

---

SERİ

**B**

CİLT

**39**

SAYI

**2**

**1989**

---

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

# ORMAN FAKÜLTESİ

D E R G İ S İ



# MAKİNA DONANIMLARININ KULLANIMINDA İŞ FİZYOLOJİSİ

Doç. Dr. Melikşah YILDIRIM<sup>1)</sup>

Prof. Dr. Yılmaz BOZKURT<sup>1)</sup>

Prof. Dr. Ahmet KURTOĞLU<sup>1)</sup>

## Kı s a Ö z e t

Çalışma hayatında insana ait fiziki güç ile zihinsel faaliyetlerin kombinasyonu her geçen gün değişmektedir. Böylece daha çok, insanın düşünme ve geliştirme yeteneklerini kullanması, buna karşı daha az fiziksel güç harcaması yönünde çalışmalar sürdürülmektedir. İnsanın fiziksel yapısının bedensel çalışmaya uygun olmayışı ve birçok bakımdan ise yetersiz kalışı bu yöndeki çalışmalarını desteklemektedir. Makina donanımları da bu amaçla geliştirilmiş basit fakat önemli elemanlardır.

## 1. GİRİŞ

Makina donanımları, malzemeyi işlem sırasında tutan, yerleştiren, geren, çevreleyen, sevkeden veya herhangi bir şekilde onu etkileyen düzeneklerdir (Dayanak, sevk şablonu vb.). Bu şekilde tanımlanan makina donanımları ölçme ve ölçü kontrolü için kullanılan KILAVUZ ile karıştırılmamalıdır. Makina donanımları, üretim araçları için yardımcı aletler olmakla birlikte zaman zaman üretim aracının görevini tamamen üstlenir.

Artık, makina donanımları olmadan ekonomik bir üretim yapmak mümkün değildir. Bu düşünceden hareketle, insana ait işgücünün korunması ve işin ağırlığının hafifletilmesi için makina donanımlarının kullanılması zorunluluğu iş etüdü araştırmaları ile belirlenmiştir. İş etüdü ile uğraşanlar makina donanımlarının kullanılması yanında, bunların geliştirilmesi ve konstrüksiyonu konularında da devamlı bilgi sahibi olmalıdır.

1) İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi

## 2. MAKİNA DONANIMLARININ FAYDALARI VE FONKSİYONLARI

Makina Donanımları:

- Makina, alet ve insanın birbirlerine uyumunu,
- Mevcut sistemden daha ekonomik bir yararlanmayı,
- Mümkün olduğu kadar az işgücü sarfiyatını,
- İş hacmi ve iş kalitesinin istenilen seviyede tutulmasını sağlar.

Makina donanımları yukarıdaki faydaları sağlarken 4 ana grupta toplanan görevleri yerine getirirler.

- Germe, presleme, tutma, (kama, yay, vida, mil, hidrolik veya pnömatik vakum).
- Sevk etme (sevk rayı, sevk kanalı).
- Taşıma (kaydırak, raylı veya raysız taşıma aracı, kaldırma altlığı (palet, makara). Taşıma donanımlarında ağırlıktan yararlanma esastır.
- Kazalardan koruma (koruyucu başlık, koruyucu kafes). Kazalardan koruyucu donanımlar, ya tehlikeli kısımları kapatırlar veya tehlike anında makinayı durdururlar.

Makina donanımlarının fonksiyonları ise aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Çalışmayı kolaylaştırır ve daha ekonomik hale getirir.
- Çalışmanın daha iyi ve kusursuz yapılmasını sağlar.
- Konstrüksiyonu stabildir.
- Çalışanın lüzumsuz yorulmasını önler (güç harcama, uzanma mesafesi, iş tekrarları).
- Kolay ve tam güvenli bir kullanım özelliğine sahiptir.
- Mekanik, statik, ergonomik ve insana ait motorik bilgilerin birlikte etkileşimi ile en yüksek etki derecesini sağlar.
- İşe uygun olarak tek amaçlı veya üniversal (çok amaçlı) donanımlar şeklinde yapılmıştır.

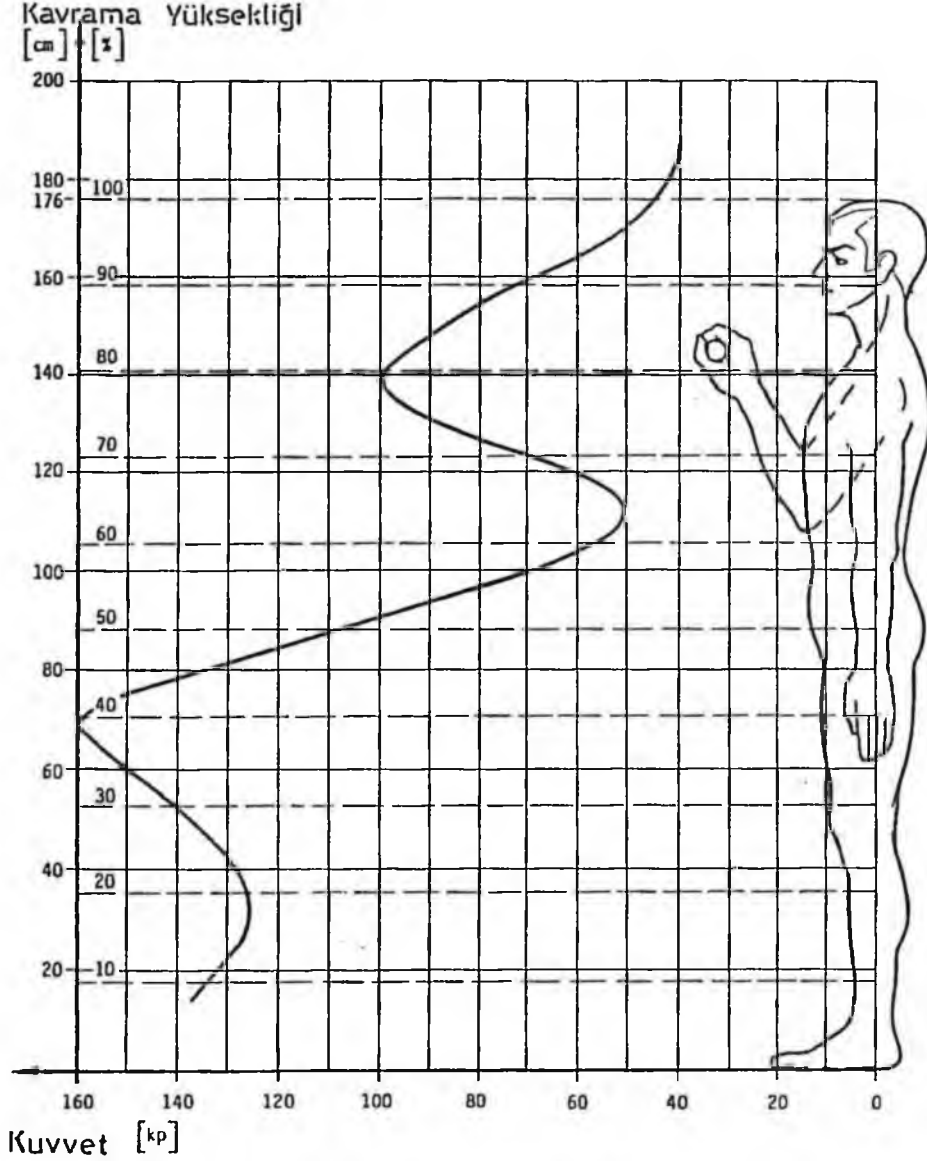
## 3. MAKİNA DONANIMLARI VE İNSAN FİZYOLOJİSİ

İnsan, güç üreten bir makina olarak düşünmek ve onun bedensel gücünden yararlanmak yanlıştır. Çünkü insanın bedensel gücü, elektrik gücü vb. güçlerle karşılaştırıldığında oldukça küçük kalmakta. Diğer taraftan ise çok pahalı olduğu görülmektedir. Bu bakımdan makina donanımları, insanın enerji kaynağı olarak kullanılması yerine geçebilir. İnsan gücü ile yapılan, devamlı tekrarlayan hareketlerin insan üzerindeki fiziksel yüklenmeleri yanında olumsuz psikolojik etkileri de bulunmaktadır. Kısa süre sonra yorulma şeklinde kendini gösteren bu durum, işi olumsuz yönde etkiler. Devamlı tekrarlayan hareketlere; boyu vb. sürme, tutkallama, taşıma ve sevk etme gibi örnekler verilebilir.

İnsanın görme, tutma, duyma, hissetme vb. bir çok üstün özellikleri olmasına rağmen bunların kapasitelerinin sınırlı ölçülerde olduğu unutulmamalıdır. Bu şekilde insanın yeterli olmadığı durumlarda gene yardımcı donanımlara ihtiyaç vardır.

Diğer taraftan çalışan insan kazalara karşı korunmuş olmalıdır. Buradan anlaşılacak, yalnız kazalardan korunma yöntemlerinde öngörülen esaslarla yetinilmesi değildir. Alet ve makinaların koruyucu donanımlarla daha verimli çalışması sağlanmalıdır. Bu şekilde ancak iş etkinliği artırılabilir.

İnsana ait fizyolojik maksimum güç, organların işe göre durumundan etkilenmektedir. Örnek olarak kaldırma gücü ele alınırsa, yükün yerden itibaren ne kadar yüksekte kavrıldığı önemlidir. Kaldırma gücünün maksimum olduğu yükseklik, el aşağı doğru serbest dururken el orta noktası yüksekliği olarak belirlenmiştir. Bu yükseklik yerden itibaren 70 cm civarındadır (Şekil 1). Gücün minimum olduğu yükseklik dirsek mesafesi olup yerden itibaren 110 cm civarındadır. İkinci maksimum güç omuz yüksekliği olup yerden 140 cm civarında bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1: İnsana Ait Maksimum Kaldırma Gücü (IfaA, 1977)

İnsan vücudunun fizyolojik yapısı ağır bedensel çalışmaya uygun değildir. Ağır işler insan vücudunda deformasyona sebep olduğu gibi sağlık zararları da meydana getirebilir. Özellikle taşıma ve transport işlerinde maksimum yükün 55 kg dan fazla olmaması ILO tarafından tavsiye edilmiştir. Diğer taraftan, işin yapılış süresi de iş ağırlığı ile ilişkilidir. Buna göre erkek ve kadın çalışanlar için sınır değerleri çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1: Yük Taşımada Sınır Değerler

Çalışma Süresi (Saat)	Yük Sınır Değerleri (kg)					
	Erkek			Kadın		
	G	N	Z	G	N	Z
1	50	40	30	30	20	15
1,5-2	32	25	18	16	12	9
4-6	20	14	9	9	6	4
6-8	10	6	3	5	2,5	1
G: Güçlü	N: Normal			Z: Zayıf bünyeli		

### 3.1 Vücut Duruşu ve Vücut Ölçüleri

İş yapılırken vücut duruşu ile enerji sarfıyatı arasında ilişki olduğu unutulmamalıdır. Bu surette vücut duruşuna uygun bir şekil verilmesi ile enerji tasarrufu sağlanabilir. İnsan yatay vaziyette dinlenirken en az enerji kullanır. Buna "temel enerji tüketimi" (veya istirahat halindeki enerji tüketimi) denilmektedir. İnsan vücudunun diğer şekillerdeki duruşu ilave olarak enerji gerektirir (Şekil 2).








Çalışanların vücut ölçüleri, iş araç-gereçleri açısından önemli bir yer tutmaktadır. Ülkemizde sanayi işçileri üzerinde yapılan bir araştırmada 50 değişik ölçüm yapılarak Türk sanayi işçilerinin ortalama vücut ölçüleri tespit edilmiştir (Çizelge 2).

İnsana ait vücut ölçüleri, özellikle çalışma şeklinin (vücut duruşu) makina donanımları ile kolaylaştırılmasında önem taşımaktadır. Bu bakımdan makina donanımlarının konstrüksiyonunda vücut ölçülerinin dikkate alınması gerekir. Bu şekilde ancak işin insana uyumu sağlanabilir.

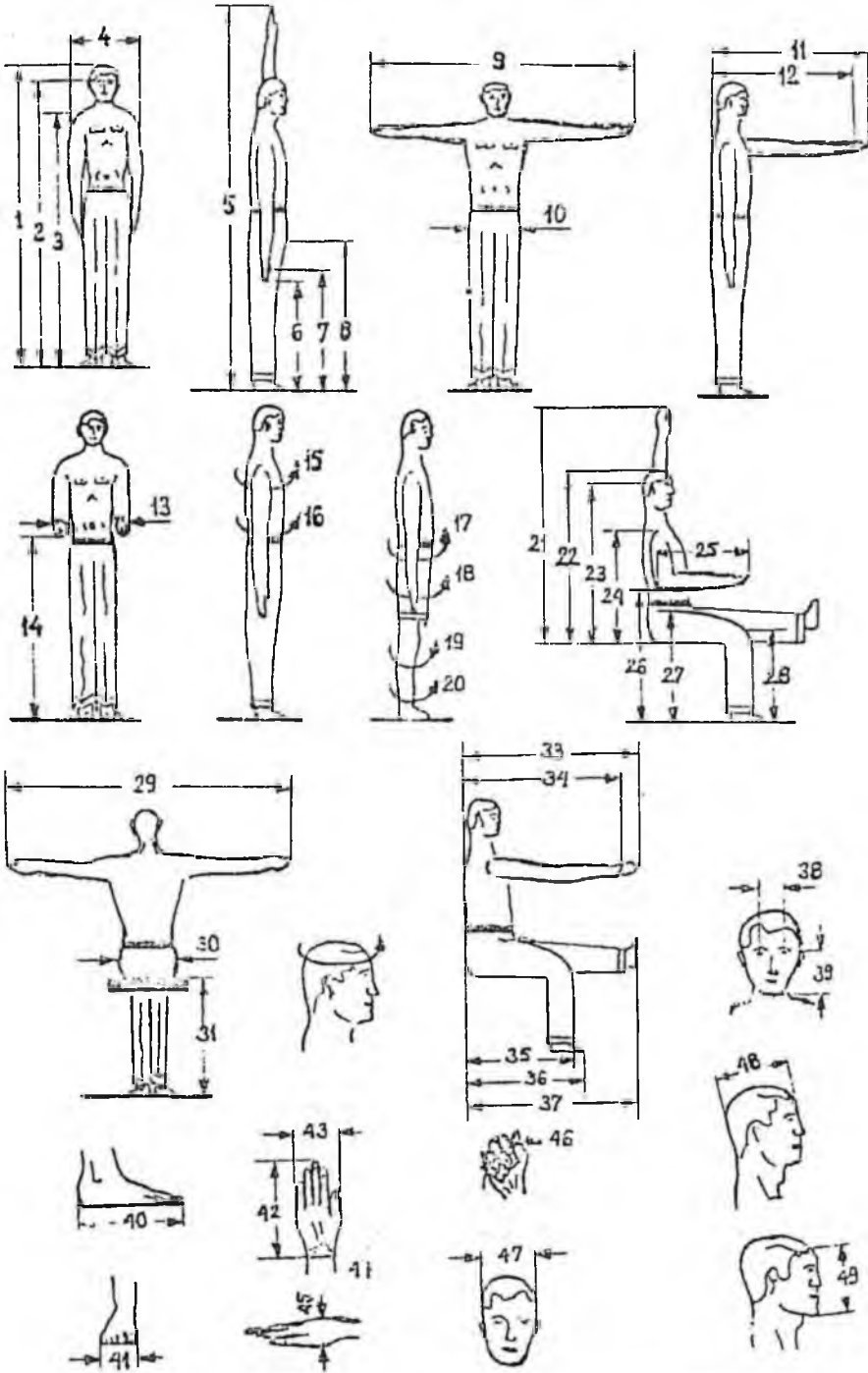
### 3.2 Görme, Kavrama Alanları

İnsanların bizzat kendi vücut ölçüleri ve vücut duruşları, çalışma sırasında objeleri görmeleri ve kavramaları bakımından önemlidir. Normal masa üstü çalışmalarında Türk işçisi için şekil 3’te verilen ölçüler tavsiye edilmektedir.

İnsana ait kavrama alanları çalışanların kol uzunluklarından etkilenmektedir. Çalışan, masa üzerindeki her alana aynı rahatlıkla ulaşamaz. Bu, eklemlerin özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Bu şekilde kavrama alanı içinde elverişli ve daha az elverişli alanlar söz konusudur. Masa başında yapılan işlerde masa kenarı insanın vücudundan 5-19 cm kadar öndedir. Böyle bir durumda, kollarını masaya dayamadan çalışan bir insanın elleri ile iş gördüğü alan merkezi, vücudundan 25-30 cm önde bulunmaktadır. Kolların masaya dayanması halinde ise bu uzaklık 30-40 cm dir. Dirseklerin hareket alanı altındaki yan alanlar, erişilmesi zor olan bölgelerdir. İnsan, elini uzattığında elinin altında ve vücuduna yakın yerlerde bulunan alet ve objeleri kolaylıkla kavrayabilir.

Vücut konumu	Enerji tüketimi artışı kcal/dak.	Nabız atışı Artış/dak.	Fazla yüklenen Kas tipi	+ Elverişli - Elverişsiz
 Yatma	0,00	0	—	+ Kan dolaşımı - Hareket alanı
 Oturma, normal	0,06	7	—	+ Denge + Gövde ağırlığı - Oturma yerinde kan dolaşımı
 Oturma, eğilerek	0,16	13	Sırt	+ Denge + Gövde ağırlığı - Solunuma - Karın
 Ayakta, normal	0,16	14	—	+ Hareket + Hareket değişikliği - Denge - Bacak yükü
 Ayakta, eğilerek	0,38	18	Sırt Bacak	+ Hareket alanı + Hareket değişikliği - Denge - Bacak yükü - Statik iş
 Diz çökme, eğilerek	0,30-0,40	22	Sırt	- Dizler - Kan dolaşımı - Statik iş
 Ayakta, çok eğilerek	0,56	17	Sırt Bacak	+ Hareket alanı + Hareket değişikliği - Denge - Bacak yükü - Statik iş

Şekil 2: Çeşitli Vücut Duruşlarında Enerji Tüketimi

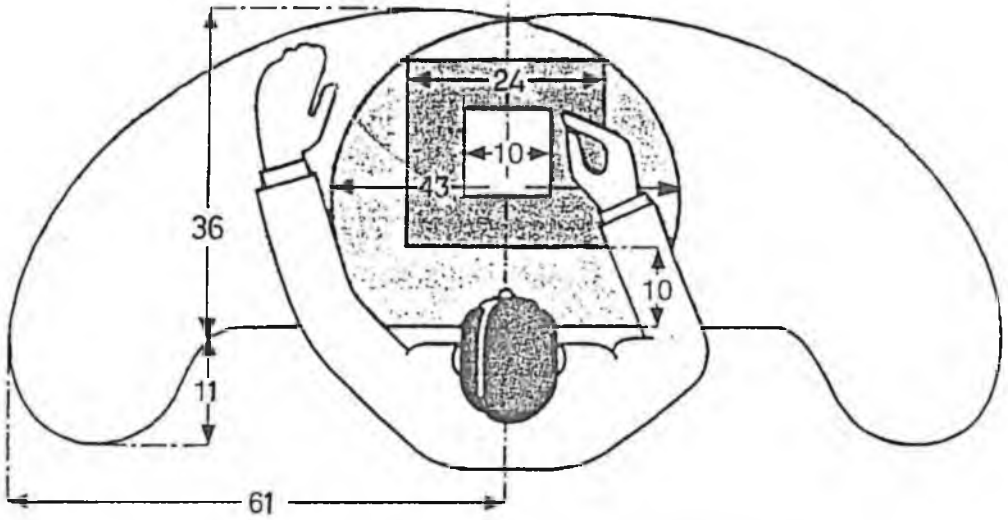


Çizelge 2: Türk Sanayi İşçilerinin Ortalama Vucut Ölçüleri

Çizelge 2: Türk Sanayi İşçilerinin Ortalama Vücut Ölçüleri (ÖZOK, 1988)

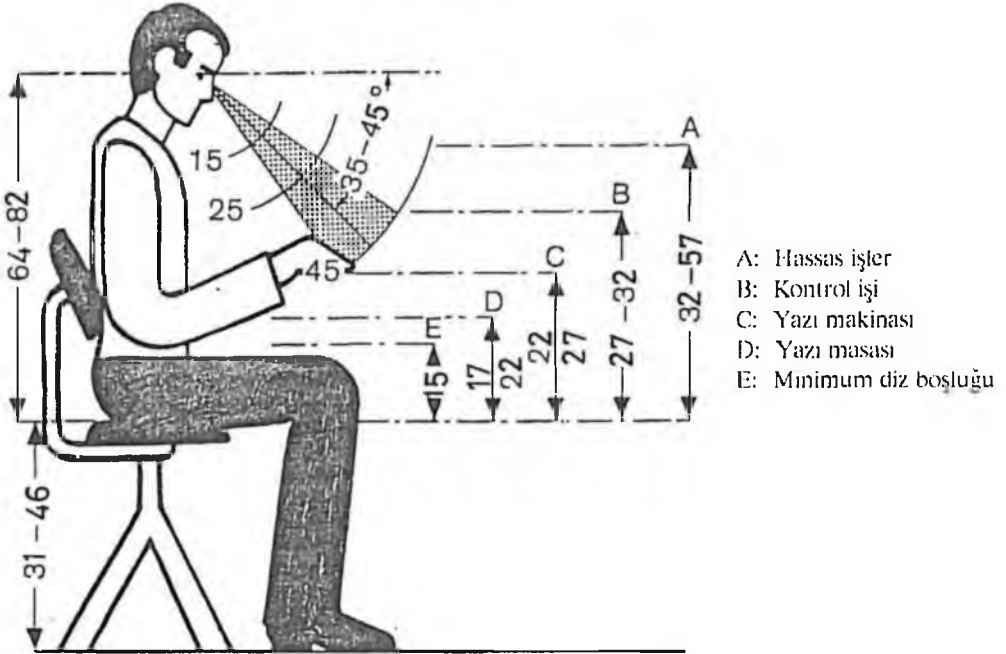
Nr.	Ölçü Türü (cm)	Ortalama	Nr.	Ölçü Türü (cm)	Ortalama
1	Boy	168,1	26	Dirsek yüksekliği	67,8
2	Göz yüksekliği	157,2	27	Uyluk yüksekliği	58,9
3	Omuz yüksekliği	138,3	28	Diz yüksekliği	50,3
4	Omuz genişliği	42,6	29	Kollar yana açılmış durumda parmak uçları arası uzaklık	170,7
5	Kol yukarı durumda parmak ucu yüksekliği	213,2	30	Kalça genişliği	35,6
6	Yumruk yüksekliği	69,7	31	Oturma yeri yüksekliği	43,2
7	Parmak ucu yüksekliği	62,4	32	Kafa çevresi	55,8
8	Apışarası yüksekliği	75,1	33	Omuz hareketli, kol öne uzanmış durumda parmak ucu uzaklığı	91,5
9	Kollar yana açılmış durumda parmak uçları arası uzaklık	171,1	34	Omuz hareketsiz, kol öne uzanmış durumda parmak ucu uzaklığı	82,1
10	Kalça genişliği		35	Sırt -diz ucu uzaklığı	61,2
11	Omuz hareketli, kol öne uzanmış durumda parmak ucu uzaklığı	90,1	36	Sırt-ayak parmak ucu uzaklığı	78,9
12	Kol hareketsiz, kol öne uzanmış durumda parmak ucu uzaklığı	82,8	37	Sırt-taban uzaklığı	106,4
13	Dirsek arası uzaklık	44,6	38	Gözler arası uzaklık	6,4
14	Dirsek yüksekliği	102,2	39	Göz-çene uzaklığı	11,7
15	Göğüs çevresi	91,1	40	Ayak boyu	26,1
16	Bel çevresi	82,8	41	Ayak genişliği	10,1
17	Kalça çevresi	94,5	42	El boyu	19,1
18	Üst baldır çevresi	51,8	43	El genişliği	10,5
19	Alt baldır çevresi	35,1	44	Bilek çevresi	17,3
20	Ayak bileği çevresi	22,8	45	El yüksekliği	4,6
21	Kol yukarı durumda yumruk yüksekliği	126,9	46	Yumruk çevresi	28,2
22	Üst vücut yüksekliği	88,8	47	Kafa genişliği	16,1
23	Oturma halinde göz yüksek.	77,6	48	Kafa boyu	18,4
24	Omuz yüksekliği	59,4	49	Kafa yüksekliği	22,1
25	Dirsek-parmak ucu uzaklık	46,2	50	Ağırlık (kg)	66,5





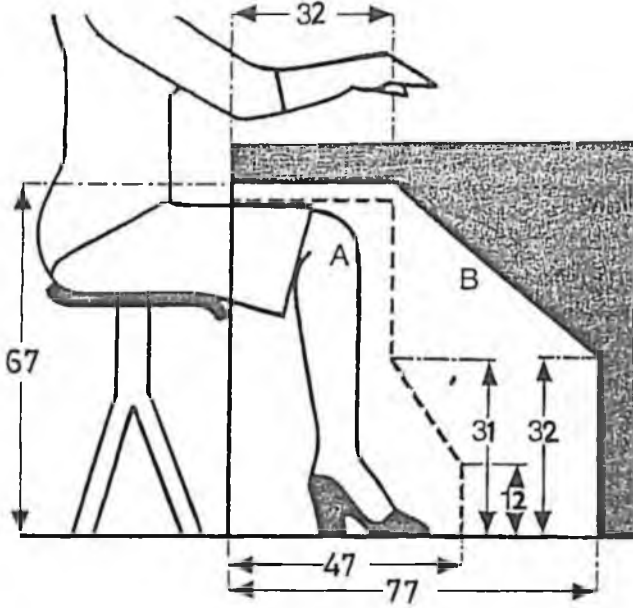
Şekil 3: Masada Çalışmada Kavrama Alanları (ÖZOK, 1988)

Çalışanlar açısından, çalışma alanı yanında "Çalışma yüksekliği" de çok önemlidir. Bu yükseklik oturarak çalışıldığında oturma yüzeyinden itibaren, ayakta durarak çalışılan masanın yüksekliği ile eşit olmayabilir. Çünkü çalışan obje masanın yüzeyinden daha yüksekte bulunabilir (yazı makinası gibi). Yapılacak işlem türü ve hassasiyeti çalışma yüksekliğini etkiler. Diğer taraftan objeye bakış açısı da önemlidir (Şekil 4).



Şekil 4: Masada Çalışma Yükseklikleri (cm) (ÖZOK, 1988)

Oturarak çalışma sırasında çoğunlukla ayakların etkinliğinden de yararlanmak mümkündür. Bu durumda, çalışma masasının altında ayakların rahat hareket edebilmesi için yeterli mesafelerin bulunması gerekir (Şekil 5).



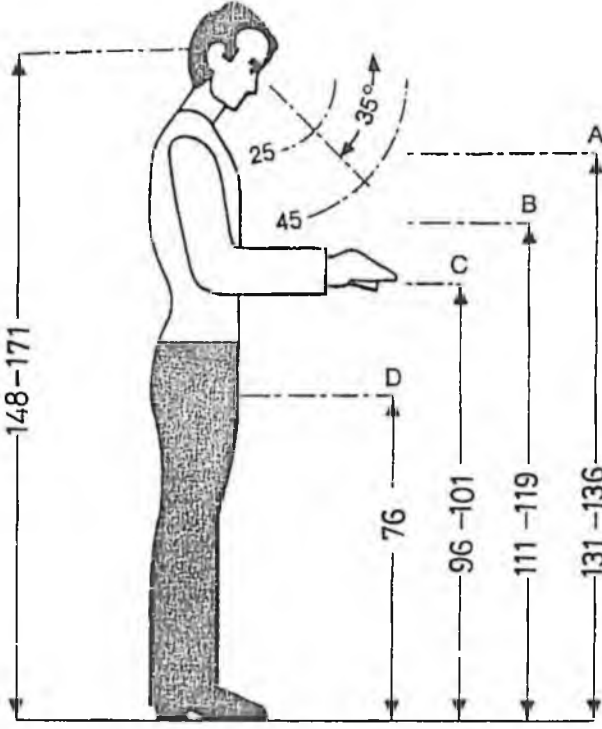
Şekil 5: Oturarak Çalışma Durumunda Ayaklar İçin Yaklaşık Ölçüler (cm) (ÖZOK, 1988)

Ayakta durarak çalışma sırasında işe uyum, oturarak çalışmaya nazaran daha zordur. Çünkü çalışanlar arasındaki boy farklılıkları "çalışma yüksekliği"nin de 25 cm'ye kadar değişebileceğini göstermiştir. Çalışma masaları ve makineler standart ölçülere göre yapıldığından ortalama boy değerlerinden aşırı farklılık gösteren çalışanlar bazı zorluklarla karşılaşmaktadır. Türk sanayi işçisi için ortalama çalışma yükseklikleri Şekil 6'da gösterilmiştir.

Çalışırken, oturmak veya ayakta durmak çoğunlukla çalışanın arzusuna bağlı değildir. İşin gereği, çalışmada duruş şeklini belirleyebilir. Ayakta veya oturarak yapılan iki ana duruş şekli iki açıdan önem taşımaktadır.

- Yapılan işin özelliği
- Çalışan kişinin zorlanması

Yapılan işin özelliği dikkate alındığında; çok sayıda el, kol hareketlerinin gerekli olduğu çalışmalarda ve büyük bedensel güç kullanılan işlerde ayakta durarak çalışmak uygundur. Çünkü, ayakta duran insan, el kol hareketlerini daha iyi kullanabileceği gibi, bedensel gücünü kullanırken vücut ağırlığından da kolaylıkla yararlanabilir. Elin sakin tutulmasını gerektiren, hassas gözlem yapılan işlerin oturarak yapılması zorunludur.



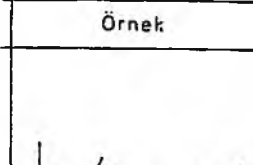
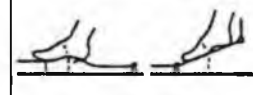

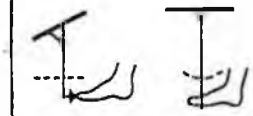
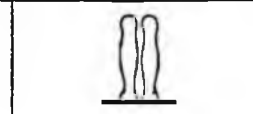

- A. Sürekli gözlenecek işlerin yüksekliği
- B. Makinalı çalışmalarda tezgâh yüksekliği
- C. Hassas göz kontrolü gerektirmeyen, fakat dirsek serbestliği isteyen el işçiliği
- D. Ağır iş objeleri ile çalışma

Şekil 6: Ayakta Çalışma Durumunda Yaklaşık Ölçüler (cm) (ÖZOK, 1988)

Çalışan kişinin zorlanması açısından bakıldığında, oturarak çalışma tercih edilmelidir. Uzun süre ayakta durarak çalışma sonucunda, kan dolaşımı bozukluğu ve varis hastalığı ortaya çıkmaktadır. Buna karşın oturarak yapılan çalışmalarda da gene kan dolaşımı ve sindirim bozuklukları gibi şikayetler söz konusudur.

Çalışma sırasındaki vücut duruş şekilleri ve ortaya çıkan olumsuz sonuçları önlemek için, işin özelliği elverişli ise değiştirerek oturma ve ayakta durma şekli kombine edilmelidir. Gerçekten, dikkatle incelendiğinde birçok işlerin buna uygun olduğu görülecektir. Buna göre hem oturarak hem de ayakta yapılan işlerde çalışma yüksekliği, oturma yüksekliği ve oturma yüksekliğinin ayarlanabilir olması önemlidir.

İş alet ve makinalarına ait kumanda elemanlarının, çalışanın optimal fizyolojik kavrama alanı içinde bulunması yanında, konstrüksiyonu da önem taşımaktadır. Özellikle, boyut, şekil, materyal ve fonksiyon açısından gerekli ön etütlerin yapılması gerekir. Böylece güvenli ve verimli bir çalışmanın önkoşulu yerine getirilmiş olur. Kumanda elemanları genellikle el veya ayak yardımıyla kullanılmaktadır (Şekil 7-S).

Kumanda Türü ve Hareket Merkezi	Kullanım Sahası	Örnek
<b>1. KUMANDA KOLUNU ÇEKMEK, BASTIRMAK, EĞMEK</b>		
a. Omuz Mafsalı	Büyük kuvvetler (<25 kg) Büyük mesafeler	
b. Ön kol veya el bileği mafsalı	Küçük kuvvetler (<1 kg) Küçük mesafeler	
<b>2. DÖNDÜRMEK</b>		
a. Omuz mafsalı	Büyük kuvvetler Büyük çevirme açısı Yavaş	
b. Dirsek mafsalı	Orta derecede kuvvetler Büyük çevirme açısı Hızlı ( $\varnothing < 40$ cm)	
c. El bileği mafsalı	Küçük kuvvetler Büyük çevirme açısı Çok hızlı ( $\varnothing < 12$ cm)	
<b>3. ÇEVİRMEK</b>		
a. Omuz mafsalı	Büyük kuvvetler (<25 kg) Küçük çevirme açısı (<100°)	
b. Ön kol	Orta derecede kuvvetler (<5 kg) Küçük çevirme açısı ( $\leq 120^\circ$ ) ( $\varnothing = 8... 12$ cm)	
c. Parmak	Küçük kuvvetler (<2 kg) Büyük çevirme açısı hızlı ( $\varnothing = 2... 8$ cm)	
<b>4. BASTIRMAK</b>		
a. Parmak	Küçük kuvvetler	
b. El ayası	Orta derecede kuvvetler	

Şekil 7: El ile Kullanılan Kumanda Elemanları (IfaA. 1977)

Kumanda Türü ve Hareket Merkezi	Kullanım Sahası	Örnek
<b>1. AYAK BİLEĞİNDEN DÖNDÜRME HAREKETİ</b>		
a. Ayak topuğu sabit	Otururken 3-6 kg Ayakta 10-30 kg Mesafe 40-60 mm	
b. Ayak ayası hareketli	Otururken 4-9 kg Ayakta 14-40 kg Mesafe 40-60 mm	
c. Ayak ayası sabit	Otururken 2-4 kg Ayakta 5-15 kg Mesafe 30-40 mm	
<b>2. AYAĞIN YUKARI-AŞAĞI HAREKETİ</b>		
Ayak (Sık tekrarlar için uygun değildir)	Oturarak 8-10 kg Ayakta 8-50 kg Büyük mesafe	
<b>3. AYAĞIN İLERİ-GERİ HAREKETİ</b>		
a. Ayak serbest	Küçük kuvvet Küçük mesafe	
b. Ayak destekli	Orta derecede kuvvet Büyük mesafe	
<b>4. DİZ HAREKETİ</b>		
Dizler	Küçük kuvvet Küçük mesafe	

Şekil 7: Ayak ile Kullanılan Kumanda Elemanları (IfaA, 1977)

### 3.3 İnsana Ait Verim Gücü

İnsanın fiziksel gücü sınırlıdır. İnsan tarafından yapılan bedensel çalışmalar, bu çalışma için harcanan enerji miktarı ile karşılaştırıldığı zaman anlam kazanır. İnsan herhangi bir iş yapmadığı halde de vücut duruşlarına göre değişik miktarlarda enerji ihtiyacı duyar (Çizelge 3).

Çizelge 3: Çeşitli Vücut Duruşlarında Enerji İhtiyaçları

Vücut Duruş Şekli	Kalori İhtiyacı
Oturmak	0.3 kcal/dak
Diz çökmek	0,5 "
Çömelmek	0,5 "
Ayakta dik durmak	0,6 "
Eğitmek	0,8 "
Yürümek	1,7-3.5 "

Yapılan işin yapılış şekli ve o işin ağırlığına göre belirlenen "iş enerjisi" yukarıda verilen temel enerji ihtiyacına ilave edilir. İş enerjisi genel olarak çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4: İşe Srfedilen Enerji Miktarları (kcal/dak)

İşin Yapılış Şekli	Hafif	Orta	Ağır	Çok ağır
El İşçiliği	0,3-0,6	0,6-0,9	0,9-1,2	-
Tek el (kol) ile yapılan işler	0,7-1,2	1,2-1,7	1,7-2,2	-
Çift el (kol) ile yapılan işler	1,5-2,0	2,0-2,5	2,5-3,0	-
Vücut ile yapılan işler	2,5-4,0	4,0-6,0	6,0-8,5	8,5-11,5

Makina donanımları ile ilgili olarak bilinmesi gereken iş enerjisi miktarları aşağıda; kaldırma, çekme, bastırma, çevirme ve döndürme gibi temel hareketlerin değişik uygulama şekilleri için verilmiştir.

- Düz yolda yürümek	<u>kcal/dak</u>
4 km/saat	3,1
7 km/saat	7,1
- Kaldırmak	
(10 kp, dakikada 10 tekrar)	
0 cm den 50 cm ye	3,7
0 cm den 100 cm ye	5,7
0 cm den 150 cm ye	6,9
50 cm den 100 cm ye	2,5
50 cm den 150 cm ye	3,8
100 cm den 150 cm ye	1,6

- Kaldırmak (30 kp, dakikada 10 tekrar)	
0 cm den 50 cm ye	6,6
0 cm den 100 cm ye	12,0
0 cm den 150 cm ye	18,9
50 cm den 100 cm ye	6,3
50 cm den 150 cm ye	12,0
100 cm den 150 cm ye	6,5
- Aşağıya doğru çekmek/bastırmak 15 mkp, dakikada 20 tekrar)	
Yükseklik 175 cm (Çekmek)	4,4
Yükseklik 125 cm (Çekmek/Bastırmak)	5,7
Yükseklik 75 cm (Bastırmak)	5,3
- El tekerini döndürmek (Çap: 50 cm, Yükseklik: 1,0-1,2 m, Yapılan iş: 8,8 mkp/devir, 30 devir/dak)	4,8
- Manivela kolunu çevirmek (Daire çapı: 40 cm, yükseklik 100 cm)	
Çevirme gücü: 6 kp,	
Yapılan iş: 15,5 mkp/devir	7,3
Çevirme gücü: 10 kp,	
Yapılan iş: 25,1 mkp/devir	9,5
Çevirme gücü: 15 kp,	
Yapılan iş: 35,2 mkp/devir	10,6

Yapılan iş sırasında sarfedilen enerji, işin ağırlığı ve yapılaş şekline göre değişmektedir. Bununla ilgili olarak geliştirilmiş formüller ve tablolar (SPITZLER-HEITTINGER) vardır. Bu şekilde enerji sarfiyatının bulunması aşağıda iki örnekle açıklanmıştır.

Örnek 1 : Düz veya 70° ye kadar eğimli yolda yük taşıma sırasında enerji sarfiyatının formül yardımıyla bulunması (Bu işi yapan kişinin 70 kg ağırlığında olduğu kabul edilmiştir).

Taşınan Yük: 30 kg

Tekrar sayısı (n): 18 tekrar/saat

Taşıma yolu uzaklığı (s): 27 m

Kaldırma/İndirme yüksekliği (Y<sub>1</sub>): 1,3 m

Eğim yüksekliği (Y<sub>2</sub>): 4,0 m

Kullanılan formül:

$$E = n (s \times T + K_1 \times Y_1 + K_2 \times Y_2)$$

E = Enerji sarfiyatı (kcal/saat)

T = Yüklü veya yüksüz yürüme sırasındaki enerji sarfiyatı (kcal/m) (Çizelge 5)

K<sub>1</sub> = Kaldırma/İndirme sırasındaki enerji sarfiyatı (kcal/m) (Çizelge 5)

K<sub>2</sub> = Meyil sebebiyle enerji sarfiyatı (kcal/m) (Çizelge 5)

Çizelge 5: Yük Taşımada Enerji Tüketimi İle İlgili Sabit Değerler

Yük Ağırlığı (kg)	Yürümede Enerji Tüketimi (kcal/m)	Taşımada Enerji Tüketimi (kcal/m)	Kaldırmada Enerji Tüketimi (K <sub>1</sub> ) (kcal/m)	Meyil Sebebiyle Enerji Tüketimi (K <sub>2</sub> ) (kcal/m)
0	0,047	0,094	0,40	0,81
10	0,054	0,101	0,57	0,93
20	0,065	0,112	0,83	1,07
30	0,080	0,127	1,27	1,23
40	0,100	0,147	1,98	1,42
50	0,122	0,169	3,05	1,64

$$\begin{aligned}
 \text{Çözüm: E} &= 18 (27 \times 0,127 + 1,3 \times 1,27 + 4 \times 1,23) \\
 &= 18 (3,43 + 1,65 + 4,92) \\
 &= 180 \text{ kcal/saat} \\
 &= 3 \text{ kcal/dak}
 \end{aligned}$$

Örnek 2 : Atölyede ağaç malzeme taşıma işlerinde iş akış analizine dayalı olarak ve kalori tablolarından yararlanarak enerji tüketiminin bulunması (Çizelge 6).

Çizelge 6: İş Akış Analizine Dayalı Enerji Tüketimi

İş Akış Dilimleri	Akış Dilimi süresi (dak)	Enerji Tüketimi (kcal/dak)	Toplam Tüketim (2) × (3) (kcal)	Kaynak Spitzer-Hettinger (kap./s.)
1	2	3	4	5
Atölyede yüksüz yürüme (4 km/saat)	0,65	3,1	2,02	111/21
Ağaç malzemeyi omuza kaldırma (150 cm yükseklik)	0,10	18,9	1,89	124/28
Ağaç malzemeyi taşıma (4 km/saat)	0,80	5,3	4,24	121/24
Ağaç malzemeyi bırakma	0,10	18,9/2	0,95	124/28
Bekleme	00,35	0,6	0,24	98
Toplam	2,00	-	9,34	-
Ortalama (kcal/dak)	-	-	4,67	-



Örnek 2'de açıklanan iş için enerji tüketimi dakikada 4,67 kcal olarak bulunmuştur. Bulunan bu değer ortalama güç tahammül sınırını (4,2 kcal/dak) aştığından bu iş için dinlenme süresi verilmesi gereklidir. Dinlenme süresi BÖHRS-SPITZLER formülü ile bulunabilir.

$$E = \left( \frac{E_i}{E_m} - 1 \right) \cdot 100$$

E = Dinlenme süresi (%)

$E_i$  = İşe sarfedilen enerji miktarı (kcal/dak)

$E_m$  = Güç tahammül sınırı (4,2 kcal/dak)

$$E = \left( \frac{4,7}{4,2} - 1 \right) \cdot 100$$

E = % 12

#### 4. İNSAN-TEKNİK (ALET-MAKİNA) KARŞILAŞTIRMASI

İş düzenleme çalışmalarında teknik imkanlardan aktıcı bir şekilde yararlanmak esastır. Bunun için insanın özellikleri ve ihtiyaçları dikkate alınmalıdır.

##### 4.1 İnsanın Üstün Özellikleri

- Çok zayıf veya karışık ses ve görüntüler arasından görme ve işitme duyuları ile belirli informasyonu alabilir. Örnekler; Radar koruma sinyalleri, Üstü yüzey hataları, El yazıların tanınması.
- Koklama, tutma ve dokunma gibi duyu organları ile çok zayıf uyarıları alabilir.
- İnfomasyonları yorumlayabilir.  
Örnek: Genel talimatlar.
- Mekânları, çok boyutlu olarak algılayabilir.  
Örnekler; Mekân derinliği, Şekil, Uzaklık tahmini,
- Çevrenin zararlı etkisinden kendini koruyabilir.
- Zor açıklanabilen koşullar altında gelişen olayların sonuçlarını tecrübeye dayanarak önceden tahmin edebilir.
- Yenilik, değişiklik ve yeni buluş yapabilir.
- Bir çok informasyonu uzun süre hafızada tutabilir, tekrar geri verebilir. Fakat infomasyonun ilk şekli değişebilir.
- Bilgileri değerlendirerek amaç doğrultusunda karar verebilir.  
Karışık ve zor kararları planlayarak uygulayabilir.  
Karışık ve zor problemleri çözebilir.  
Ortaya çıkabilecek hataları önceden farkederek gerekli düzeltmeleri yapabilir.
- Ani değişikliklere hemen uyum sağlayabilir.
- Fazla zorlanmaya karşı belirli süre dayanabilir. Bu şekilde ortaya çıkan yorulma, dinlenme ile giderilebilir.  
Çeşitli durumlara kısa sürede uyabilir ve yeni bilgileri öğrenebilir.  
Ani durumlarda hazırlıksız olarak sorun çözebilir.

#### 4.2 Tekniğin Üstün Özellikleri

- Diğer bir şekilde algılanamayan sinyalleri yakalayabilir.  
Örnek: Röntgen ışınları.
- Güç kullanımı, istenilen büyüklükte ve ölçüde, istenilen şekilde ayarlanabilir.
- Tekrarlanan işlerde, her defasında aynı akış tatbik edilebilir.
- Bilgileri, ilk şekli ile (Kısa süre) muhafaza eder.
- Sık kullanılan matematik işlemleri, diferansiyel ve entegral hesaplarını uygulayabilir.
- Basit, direkt sonuçta giden (Evet-Hayır kararları) kararları belirleyebilir.
- Karışık işlemleri, kısa zaman içinde, doğru olarak ve zamanında yapabilir.
- Uzun süre ara vermeksizin çalışabilir.
- Zor çevre koşulları altında çalışabilir. Bunun için özel konstrüksiyon gereklidir.

#### 4.3 İnsan Tarafından Yapılması Uygun Olmayan İşler

- Uzun bir zaman içinde, kısa süreli, sistematik tekrarlanan, basit işler (Bu tip işler monoton olması sebebiyle işten kaçma ve kısa sürede psikolojik doyum hissi yaratır).
- Nadiren müdahale gerektiren, uzun süreli, izleme ve kontrol çalışmaları (Bu tip işlerde yarım saat sonra insan verimi büyük ölçüde düşer).
- Tehlikeli işler.
- Çok kötü çevre koşulları altında yapılan işler.

### 5. MAKİNA DONANIMLARININ KONSTRÜKSİYONU

Makina donanımlarına ihtiyaç duyulması öncelikle maliyet düşürme maksadıyla düşünülmüş, böylece insana ait işgücünün etkinliğinin artırılması ve işletmenin daha ekonomik çalışması hedeflenmiştir. İşletmeler kârlı çalışmak zorundadırlar. Bu amaçla yapılan çalışmaların insan fizyolojisi (iş fizyolojisi) esaslarına uyumlu olması, işletmelerin amaçlarına ulaşmasında çok önemli bir yer tutar. İnsan tarafından kullanılan alet ve makineler ve bunlara ait donanımların insana uyumu, verimli çalışmanın birinci koşuludur.

Çalışanlar bir taraftan ağır bedensel çalışmalar yaparken, diğer taraftan mekanizasyona giden işlerde çoğunlukla kontrol görevi yaparlar. Bu durum dikkate alınarak makina donanımlarının konstrüksiyonunda aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir.

- İnsan vücudunun mekanik ve fiziksel yapısına uyumlu olmalı. İnsan üzerindeki fiziksel yük azaltılmalı veya tamamen kaldırılmalı.
- İnsanın maksimum kas gücünü aşmamalı.
- Normal olmayan vücut duruşu önlenmeli.
- Tek taraflı yüklenme önlenmeli.  
Monoton çalışmaya sebep olmamalı.
- İnsanın algılama organlarının maksimum etki derecesini aşmamalı.
- Kumanda elemanlarının düzenlenmesi ve yerleştirme düzeni ile bunların gösterge ve işaretleri insan psikolojisine uygun olmalı.  
Dış görünüşü basit olmalı.  
Kullanımı kolay olmalı.  
İnsan, bizzat koruyucu donanım olarak düşünülmemeli.

Metot geliştirme çalışmalarında makina donanımlarının kullanılması gereği, genellikle iş fiziolojisi açısından yapılan değerlendirmelerde söz konusu olmaktadır. Çünkü iş fiziolojisi, insana ait işgücünün korunmasına öncelik vermektedir. Aslında insan gücü ile yapılan her iş teorik olarak makina ve donanımları tarafından gerçekleştirilebilir. Ancak karmaşık yapıya sahip donanımlar ekonomik olamamaktadır. Bu durumda insan gücü önem kazanmaktadır. İşlemlerin basitleştirilmesi, basit makina donanımlarının kullanılmasına ve ekonomik bir çalışmaya olanak sağlar. Böylece insana ait işgücü korunmuş olur. Daha doğrusu, tasarruf edilen işgücünden başka yerlerde yararlanılabilir.

Makina donanımları ile ilgili konstrüksiyon çalışmaları için iyi bir buluş yeteneği, bilgi ve beceriye sahip konstrüktöre ihtiyaç vardır. Amaç, en az harcama ile en yüksek etkinliğin sağlanması olmalıdır. Arayışlar daima bu yönde sürdürülmelidir. Yetersizlik sebepleri ise donanım konstrüksiyonuna harcayacak zaman ve bunun yanında gerekli bilgi eksikliğidir.

Makina donanımlarının konstrüksiyonunda çoğunlukla standart verilerden yararlanılır. Böyle bir çalışmada iş etütçüleri ile konstrüktörler en etkin bir şekilde birlikte çalışarak, ilgili ustabaşı ve işçinin de görüşlerini dikkate alarak iyi bir konstrüksiyon geliştirebilirler.

## 6. MAKİNA DONANIMLARINDA EKONOMİKLİK

Makina donanımlarının geliştirilmesinde öncelikle donanım maliyetinin, ürün maliyetine etkisi düşünülmektedir. Bu düşünceden hareketle makina donanımlarında aşağıdaki teorik esaslar dikkate alınabilir.

- Basit bir yapıya sahip olmalıdır.
- Standartlara uygun parçalar kullanılmalıdır.
- Donanımın el ile kullanılması halinde, ağırlık ve kullanılacak güç dikkate alınmalıdır. Talaş vb. artıkların etkisi düşünülmelidir.
- İş objesi kolaylıkla yerleştirilebilmeli, tekrar alınabilmelidir.
- Objenin tespiti için ayar boşluğu kolaylıkla giderilebilmelidir.
- İş objesi güvenli bir şekilde tespit edilebilmelidir.
- Donanım mekanik titreşime sebep olmamalıdır.
- İş objesi germe sırasında deforme olmamalıdır.
- Germe gücü ölçülebilir olmalıdır.
- İş objesi sarsıntı ile gevşememelidir.
- İş objesinin değiştirilmesi kolay ve amaca uygun şekilde gerçekleştirilmelidir.

Makina donanımlarının konstrüksiyonu, geliştirilmesi ve en önemlisi uygulamaya konmasında aranan özellik ekonomik olmasıdır. Bunun için izlenen yöntem, alternatif metotların karşılaştırılmasıdır. Karşılaştırma sonucunda;

- Parça maliyeti,
- Zaman tasarrufu ve
- Kapasite artışı

gibi unsurlar hesaplanarak hangi metodun tercih edileceğine karar verilebilir.

Örnek:

Herhangi bir ürün için beş alternatif metot karşılaştırılmıştır. Örnek alınan işyerinde genel imalat giderleri 13 200 TL/saat'tir. Buna göre 5 değişik metodun uygulamaya geçilmesi halinde parça maliyetleri Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7: Alternatif Beş Metot Karşılaştırması

		1. Metot	2. Metot	3. Metot	4. Metot	5. Metot
		Halen Uygulanan Metot	Geçici Donanım	Basit Devamlı Donanım	Özel Donanım	Yüksek Değerli Özel Donanım
Açıklama	Birim					
Miktar	Adet/ Sipariş	1-50	1-50	50-500	500-5000	10000-20000
Sabit Üretim masrafı	TL	-	50 000	200 000	400 000	500 000
İş süresi	S./parça	2,0	1,0	0,5	0,22	0,15
	dak/parça	120	60	30	13,2	9,0
Değişken Üretim Masrafları	TL/parça	26 400	13 200	6 600	2 904	1 980
1 Adet	TL/parça	26 400	63 200	-	-	-
20 Adet	"	26 400	15 700	16 600	-	-
50 Adet	"	26 400	14 200	10 600	10 904	-
800 Adet	"	-	13 300	7 000	3 704	11 980
5000 Adet	"	-	-	6 640	2 984	2 980
10000 Adet	"	-	-	6 620	2 944	2 480
20000 Adet	"	-	-	6 610	2 924	2 230

Karşılaştırılan beş metot, öngörülen sipariş miktarlarına göre zaman ve maliyet bakımından tasarruf sağlamaktadır. Çizelge 8'de örnek olarak 2. ve 3. metotlar 50 adet sipariş miktarı için karşılaştırılmıştır.

Çizelge 8: Zaman ve Maliyet Tasarrufu

Metot	Parça süresi dak/parça	Üretim maliyeti TL/parça
2	60	14 200
3	30	10 600
Tasarruf	30	3 600
%	50	25

Metot karşılaştırmalarında, zaman ve üretim maliyetindeki tasarruf yanında kapasitenin (Günlük verim) artırılması da önemlidir.

$$\text{Günlük verim (V)} = \frac{t_z \cdot n}{t_g}$$

$t_z$  = Günlük çalışma süresi

$n$  = Faydalanma yüzdesi

$t_g$  = Temel süre

$$t_g = \frac{\text{Parça süresi}}{(1+z_v)}$$

$z_v$  = Ek süre

Örnek:

$T_z$  = 480 dakika

$z_v$  = % 18

$n$  = % 85

Parça süresi (2. metot) = 60 dakika

Parça süresi (3. metot) = 30 dakika

olduğuna göre kapasite artışı aşağıdaki gibi bulunabilir.

$$V_1 = \frac{t_z \cdot n}{t_g} = \frac{480 \times 0,85}{\left[ \frac{60}{(1+0,18)} \right]} = \frac{480}{50,8} = 8 \text{ parça/gün}$$

$$V_2 = \frac{480 \times 0,85}{\left[ \frac{30}{(1+0,18)} \right]} = \frac{408}{25,4} = 16 \text{ parça/gün}$$

Günlük kapasitenin 8'den 16 parçaya yükselmesi % 100 lük bir artış olarak görülmektedir.

Kapasitenin yükseltilmesi sipariş miktarı ile doğrudan ilgilidir. Sipariş miktarının kârlı olduğu noktaya "Kritik sipariş miktarı" adı verilmekte olup aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.

$$M_{kr} = \frac{K_{f2} - K_{f1}}{K_{v1} - K_{v2}}$$

$M_{kr}$  = Kritik sipariş miktarı

$K_f$  = Sabit üretim masrafları

$K_v$  = Değişken üretim masrafları

Örnekte karşılaştırılan 2. ve 3. metotlar için kritik sipariş miktarı şu şekilde hesaplanabilir.

$$\text{Mkr} = \frac{200\ 000 - 50\ 000}{13\ 200 - 6\ 600} = \frac{150\ 000}{6\ 600} = 23 \text{ Adet/Sipariş}$$

Sipariş miktarının 23 adeti aşması halinde 3. metodun ekonomik duruma geldiği görülmektedir. Aynı hesaplamalar diğer metotlar için de bulunabilir. buna göre örnek alınan beş metodun kritik sipariş miktarları aşağıda verilmiştir.

#### Kritik miktarlar

1. Metot	-
2. Metot	4 Adet
3. Metot	23 "
4. Metot	54 "
5. Metot	4978 "

## 7. SONUÇ

Günümüzde teknolojik gelişmeler makineleşme ve otomasyon yönünde hızla ilerlemektedir. Birçok ülke bu gelişmeyi yakından veya uzaktan izlemektedir. Çoğunlukla sorun, uygun teknoloji seçimi veya teknolojiye uyumun sağlanması noktasında ortaya çıkmaktadır. Bu sorunun çözümü kompleks bir yapıya sahip olup çok yönlü araştırmayı gerektirmektedir. Makina donanımları, insan ile makina arasındaki en elverişli çalışma şeklinin sağlanmasında yardımcı olması bakımından bazı sorunların giderilmesinde pay sahibi olacaktır. Böylece insan özelliklerinin ve kapasitesinin bilinmesi, buna uygun makina donanımının geliştirilmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- DGB, ÖGB, SGB, 1978. *Menschengerechte Arbeitsgestaltung*. Bund Verlag, 300 s. Köln.
- DRW, 1969. *Vorrichtungsbau in der Holzindustrie*. *Holzwirtschaftliches Jahrbuch Nr. 18*. DRW Verlags-GmbH 406 s. Stuttgart.
- ERKAN, N. 1988. *Ergonomi*. Milli Produktivite Merkezi Yayınları: 373, 275 s. Ankara.
- ERKAN, N., 1989. *İşletmede İnsan Gücü Verimliliği*. Milli Produktivite merkezi Yayınları: 384, 271 s. Ankara.
- Haa, 1977. *Taschenbuch der Arbeitsgestaltung*. Verlag J.P. Bachem, 300 s. Köln.
- İNCİR, G., 1983. *İmalat Sanayii İşyerlerindeki Ergonomik Uygulamalara Genel Bir Bakış*. Milli Produktivite Merkezi Yayınları: 293, 149 s. Ankara.
- İNCİR, G., 1986. *Ergonomi*. Milli Produktivite Merkezi Yayınları: 240, 60 s. Ankara
- KAMINSKY, G. (Çeviren H. EKE), 1973. *İşyerinin ve Çalışma Araçlarının Düzenlenmesi*. Milli Produktivite Merkezi Yayınları: 141, 58 s. Ankara.
- KIRCHNER, J.K., BAUM, E., 1986. *Mensch-Maschine-Umwelt*. Beuth Verlag GmbH, 397 s. Berlin, Köln.

- KIRCHNER, J.K., ROHMERT, W., 1974. *Ergonomische Leitregeln zur menschengerechten Arbeitsgestaltung*. Carl Hanser Verlag, 174 s. München, Wien.
- LANGE, W., 1988. *Kleine Ergonomische Datensammlung*. Verlag TÜV, 178 s. Reinland.
- MPM, 1973. *Çalışma Şekli ve Kas Yorgunluğu*. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları: 137. 40 s. Ankara.
- MPM, 1977. "İşyerinde Fiziksel Ortamın İyileştirilmesi" Seminerine Sunulan Bildiriler. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları: 212, 95 s. Ankara.
- MÜLLER-WEHRHEIM, K., REINHOLD, W., 1982. *Checkliste zur Physiologischen Arbeitsgestaltung*. Refa Institut, 7. s. Darmstadt.
- ÖZOK, A., F., UĞUR., I. *Türk Sanayi İşçileri Üzerine Antropometrik Bir Araştırma*. TUBİ-TAK- MAG Proje No: 533.
- ÖZOK, A.F., 1988. *Ergonomik Açıdan Çalışma Yeri Düzenleme ve Antropometri*. Eğitim Kitapları Dizisi- 18. 49 s. Türkiye Metal Sanayicileri Sendikası Yayını: 125. İstanbul.
- ÖZOK, A.F., 1985. *Küçük Sanayide Daha Verimli Nasıl Çalışabiliriz?* İstanbul Ticaret Odası Yayın No: 1985-13, 46 s. İstanbul.
- REFA, 1984. *Methodenlehre des Arbeitsstudiums. Teil 1*. Carl Hanser Verlag, München.
- REFA, 1985. *Methodenlehre der Planung und Steuerung. Teil 1, 2, 3*. Carl Hanser Verlag, München.
- REFA, 1987. *Holz-und Kunststoffverarbeitung*. REFA Institut, Darmstadt.
- ROHMERT, W., 1987. *Arbeitswissenschaftliche Prüfliste zur Arbeitsgestaltung*. Beuth Verlag GmbH, 24 s. Berlin, Köln.
- SPITZER, H., HETTINGER, T., KAMINSKY, G., 1982. *Tafeln für den Energieumsatz bei körperlicher Arbeit*. Beuth Verlag GmbH, 160 s. Berlin, Köln.
- TSE, 1987. *Çalışma Sistemlerinin Tasarımında Ergonomik Kurallar*. TS 5108: Mart.