahatsızlık hissedilir ve kalça üzerinde aşırı basınç oluşur. Taburenin sırt için dayanağının olmaması, çalışanın yollukların kesilmesi için doğrulduğunda da sırt kaslarını dinlendirememesine yol açmaktadır. Bu şekilde uzun süreler çalışıldığı göz önüne alındığında sırt ve bacaklarda ağrı oluşacağı ve özellikle omurilikte oluşan baskı yıllar içerisinde mesleki kas ve iskelet sistemi hastalıklarına yol açacağı aşikârdır. Tüm bu nedenlerden dolayı bu makinelerde daha çok kadınların ve kısa boylu erkeklerin çalıştırılması tercih edilmelidir. Burada her çalışan için uygun olabilecek ayarlanabilir bir sandalye kullanılması ve daha yüksek bir kasadan veya yüzeyden bu parçaların alınması sağlanması gerekmektedir.



Şekil 28. HTF 530 Plastik enjeksiyon makinesi önden ve yandan görünüm.

Resim 8. Plastik enjeksiyon makineleri ve kullanılan kasalar

Tablo 15. Plastik enjeksiyon makinelerinden alınan çalışma ölçümleri

Değerlendirilen işlem ve ölçüler (mm)	Kasa Yüksekliği	Elin kasaya açısal uzanma sonucu hesaplanan elin yerden yükseklikleri.			Parça yüksekliği	Elin kasadaki parçalara açısal uzanma sonucu hesaplanan elin yerden yükseklikleri.		
		5%	50%	95%		5%	50%	95%
Otururken Elle Çalışma	120	364	304	325	300-450	364	304	325
		Uygun değil	Uygun değil	Uygun değil		Uygun	Uygun	Uygun

Üniversal Torna

Tablo 16. Üniversal Torna ile ilgili ölçüler

Tezgah	Üniversal Torna
En	3200 mm
Derinlik	1100 mm
Tezgah Yük.	1450 mm
Parça Sök-Tak Derinliği	370 mm (min.)
Parça Sök-Tak Yüksekliği	1150 mm (min.)
Devir sayısı Ayar kolları yatay uzaklık	250-350 mm
Devir sayısı Ayar kolları yükseklik	1100 mm
İlerleme ayar kolları yatay uzaklık	450 mm
İlerleme ayar kolları Yükseklik	1100 mm
Çalıştırma kolu yükseklik	900 mm
Araba İlerletme tanburu yatay uzaklık	350-750 mm
Araba İlerletme tanburu yükseklik	950 mm
Otomatik kolları yatay uzaklık	270 mm
Otomatik kolları yükseklik	800 mm
Kavrama Makası yatay uzaklık	150 mm
Kavrama Makası yükseklik	800 mm
Kesme ayar tanburu yatay uzaklık	200-500 mm
Kesme ayar tanburu yükseklik	1000 mm

Yukarıda ölçüleri verilen Üniversal Tornalarda, kalıp için gerekli bazı kalıp parçalarının yüzey işleme, delme, diş açma, kesme gibi işlemleri yapılmaktadır. Bu makinelerde yalnızca erkekler çalışmaktadır.

Tornalama işleminde ayakta çalışma yapılmaktadır. Ancak bazen, çok büyük boyutlu parçaların işlenmesi sırasında uzun operasyon süreleri oluşabilmekte ve bu uzun işlemler sırasında kaba işleme yapılıyorsa, çalışanlar oturarak dinlenebilmektedir. Tezgahın genişliği 3200 mm, derinliği 1100 mm, yüksekliği 1450 mm'dir. Parçaların işlenmek için sökülüp takıldığı aynanın yüksekliği 1150 mm, derinliği de 370 mm'dir (Tablo 16).

a. Ayakta Çalışmada Elle Uzanma Mesafelerinin Değerlendirilmesi

Tornalama için parçalar tornanın ayna denilen bölümüne yerleştirilmekte, CNC Tornalardan farklı olarak, işlemler tamamen çalışan tarafından yapılmaktadır. Çalışanın

solunda devir sayısı ayar kolları, ilerleme ayar kolları, önünde bulunan çalıştırma kolu, sağında otomatik kolları, araba ilerletme tanburu, kesme ayar tamburu ve kavrama makası bulunmaktadır. Tüm bu ayar kol ve tanburları %5'lik dilimdeki erkek çalışanların kolla uzanma mesafesinde bulunmaktadır. Bu dilimdeki erkeklerin tüm kol uzunlukları 687 mm, omuz genişliği 347,5 mm'dir. Bu dilimdeki dik duran bir çalışanın açısız bir şekilde, makinenin merkezinden sağa veya sola doğru uzanma mesafesi 860 mm civarındadır. Makine-çalışan arası uzaklığın 100 mm. kadar olduğu düşünüldüğünde bu mesafe yataydaki açısal uzanmadan dolayı 850 mm. kadar olmaktadır. En alçakta bulunan kollara veya dümenlere ulaşmak için 800 mm. yüksekliğe kadar elini aşağı indirdiğinde ise düşey açısal uzanmadan dolayı, yatay uzanma mesafesi 620 mm. olmaktadır. Yani en alttaki ve en uzaktaki tüm kol veya dümenlere %5'lik dilim içinde bulunan ve dik şekilde çalışan bir erkek tarafından rahatlıkla ulaşılabilmektedir (Tablo 17).

b. Parça Sökme ve Takma İşleminin Değerlendirilmesi

Parçaların işlenmek için aynaya takılıp, işlendikten sonra sökülmesi işleminde yükseklik 1150, derinlik ise 370 mm'dir. Çalışanların %5, %50 ve %95'lik dilimde bulunan erkeklerden oluştuğu varsayılarak hesaplama yapılırsa, bu dilimdeki erkek çalışanların dirsek yükseklikleri sırasıyla 944,5 mm, 1027 mm ve 1105 mm'dir. Ellerin aksiyon hacmi olarak, sarkık kol konumunda dirsekten 100 mm yukarıdaki yatay düzlem tercih edilmelidir. Yani %5'lik dilim için 1045, %50'lik dilim için 1127, %95'lik dilim için 1205 mm'lik yükseklikte elle çalışma daha uygundur. 1150 mm'lik yükseklik tüm çalışanlar için hemen hemen uygun gözükmektedir (Tablo 17).

Resim 9. Üniversal tornada çalışma

Parça sökme ve takma derinliği olan 370 mm'ye 100 mm'lik makine-çalışan arası mesafeyi de eklersek, yine %5'lik dilimde bulunan bir erkek çalışan için öne uzanma mesafesi (tüm kol boyu) olan 687 mm'lik uzunluk rahatlıkla parça sök-tak yapmaya müsaade etmektedir. Omuz genişliğinin yarısı alınıp, omuz yüksekliği ile aynanın yüksekliği arasındaki mesafeler de hesaba katılırsa 620 mm'lik bir uzanma mesafesi olmaktadır. Aynı işlem için %95'lik dilimdeki en uzun erkekler için 823 mm'lik tüm kol uzunluğu ile aynaya olan yatay ve düşey uzaklıklar da hesaba katılınca 678 mm'lik bir uzanma mesafesi olmaktadır. Bu mesafe de bütün kollara ve aynaya en uzun boylu kişilerin de rahatlıkla ulaşılabileceğini göstermektedir (Tablo 17).

Ayak ve bacakları engelleyen herhangi bir şey bulunmadığı için makinenin sağına ve soluna rahatlıkla hareket edilebilmektedir. Bu sayede makinelerin sağ üst tarafında, bir kızak üzerinde 250-1000 mm. mesafe içinde hareket edebilen ve ihtiyaç duyulduğunda aynaya doğru yaklaştırılan punta mekanizması da rahatlıkla ulaşılıp, ayarlanabilmektedir ve tüm bu veriler, kullanılan üniversal torna tezgâhlarının antropometrik açıdan ergonomik olduğunu göstermektedir (Tablo 17).

c. Görüş Mesafelerinin Değerlendirilmesi

Optimum bakış koşulları en önemli işlem olarak belirlenen talaş kaldırma işlemine göre düzenlenmelidir; operatörün işlenen parçaya bakış açısı 30° aşağıya doğru, göz-parça arası mesafe ise 300-500 mm olmalıdır. Bu da makine için uygun gözükmektedir. Ancak, operatör dik durduğunda parçayla olan göz mesafesi %5'lik erkek dilimi için 586 mm olurken, bu mesafe %50'lik dilim için 630 mm, %95'lik dilim için ise 705 mm. kadar olmaktadır (Bu ölçüler çalışanın makineye 100 mm mesafede, dik duruş halinde oluşan ölçülerdir) ki bu değerler sınır değerlerin üzerindedir. Ancak, operatör işlemi gözlemlemek için parçaya doğru eğilmek durumunda olduğundan bazen mesafeyi 250-350 mm.ye kadar düşürür. Operatörün %5'lik dilim için 250 mm, %50'lik dilim için 350 mm, %95'lik dilim için de 450 mm. kadar eğilmesi gerekmektedir. Bu %5'lik dilim için çok büyük bir sorun oluşturmazken, %50'lik ve özellikle %95'lik dilim için antropometrik açıdan ergonomik sınırların üzerinde olmaktadır. Bu şekilde uzun süreler çalışıldığı düşünüldüğünde çalışanların sırt ve boyun kaslarında ve de omurlarında problemler oluşması büyük olasılıktır (Tablo 17).

Tablo 17. Üniversal torna tezgahında yapılan çalışmalarda antropometrik ölçüm ve hesaplamalar

Değerlendirilen işlem ve ölçüler (mm)	Parça sök-tak (ayna) Yüksekliği	Kıstas (Erkek dirsek yüksekliği) ve değerlendirme - Ayna ayarı yapılırken.			Hafif İşlerde Ölçülen Çalışma Yüksekliği	Kıstas ve değerlendirme (Hafif işlerde çalışma yüksekliği erkek dirsek yüksekliğinden 100 mm yukarda olmalı)			Vücut-Parça arası yatay mesafesi	Kıstas ve değerlendirme (Erkek ön kol uzunlukları)		
		5%	50%	95%		5%	50%	95%		5%	50%	95%
Ayaktayken Elle Çalışma	1150	944	1027	1105	1150	1045	1127	1205	370	415	467	518
		Uygun	Uygun	Uygun		Uygun değil	Uygun	Uygun		Uygun	Uygun	Uygun

Değerlendirilen işlem ve ölçüler (mm)	Parça sök-tak (ayna) Yüksekliği	Kıstas ve değerlendirme (Erkek göz yüksekliği %3 küçültülmüş)			Açısal Parça sök-tak (ayna) Mesafesi	Açısal olarak hesaplanmış görüş mesafesi		
		5%	50%	95%		5%	50%	95%
Görüş Mesafesi (300-500 mm arası olmalı)	1150	1455	1523	1625	-	-	-	-
		Uygun	Uygun	Uygun		Uygun	Uygun değil	Uygun değil

Freze

Kalıpçı Frezelerde, kalıp için gerekli bazı kalıp parçalarının yüzey işleme, kanal açma, delme, diş açma, kesme gibi işlemleri yapılmaktadır. Bu makinelerde yalnızca erkekler çalışmakta ve frezeleme işlemi ayakta çalışma şeklinde yapılmaktadır. Tezgâhın genişliği 1270 mm'dir. Tablanın hareketli olması dikkate alındığında 1890 mm'ye kadar bir mesafe oluşmaktadır. Derinliği 1100 mm olan tezgahın yüksekliği 2170 mm'dir. Parçaların işlenmek için sökülüp takıldığı aynanın yüksekliği 1120 mm, derinliği de 360 mm'dir (Tablo 18).

Tablo 18. Kalıpçı freze ile ilgili ölçümler

Tezgah	Kalıpçı Freze
En	1270-1890 mm arası (iş tablası hareketli)
Derinlik	1100 mm.
Tezgah Yük.	2170 mm.
Enine hareket volanı-merkez arası mesafeler	705 - 945 mm arası (hareketli)
Enine hareket volanı yükseklik	1000 mm.
Boyuna hareket volanı-merkez arası mesafe	0 mm.
Boyuna hareket volanı yükseklik	900 mm.
Düşey hareket kolu merkez arası mesafe	0 mm.
Düşey hareket kolu yükseklik	850 mm.
Derinlik ayar volanı-merkez arası mesafe	705 - 945 mm arası (hareketli)
Derinlik ayar volanı-merkez arası mesafe	1000 mm.
Mandren hareket kolu – tabla arası mesafe	580 mm.
Mandren hareket kolu yükseklik	1600 mm.
Mandren hareket kolu-omuz arası mesafe	510 mm. (ortalama omuz yüksekliği için)
Parça Sök-Tak Derinliği	360 mm (min.)
Parça Sök-Tak Yüksekliği	1120 mm. (min.)

a. Ayakta Çalışmada Elle Uzanma Mesafelerinin Değerlendirilmesi

Frezeleme işleminde ayakta çalışma yapılmaktadır. İşlem için parçalar tabla denilen bölüme yerleştirilmekte ve işlemler herhangi bir bilgisayar kontrolü olmadan, tamamen çalışan tarafından yapılmaktadır. Çalışanın solunda (tablanın sol kısmında) derinlik ayar volanı, sağında enine hareket volanı, bel hizası ön tarafında da boyuna hareket volanı ve düşey hareket ayarlama kolu bulunmaktadır. Makinenin sağ üst tarafında da mandren hareket ayar kolu bulunmaktadır. %5'lik dilimdeki en kısa ve %95'lik en uzun erkek çalışanlarının bu ayar kol ve volanlara uzanma mesafelerine göre çalışma koşulları incelenmiştir. %5'lik

dilimdeki erkeklerin tüm kol uzunlukları 687 mm, omuz genişliği 347,5 mm'dir. Bu dilimdeki dik duran bir çalışanın açısız bir şekilde, makinenin merkezinden sağa veya sola doğru uzanma mesafesi 860 mm civarındadır. Makine-çalışan arası uzaklığın 100 mm kadar olduğu düşünüldüğünde bu mesafe yataydaki açısal uzanmadan dolayı 850 mm kadar olmaktadır. En alçakta bulunan kollara veya dümenlere ulaşmak için 850 mm yüksekliğe kadar eli aşağı indirdiğinde ise uzanma mesafesi yatayda 640 mm olmaktadır. Dik duruşta çalışan %50'lik dilimdeki bir erkek için, omuz yüksekliğinin 1384 mm olduğu düşünüldüğünde, tablanın sağında ve solunda bulunan enine hareket ve derinlik ayar volanlarının tabla hareketine bağlı olarak ulaştığı 945 mm'lik en uzun mesafeye uzanmak için yatay ve dikey uzanma açıları da hesaba katıldığında 1100 mm'lik bir uzanma mesafesi gerekmektedir. Bu durum her ne kadar antropometrik sınırlarının dışında görünse de söz konusu volanları kullanılacağı zaman, çalışanın makinenin sağına veya soluna doğru ilerlemesini engelleyecek bir durum söz konusu değildir. Ayakta çalışma yapan bir çalışan için bu bir sorun teşkil etmemektedir. Zira işin doğası gereği çalışan sabit durmamakta, parçayı işlerken bazen bu şekilde görüş açısını değiştirerek, hatalı işleme yapma oranını da düşürmektedir (Tablo 19).

Resim 10. Kalıpçı freze tezgahı

b. Parça Sökme ve Takma İşleminin Değerlendirilmesi

Parçaların işlenmek için tablaya takılıp, işlendikten sonra sökülmesi işleminde tabla yüksekliği 1120 mm, derinlik ise 360 mm'dir. 100 mm'lik makine-çalışan arası mesafeyi de eklersek, yine %5'lik dilimde bulunan bir erkek çalışan için öne uzanma mesafesi (tüm kol boyu) olan 687 mm'lik uzunluk rahatlıkla parça sök-tak yapmaya müsaade etmektedir. Omuz

genişliğinin yarısı alınıp, omuz yüksekliği ile aynanın yüksekliği arasındaki mesafeler de hesaba katılırsa 622 mm'lik bir uzanma mesafesi olmaktadır. Aynı işlem için %95'lik dilimdeki en uzun erkekler için 823 mm'lik tüm kol uzunluğu ile aynaya olan yatay ve düşey uzaklıklar da hesaba katılınca 680 mm'lik bir uzanma mesafesi olmaktadır. Bu mesafe de bütün kollara ve aynaya en uzun boylu kişilerin de rahatlıkla ulaşılabileceğini göstermektedir (Tablo 19).

c. Mandren Hareket Koluna Uzanma İşleminin Değerlendirilmesi

1600 mm'lik yükseklik (mandren hareket kolu en üst yüksekliği) %5, %50 ve %95'lik dilimdeki erkekler için sırasıyla incelendiğinde 1287 mm'den 313, 1384 mm'den 216, 1478 mm'den 122 mm daha yüksektir. Frezenin bu seçeneği kullanılmak istenildiğinde tüm dilimler için el, omuz yüksekliği, hatta %5'lik dilim için boy uzunluğunun üzerinde olduğu için antropometrik açıdan ergonomik olmadığı söylenebilir. Çalışan kolu 1600 mm'den 1300 mm'ye kadar indirmektedir. Burada kolun duruşu statik iş olarak kaslarda yorgunluğa sebep olmaktadır. Ancak bu kol omuz yüksekliğine kadar rahat bir şekilde çevrilebilirken, bu seviyeden aşağıya indikçe zorlaşır. Bu nedenle genel olarak ergonomi çerçevesinde problem uzun boylu yani %50'lik dilimin üzerindeki erkekler için oluşmaktadır. Bu durumda uzun boylu çalışanların tercih edilmemesi daha uygun olacaktır.

Baş üstü çalışma pozisyonunda kas yorgunluğunun çok çabuk kendini gösterdiği bilinen gerçektir. %5, %50 ve %95'lik dilimdeki erkeklerin boyları sırasıyla 1580, 1710 ve 1845'tir. Bu açıdan bakıldığı zaman, işlem %5'lik dilimin üstündeki erkekler için antropometrik açıdan ergonomik gözükmektedir.

Söz konusu yükseklik %5'lik en kısa erkek çalışanlar için 510 mm'lik bir uzanma mesafesi gerektirmektedir. Bu mesafe, söz konusu dilimdeki çalışan erkekler için 687 mm'lik uzunluğun sınırları altında olduğu için uzanma işlemi antropometrik açıdan ergonomik olduğu görülmektedir.

Tablo 19. Freze Tezgahında yapılan çalışmalarda antropometrik ölçüm, hesap ve değerlendirmeler

Değerlendirilen işlem ve ölçüler (mm)	Parça sök-tak (ayna) Yüksekliği	Kıstas (Erkek dirsek yüksekliği) ve değerlendirme - Ayna ayarı yapılırken.			Hafif İşlerde Ölçülen Çalışma Yüksekliği	Kıstas (Hafif işlerde çalışma yüksekliği erkek dirsek yüksekliğinden 100 mm yukarda olmalı)			Vücut-Parça arası yatay mesafesi	Kıstas ve değerlendirme (Erkek ön kol uzunlukları)		
		5%	50%	95%		5%	50%	95%		5%	50%	95%
Ayaktayken Elle Çalışma	1120	944	1027	1105	1250	1045	1127	1205	360	415	467	518
		Uygun	Uygun	Uygun		Uygun	Uygun	Uygun		Uygun	Uygun	Uygun

Değerlendirilen işlem ve ölçüler (mm)	Parça sök-tak (ayna) Yüksekliği	Kıstas ve değerlendirme (Erkek göz yüksekliği %3 küçültülmüş)			Açısal Parça sök-tak (ayna) Mesafesi	Açısal olarak hesaplanmış görüş mesafesi		
		5%	50%	95%		5%	50%	95%
Görüş Mesafesi (300-500 mm arası olmalı)	1120	1455	1523	1625	-	-	-	-
		Uygun	Uygun	Uygun		Uygun	Uygun değil	Uygun değil

d. Görüş Mesafelerinin Değerlendirilmesi

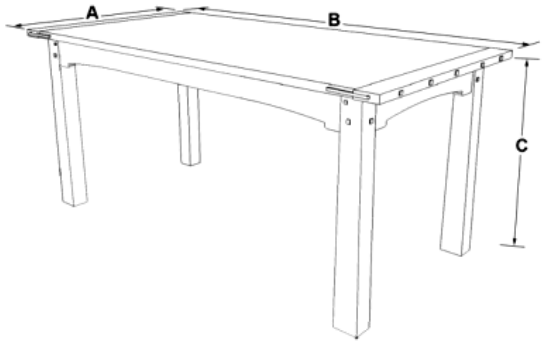
Optimum bakış koşulları en önemli işlem olarak belirlenen talaş kaldırma işlemine göre düzenlenmelidir; operatörün işlenen parçaya bakış açısı 30° aşağıya doğru, göz-parça arası mesafe ise 300-500 mm olmalıdır. Mesafeler hesaplandığında operatör dik durduğunda parçayla olan göz mesafesi %5'lik erkek dilimi için 604 mm olurken, bu mesafe %50'lik dilim için 650 mm, %95'lik dilim için ise 727 mm. kadar olmaktadır ki bu değerler sınır değerlerin üzerindedir. Ancak, operatör işlemi gözlemlemek için parçaya doğru eğilmek durumunda olduğundan bazen mesafeyi 250-350 mm'ye kadar düşürür. Operatörün %5'lik dilim için 250 mm, %50'lik dilim için 350 mm, %95'lik dilim için de 450 mm. kadar eğilmesi gerekmektedir. Bu %5'lik dilim için çok büyük bir sorun oluşturmazken, %50'lik ve özellikle %95'lik dilim için antropometrik açıdan ergonomik sınırların üzerinde olmaktadır. Bu şekilde uzun süreler çalışıldığı düşünüldüğünde çalışanların sırt ve boyun kaslarında ve de omurlarında problemler oluşması büyük olasılıktır (Tablo 19).

Montaj Bölümü

İşyerindeki montaj bölümünde çalışanların tümü 20-32 yaş arası kadınlardan oluşmaktadır. İşin büyük bölümünde sandalye veya tabure üzerinde oturarak çalışmaktadırlar. Masaların altı boş olduğu için dizlerini masaların içine rahatça sokabilmekte ve bu boşlukta bacaklarını rahatça hareket ettirebilmektedirler.

Montaj için kullanılan sandalye ve masaların boyutları;

Tablo 20. Montaj ve poşetleme bölümlerinde kullanılan masaların ölçüleri



Masa Ölçüleri (mm)	Montaj	Poşetleme
A (en, genişlik)	870	1200
B (uzunluk)	1950	2750
C (Yükseklik)	760	780
Ayak Koyma Yüksekliği	250	250

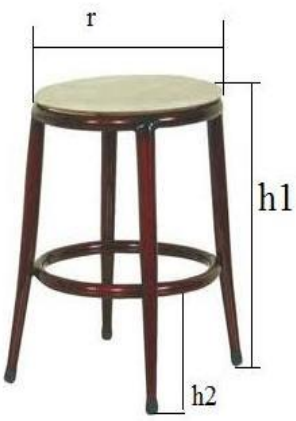
Tablo 21. İşyerindeki masa çalışmalarında antropometrik ölçüm, hesap ve değerlendirmeler.

Değerlendirilen ölçüler (mm)	Kıstas	Montaj	Değerlendirme (Montaj)	Poşetleme	Değerlendirme (Poşetleme)
Elle Çalışma	(%5 byn -**605** mm. Hesaplanmış bayan uzanma mesafesi)	435 (masa uzunluğunun yarısı)	Uygun	600 (masa uzunluğunun yarısı)	Uygun
Görüş Mesafesi (500-1500 mm olmalı)	(%99 byn- **943** Hesaplanmış bayan açısal görüş mesafesi)	760 (parça yüksekliği)	Uygun	780 (parça yüksekliği)	Uygun
Diz Girme Boşluğu	(%99 byn- **695** oturak yüks.+ bacak kalınlığı)	700 (Masa Yüksekliği)	Uygun	720	Uygun

Bölümde kullanılan masaların genişliği 870 mm, boyu 1950 mm, yüksekliği ise 760 mm'dir (Tablo 20). Kullanılan taburelerin boyutları da Tablo 21'de verilmiştir.

İşyerindeki poşetleme bölümünde çalışanların tümü montaj bölümündeki gibi kadınlardan oluşmaktadır. İşin büyük bölümünde tabure üzerinde oturarak çalışmaktadırlar. Masaların altı boş olduğu için dizlerini masaların içine rahatça sokabilmekte ve bu boşlukta bacaklarını rahatça hareket ettirebilmektedirler. Bölümde kullanılan masaların genişliği 870 mm, boyu 1950 mm, yüksekliği ise 760 mm'dir (Tablo 21).

Tablo 22. İşyerinde kullanılan oturakların ölçümleri ve değerlendirilmesi



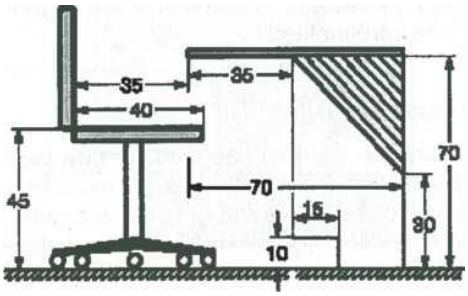
Oturak Ölçüleri (mm)	Montaj-Poşetleme	Plastik Enjeksiyon	Kıstas	Değerlendirme (Montaj-Poşetleme)	Değerlendirme (Enjeksiyon)
R (en, genişlik, çap)	430	390	(%95 byn kalça genişliği-360)	Uygun	Uygun
h1 (tam yükseklik)	630	320	(%95 byn diz yüksekliği-545)	Uygun	Uygun Değil
h2 (ayak koyma yüksekliği)	270	100		Uygun	Uygun

a. Oturak Yüksekliklerinin Değerlendirilmesi

Bu bölümde oturakların yerden yüksekliğinin 630 mm olması, bu tür oturaklar için daha önce belirtilmiş olan ortalama 510 mm'lik yükseklikten (ön bacak zemine dik olacak şekilde oturulduğunda zeminle diz kapağının orta noktası arasındaki dikey uzaklık) 110 mm. daha fazla da olsa 250 mm'lik ayak koyma yüksekliği bu farkı kapatmakta hatta bir miktar da mesafenin azalmasına da sebep olmaktadır. Ayrıca Anadolu İnsanın Antropometrik Boyutları

adlı çalışmaya göre 20-32 yaş arası kadınlar arasında diz yüksekliğinin, yapılan ölçümlerden %95'lik dilimin ortalaması da 545 mm. olarak çıkmaktadır. Burada %95'lik dilimin kullanılma sebebi, ayak dayama yeri ile oturak arası mesafenin en uzun boylu çalışanların da rahat bir şekilde çalışmalarının sağlanıp sağlanmadığının tespit edilmesidir. Ayrıca masanın ayak koyulan yerinin sadece 17 mm. genişliğinde ve yere paralel (eğimli olmayan) olan bir tahtanın montajıyla oluşturulduğu için çok fazla bir rahatlama sağlamamakta olduğu görülmüştür. Ayakların konulabileceği başka bir yer olarak oturağın yerden 300 mm. yükseklikte ve 30 mm. çapındaki metal bir halkası daha bulunmaktadır.

Bir masa ve sandalyeden oluşan işyerinde bacaklar için bir derinlik sorunu yoktur, iş gören bacaklarını istediği gibi rahatça uzatabilir. Masa önünde rahat oturup, rahat çalışabilmek için sandalyenin ön sınırı ile masanın ön sınırı Şekil 30'daki çizimde olduğu gibi birbirlerini 50 mm aşacak şekilde olmalıyken Resim 11'de de görüldüğü gibi çalışan dirseklerini masaya koymuş ve oturak daha geride durmaktadır. Bacakların masa altında rahatça hareket edebilmesi için uzun boylu kişilerde dizden 90° kıvrılmış bacaklarıyla, masaya yanaştıklarında bacakları için yeterince yer olmalıdır. Kadınların % 99'luk diliminde bacak kalınlığı ile oturak yüksekliğinin toplamı dikkate alındığında, 630 mm oturak yüksekliği, 64,5 mm bacak kalınlığı toplamı 695 mm. eder. Bu ölçü de masa yüksekliği olan 700 mm'nin altında kalmasına rağmen en uzun boylu kadınlar için ölçü alındığından bu dilim için sınır değerlerde bir boşluk kalmaktadır. Ancak geri kalan %99'luk kısım için bu boşluk daha büyük olacaktır ve ergonomik açıdan bir problem olmayacaktır ve çalışanların dizleri rahatlıkla masanın altına girebilecektir.



Şekil 29. Ayaklar için masa içindeki ayrılması gereken hacim

b. Otururken Elle Yapılan Çalışmaların Değerlendirilmesi

%1'lik dilim için otururken dirsek yüksekliği olan 840 mm (630 mm. oturak yüksekliği, 210 mm. dirsek yüksekliği-The Measure of Man & Woman), masa yüksekliğinin 760 mm. olduğu hatırlanacak olursa dirsekler masa yüksekliğinden 80 mm. yukarıda

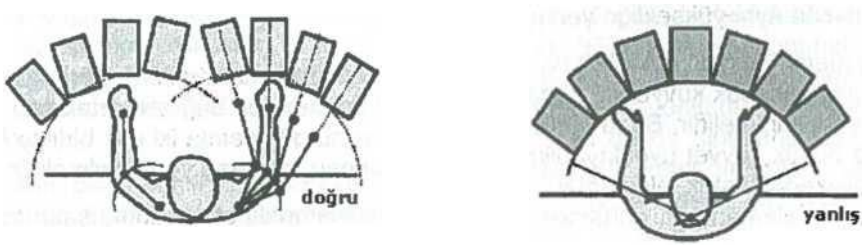
olacaktır. Masa kenarlarının 50 mm'lik fazladan bir yükseltiye sahip olduğu düşünüldüğü zaman dirsek yüksekliği ile masa kenarının yüksekliği hemen hemen aynı olmaktadır. %5'lik dilimdeki bir kadın çalışanın tüm kol boyu 605 mm'dir. Omuz hareketliyken tüm kol boyu da yaklaşık 670 mm olur. Bu durumda parçaları kavrama uzunlukları 650 mm kadar olmaktadır. Çalışanlar dirseklerini (ya da kollarının ön bölümünü) masaya yaslayarak çalıştıkları zaman bu uzanma ölçüsü büyük ölçüde azalmaktadır. Ancak yine de masanın yarısına kadar uzanılabilmektedir.

Resim 11. Montaj masalarında ayakta ve oturarak çalışma

İnsan hiçbir konumunda sürekli olarak kalamaz. Örneğin, sürekli dik pozisyonda oturması istenen kişi, işi gereği ayağa kalkamıyorsa bile, en azından arkaya yaslanarak veya öne eğilerek konumunda değişiklikler yaparak, gergin, kaslarını gevşetme olanağı sağlayacaktır. Kullanılan oturakların sırt ve bel desteğinin olmaması ve çalışmanın büyük çoğunlukla öne doğru 20-25 derece öne eğilerek yapılması bel ve sırt bölümüne fazladan yük getirmekte ve çalışanlarda ağrılara sebebiyet vermektedir. Bu durumda çalışanlar bazen oturakları kenara çekerek ayakta çalışmayı tercih edebilmektedirler. Bu şekilde vücutlarının alt taraflarındaki uyuşmayı ve laktik asit birikimlerini önleseler de öne eğilerek parça kavrama işleminin sırtta ve belde oluşturduğu baskıyı engellememektedir. Öne eğilerek çalışmanın azaltılması için masaların boyuna doğru her iki tarafında da çalışanlar yerleştirilmiş ve çalışanların sadece masanın eninin yarısı olan 435 mm'lik bölümüne kadar uzanarak çalışmaları sağlanmıştır. Bu şekilde çalışanların şikâyetlerinde birinci günden itibaren azalmalar tespit edilmiştir.

Anadolu İnsanın Antropometrik Boyutları adlı çalışmaya göre 20-32 yaş arası kadınlar arasında yapılan tüm kol ölçümlerinden %5'lik dilimin ortalaması (en kısa olanların bile

uzanabileceği mesafeyi belirlemek açısından) 605 mm'dir. Bu durumda çalışanın parçalara uzanma mesafesi, öne eğilme hesaba katılıp, masa ile göğüs kafesi arasındaki mesafe çıkarılırsa, biraz öne eğilme ile neredeyse masanın tümüne hâkim olunduğunu göstermektedir. Yine aynı grup için öne eğilmeden ve kolu dirsekten tam olarak açmadan ulaşabileceği mesafe (optimum aksiyon bölgesi), ön kol mesafesi ve el uzunluğu ölçülerinin toplamı ile elde edilen 360 mm. olarak bulunur. Bu ölçü masanın yarı boyu olan 435 mm'nin altındadır ve parçaları alabilmek için uzanması gerekecektir ancak tüm kol uzunluğunun bu işi yapmaya uygun olmasından dolayı işin bu bölümü antropometrik açıdan uygundur denilebilir.



Şekil 30. Montaj masalarında küçük kutuların iki yay şeklinde doğru yerleştirilmesi ve tek yay şeklindeki yanlış yerleştirme.

Tutma hacminin yatay düzlemdeki kesitleri merkezi omuz eklemi ya da dirsek eklemi olan iki yaydan oluşur, hiç bir zaman hayali bir ortalama merkezden çizilen tek yay olarak düşünülemez (Şekil 31).

Montaj masasında parçaların konulduğu küçük kaplar veya poşetler montaj masası üzerinde bir yay üzerine sıralandığında, hem tam ortaya gelen kaba ulaşmak için çalışan eğilme zorunda kalacak, hem de yana konan kutulara ulaşmak istediğinde elin ulnar abduksiyonu (dışa doğru açılım) gerekecektir. İşyerinde, söz konusu masada, parçaların yayılımı tamamen rastgele yapılmakta olup sürekli değişmektedir ve doğru bir dizilim yoktur. Montaj işlemi bu açıdan incelendiği zaman ergonomik olmadığı görülmektedir. Bir sonraki inceleme olan poşetleme işleminde kullanılan masada da aynı şekilde düzensizlik mevcuttur.

c. Görüş Mesafelerinin Değerlendirilmesi

Buradaki çalışmada yapılan iş çok hassas bir iş olmadığı için görüş mesafesi 500-1500 mm arasında olabilir. %99'luk kadın çalışanlar için 1596 mm olan ayakta göz yüksekliği (The Measure of Man & Woman) ele alınacak olursa, 943 mm'lik bir görüş mesafesi olacaktır ki bu da en uzun kadınların ayaktayken bile görüş mesafesinin ergonomik sınırlar içinde olduğunu göstermektedir.

Poşetleme bölümünde kullanılan sandalye ve masaların boyutları;

a. Oturak Yüksekliğinin Değerlendirilmesi

Oturakların yerden yüksekliği 630 mm olması bu tür oturaklar için daha önce belirtilmiş olan 510 mm'lik yükseklikten 110 mm daha fazla da olsa 250 mm'lik ayak koyma yüksekliği bu farkı kapatmakta hatta bir miktar da mesafenin azalmasına da sebep olmaktadır. Ayrıca Anadolu İnsanın Antropometrik Boyutları adlı çalışmaya göre 20-32 yaş arası kadınlar arasında diz yüksekliğinin, yapılan ölçümlerden %95'lik dilimin ortalaması da 545 mm. olarak çıkmaktadır.

Bacakların masa altında rahatça hareket edebilmesi için uzun boylu kişilerde dizden 90° kıvrılmış bacaklarıyla, masaya yanaştıklarında bacakları için yeterince yer olmalıdır. Kadınların % 99'luk diliminde bacak kalınlığı ile oturak yüksekliğinin toplamı dikkate alındığında, 630 mm oturak yüksekliği, 64,5 mm bacak kalınlığı toplamı 695 mm. eder. Bu ölçü de masa yüksekliği olan 720 mm'nin altında kaldığı için ergonomik açıdan bir problem yoktur ve çalışanların dizleri rahatlıkla masanın altına girebilir. Çalışma masasında bacak hacmi %95`lik dilimdeki kadına göre düzenlenmelidir ki hem kısa hem de uzun boylular için bir sorun oluşturmamalıdır.

b. Otururken Elle Yapılan Çalışmaların Değerlendirilmesi

%1'lik kadın dilim için otururken dirsek yüksekliği olan 840 mm (630 mm oturak yüksekliği, 210 mm oturak-dirsek yüksekliği (52)), masa yüksekliğinin 780 mm olduğu hatırlanacak olursa dirsekler masa yüksekliğinden 60 mm yukarıda olacaktır. Masa kenarlarının 50 mm'lik fazladan bir yükseltiye sahip olduğu düşünüldüğü zaman dirsek yüksekliği ile masa kenarının yüksekliği hemen hemen aynı olmaktadır.

%5'lik dilimdeki bir kadın çalışanın tüm kol boyu 605 mm'dir. Omuz hareketliyken tüm kol boyu da yaklaşık 670 mm olur. Bu durumda parçaları kavrama uzunlukları 650 mm kadar olmaktadır. Çalışanlar dirseklerini (ya da kollarının ön bölümünü) masaya yaslayarak çalıştıkları zaman bu uzanma ölçüsü büyük ölçüde azalmaktadır. Ancak yine de masanın yarısına kadar uzanılabilmektedir.

Kullanılan oturakların sırt ve bel desteğinin olmaması ve çalışmanın büyük çoğunlukla öne doğru 20-25 derece öne eğilerek yapılması bel ve sırt bölümüne fazladan yük getirmekte ve çalışanlarda ağrılara sebebiyet vermektedir. Bu durumda çalışanlar bazen oturakları kenara

çekerek ayakta çalışmayı tercih edebilmektedirler. Bu şekilde vücutlarının alt taraflarındaki uyuşmayı ve laktik asit birikimlerini önleseler de öne eğilerek parça kavrama işleminin sırtta ve belde oluşturduğu baskıyı engellememektedir. Öne eğilerek çalışmanın azaltılması için masaların boyuna doğru her iki tarafında da çalışanlar yerleştirilmiş ve çalışanların sadece masanın eninin yarısı olan 600 mm'lik bölümüne kadar uzanarak çalışmaları sağlanmıştır. Bu şekilde çalışanların şikâyetlerinde birinci günden itibaren azalmalar tespit edilmiştir.

c. Görüş Mesafelerinin Değerlendirilmesi

Buradaki çalışmada yapılan iş çok hassas bir iş olmadığı için görüş mesafesi 500-1500 mm. arasında olabilir. %99'luk kadın çalışanlar için 1596 mm. olan ayakta göz yüksekliği (The Measure of Man & Woman) ele alınacak olursa, en fazla 1012 mm'lik bir görüş mesafesi olacaktır ki bu da hassas bir iş olmadıkça, en uzun kadınların ayaktayken bile görüş mesafesinin ergonomik sınırlar içinde olduğunu göstermektedir.

Poşet ağzı kapama makinesi için boyutlar;

Tablo 23. Poşet ağzı kapama makinesi için boyutlar

Tezgah	**Poşet ağzı kapama makinesi**
El kullanma yüksekliği	1050 mm
El kullanma derinliği	330 mm
Makine genişliği	750 mm
Pedal Yüksekliği	200 mm.

İşyerindeki poşet ağzı kapama makinesinde çalışanların tümü yine kadınlardan oluşmaktadır. İş ayakta yapılmaktadır. Ayaklardan biriyle 200 mm. yükseklikteki pedala basılmakta, poşetler ısınmış metal bölümüne getirilmekte ve diğer el ile 1050 mm yükseklikteki metale baskı uygulamak koşuluyla poşetin ağız kısmı ısınmış metalli kısma sıkıştırarak poşetin kapanması sağlanmaktadır (Tablo 23).

a. Ayakta Çalışmalarda Elle Yapılan İşlemlerin Değerlendirilmesi

The Measure of Man & Woman isimli çalışmada %1'lik dilimdeki kadınların omuz yükseklikleri 1154 mm, dirsek yükseklikleri 896 mm. olarak ölçülmüştür. Ellerin aksiyon hacmi olarak, sarkık kol konumunda dirsekten 100 mm yukarıdaki yatay düzlem tercih edilmesi hafif işler için daha uygundur. Ancak bu iş sırasında eller öndeyken yere dik bir

kuvvet uygulandığı için ve dirsek yüksekliğinden daha düşük seviyede bu kuvveti uygulamanın daha kolay olmasından dolayı dirsek yüksekliği elle iş yapma yüksekliğinden yukarıda olmalı ya da en azından bu yükseklikler eşit olmalıdır. Bu durumda %1'lik dilimdeki kadınlar için dirsek seviyesi 150 mm alçak kalmakta, %50'lik dilim için 60 mm alçakta kalmakta, %99'luk dilim için ise 70 mm kadar yukarıda kalmaktadır. Yani işlem %99'luk dilim dışındakiler için antropometrik açıdan ergonomik gözükmemektedir.

%5'lik dilim için omuz yüksekliği alınıp, 100 mm'lik makine-çalışan arası boşluk dikkate alınıp, elle baskı uygulama mesafesi hesaplandığında kol, omuzdan yatay düzleme dik olarak uzanacağından 443 mm'lik uzanma mesafesi yeterli olacaktır. Aynı şekilde %99'luk kadın dilimi için omuz yüksekliği 1408 mm. olarak alınırsa 559 mm'lik bir uzanma mesafesi gerekecektir. Elimizdeki tablolardan %95'lik dilimdeki kadınlar için uzanma mesafesi 763 mm. olduğu görülmektedir ki bu makinede elle baskı uygulamanın, tüm dilimler için antropometrik açıdan ergonomik olduğu ortaya çıkmaktadır (Tablo 24).

Ayakla kumanda edilen kumanda elemanları, ayakta durma konumunda kolay kullanılamaz. Ancak söz konusu makinedeki pedal kısmı bir basamak gibi üzerine ağırlık verilerek durulabilecek şekildedir. Yine de pedal yerine başka bir sensör yardımıyla çalışabilecek bir düzenek daha ergonomik olacaktır. Tezgâhın altında boşluk olmasına rağmen, pedal kullanılırken güç uygulandığı için dizin daha geride kalmasına neden olduğundan bu boşluk kullanılmamaktadır.

Tablo 24. Poşet ağzı kapama makinesi için yapılan antropometrik ölçüm ve hesaplamalar

Poşet ağzı kapama makinesi	Ölçüm	Kıstas	Değerlendirme
El kullanma yüksekliği	1050 mm	(%1 byn – 896 mm. dirsek yüksekliği)	Uygun Değil
El kullanma derinliği	330 mm	(%99 byn - 763 mm. hesaplanmış uzanma)	Uygun
Pedal Yüksekliği	200 mm		Uygun ancak ergonomik değil

Sütun Matkap Tezgahları

Tablo 25. Matkap tezgahı ile ilgili ölçümler

Ölçü	Sütun Matkap-Kılavuz Çekme Makinesi-1	Sütun Matkap-Kılavuz Çekme Makinesi-2
Mandren Çevirme Kolu En Üst Yükseklik	1500 mm	1750 mm
Mandren Çevirme Kolu En Alt Yükseklik	1300 mm	1450 mm
Mandren Çevirme Kolu Derinlik	500 mm	600 mm
Parça Sök-Tak Mesafesi (Çalışandan)	350 mm	400 mm
Parça Sök-Tak Yüksekliği	850 mm	1000 mm

Tablo 25'de ölçüleri verilen iki "Sütun Matkap Makinesi" de plastik yarı mamullerin bazılarına delik açmak, bazılarının da delik içlerine diş açmak için kullanılmaktadır. Sütun Matkap Makinesi-2, diğer makinelerden farklı olarak daha büyük parçaların bu tezgâhta delinmesi ve diş açılması için kullanılmaktadır. Bu makinelerde yalnızca erkekler çalışmaktadır.

Her iki matkap tezgahının kullanım işlemi ayakta çalışma şeklinde yapılmaktadır. İşlem için parçalar tabla denilen bölüme mengeneler yardımı ile sütun matkap 1 için çalışandan 350 mm, sütun matkap 2 için 400 mm uzaklıktaki bölmeye yerleştirilmekte ve çalışanın sağ kolu mandrenin dikey yönde hareketini sağlayan kolu (çevirme kolu) birinci matkapta 1500 mm'den 1300 mm'ye, ikinci matkapta da1750 mm'den 1450 mm'ye indirmesi ile parçalara delik ve diş açma işlemi yapılmaktadır. Çalışan çok derin bir delik delme veya diş açma işleminde bu kollardan üsttekini de sol kolu ile çevirmek durumundadır (Tablo 25).

Sütun Matkap-Kılavuz Çekme Makinesi-1

a. Ayakta Çalışmalarda Elle Yapılan İşlemlerin Değerlendirilmesi

Parçaların işlenmek için mengeneye takılıp, işlendikten sonra sökülmesi işleminde mengenenin yüksekliği 850 mm, derinliği ise 250 mm'dir. 100 mm'lik makine-çalışan arası mesafeyi de eklersek ve yine %5'lik dilimde bulunan bir erkek çalışan için ön kol ve el uzunluğunun toplamının 414 mm olduğu düşünülürse, çalışan 401 mm'lik uzunluktaki parçayı dirseğini açmadan (üst kolunu hareket ettirmeden) bile rahatlıkla parça sök-tak yapabildiği görülmektedir. Aynı işlem için %95'lik dilimdeki en uzun erkekler için 518 mm'lik ön kol ve el uzunluğunun toplamı ile aynaya olan yatay ve düşey uzaklıklar da hesaba

katılınca 509 mm'lik bir uzanma mesafesine çalışan yine dirseğini bile hareket ettirmeden ulaşabilmektedir (Tablo 26).

Çalışanların %5, %50 ve %95'lik dilimde bulunan erkeklerden oluştuğu varsayılarak hesaplama yapılırsa, bu dilimdeki erkek çalışanların ayakta dirsek yükseklikleri sırasıyla 944,5 mm, 1027 mm ve 1105 mm'dir.

Ellerin aksiyon hacmi olarak, sarkık kol konumunda dirsekten 100 mm yukarıdaki yatay düzlem tercih edilmesi hafif işler için daha uygundur. Yani bu tür işler için %5'lik dilim için 1045, %50'lik dilim için 1127, %95'lik dilim için 1205 mm'lik yükseklikte elle çalışma daha uygundur. Tezgahın parça sökme-takma yüksekliği 850 mm. olduğu düşünüldüğünde bu yükseklik antropometrik açıdan ergonomik gözükmemektedir (Tablo 26).

b. Mandren Hareket Koluna Uzanma İşleminin Değerlendirilmesi

1500 mm'lik yükseklik (mandren hareket kolu en üst yüksekliği) %5, %50 ve %95'lik dilimdeki erkekler için sırasıyla incelendiğinde 1287 mm'den 213, 1384 mm'den 116, 1478 mm'den 22 mm daha yüksektir. Tüm dilimler için el, omuz yüksekliğinin üzerinde olduğu için antropometrik açıdan ergonomik olmadığı söylenebilir. Çalışan kolu 1500 mm'den 1300 mm'ye kadar indirmektedir. Burada kolun duruşu statik iş olarak kaslarda yorgunluğa sebep olmaktadır. Ancak bu kolu çevirmek omuz yüksekliğine kadar rahat bir şekilde yapılabilirken, bu seviyeden aşağıya indikçe zorlaşır. Bu nedenle genel olarak ergonomi çerçevesinde problem uzun boylu yani %50'lik dilimin üzerindeki erkekler için oluşmaktadır. Bu durumda uzun boylu çalışanların tercih edilmemesi daha uygun olacaktır (Tablo 26).

Baş üstü çalışma pozisyonunda kas yorgunluğunun çok çabuk kendini gösterir. %5, %50 ve %95'lik dilimdeki erkeklerin boyları sırasıyla 1580, 1710 ve 1845'tir. İşlem bu açıdan incelendiğinde tüm dilimlerdeki erkekler için antropometrik açıdan ergonomik gözükmektedir.

Mandren hareket kolunun en derin (500 mm.) ve en yüksek (1500 mm.) noktaları için %5'lik en kısa erkek çalışanlarının omuz yüksekliğinden (1287 mm.) 543 mm'lik bir uzanma mesafesi gerektirmektedir. Bu mesafe, söz konusu dilimdeki çalışan erkekler için 687 mm'lik uzunluğun sınırları altında olduğu için bu işlem antropometrik açıdan ergonomik olarak görülmektedir.

Resim 12. Sütun matkap 1 ve 2 tezgahları

Sütun Matkap-Kılavuz Çekme Makinesi-2

a. Ayakta Çalışmalarda Elle Yapılan İşlemlerin Değerlendirilmesi

Parçaların işlenmek için mengeneye takılıp, işlendikten sonra sökülmesi işleminde mengenenin yüksekliği 1070 mm, derinliği ise 300 mm'dir. 100 mm'lik makine-çalışan arası mesafeyi de eklersek ve yine %5'lik dilimde bulunan bir erkek çalışan için ön kol ve el uzunluğunun toplamının 414 mm olduğu düşünülürse, çalışan 466,5 mm'lik uzunluktaki parçayı dirseğini 50-60 mm kadar öne doğru hareket ettirmesi ile rahatlıkla parça sök-tak yapabildiği görülmektedir. Aynı işlem için %95'lik dilimdeki en uzun erkekler için 518 mm'lik ön kol ve el uzunluğunun toplamı ile aynaya olan yatay ve düşey uzaklıklar da hesaba katılınca 427 mm'lik bir uzanma mesafesine çalışan yine dirseğini bile hareket ettirmeden ulaşabilmektedir. Bu hesaplamalardan tüm erkeklerin parça sök-tak yapmaları için uzanma mesafelerinin uygun olduğu görülmektedir. Ancak bu tezgâhta uzun süreler çalışıldığı için, dirsek yüksekleri 1070 mm'den aşağı olan çalışanların, bu uzun sürelerde kollarında birikecek laktik asit, daha uzun çalışanlara göre çok daha fazla olacaktır. Bu nedenle bu tezgâhta daha uzun boylu çalışanların tercih edilmesi bu işlem için daha uygun olacaktır. Eğer böyle bir seçenek bulunamıyorsa, çalışanların üzerinde çalışabileceği 250 mm'lik bir platform konularak dirsek seviyesi ergonomik çalışmaya daha uygun bir hale getirilebilir (Tablo 26).

b. Mandren Hareket Koluna Uzanma İşleminin Değerlendirilmesi

1750 mm'lik yükseklik (mandren hareket kolu en üst yüksekliği) %5, %50 ve %95'lik dilimdeki erkekler için sırasıyla incelendiğinde 1287 mm'den 463, 1384 mm'den 366, 1478 mm'den 272 mm daha yüksektir. Tüm dilimler için el, omuz yüksekliğinin üzerinde olduğu için antropometrik açıdan ergonomik olmadığı söylenebilir. Çalışan kolu 1750 mm'den 1450 mm'ye kadar indirmektedir. Burada kolun duruşu statik iş olarak kaslarda yorgunluğa sebep olmaktadır. Ancak bu kolu çevirmek omuz yüksekliğine kadar rahat bir şekilde yapılabilirken, bu seviyeden aşağıya indikçe zorlaşır. Bu nedenle genel olarak ergonomi çerçevesinde problem uzun boylu yani %99'luk dilimin üzerindeki erkekler için oluşmaktadır (Tablo 26).

%5, %50 ve %95'lik dilimdeki erkeklerin boyları sırasıyla 1580, 1710 ve 1845'tir. Bu durumda işlem %50'lik dilimin altındaki erkekler için baş yüksekliğini aştığı için antropometrik açıdan ergonomik gözükmemektedir.

Mandren hareket kolunun en derin (550 mm.) ve en yüksek (1750 mm.) noktaları için %1'lik en kısa erkek çalışanlarının omuz yüksekliğinden (1220 mm.) 764 mm'lik bir uzanma mesafesi gerektirmektedir. Bu mesafe, söz konusu dilimdeki çalışan erkekler için 687 mm'lik uzunluğun sınırlarının üzerinde olduğu için bu işlem %5'lik erkek dilimi için antropometrik açıdan ergonomik olarak görülmemektedir. Bir önceki süreç için verilen öneri bu süreç için de uygulandığında en kısa boylu erkek grubu için uzanma mesafesi 617 mm'ye kadar düşmektedir ki bu mesafe de bu grubun uzanma sınırları içindedir ancak yine de tezgahta üst %50'lik grubu tercih etmekte oluşacak yorgunluğu önleme açısından fayda vardır.

Tablo 26. Sütun matkap makinelerinde yapılan ölçüm ve değerlendirmeler

Tezgah	Kıstas	SM-I Ölçü	SM-II Ölçü	Değerlendirme (SM-I)	Değerlendirme (SM-II)
El kullanma yüksekliği	(%95 erkek–1105 mm. dirsek yüksek.)	850 mm (parça yüksekliği)	1070 mm (parça yüksekliği)	Uygun Değil	Uygun
El kullanma derinliği	(%5 erkek -687 mm. uzanma)	401 mm (%5 erk.)	466 mm (%5 erk.)	Uygun	Uygun
Mandren Kolu Yüksekliği	(%5 erkek -687 mm. uzanma)	1500 mm. (543 mm uzanma-%5 erkek için)	1750 mm. (764 mm uzanma-%5 erkek için)	Uygun	Uygun Değil

SONUÇLAR

Günümüzde artan üretim faaliyetleri yaşamımızda köklü değişimlere neden olmuş, işyerinde geçen süre hayatımızın çok önemli bir bölümü haline gelmiştir. Uzun sürelerle, yoğun tempoda geçen iş yaşamı çalışan üzerinde fizyolojik ve psikolojik birçok stres oluşturmaktadır. Bunlar da hem meslek hastalıklarına hem de iş kazalarına yol açmaktadır. Bu stres faktörlerini azaltmak için ergonomik önlemlerin alınması kaçınılmaz olmaktadır.

Mesleki kas ve iskelet sistemi hastalıkları günümüzün en sık karşılaşılan sağlık sorunlarından birisidir ve artan iş temposu sonucu yakın gelecekte daha da artacağı tahminini kuvvetlendirmektedir. Diğer meslek hastalıkları gibi geri dönüşümü olmayan bu sağlık sorunu, gelecekte devletlerin en büyük giderlerinden birisini oluşturacağı da bir gerçek olarak karşımıza çıkmaktadır.

Mesleki kas ve iskelet sistemi hastalıklarının en önemli faktörü yanlış çalışma postürüdür. Çalışana antropometrik ölçülerine uygun olmayan makine, tezgah ve teçhizat yanlış postürde çalışmaya sebep olur.

İş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının önemli bir unsuru ergonomi, ergonomik çalışmalara veri sağlayan en önemli unsurlardan birisi de antropometrik ölçümlerdir. Ergonomi başlığı altında yapılacak olan düzenlemelerle, işyerinde sağlık ve güvenlikte

iyileşmeler sağlanmış olacak, bu sayede de çalışanların üzerindeki fizyolojik ve psikolojik stres faktörleri kalkmış ve verimlik artışı da sağlanmış olacaktır.

Bu tez çalışmasında plastik enjeksiyon sektöründe ve özellikle bu sektörün temelini oluşturan kalıpçılık sektöründe yapılabilecek ergonomik düzenlemelerin tüm boyutları verilmiş, bunun yanı sıra söz konusu sektör işyerlerinde kullanılan makine, tezgah ve teçhizatın çalışanlar için ergonomik olup olmadığı antropometrik veriler ışığında incelenmiştir.

Tez çalışması sırasında yapılan uygulamada öncelikle ülkemizde yapılmış olan literatürdeki antropometrik veri toplama çalışmaları göz önünde bulundurulmuştur. Bu konudaki ilk çalışma her ne kadar 1917`de yapılmış gözükse de tam bir temsiliyetin sağlanamaması bu çalışmayı sadece bir başlangıç olarak görmemize neden olmuştur (55). Bunun dışında en ciddi ve en eski çalışma 1937 yılında yapılan 64 bin yetişkin kadın ver erkek üzerinde yapılan ölçümlerdir (56). Fakat günümüze en yakın ve en geniş çalışmalar incelendiğinde ise 1981 yılında 1000 erkek çalışan üzerinde yapılan "Türk Sanayi İşçileri Üzerine Antropometrik Bir Araştırma" ve 2006 yılında 2100 kadın ve erkek üzerinde yapılan "Anadolu İnsanının Antropometrik Boyutları" çalışmaları karşımıza çıkmaktadır (50, 51).

Tez çalışmasında dikkate alınan 1981 ve 2006 yılına ait antropometrik verilerin birbiri ile kıyaslanması sonrasında da ortak bir dil elde edilememiş, hatta 1981`de yapılan çalışmada kadınlara yer verilememiş olması bu verilerin sağlıklı bir şekilde kullanılabilmesinin önünde en büyük engel olmuştur. Ayrıca alınan ölçüler bazı çalışma şekillerinin uyumunun hesaplanması için yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle daha ayrıntılı ölçümlerin de bulunduğu Amerika'da yapılmış olan bir çalışmadan da ölçülerden faydalanılmak durumunda kalınmıştır. Bunların yanı sıra unutulmamalıdır ki yapılan çalışmalara göre dünyadaki beslenme alışkanlıkları, psikolojik unsurlar vb. çevresel şartların değişmesiyle ülkelerin antropometrik verilerinde de hızlı bir değişim olmaktadır. Değişimi yakalayabilmenin en kolay ve en önemli yolu ülkemizin tam bir temsiliyetin sağlandığı örneklem kümesiyle çalışarak demografik bilgilerle birlikte güncel antropometrik verilerin ortaya konulmasına yönelik çalışmaların başlatılması olacaktır. Hele ki çalışanların sağlığı ve güvenliği düşünüldüğünde çalışma hayatına yönelik verilerin çıkarılarak; işyeri, makine, teçhizat, iş giysisi, kişisel koruyucu donanımlar vb. unsurların ülkemiz çalışanlarına yönelik standartlarının koyulması öncelikli hedefimiz olmalıdır.

Uygulama sürecinin sonraki aşamasında sektörün önde gelen bir firmasında kalıphane ve üretim bölümlerinin çalışma ortamının ölçümleri çıkartılarak ofis çalışanları ile uyumu değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme yapılırken yukarıda bahsi geçen çalışmaların verilerinden karşılaştırmalı olarak yararlanılmıştır.

Sektördeki işletmeler genellikle belli marka ve modeller üzerinde yoğunlaşmış da olsa farklı tasarımdaki veya modeldeki makine veya tezgâhların kullanımı da yaygındır. Ancak farklı ölçülerdeki bu makine ve teçhizatın üretiminde kullanılan standartlar Türk insanının antropometrik ölçülerine uymamaktadır. Avrupa menşeili makineler genellikle Türk insanına göre yüksek veya derin ölçülerin olduğu bir standarda göre yapılırken Uzakdoğu menşeili olanlar ise alçak olabilmektedir. Hatta ülkemizde yapılan makine ve teçhizat bile Türkiye`de kullanılan standardın da sadece bir tercüme olması nedeni ile ülkemiz insanına uygun bir tasarım yapılmasının önüne geçmektedir.

Ülkemizde yukarıda belirtildiği gibi diğer ülkelerin standartlarını kullanarak değil ülkemize ait oluşturulacak standartların kullanılması, üretilecek veya ürettirilecek makine ve teçhizatın boyutları için önemli bir veri kaynağı olacaktır. Bunun yanı sıra kullanılan masa, sandalye gibi yardımcı teçhizatın ayarlanabilir olması çalışanların tümünün ergonomik koşullarda çalışmasını sağlayacaktır. Kişiye çalışmak için rahat bir ortam sağlandığında başta hata ve kaza yapmasına neden olacak faktörleri ortadan kaldırmış olacak ayrıca fizyolojik stresin giderilmesi ile mesleki kas ve iskelet sistemi hastalıkları başta olmak üzere birçok meslek hastalığının oluşumunun önüne geçilmiş olacaktır.

Ayrıca özel politika gerektiren özürlü çalışanlar, hamile kadınlar gibi grupların ihtiyaçları karşılanacak şekilde yeterli destek sağlanırsa işlerini güvenli ve verimli bir şekilde yapabileceklerdir. Böylece engellerin aşıldığı ve farklı gruplardaki daha çok çalışana imkân sağlanmasına olanak bulunacaktır.

Unutulmamalıdır ki, iş sağlığı ve güvenliği, insan faktörüne (ergonomiye) gereken önemin verilmesiyle ve çalışma çevresinin ergonomik kurallara bilhassa kişilerin antropometrik ölçülerine göre düzenlenmesiyle mümkündür.

KAYNAKLAR

1. Helander M.G. Safety Hazards and Motivation for Safe Work in the Construction Industry. Journal of Industrial Ergonomics 1991; 8: 205–223.
2. Sanders M.S., McCormick E. Human Factors in Engineering and Design. Seventh Edition. Singapore: McGraw-Hill Inc., 1993.
3. Oborne D. Ergonomics at Work: Human Factors in Design and Development. Third Edition. John Wiley&Sons Ltd., 1995.
4. Yüksel İ. İş Güçlüğü Boyutlarının Belirlenmesi ve Çok Boyutlu İstatistiksel Analizi (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Ankara: Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü; 1997.
5. Dizdar E.N., Türkan N., Kurt M. Dinamik Çalışma Şartlarına Adaptasyon için bir Ergonomik Otomasyon Modeli. 6. Ergonomi Kongresinde: 27-29 Mayıs 1998; Ankara, Türkiye. Ankara, Tübitak, 1998; 315-322.
6. Kurt M., Erdem A. Çalışma Duruşları ve Zorlanmalar için OWAS Metodu. Teknoloji 2003; 6 (1-2): 11-16.
7. Dizdar E.N. Ergonomik İş İstasyonu Tasarımında İlk Adım: Antropometri. Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi Haziran 2003; 14: 38-44.
8. Goetsch D.L. Industrial Safety and Health: In the Age of High Technology. Macmillan Publishing Company, 1993.
9. Dizdar E.N., Kurt M. A Model of Prognosis for Possible Occupational Accidents in Manufacturing Systems. In: Ergonomics society of Taiwan, Fourth Pan Pacific Conference on Occupational Ergonomics (PPCOE): 10-13 November 1996; Taipei, Taiwan. 557-560.
10. Kurt M. İş Kazalarının Ergonomik Analizi (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Ankara: Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü; 1993.
11. Erkan N. Ergonomi, Verimlilik, Sağlık ve Güvenlik için İnsan Faktörü Mühendisliği. Sekizinci Basım. Ankara: MPM Yayınları, 2003.
12. Dizdar E.N. Üretim Sistemlerinde Olası İş Kazaları için bir Erken Uyarı Modeli (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Ankara: Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü; 1998.
13. Murrell K.H. Ergonomics, Man in His Working Environment. London, UK: Chapman Hall, 1975.

14. Hollnagel E. Human Reliability Analysis Context and Control. San Diego, USA: Academic Press Inc., 1993.
15. Phillips C.A. Human Factors Engineering. John Wiley&Sons Ltd., 1999.
16. Kroemer K.H.E., Kroemer H.B., Kroemer-Elbet K.E. Ergonomics – How to Design for Ease and Efficiency. Second Edition. New Jersey: Prentice Hall, 2001.
17. Helander M. A Guide to the Ergonomics of Manufacturing. Taylor&Francis, 1995.
18. Bridger R.S. Introduction to Ergonomics. New York: McGraw Hill, 1995.
19. Salvendy G. Handbook of Human Factors and Ergonomics. Second Edition. John Wiley&Sons Ltd., 1997.
20. Chapanis A. Ergonomics in product development: a personnal view. Ergonomics 1995; 38 (8): 1625‑1638.
21. Fraser T.M. Introduction to Industrial Ergonomics. Wall&Emerson, 1996.
22. Gothenburg S. Occupational Biomechanics. New York: John Wiley&Sons, 1991.
23. James, H., The Dictionary for Human Factors/Ergonomics, CRC, 1992
24. Şimşek M. Mühendislikte Ergonomik Faktörler. İstanbul: Marmara Üniversitesi Yayınları, 1994.
25. Dul J., Weerdmeester B.A. Ergonomics for Beginners: A Quick Reference Guide. Second Edition. Taylor&Francis, 2001.
26. Özok, A.F., İşbilim, İstanbul Teknik Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, (Ders Notları), İstanbul, 2002.
27. Ramsey J. Ergonomic Factors in Task Analysis for Consumer Product Safety. Journal of Occupational Accidents 1985; 7: 113-123.
28. Pulat M.B. Fundamentals of Industrial Ergonomics. Waveland Press, 1997.
29. Türkan N., Dizdar E.N. An Ergonomic Adjustment System to Adapt Dynamic Working Conditions. In: 7th International Conference on Human-computer Interaction: August 24-29, 1997, San Francisco, California, USA.
30. Dizdar E.N., Kurt M. İş Güvenliği (Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Ders Kitabı). Ankara: Kale Ofset, 2002.
31. Pheasant S. Ergonomics, Work and Health. Australia: Mac Millian Press, 1991.
32. Charles A. Ergonomics and Safety in Hand Tool Design. Lewis Publishers, 1999.
33. Gould S. J. The Mismeasure of Man. New York: W. W. Norton & Company, 1981.
34. Ulijaszek C.G.N., Mascie-Taylor N.G. Anthropometry: the individual and the population. Cambridge University Pr., 1994.

35. Das B., Sengupta A.K. Industrial Workstation Design: A Systematic Ergonomics Approach. Applied Ergonomics 1996; Vol 27 (3).
36. Özok A.F. Ergonomik Açıdan Çalışma Yeri Düzenleme ve Antropometri. Türk Metal Sendikası, 1988.
37. Andersson G.B.J. On Myoelectric Back Muscle Activity and Lumbar Disc Pressure in Sitting Postures, Occupational Biomechanics. New York: John Wiley&Sons, 1991.
38. Grandjean E., Jenni M., Rhiner A. Eine Indirekte Methode Zur Erfassung Des Komfortgefuhls Beim Sitzen. Internationale Zeitschrift für Angewandte Physiologie Einschliesslich Arbeitsphysiologie 1988.
39. Sabancı, A., Ergonomi, Baki Kitapevi, Adana, 1999.
40. Alexander, D.C., The Practice and Management of Industrial Ergonomics, Prentice Hall Inc., 1986.
41. Roebuck, J.A., Kroemer, K.H.E., Thomson, W.G., Engineering anthropometry methods**,** Wiley-Interscience, New York, 1975.
42. Dizdar, E.N., İş Güvenliği, Zonguldak Karabük Üniversitesi, Karabük Teknik Eğitim Fakültesi (Lisans Ders Kitabı), Alver Matbaası, Ankara, Ekim, 2000.
43. Mccormick, E.J., Sanders, M.S., Human Factors in Engineering and Design, 5th Edition, McGraw-Hill International, 1988.
44. Eklund, J.A.E., Industrial Seating and Spinal Loading, University of Nottingham, (Ph.D. Thesis), UK, 1990.
45. Akay D., Dağdeviren M., Kurt M. Çalışma Duruşlarının Ergonomik Analizi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi 2003; 18 (3): 73-84.
46. Rasch P.J., Burke R.K. Kinesiology and Applied Anatomy: The Science of Human Movement. Lea&Febiger, 1978.
47. Jensen C.V., Bendix T. Spontaneous Movements with Various Seated-Workplace Adjustments. Clinical Biomechanics 1992; 7 (2).
48. Leavitt, S.B., The Healthy Office of 90s, II. The Need for Ergonomic Seating, CA, 1992.
49. Uslu B.A. Ergonomi. Ankara: Atılım Üniversitesi Yayınları, 2001.
50. Özok A.F., Uğur İ. Türk Sanayi İşçileri Üzerine Antropometrik Bir Araştırma. TÜBİTAK Mühendislik Araştırma Grubu; Ocak 1981, Proje no: MAG-533.

51. Güleç E., Akın G., Sağır M., Koca Özer B., Gültekin T., Bektaş Y. Anadolu İnsanının Antropometrik Boyutları. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi; Mart 2006, Proje no: 20030901018.
52. Tilley, A.R., The Measure of Man and Woman: Human Factors in Design, Henry Dreyfuss Associates Wiley December 31, 2001.
53. Corlett E.N. The evaluation of industrial seating. Evaluation of Human Work: A Practical Ergonomics Methodology. London: Taylor & Francis, 1995.
54. Corlett E. N., Bishop R. P. A technique for measuring postural discomfort. Ergonomics 1976; 9: 175-182.
55. Duyar İ., Erişen-Yazıcı G. Nafi Atuf (Kansu) ve Türkiye'de Yapılan İlk Büyüme Araştırması. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi 1996; 39: 777-785.
56. İstatistik Umum Müdürlüğü (Türkiye). Türkiye Antropometri Anketi. İstanbul; 1937.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler:

Adı Soyadı: Serkan HACIOSMANOĞLU

Doğum Yeri ve Tarihi: SAMSUN / 01.10.1979

Telefon: 0 532 503 72 56

E-Posta: shaciosmanoglu@csgb.gov.tr,

Eğitim Bilgileri:

Lise: Samsun Anadolu Lisesi (1990-1997)

Lisans: Endüstri Mühendisliği / Kocaeli Üniversitesi (1998-2002)

Yüksek Lisans: Kazaların Çecresel ve Teknik Araştırması / Gazi Üniversitesi (2011-…)

Yabancı Dil:

İngilizce

İş Tecrübeleri:

1) Sampa Otomotiv (2003-2007 / Üretim Planlama Müdürü / Samsun)

2) Sampa Otomotiv (2007-2009 / İşletme Yöneticisi / Samsun)

3) KASİF (2009-2010 / AB Hibe Proje Koordinatörü)

4) Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü (2010 -)