



**ERGONOMI**

# ERGONOMİ

## BÖLÜM I

# Ergonomi nedir?

**Ergonomi; "çalışılan ve yaşanan çevrenin insan özelliklerine uygun olarak tasarımılanması çalışması"** disiplini

veya

**"insan ile çalışma yeri çevresi arasındaki ilişkinin bilimsel incelenmesi"** olarak tanımlanabilir.

Şekil 1.1. Neolitik aletler. Neolitik bahçecilikte, toprağı temizleyip sürmek ve tahılları biçip taneleri işlemek için daha büyük aletler gerekli olmuştur.



# "ergo" ve "nomos"

- Ergonomi sözcüğü, Yunanca "**ergo**" ve "**nomos**" sözcüklerinden oluşmaktadır.

**Ergonomi** - Ergo (iş) + nomos (kural / yasa) anlamına gelmektedir.

Ergonomi, batı ülkelerinde **Ergonomics** (ergonomi), ABD'de ise **Human Factors Engineering** (İnsan Faktörleri Mühendisliği), TDK'a göre "**İşbilim**" adları ile anılmaktadır.

- Ergonomi, insanların anatomik ve antropometrik özelliklerini, fiziksel kapasitelerini ve toleranslarını göz önüne alarak, endüstriyel iş ortamındaki tüm faktörlerin etkisi ile olabilecek organik ve psiko-sosyal stresler karşısında, sistem verimliliği ve **insan-makine-çevre** uyumunun temel yasalarını ortaya koymaya çalışan disiplinli bir araştırma geliştirme aracıdır.

# İş Tasarımı

- *İş tasarımı*, iş ve insan unsurlarını en uygun biçimde birleştirmek amacıyla işin içeriğinin, işe ilişkin ödüllerin ve işin niteliklerinin çeşitli şekillerde düzenlenmesidir.
- Bu düzenlemeler, iş kolaylaştırma, iş rotasyonu, iş genişletmesi, iş zenginleştirilmesi, kalite çemberi, bağımsız çalışma grupları şeklinde olabilir.

# ERGONOMİK YAKLAŞIM

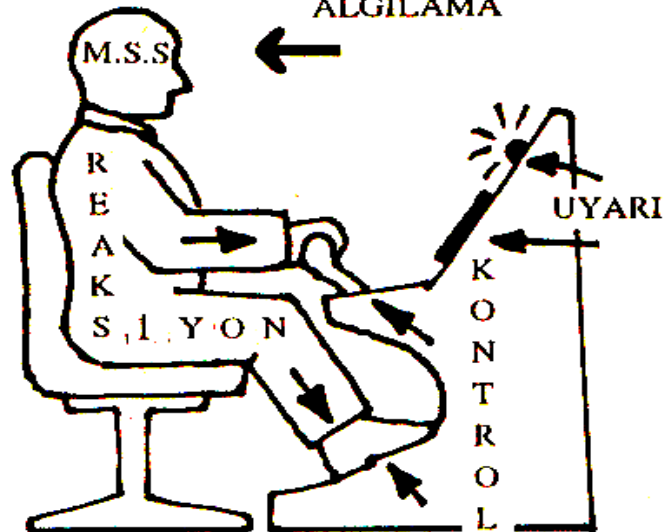
- \* AYDINLATMA
- \* GÜRÜLTÜ VE TİTREŞİM
- \* TOZ, DUMAN VE TOKSİK ETMENLER
- \* ORTAM ISISI VE RUTUBET
- \* RADYASYON ETKİLERİ

## İNSAN FAKTÖRÜ

- \* KİŞİSEL ZEKA VE BECERİ
- \* İŞ YÜKÜ ETKİLERİ
- \* ENERJİ SARFI + BESLENME
- \* YAŞ VE CİNSİYET FAKTÖRÜ
- \* SOSYAL ÇEVRE ETKİSİ
- \* KİŞİLİK ÖZELLİKLERİ
- \* EĞİTİM DÜZEYİ
- \* DENEYİM
- \* YARATICILIK ÖZELLİĞİ
- \* İŞ HEVESİ
- \* KİŞİSEL SAĞLIK

## GENEL ÇEVRE

# ALGİLAMA



## YAKIN ÇEVRE

- \* GÖSTERGELER
- \* KONTROLLAR
- \* MAKİNA VE İNSAN MEKANİĞİ
- \* BOYUT SORUNLARI
- \* DURUŞ VE OTURUŞ

## KURUCULAR

- \* FİNANSMAN
- \* PROJELENDİRME
- \* KURMA + İŞLETME
- \* YÖNETİM
- \* DENETİM
- \* GELİŞTİRME

## ÜRETİM

MAKINA

- \* KURMA
- \* İŞLETME
- \* İKMAL + BAKIM
- \* GELİŞTİRME
- \* YENİLEME

# Ergonomi konusu geređi, bireyin iřinde daha verimli olabilmesi için;

- Sağlık ve güvenlik içinde alışması,
- İşin, insanın antropometrik ölçülerine, beden gücüne ve kişisel özelliklerine uygun olarak tasarlanması,
- Her türlü araç, makine ve donanımın insan yeteneklerine uygun biçimde tasarlanması,
- Psiko-sosyal açıdan olumlu bir iř ortamının yaratılması ve çalışma yaşamının insana önem vermesi gibi işlevleri yerine getirir.



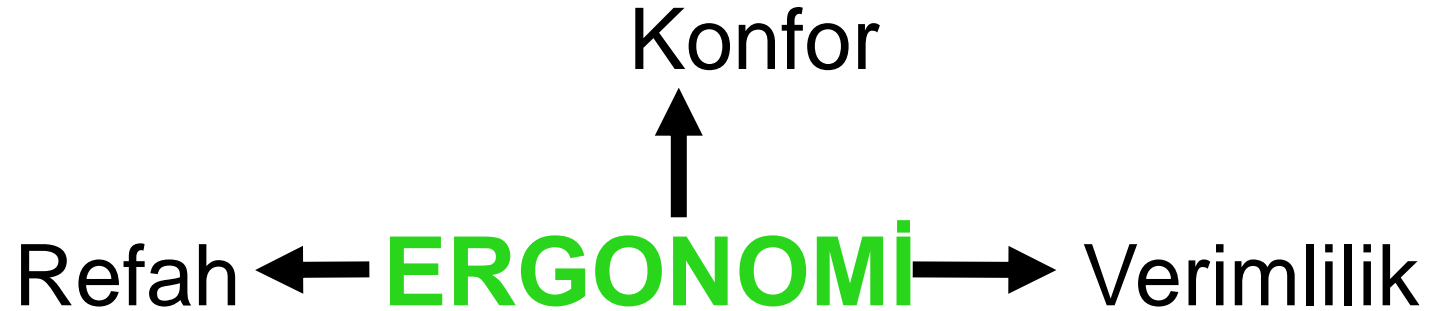
# Ergonominin amaçları

- İşçi sağlığı ve iş güvenliğinin sağlanması
- İşgücü kayıplarının önlenmesi
- Yorulmanın ve iş stresinin azaltılması
- İş kazaları ve mesleki risklerin minimizasyonu
- Verimlilik ve kalitenin yükseltilmesi

## Sistemin iyi işlemesi için dikkate alınması gereken hususlardan en önemlileri şunlardır;

- Makine üzerindeki kontrol cihazları, insanların bunları en kolay ve rahat kullanabileceği şekil ve konumda olmalıdır.
- İnsanlar, göstergelerden yararlanarak edindiği bilgileri iyi değerlendirip uygun kararlar alabilecek durum ve konumda olmalıdır. Bunun ön koşulu, işe fizyolojik uygunluk, uygun psiko-sosyal ortam ve yeterli iş eğitimidir.
- Makinenin işlemesi ile ilgili bilgiler çalışana doğru, eksiksiz ve en kolay yoldan iletilmeli, insan bilgileri alırken ayrıca çaba harcamamalıdır.

## Şekil 1.3. Ergonominin üç temel hedefi



- a) Üretimsel
- b) Fizyolojik
- c) Mental

# İnsan, teknoloji ve iş arasındaki etkileşim için;

- İnsan kapasitesinin genişletilmesi,
- İnsan yeteneklerinin yararlı hale getirilmesi,
- İnsan eylemlerinin kolaylaştırılması ve
- Aşırı veya yetersiz yüklenmenin önlenmesi gerekmektedir.

## Çizelge 1.1. Ergonomide uygulama alanları (IEA'nın 1992 yılında 25 üye topluluğuna yaptığı araştırmasından)

Konu	% Yanıtlar	Konu	% Yanıtlar
• Güvenlik	84	Test ve Değerlendirme	64
• Endüstri Mühendisliği	84	Kurumsal Psikoloji	62
• Biomekanik	76	Gösterge/Kontrol	62
• İş Yükü	76	Tüketici Ürünleri	56
• İnsan-Bilgisayar	76	Medikal Aletler	56
• Çevre-Mobilya Tasarımları	76	Havacılık Endüstrisi	52
• Eğitim	72	İletişim	44
• Antropometri	72	Zaman/Hareket	36
• Psikoloji	68	Taşıma	32
• Görsel Performans	64	Fizyoterapi	08
• İş Fizyolojisi	64	Psikofizik	08

**Çizelge 1.2. Önemli temalar ve ortaya çıkan ilgi alanları (IEA'nın 1992 yılında 25 üye topluluğuna yaptığı araştırmasından).**

- İş organizasyonu ve tasarımını değiştirecek yöntem bilim
- İş ile ilgili kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları
- Elektronik tüketici eşyalarının kullanılabilirlik testleri
- İnsan-Bilgisayar Arakesiti: Yazılım
- Kurumsal tasarım ve psiko-sosyal iş organizasyonu
- Fiziksel iş çevresinin ergonomik tasarımı
- Nükleer santralin kontrol odası tasarımı
- Ergonomistlerin yetiştirilmesi
- İleri teknoloji ile arakesit tasarımı
- İnsan güvenilirlik araştırması
- Zihinsel iş yükü
- İş gücü maliyet hesaplama yöntem bilimi
- Ürün sorumluluğu
- Yol güvenliği ve otomobil tasarımı
- Gelişmekte olan ülkelere teknoloji transferi

# ERGONOMİ

## BÖLÜM II

### “Ergonominin tarihsel gelişimi”

## Çizelge 2.1.Bilimsel yönetimin öncüleri

Kişi		Ergonomiye Katkısı
<b>F. Winslon TAYLOR</b>	1865-1915	Bilimsel yönetim ilkeleri, ayrıklık ilkesi, zaman etüdü, metot analizi
<b>Frank B. GILBERTH</b>	1868-1924	Standartlar, planlama ve kontrol, hareket ve mikro hareket etüdü, inşaat planlaması
<b>Lilian M. GILBERTH</b>	1878-1973	Yorgunluk etütleri, iş ortamında insan faktörü, işgücü seçimi ve eğitimi
<b>Henry L. GANNT</b>	1861-1919	Gannt şemaları, teşvikli ücret sistemleri, insancıl yaklaşım, işgücü eğitimi
<b>Carl G. BARTH</b>	1860-1939	Matematiksel analiz, sürgülü hesap cetveli, tezgah devir ve besleme endüstriyel danışmanlık
<b>Harrington EMERSON</b>	1885-1931	Verimlilik ilkeleri, demiryolu ulaştırmasında yöntemleri
<b>Morris L. COOKE</b>	1872-1960	Eğitim ve kamu hizmetlerinde bilimsel yönetimin uygulanması



# İş Etüdü - Tarihçe

- İlk gerçek iş etüdü *Peronnet*'in (Cenevrelî Mühendis, 1760) hazırladığı toplu iğne üretimi ile ilgilidir.
- “Bir zanaat atölyesinde her bir işçinin ürünün tümünü tek başına tamamlaması esasına dayanarak çalışan 10 işçi günde toplam 200 toplu iğne üretmekteydi. Söz konusu iş yerinde *Peronnet* iş akışını 18 ayrı işleme ayırmış ve bu işlemleri basit düzenekler yardımıyla işyeri ve üretim aracı düzenlemesi yoluyla 10 işçiye dağıtmak suretiyle günlük üretimi 240 kat arttırarak 48,000 toplu iğneye çıkarmıştır.” Böylece maliyetleri önemli ölçüde düşürerek toplu iğne fiyatını da herkes tarafından alınabilir hale getirmiştir. Daha sonraki önemli gelişmeler F.W.Taylor, F.B.Gilbreth, L.M. Gilbreth, H. Fayol ve C.E. Bedaux’a aittir.
- Daha sonra aynı konu *Adam Smith* tarafından da ele alınmış ve onun bulgusu gibi sunulmuştur.

# Adam Smith (1723-1790)

- Adam Smith 1776'da "*Ulusların Zenginliđi*" adında bir kitap yayınladı. Bu kitap iş dünyasında köklü değişimlere neden oldu. Peki iş dünyasında bu denli köklü değişimin olmasının nedeni neydi? A.Smith kitabında, işbölümünden ve işlerin basit görevlere bölünerek verimliliğin artacağından bahsediyordu. Smith'in ilkesi, bir toplu iğnenin imalatında her biri tek bir adımı gerçekleştiren uzmanlaşmış işçilerin bir günde, her biri tam bir toplu iğneyi imal eden aynı sayıda işçiye göre daha fazla iğne üretebileceği konusundaki gözlemlerini kapsamaktaydı. İşbölümüyle iğne üreticilerinin verimliliği yüzlerce kat artmıştı. Smith'in bu ilkeleri daha sonra *Henry Ford* tarafından üretim sürecine ve *Alfred Sloan* tarafından yönetim sürecine uygulanarak pekiştirildi.

# Henry Ford

- 1913 yılında otomobil fiyatlarını 850 \$'dan 290'a indirmiştir. 1914 yılında işçi ücretlerini günlük 2 \$'dan 5 dolara çıkarmış, başka deyişle geçerli ücretin haftalık 11 \$ olduğu o tarihlerde Ford günde sekiz saat çalışma için 5 \$ ödemiştir. Bir arabanın montajı Ford'dan önce 12 saatten fazla sürüyordu. Ford'un ilk montaj hattından her 93 dakikada bir Model T çıkıyordu ve 1927'de bu süre 24 saniyeye inmişti. Bu, Ford'un akıcı çalışma sistemini (bant sistemini) uygulaması ile gerçekleşmiştir. Buna benzer yeni organizasyonlar ve çalışma sistemleri atölye ve işletmeleri otomasyona yöneltmiştir.

## Şekil 2.1. Ergonominin orijini, gelişimi ve uygulama alanları

### ERGONOMİ

Anatomi

Antropometri

Endüstri mühendisliği

Ortopedi

Biyomekanik

Biyo-mühendislik

Fizyoloji

İş fizyolojisi

Sistem mühendisliği

Tıp

Endüstriyel hijyen

Güvenlik mühendisliği

Psikoloji

Yönetim

Askeri (savaş) müh.

Sosyoloji

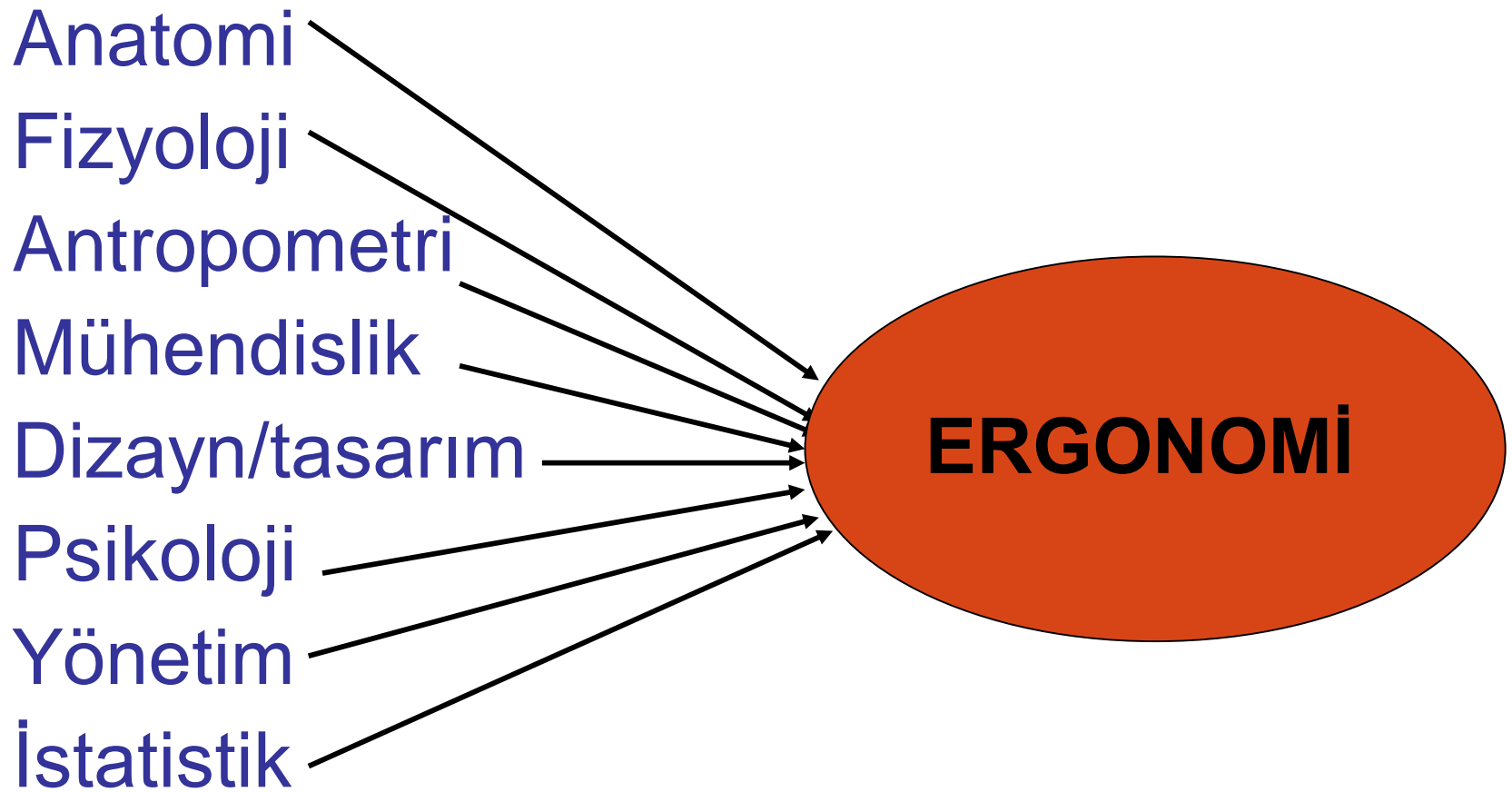
İşgücü ilişkileri

Bilgisayar destekli  
tasarım

(CAD)

### İNSAN FAKTÖRLERİ MÜHENDİSLİĞİ

## Şekil 2.2. Bilgi kanalları olarak ergonomi



# Türkiye’de ergonominin gelişimi

- Türkiye’de konu oldukça yeni sayılır. Ergonomi fikri, dolaylı biçimde de olsa, ilkönce Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi’nde “**Ziraatta Canlı Kuvvet Kaynakları**” kürsüsünün kurulması ile konu edilmeye başlanmıştır. 1969 yılına kadar bu kürsüde genellikle mekanik kuvvet kaynakları üzerinde çalışılmış ve Süleyman Kadayıfçılar’ın başlattığı bu çalışmalar Dinçer’in “**İnsan Emeği ve Ziraattaki Prodüktivitesi**”, “**Çalışma Şekli ve Kas Yorgunluğu**” yapıtları ile insan faktörü konusunu da uğraş alanı içine almıştır.

# Türkiye’de ...

- Ülkemizde ergonominin gelişiminde Milli Prodüktivite Merkezi’nin (MPM) önemli katkıları olmuştur. Kurumca düzenlenen “**ergonomi**”, “**işyerlerinde fiziksel ortamın iyileştirilmesi**”, “**endüstri mühendisliğinin işletmelere katkısı**” gibi seminerlerde, ergonomi düşüncesinin vurgulanması yanı sıra, MPM uzmanlarından G. İncir tarafından hazırlanarak, Kurumca yayınlanan “**endüstriyel işyerlerinde çevre koşullarının etkileri** (1976)” ve “**ergonomi** (1980)” kitapları da yararlı kaynaklar olarak, kısır olan ergonomi literatürüne öncülük etmişlerdir. Yine MPM tarafından basılmış N. Erkan tarafından (1992) Türkiye’de en kapsamlı “**Ergonomi**” kitabı yayınlanmıştır. Son yıllarda E. Gönen “**iş ve işgücü planlaması**” (1988), A.E. Özkul ve A.S. Anagün (1996), A. Sabancı (1999), B.Ali Su (2001) ve F.C.Babalık (2005) tarafından yazılmış “**ergonomi**” kitapları da alandaki önemli boşlukları dolduracak niteliktedir. Ç.Güler’in editörlüğünde (2004) yayınlanan “**sağlık boyutuyla ergonomi**” kitabı da ergonominin uygulama alanları ile ilgili çeşitli konuları içermektedir.

## DETAYLA BOĞUŞURKEN ÖZÜ KAÇIRMAYALIM

- Juan, motosikleti ile Meksika sınırına gelir. Arkasındaki iki büyük çantayı gören sınır polisi şüphelenir ve içinde ne olduğunu sorar. Juan, "*Yalnızca kum*" diye yanıt verince polis, "*Aç bakalım çantaları*" der. Juan çantaları açar, polis didik didik kontrol etmesine rağmen kumdan başka bir şey bulamaz çantada! Bununla yetinmeyen polis, gece yarısına kadar kumu her tür tahlilden geçirir, ancak saf kumdan başka bir şey yoktur! polis, çantalarını Juan'a geri verir ve sınırdan geçmesine izin verir. Ertesi gün Juan Motosikletinin arkasında iki büyük çantayla tekrar sınırdan belirir. Polis Juan'ı gene durdurur, didik didik arar, bir şey bulamaz ve Juan'ı serbest bırakmak zorunda kalır. Bu olay, polis emekli olana dek yıllarca devam eder !
- Bir gün emekli polis Meksika'da bir barda otururken Juan'ın içeri girdiğini görür ve derhal yakasına yapışır; "*Senin yıllardır bir şeyler kaçırdığından eminim. Çıldıracağım. Geceleri uyku uyuyamıyordum senin yüzünden. Lütfen anlat bana ne kaçırdığını. Aramızda kalacağından emin olabilirsin.*" Juan gülümseyerek yanıtlar, "*Motosiklet*"



# ERGONOMİ

## BÖLÜM III

### “İnsan vücudu ve hareketleri”

# İnsan vücudu ve hareketleri

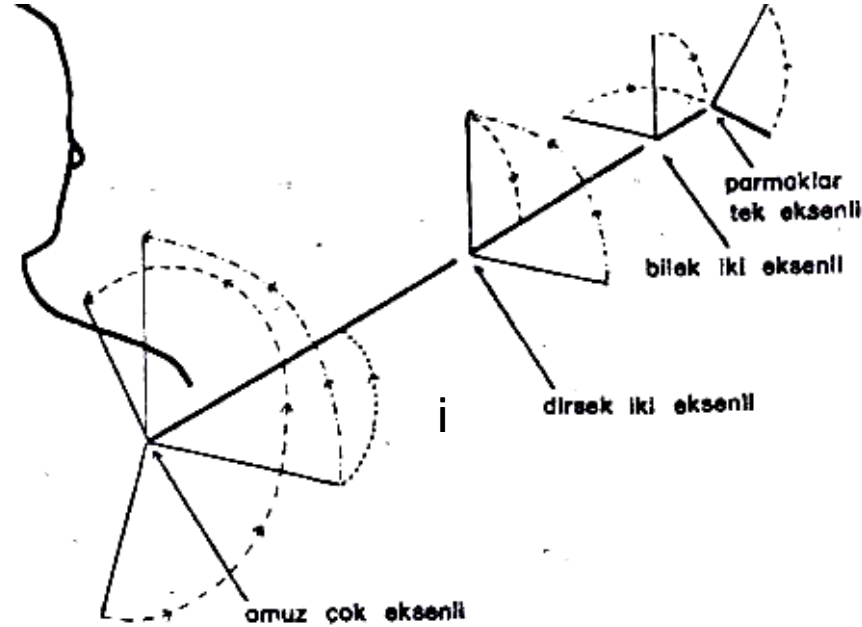
## Kemikler

- İnsan iskeletinde çeşitli kısımların hareket etmesine olanak verecek bir şekilde, eklemlerle bağlanmış 206 kemik bulunur. İnsanların iş yapmasında doğrudan görev alan kollar ve bacaklarda *uzun kemikler* yer alır. Uzun kemikler arasında el ve ayak parmakları gibi *kısa görüntülü* olanlar da vardır.

## Eklemler

- Eklemler hareketliliklerine göre sınıflandırıldığında üçe ayrılırlar; *Fibröz* ( oynamayan eklemler), *kartilajinöz* (yarı oynar eklemler) ve *sinoviyal* (oynar eklemler).
- Kemikler arasındaki çeşitli eklemlerden ergonomik yaklaşım açısından önemli olanlar *sinoviyal* eklemler ve kıkırdak (fibro-elastik kıkırdak) destekli *kartilajinöz* eklemlerdir. Kartilajinöz eklemler omurlar arasında görülür. Sinoviyal eklemlerde eklem başlarını kaplayan kıkırdak doku ve bunun üzerini örten sert eklem yüzü, eklem kapsülü tarafından yerinde tutulur.

# Eklem hareketleri



Eklemlerin hareketliliği ve işlevliliği çeşitli nedenlerle kaybedilebilir. Öncelikle tüm eklemler; şiddetli darbeler, zorlanmalar ve son sınırlarına kadar zorlanmalardan etkilenir. Çeşitli hastalıklar ve yaşlanma ile de eklem işlevlilikleri azalabilir.

# Eklem hareketlerinin boyutları

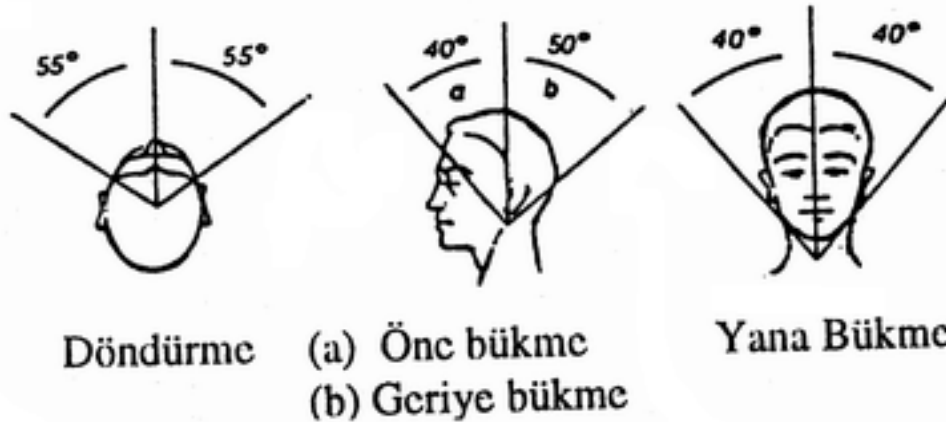
- Ayakta duran bir insanın kolları yana sarkık ve el ayası da vücuduna dönük duruşta, kolunu yandan omuz yüksekliğine kaldırması **abdüksiyon**,
- Yana kaldırılmış kolun aşağı indirilerek gövdeye yaklaştırılması **addüksiyon** olarak ifade edilir.
- Kolun omuz yüksekliğinin üstünde açısal bir hareket yapması **elevasyon** olarak tanımlanır.
- Kolun önden omuz yüksekliğine kaldırılması **fleksiyon** ve
- Aksi doğrultuda hareketi ise **ekstansiyon** olarak bilinir.
- Aslında her türlü bükme hareketi fleksiyon, germe hareketi ise ekstansiyondur.
- Eklemlerdeki germe hareketi zorlanarak yapılıyorsa buna **hiperekstansiyon** denir.

# Eklem hareketlerinin boyutları

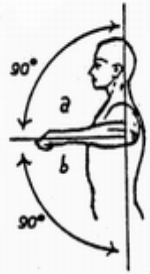
- Başın boyun arkası eklemlerini çalıştırarak, sağa veya sola döndürülmesi **rotasyon**,
- Boynun öne bükülmesi ise **fleksiyon**dur.
- El bileğinin bükülmesi ile avuç içi doğrultusunda bükülmesi **palmer fleksiyon**,
- Aksi yönde ve elin sırt kısmına doğru bükülmesi ise **dorsifleksiyon** terimi ile ifade edilir.
- Alt kolun kendi eksenini etrafında döndürülerek, avuç içinin yukarıya döndürülmesi **supinasyon** ve
- Aynı eksen etrafında döndürülerek avuç içinin aşağıya bakacak şekilde çevrilmesi **pronasyon** olarak bilinir.

# Baş hareketleri

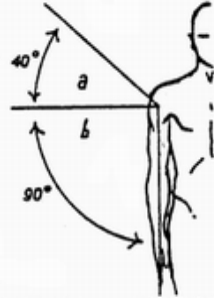
- Baş *rotasyon* hareketleri dikkate alındığı zaman, sağa veya sola dönüşlerin açısal ortalamasının 55 derece olduğu görülür.
- Başın sağa ve sola dönüşü şüphesiz, boyun omurlarının işlevliliği ve boyundaki kas ve bağ dokularının esnekliğine bağlıdır.



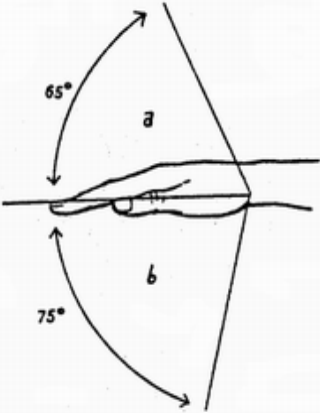
# Gövde ve üst taraf hareketleri



Abdüksiyonda Rotasyon  
(a) dışa (b) içe rotasyon



(a) Kaldırma (b) Abdüksiyon



(a) Dorsifleksiyon (b) Palmar fleksiyon

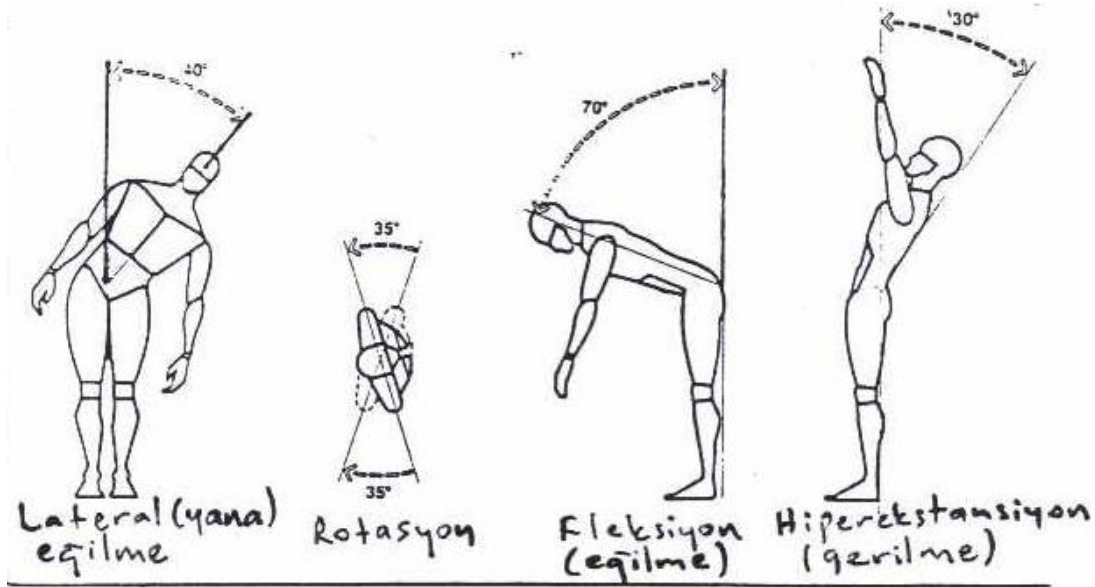


(a) Addüksiyon  
(b) Abdüksiyon

- Gövdenin sağa ve sola dönüş hareketleri  $40^\circ$  civarındadır.
- Özellikle, gövdenin öne bükülü duruşunda, sağa ve sola döndürme hareketleri ve kuvvet gerektiren kas zorlamaları yapmak sakıncalıdır.
- Bu tür zorlamalarda kalıcı sakatlıklara neden olan eklem zedelenmeleri görülebilir.

# Gövde ve üst taraf hareketleri

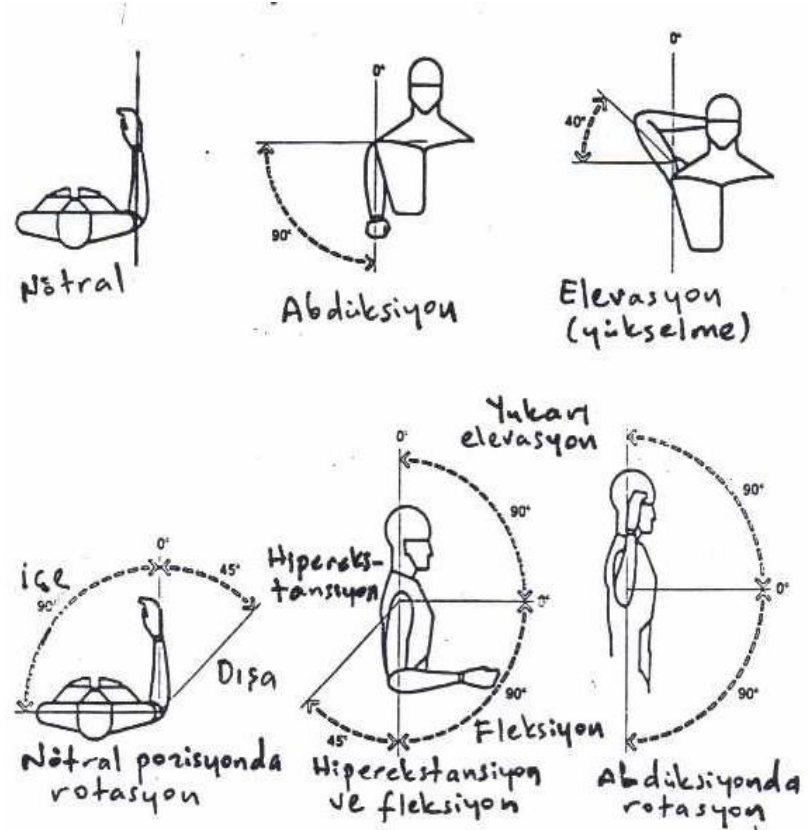
- Omuz ekleminin yuvarlak eklem başı ve oldukça düz eklem yuvası, bu eklem geniş açısal hareketini kolaylaştırır. Omuz eklemi hareketine dirsek ve el bileği hareketleri de katıldığı takdirde, gövde etrafında geniş bir erişme alanı oluşur. Ancak, el ve kol hareketleriyle ve duyarlı bir şekilde gerçekleştirilebilen hareketlerin uygulama alanı sınırlıdır.





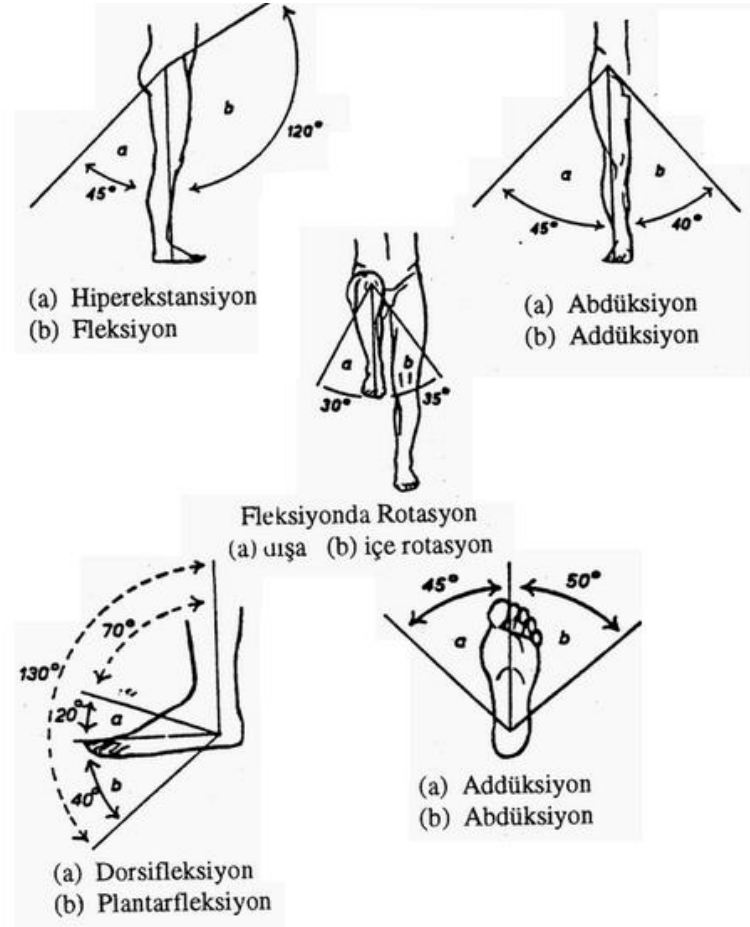
# Omuz hareketleri

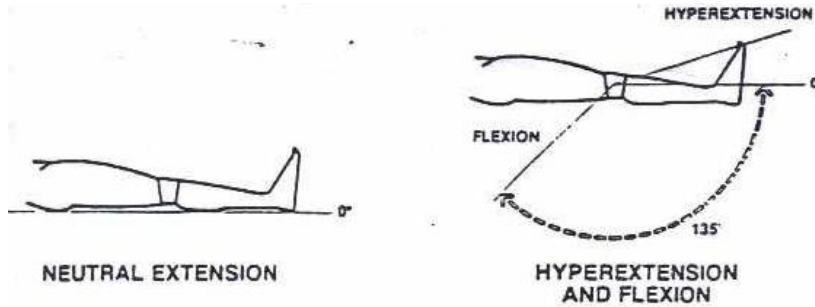
- Omuz eklemi hareketlerine dirsek ve el bileği hareketleri de katıldığında, gövde etrafında geniş bir erişme alanı oluşur. Normalde kolların duruşu omuzdan sarkık ve avuç içi gövdeye dönük bir duruştur.
- Oturan bir insanın rahat çalışma pozisyonu ise kolun dirsekten 90° bükülü, alttan desteklenmiş ve parmakların hafifçe bükülü ve avuç içlerinin de birbirine dönük bulunduğu bir duruştur.



# Alt taraf hareketleri

- Ayakta dururken dizlerin normal duruşu, vücut ağırlığını taşıyan kemiklerin düşey doğrultuda tutulabilmesi için tam gergin bir duruştur. Oysa otururken ve sırtüstü yatarken dizlerin en rahat pozisyonu  $70^{\circ}$ - $130^{\circ}$  açılar içinde **fleksiyon** halindeki duruşudur.
- Bacağın, kalça ekleminde **fleksiyon** hareketi  $120^{\circ}$  civarındadır. Ancak, çoğu insan bu hareketi diz bükülü iken gerçekleştirebilir. Kalçadan gerçekleştirilebilen **hiperekstansiyon** ise  $45^{\circ}$  civarındadır.

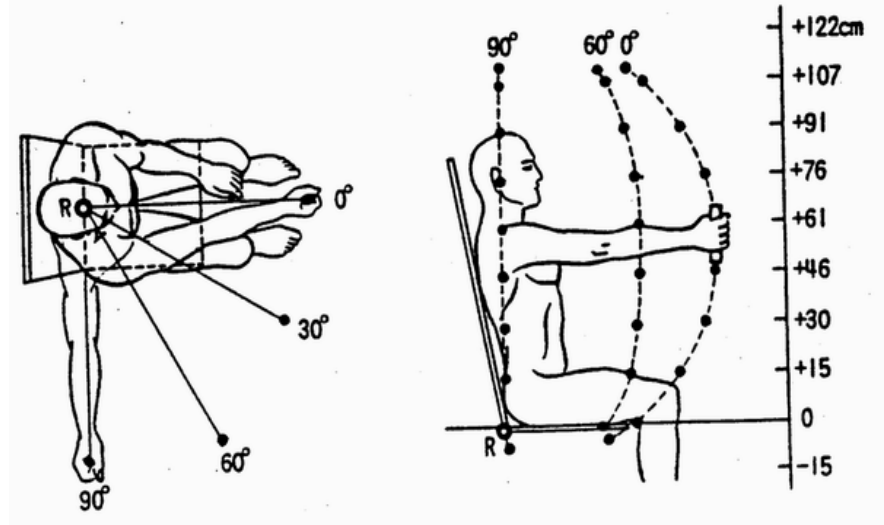




- Ayakta duran bir insanın bir kontrol pedalı üzerinde yaratabileceği kuvvet kişinin ağırlığı ile bağlantılı olduğu gibi, ayak pedallarının yerleştirme alanı da sınırlıdır.
- Oturan bir operatörün sırt bölgesine iyi bir destek sağlandığında, diz ve kalça açılarının farklı değerlerinde, oldukça önemli ölçülerde kuvvet uygulanabilir.
- Örneğin; otururken, dizin  $165^{\circ}$ 'lik bir açı içinde tutulduğunda, ayak pedalına 350 kg kadar kuvvet uygulanabilmektedir. Dizin açısı değiştikçe bu kuvvet azalır.
- Hareket alanlarının sınırlanmasında, kemiklerin konumu ve eklem çevresindeki kaslar ve bağlar önemli rol oynar.

# Maksimum kavrama noktaları

- İnsanların *üst etraf boyutları* ve eklemlerinin işlekliliği ile orantılı olan maksimum kavrama noktaları, ergonomik yaklaşıma bir örnek teşkil eder ve endüstriyel pratik açısından da önemli tasarım boyutlarını ortaya koyar.
- Fiziki bir iş yapan insanın anatomik yapı özelliklerine uygun hareketler yapması ve biyomekanik özelliklerinin gözetilmesi, çeşitli zorlanma ve sakatlanmaların önlenmesi açısından olduğu kadar, insan vücudundan optimal verim sağlamak açısından da önemlidir.



# Yük taşıma ve duruş şekli

## ***Yükün sırtta taşınması:***

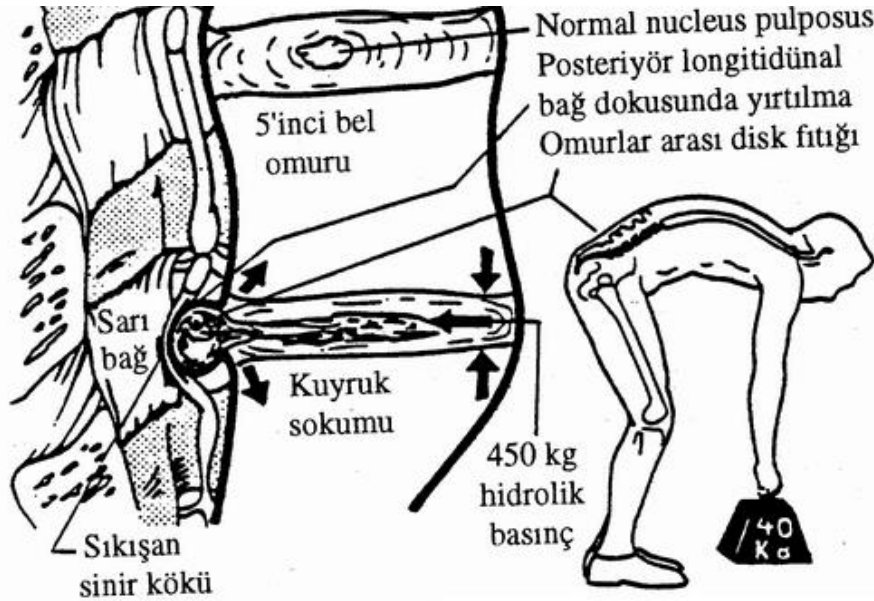
- Sırtta taşınan yüklerin ağırlığı arttıkça, öne eğilme ve dizlerde de giderek artan bir gerilme halinin olduğu bilinmektedir. Anatomik açıdan önemli değişiklikler ancak, rahatça kaldırılabilen belli bir ağırlığı aştığında ortaya çıkmaktadır.
- Ayrıca, yük omuzdan bele doğru inmeye başladığında, gövdenin öne eğilmesi de artmaktadır. Gerçekte, yük karşısında değişen gövde eğimi, biyomekanik açıdan, ağırlık merkezinin yer ve konumunu korumaya yönelik bir uyumdur.
- Önemli olan, insan anatomik özelliklerine göre kas, bağ ve eklem dokularına zarar vermeyecek yük ağırlığını belirlemektir.
- Bu konuda Dünya Çalışma Örgütü'nün (ILO) "**taşınabilir maksimum yük**" kararları olduğu gibi, her ülkenin de kabul ettiği yük ağırlıkları vardır.

# Yük taşıma ve duruş şekli

## Bir yükü kaldırmak:

- Gövdenin pozisyonu ve çeşitli anatomik bölgelerin bu hareketlerden etkilenmesi;
  1. *kaldırılan yükün ağırlığına,*
  2. *yükün kaldırıldığı yüksekliğe ve*
  3. *tutuş pozisyonlarına da bağlıdır.*
- Yerdeki bir yükü kaldırmak için ilk yapılan hareketler, gövde gerici kaslarının tam olarak gevşetilmesi ve böylece gövdenin öne bükülmesi ile başlar. Yük kaldırılırken, omurgayı dikleştiren kaslar kuvvetle kasılarak, gövdenin tam dikleştiği noktaya kadar, giderek azalan kas eforu ile çalışırlar.

# Sakıncalı yük kaldırma



- Gövdesini öne bükerek 40 kilogram bir ağırlığı yerden kaldıran normal bir insanın, bel omurları arasındaki fibroelastik kıkırdak dokusu üzerine 450 kg yük binebilmektedir. Bu da uzun dönemde, disk kayması, disk fıtığı gibi istenmeyen sakatlıkların ortaya çıkmasına neden olabilir. Bu nedenle, ergonomik açıdan uygun kaldırma teknikleri üzerinde devamlı araştırmalar yapılmaktadır.

# Yük kaldırmada doğru hareketler

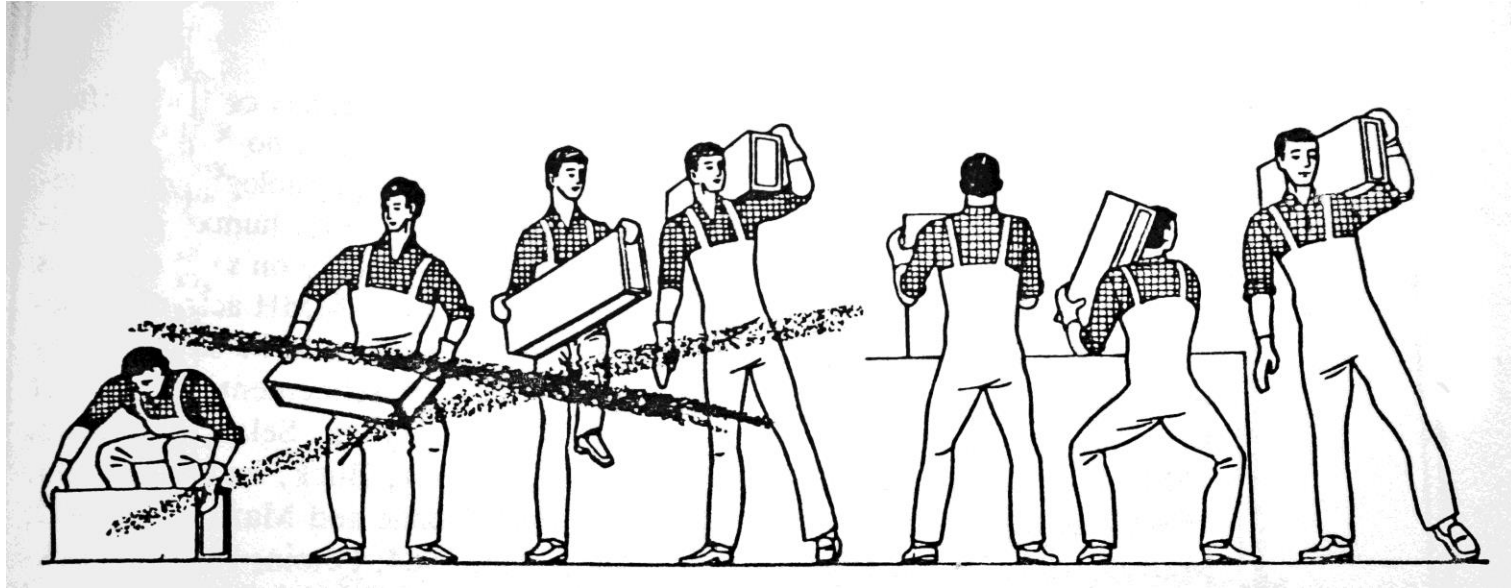
- Günümüze kadar yapılan çalışmalar, yük kaldırmada, fonksiyonel anatomi açısından zayıf olan bel kasları yerine, daha kuvvetli ve biyo-mekanik bakımda da daha avantajlı olan bacak kaslarının kullanılması gerektiğini ortaya çıkarmıştır.
- Gövdenin olabildiği ölçülerde dik kalmasına olanak verecek bir şekilde, dizleri bükerek yüklere yaklaşmak ve bacakların gücü ile yük kaldırmak, endüstrilerde ilk öğretilen biyo-mekanik prensiplerden biridir.





# Yük kaldırmada doğru ve yanlış hareketler

- Yük kaldırmada doğru ve yanlış hareketler



# Yüklenme ve zorlanma

Çalışma ortamında bir işi yerine getirirken, faaliyetin kendisinden ve çevre koşullarından kaynaklanan ve insanı etkileyen etmenlerin tümü “**yüklenme**” olarak tanımlanmaktadır.

- $\text{Yüklenme} = f(\text{yüklenme şiddeti, yüklenme süresi})$
- $\text{Yüklenme şiddeti} = g(\text{işin güçlüğü, çalışma süresindeki vücudun olumsuz duruş şekilleri, çevre koşulları})$

“**Zorlanma**”, yüklenmeye bağlı insan vücut organlarının ve organizmanın tepkisini yansıtır.

- $\text{Zorlanma} = f(\text{yüklenme, bireyin kişisel özellikleri, bireyin yetenek ve becerisi})$



- Burand (1978) tarafından geliştirilen yöntemde, azami yük kaldırma sınırı iki aşamalı olarak hesaplanmıştır. Bunlardan ilki,  
-“***bireyin azami yük kaldırma gücü***”,  
-ikincisi “***bireyin yük kaldırma kapasitesi***”dir.
- Federal Almanya İş Güvenliği ve İş Hekimliği Kurumu (BAUA) tarafından geliştirilen başka bir yöntem ise, elle yapılan taşıma işlemlerinde zorlanma sınırının işbilimsel ölçütlere göre belirlenmesinde pratiğe yönelik, basit, yasal zorunlulukları yerine getiren ve çok boyutlu bir değerlendirmeye olanak sağlamaktadır. Bu yöntem tıbbi ve işbilimsel bakış açılarının yanı sıra çalışma koşullarının sosyal ve iş yasalarına uygunluğunun belirlenmesinde yardımcı bir yöntemdir. Yöntem 3 adımdan oluşmaktadır

## 1.adım: Yüklemenin günlük çalışma süresi içindeki tekrarlanma sıklığına göre zaman ağırlığının belirlenmesi

(Kaldırılan yükün ağırlıklandırılması)

Erkekler için etkili yük	Yük ağırlığı (katsayısı)	Kadınlar için etkili yük	Yük ağırlığı (katsayısı)
<10 kg	1	<5 kg	1
10-20 kg	2	5-10 kg	2
20-30 kg	4	10-15 kg	4
30-40 kg	7	15-25 kg	7
$\geq 40$ kg	25	$\geq 25$ kg	25

## 2.Adım: Kaldırılan yük, vücudun duruş şekli ve çalışma koşullarına göre zorlanma ağırlıklarının belirlenmesi

(Vücut duruşları ve yük konumlarının ağırlıklandırılması)

Belirgin vücut duruşları ve yük konumları	Bedensel duruş, yükün konumu	Vücut duruşunun ağırlığı
	Üst gövde dik ve dönmemiş bir şekilde Yük vücutta	1
	Üst gövde hafif öne veya yanlara eğik Yük vücutta veya vücuda yakın	2
	Üst gövdenin aşağıya veya öne eğilmesi fazla Vücut hafif öne eğik ve dönük konumda Yük vücuttan uzakta veya omuz yüksekliğinde	4
	Vücudun öne eğilmesi fazla ve gövde dönük konumda Yük vücuttan uzakta Ayakta ve tutma stabilitesi zor Çömelerek veya diz üstü durma	8

# İş istasyonu çalışma koşullarının ağırlıklandırılması

Çalışma koşulları	Ağırlığı
İyi ergonomik koşullar, örneğin yeterli ve engelsiz çalışma alanı, uygun zemin, yeterli aydınlatma, taşınan nesnenin kolay tutulabilirliği	0
Hareket etme serbestliği kısıtlı, kötü ergonomik koşullar, örneğin çalışma alanının 15 m <sup>2</sup> 'den az olması, alçak tavan, uygunsuz zeminin yol açabileceği sendeleme ve düşme tehlikesi	1
Hareket etme serbestliğinin çok kısıtlı olması, taşınan yükün ağırlık merkezinin değişken olması	2

**Yük ağırlığı + Vücut duruşunun ağırlığı + Çalışma koşulları ağırlığı =  
Toplam X Zaman ağırlığı = RİSK FAKTÖRÜ DEĞERİ**

Risk grubu		Risk faktörü değeri	Açıklama
1	Düşükten	<10	Yüklenme az, yüklenmenin vücut sağlığını bozma olasılığı yok
2	Yükseğe	10-25	Yüklenme biraz fazla, <i>yüklenme kapasitesi düşük</i> personel için vücudun zorlanma olasılığı yüksek, bu personel tipi için iş düzenlemesinde iyileştirme önlemleri alınmalı
3		25-50	Yüklenme oldukça fazla, <i>normal yüklenme kapasitesine sahip</i> personel için vücudun zorlanma olasılığı yüksek, iş düzenlemesinde iyileştirme önlemleri alınmalı
4		50'den yüksek	Yüklenme aşırı fazla, vücudun zorlanma olasılığı çok yüksek, iş düzenlemesinde mutlaka iyileştirme önlemleri alınmalı

# Güç

- Bazı aktivitelerde, bireyin gücü hareket aralığı ve vücut boyutları kadar önemlidir. Güç artışı ergenlik döneminde (13-19 yaş) hızlıdır, yirminci yaşın başlarında çok yavaşlar, yirminci yaşın sonunda ya da ortalarında maksimum düzeye ulaşır, 5-10 yıl bu düzeyde sabit kalır, daha sonra sürekli olarak azalmaya başlar. Yaklaşık 40 yaşlarında kas gücü yirmili yaşların sonundaki maksimum değerinin % 90-95'i kadardır, bu azalma 50'li yaşlarda yaklaşık % 85, 60'lı yaşlarda yaklaşık % 80'e düşer.
- Bununla birlikte, tüm kas gücü yaşla birlikte aynı hızla azalmaz. Örneğin, el kavrama gücü ileriki yıllarda relatif olarak gücünü sürdürebilmektedir. Aksine, sırt kaslarının gücü, el ve kol kaslarına göre yaşla birlikte daha hızlı bir azalma göstermektedir.
- Tasarımcı, potansiyel kullanıcının kaldırma ve taşıma gücüne bağlı olarak limitler ve kontroller için maksimum dayanıklılığı sağlamalıdır.



# ERGONOMİ

## **BÖLÜM IV** **“Antropometri”**

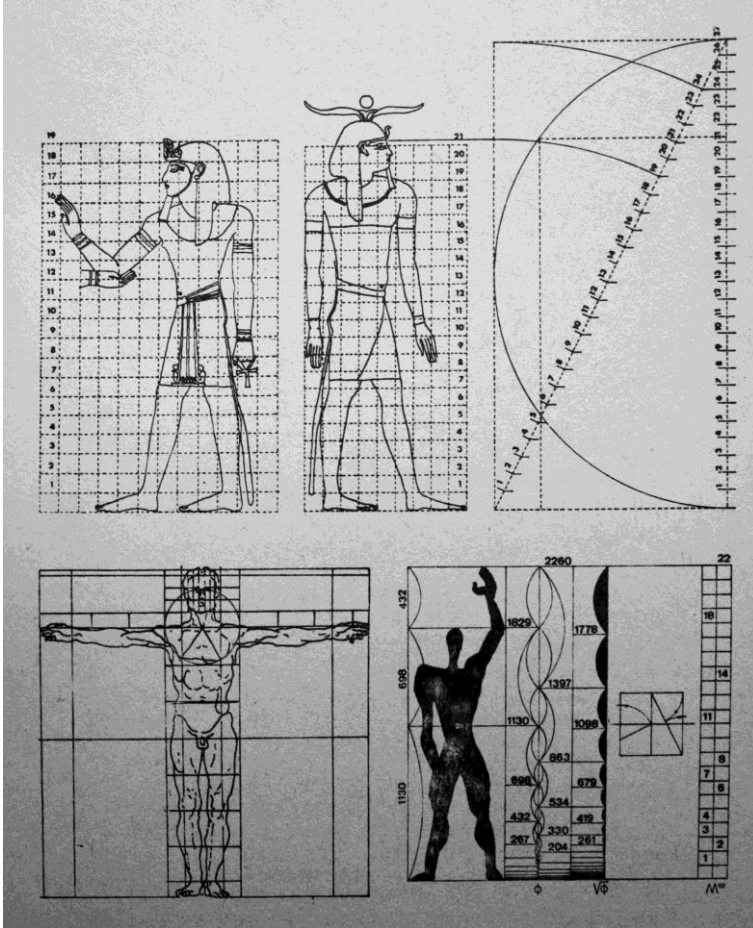
# Antropometri

- Antropometri insan vücudunun boyutları ile ilgilenen özel bir bilim dalı olup, Yunanca "**antropo**" (s) insan ve "**metrikon**" (metron) ölçüm kelimelerinden türetilmiştir.
- **Antropometrik veriler;**
  - çalışma yerinin fiziksel boyutları,
  - ekipmanlar,
  - mobilyalar ve
  - giysilerin insana uygun olarak belirlenmesinde;
  - kullanıcı boyutları ile ürün ve ekipman boyutları arasındaki uyumsuzluğun giderilmesinde kullanılır.

# Antropometrik ölçüler

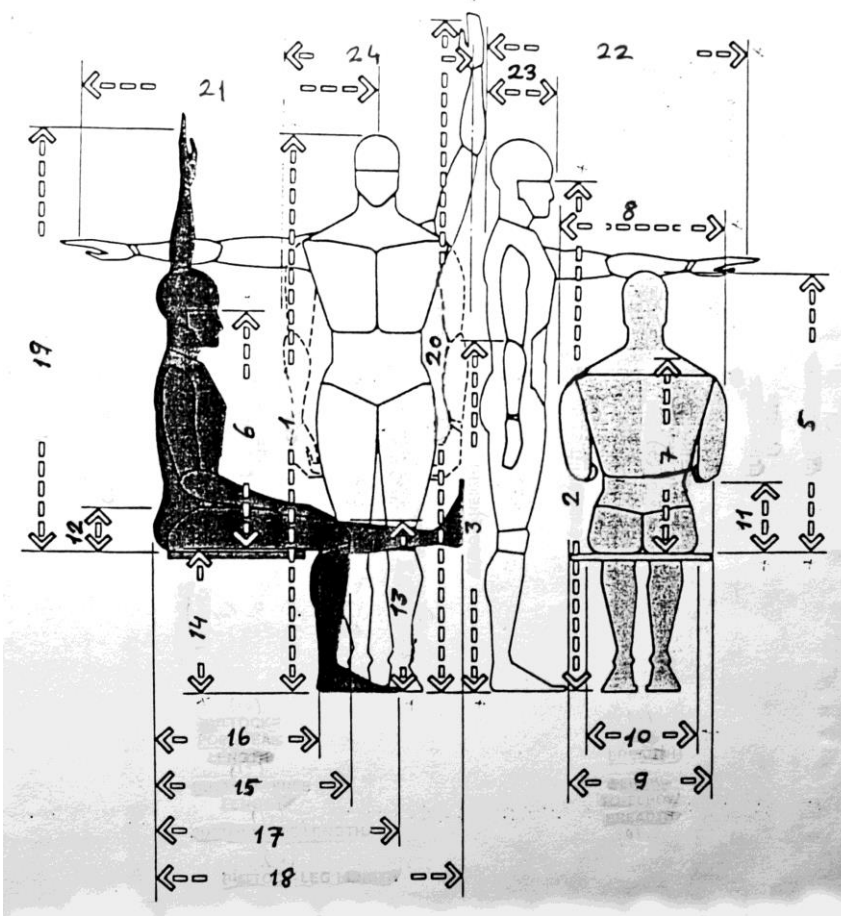
- Antropometrik ölçüler; uzunluk, genişlik, yükseklik, ağırlık ve çevre boyutları gibi farklı teknikleri içerir.
- Günümüze kadar insanların antropometrik özellikleri çok değişik nedenlerle inceleme konusu olmuştur. Bir terzinin müşterisine dikeceği elbise için aldığı ölçülerden başlayarak, toplu - seri üretim yapan tekstil sektöründe kullanılan antropometrik ölçüler ve numaralar, ev araç - gereçleri ve mobilya üreten kuruluşların insan boyutlarını temel alan tasarım çalışmaları, günümüzün en ileri tekniklerinin kullanıldığı uzay uçuşlarında astronotların giysileri, oturma yerleri ile faaliyet alanlarının saptanması gibi gerçek anlamda klasik antropolojinin ölçme teknikleri kullanılmıştır.

# Antropometrik ölçüler



İnsanın vücut boyutları ve oranları, ergonomik çalışma ve uygulamaların vazgeçilmez bileşenleri arasında sayılır. Bu faktörler dikkate alınmaksızın ne “**uygun çalışma alanı, ne çalışma ortamı, ne de araç-gereç, ekipman ve giysi tasarımı**” yapmak olanaklıdır.

# Tasarıma temel antropometrik ölçüler



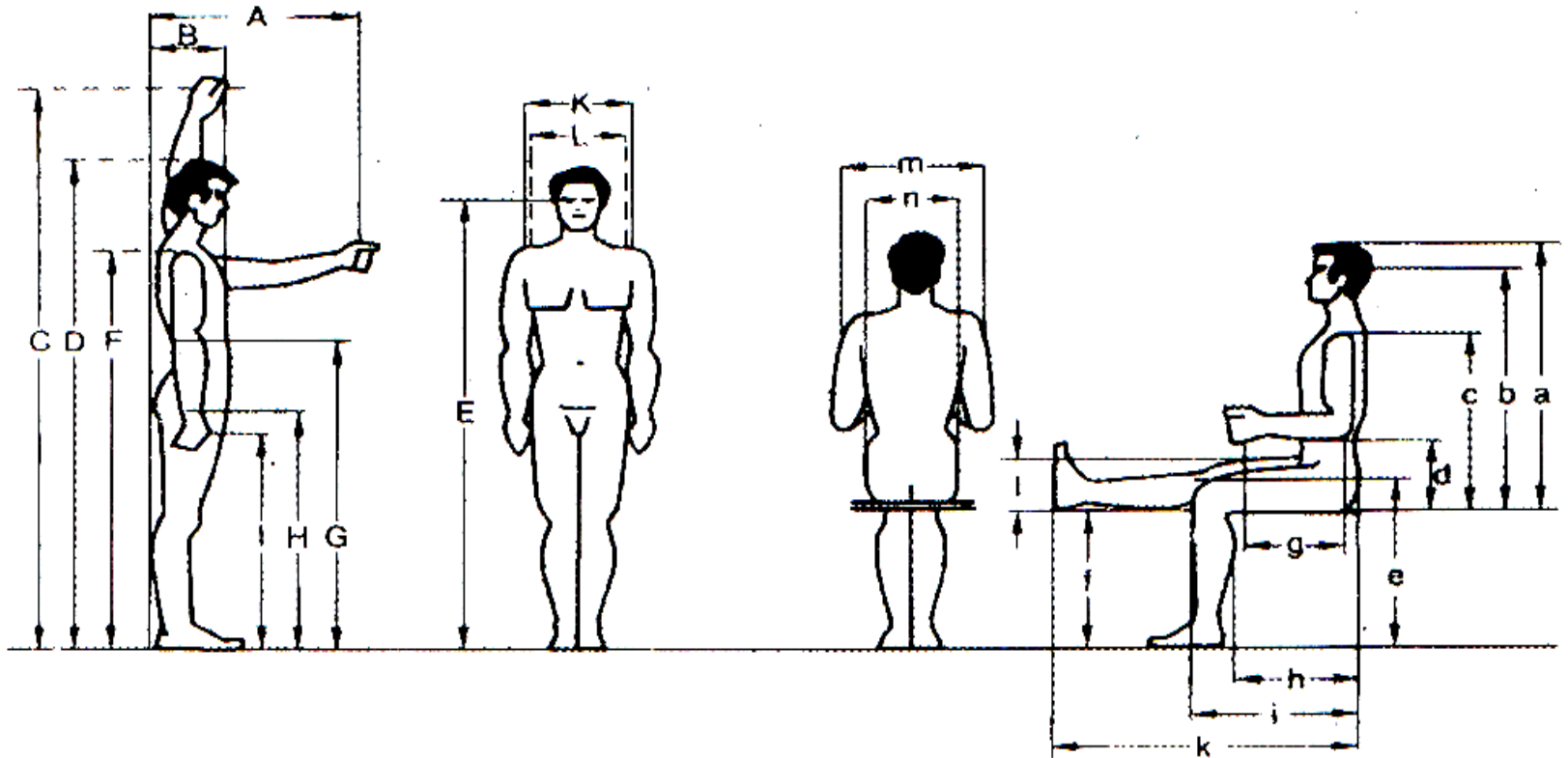
## Bireyler arasında önemli farklılıklar vardır;

- cinsiyet farklılığı,
- fiziksel sakatlıkları olanlarla sağlıklıların farklılıkları,
- ırklar arasındaki farklılıklar,
- mesleki farklılıklar,
- milliyetler arasındaki farklılıklar,
- aktivitelerin yarattığı fiziksel değişiklik farkları,
- ruhsal ve bedensel zorlanma farklılıkları,
- beslenme ve fiziksel etkinlik farklılıkları bunlar arasında sayılabilir.

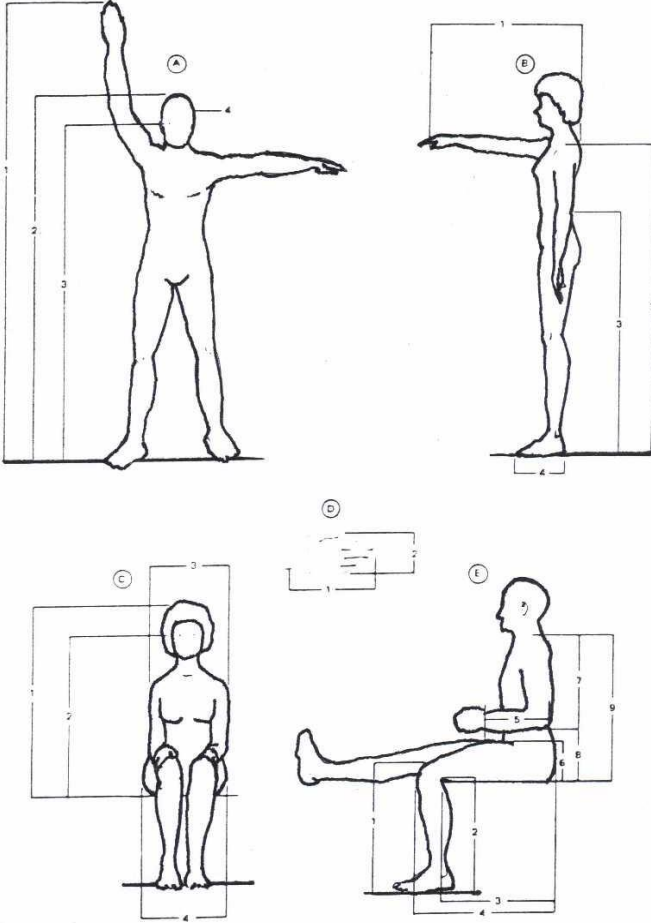
# İnsan vücudu ölçüleri

- İnsan vücudu ölçüleri **yapısal** (statik) ve **fonksiyonel** (dinamik) olarak ikiye ayrılır.
- **(a)statik ölçüler**, birey hareketsiz pozisyonda iken belirli standart pozisyonlarda alınabilen vücut ölçüleridir.
- **(b)fonksiyonel ölçüler**, vücut bölümlerini içeren boyutları belirlemeye yardımcı pozisyonlarda, insanların yaygın hareket pozisyonu olarak kabul edilen ölçümlerin alınmasıdır. Vücut hareket halinde iken, alınan ölçülere **fonksiyonel vücut ölçüleri** denir.

# Endüstride ergonomik amaçlarla statik antropometri araştırmalarında kullanılan boyut ölçüler



# Ortalama insan...



- “**Ortalama insan**” için tasarımlama genellikle bir hatadır. Bu gibi tasarımın sonuçları en küçük kullanıcıların % 50'sinin göstergeleri okumaları veya kontrollere rahatça erişebilmelerine uygun olacak ve en büyük % 50 ise rahat hareket edebilecekleri yeterli mekana sahip olamayacaklardır. Tüm boyutları aynı olan “**ortalama**” hiç bir kimse yoktur ve hatta birkaç boyutu ortalama ile aynı olan birey sayısı da çok azdır. 50.%'lik boyutsal ölçülerin ortalama insan ölçülerini temsil ettiğini varsaymak ve bu verileri doğrudan tasarıma aktarmak uygulamada karşılaşılan en ciddi hatalardan biridir.



# Ortalama insan...

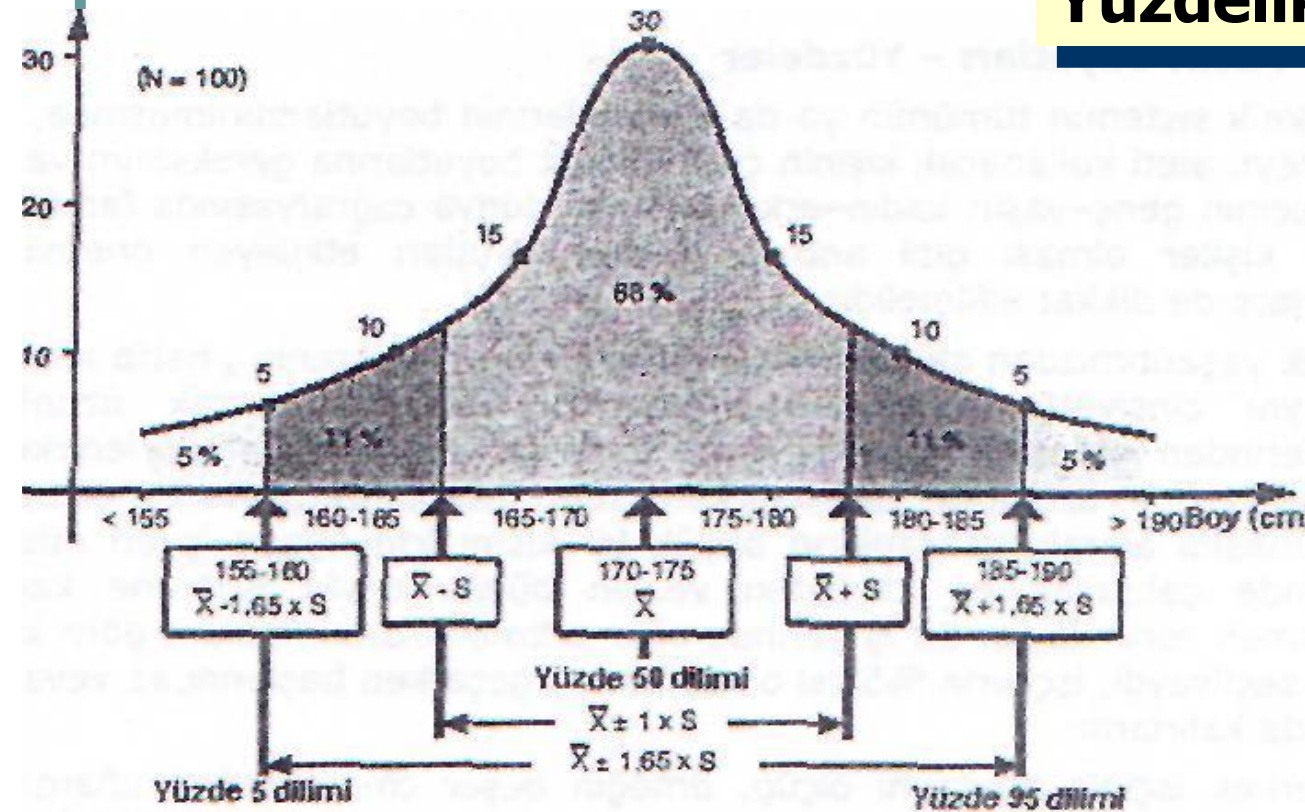
- Ortalama insan yoktur. Bu nedenle tasarımın yüzdelik (percentile) değerler dikkate alınarak yapılması, popülasyonun büyük bir bölümüne hizmet etmesini sağlayacaktır. Aynı şekilde bir ülke insanları için yapılacak herhangi bir tasarımın diğer ülkenin insanlarına uygun olmayacağıdır.

Örneğin;

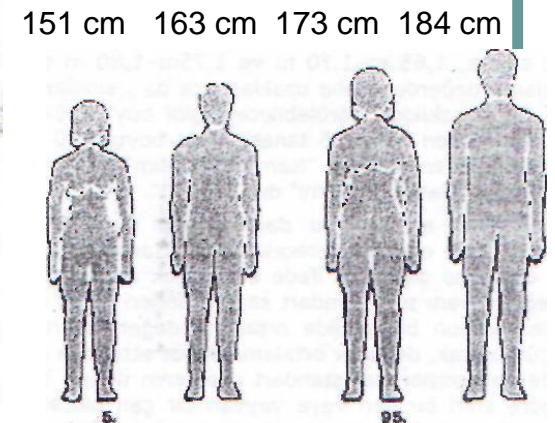
- Amerikan erkek nüfusunun % 90'ına uygun olacak şekilde tasarımlanacak bir ekipman,
- Almanların % 80'ine,
- İtalyanların % 65'ine,
- Japonların % 45'ine,
- Taylandlıların % 25'ine ve
- Vietnamlıların % 10'una uygun olacaktır .

# Antropometri

## Yüzdelik değer kullanımı

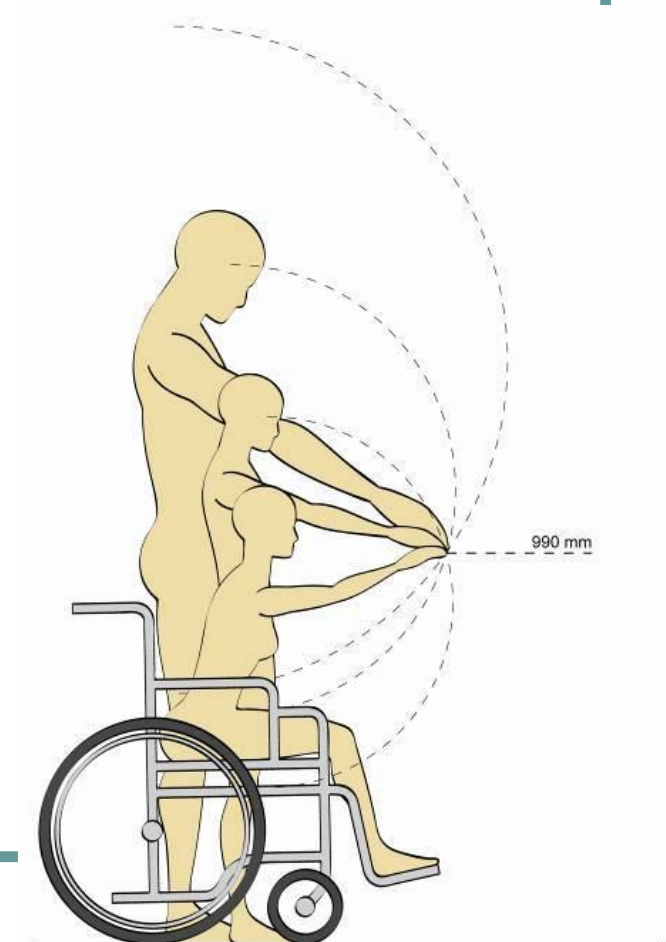
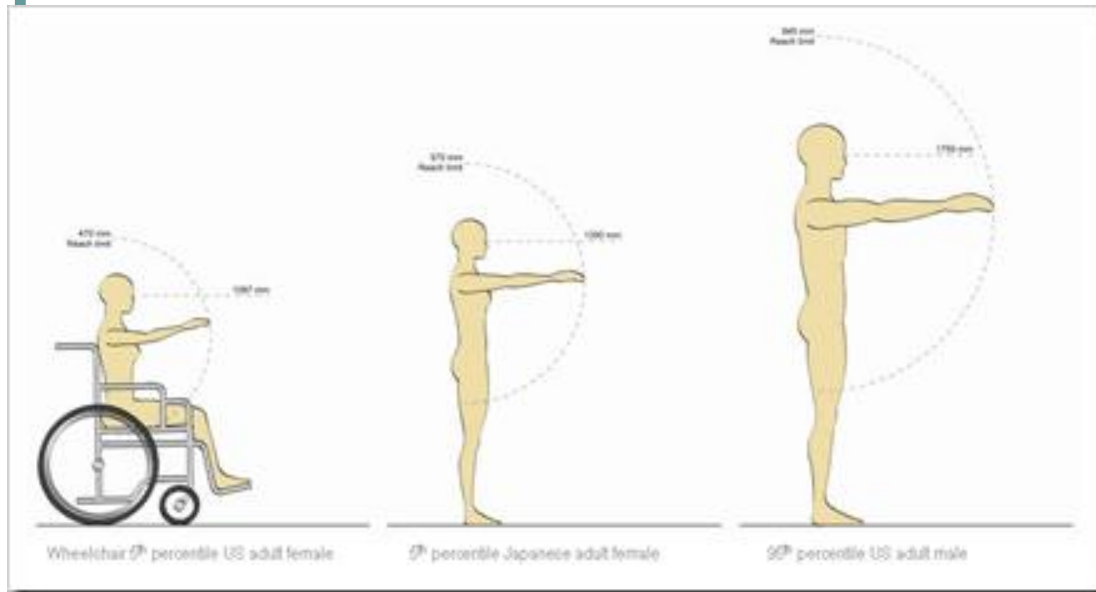


Şekil 2.10 Normal dağılım eğrisi



Şekil 2.11 %5 ve %95 değerleri

# Antropometri



# Antropometri

## Ölçüm yöntemleri

### Elle ölçüm



### 2B Yazılımlar

**Anthropometry**

ID: 1 Metric Units English Units Scale Factor: 9 in

Company: Metro Hospital

Department: Nursing

Phone: 800-842-0011

Subject: Mary Smith

Age: 24 Sex: Female

Height: 62 in Weight: 130 lb

Notes: The anthropometric information determined by this evaluation will be used to properly set up hospital bed height and administrative offices.

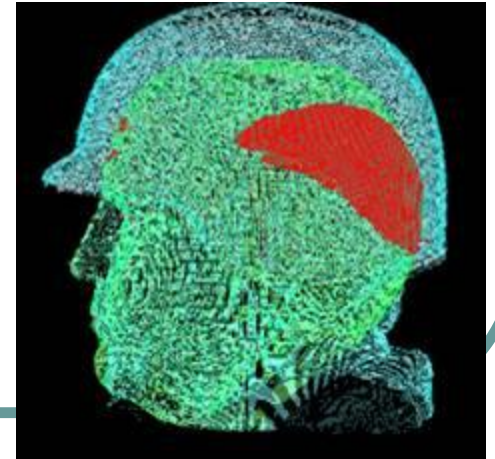
Right Upper Arm: 14.4 in	Left Upper Arm: 14.2 in
Right Lower Arm: 12.0 in	Left Lower Arm: 10.8 in
Right Trunk: 23.1 in	Left Trunk: 22.9 in
Right Upper Leg: 20.1 in	Left Upper Leg: 20.3 in
Right Lower Leg: 19.2 in	Left Lower Leg: 20.1 in
Shoulder-Ear: 9.5 in	
Head Breadth: 7.6 in	
Shoulder Breadth: 18.7 in	
Hip Breadth: 15.7 in	

Digitization Complete. Right mouse click the image to Edit or Reset.

# Antropometri

## Ölçüm yöntemleri

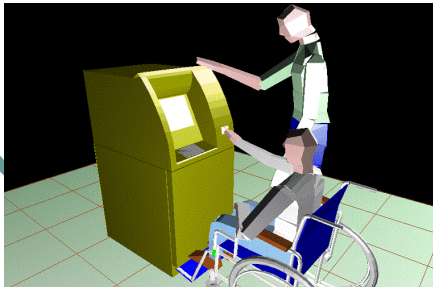
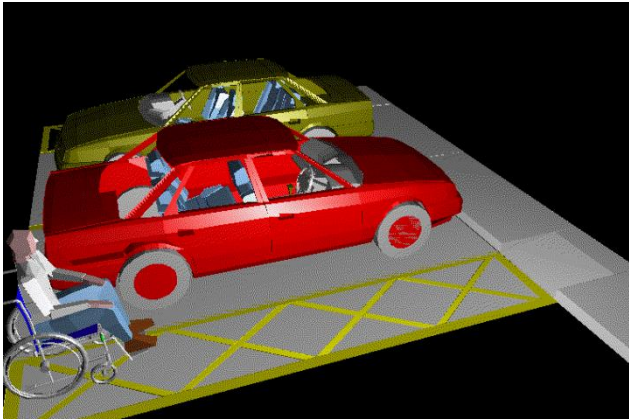
### 3B Vücut tarayıcıları



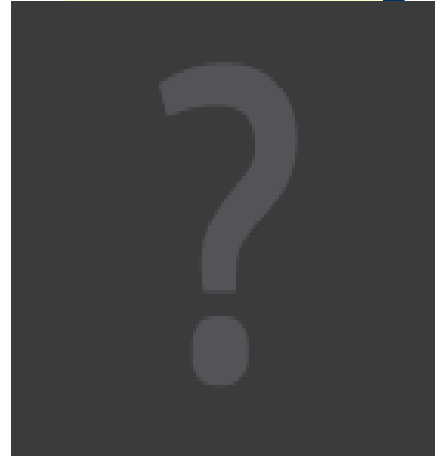
# Antropometri

## İnsan modelleme yazılımları

**SAMMIE**

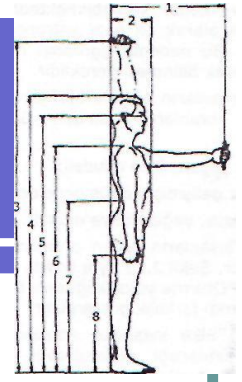


**JACK**



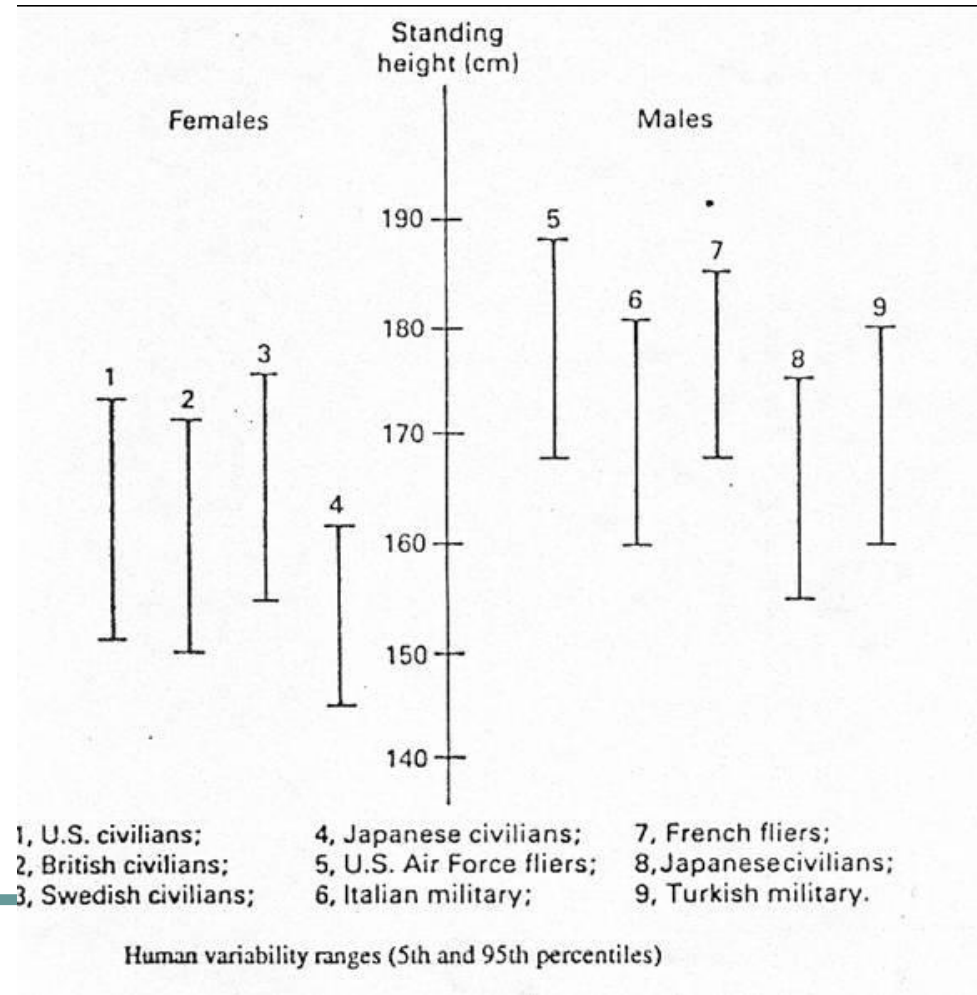


# Antropometri



## İnsan ölçülerini etkileyen unsurlar

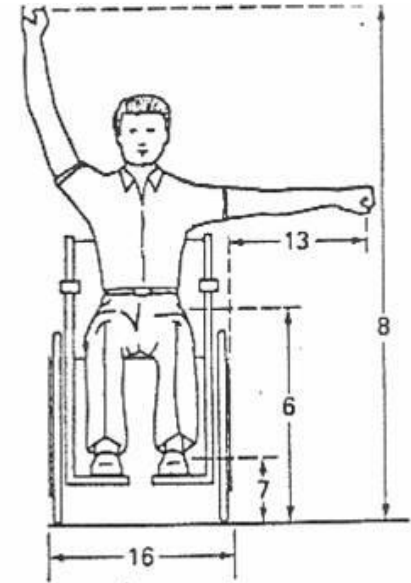
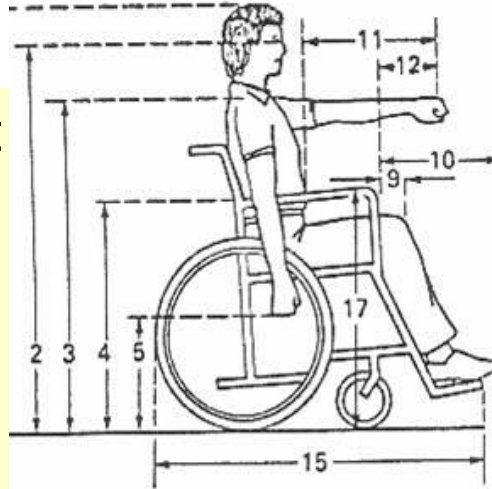
- Yaş
- Cinsiyet
- Genler
- İrk
- Coğrafi özellikler



# Antropometri

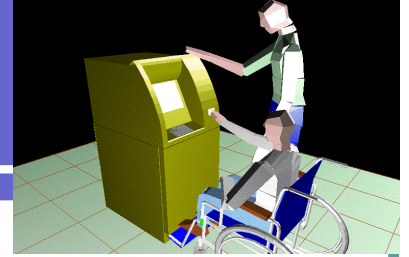
## Ant. ölçülerin uygulanması

- \*Tasarımda kullanılacak vücut ölçülerini seç.
- \*Hedef kitleyi belirle
- \*Kullanacağın yüzdelik değeri belirle
- \*Her boyut için ölçüm yap
- \*Ant. ölçüyü hesapla
- \*Tasarıma uygula





# Antropometri



## Ant. ölçülerin hesaplanması

- Örnek kütleye ait ortalama ölçüm değerini bul
- Örnek kütleye ait ölçümün standart sapmasını bul
- Kullanılan yüzdelik değere göre normal dağılım katsayısını (NDK) tespit et
- Aşağıdaki formülü uygula

Yüzdelik değer	Normal dağılım katsayısı(NDK)
% 5	1.645
% 10	1.282
% 25	0.674
% 50	0
% 75	0.674
% 90	1.282
% 95	1.645

### Yüzdelik değer <% 50 için:

Antropometrik ölçü = Ort. değer - (Std. sapma x NDK)

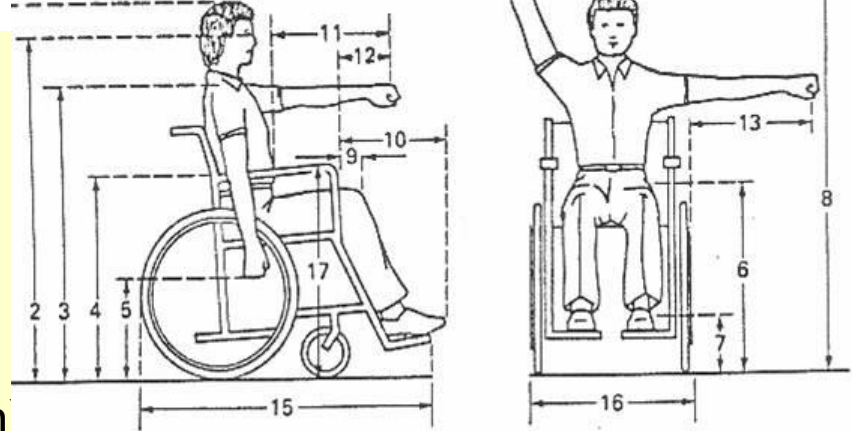
### Yüzdelik değer > % 50 için:

Antropometrik ölçü = Ort. değer + (Std. sapma x NDK)

# Antropometri

## Örnek

Tekerlekli sandalye(TS) kullanıcılarının tedavi gördüğü bir rehabilitasyon merkezinin tasarımında görevlisiniz. TS kullanıcılarının ortalama yer-omuz yüksekliğinin erkekler için 108 cm.(std.sapma:4 cm), bayanlar için 98.5 cm (std.sapma:4,7 cm, olduğuna dair antropometrik verilere sahipsiniz. (Şekilde 3 no.lu ölçü)



Rahat kullanım açısından, bu merkezdeki erkek-bayan tuvaletlerinde ve ortak yaşam alanlarında TS kullanıcılarına tahsis edilecek lavaboların muslukları yerden ne kadar yüksekte olmalıdır ?