



# ERGONOMİK İŞ İSTASYONU TASARIMINDA İLK ADIM "ANTROPOMETRİ"

Ercüment N. DİZDAR

Yrd. Doç. Dr. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi,  
Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Üretim Planlama ve Kontrol A.D.

## Giriş

Endüstriyel iş istasyonu denince önceleri akla sadece "insan-makine ara kesiti" gelirken günümüzün modern ergonomi yaklaşımında temel öge olan "insan sağlığı" klasik iş istasyonu kavramını da yıkmıştır. Artık iş istasyonu kavramı, fabrika ve makine gibi çalışanların çevresinde iş yaptığı çalışma ortamları ötesinde, oturarak dinlendiği ve hatta yatıp uyuduğu mekanlara kadar genişlemiştir. Bu evrim, aslında insan doğasının bir gereği değilmiydi!?

Bu temel yaklaşımdan hareketle, fabrika ya da atölyede bir makinede iş gören bir işçinin çalışma ortamı bir iş istasyonu ise, hastanede ameliyat yapan cerrahın, kavşaklarda trafiği düzenleyen polis memuruna kadar insanların içinde bulunduğu tüm çalışma çevreleri endüstriyel birer iş istasyonu olarak kabul edilebilir. Zaten, iş istasyonu dizaynına yönelik ergonomik hedef, iş görenin ve sistemin verimini arttırmak için çalışanın kabiliyetleriyle iş gerekleri arasında denge kurmak ve dolayısıyla iş görenin fiziksel ve mental (zihinsel) sağlığının iyi olması ve iş güvenliğinin sağlanmasıdır (Sanders, 1993; Dizdar, 2003).

Ancak, bu temel hedefin birinci adımı, yani işin insana uyumunun temel dayanağı vücut ölçüleridir. Yani, çalışma yerlerinin tasarımında insan

ölçüleri göz önüne alınırken insan yeni baştan yaratılmayacağına göre, onun ölçülerinin bilinmesi iş istasyonu tasarımının ön koşuludur. Bu ölçüler bilinmeden çalışma ortamında insan ile iş çevresinin optimum etkileşimi tasarlanamaz. Ancak bu sayede, rasyonel ve yorucu olmayan bir iş ortamı elde edilebilir (Özok, 1988, Kurt, 1993; Şimşek, 1994; Tayyari, 1997; Dizdar, 2002).

## Antropometri ve Ergonomi

Verimlilik koşullarından birisi bireyin yaşadığı mekanın ve kullandığı donanımın (araç ve gerecin) insanın antropometrik (vücut ölçülerine) ve biyomekanik özelliklerine (hareket hudutları, kuvvet gereksinimlerine) uygun olmasına bağlıdır.

Her türlü araç ve gereç kullanıcılarının yaş ve cinsiyetlerine göre değişiklik gösteren boyut farklılıklarını gözetererek insan-çevre bağlamında ara kesit tasarımları yapmak için antropometri bilimin-den yararlanır. Yunanca antropos (insan) ve metikos (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 (Uslu, 2001; Özok, 2002; Erkan, 2003).



İnsanın vücut ölçülerinin sistematik olarak incelenmesine 18. yüzyılın sonlarında başlanmıştır. O zamanki araştırmalarda genellikle ticari ürünlerin tasarımı, tıbbi kayıtlar elde etme gibi belli alanlarda yoğunlaşmış ve özellikle de askeri amaçlarla yapılan çalışmalarda vücut ölçülerinin veya genel olarak vücut yapısının, araç ve gereç tasarımına etkilerini incelemek için gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar, psikoloji, antropoloji, fizyoloji ve tıp disiplinlerinin mühendislikle birleşmesine yani ergonomi biliminin doğmasına yol açmıştır (Oborne, 1995; Erkan, 2003).

Antropometrik veriler insan mühendisliğinde, diğer ismiyle ergonomide, başta iş alanları olmak üzere tüm alet, ekipman, mobilya ve giysilerin fiziksel ölçülerini belirlemede kullanılır. Ancak böylelikle alet veya ürünün ölçüleri ile onu kullanan insanın ölçüleri birbirine uyumlu hale getirilerek "görev insana uyumlu hale getirilir" (Salvendy, 1997; Sabancı, 1999).

Aşağıda da sıralandığı gibi, ergonomik iş istasyonlarından beklenen genel özelliklerin temelinde "operatöre yüksek güvenlik, konfor ve iş tatmini sağlanması"dır:

- Operatöre rahat hareket etme imkanı veren, iş parçalarına ulaşmayı kolaylaştıran, fiziksel zorlanmayı azaltan modüllere sahip olmalı,
- İş istasyonunun, diğer istasyonlar ve taşıma sistemleri ile uyum içinde rahat iş akışı imkanı sağlamalı,
- Operatörün değişik açılara ve yüksekliklere rahatlıkla ayarlayabileceği özellikleri bünyesinde bulunduruyor olmalı,
- Değişen ihtiyaçlara karşılık verebilmelidir.

### Tasarımda Antropometri

Antropometrik iş istasyonu tasarımının amacı, işyeri ölçülerinin insan vücut ölçülerine uyumunu sağlamaktır. Antropometrik bulgulara uygun ergonomik iş istasyonu dizaynının amacı ise, çalışan üzerindeki stresin ve zararlı postürün minimizasyonudur. Ancak tasarımda ergonomik tavsiyelerin kullanılmasındaki en büyük engel insanın yapısındaki ve kapasitesindeki çeşitliliktir (Oborne 1995; Sabancı, 1999; Kromer, 2001).

Antropometri, birbirine hiç benzemeyen eşyaların ölçülerini optimize etmeye yarar. Örneğin, dış fırçalarının kıl ve sap uzunluklarından, cerrahların

kullandıkları neşterlerin boyutlarına kadar; otomobil takım çantalarındaki aletlerin ölçülerinden, radyo ve TV gibi aletlerdeki el ayar düğmelerine kadar; cep telefonlarındaki tuşların boyut ve konumlarından, elbise ve giysilerin beden ve hatta kol düğmesi büyüklüklerine kadar antropometrik boyutlara ihtiyaç vardır. Ancak bu antropometrik boyutlar da farklı topluluk ve ırklarda büyük ölçüde farklılıklar gösterir. Bu konuda antropometrik bir ürün tasarımını örnek verecek olursak; 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. Yahut malını Kuzey Avrupalı'ya satmak istiyorsa ürün boyutlarını o bölgenin vücut ölçülerine göre büyütmelidir (Cushman, 1993; Das, 1996).

Bu durum, yani toplumların sahip oldukları antropometrik özelliklerin ürün tasarımdaki kompleksliği şöyle bir örnekle de açıklanabilir: 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 Japona, % 25 oranında Tayland'lıya ve % 10 oranında Vietnamlı'ya uygundur.

Aslında bu örneklerden şu sonuç da çıkarılabilir: Bir ürünün toplumdaki insanların tümüne uygun olacak boyutlarda üretilmesi pratik olmadığı gibi çok da pahalıdır. Bu sebeple ürünler ancak kullanıcıların büyük bir bölümüne uygun olacak şekilde (kütlesel olarak) üretilmektedir.

Antropometrik boyutlar pek çok değişkenin etkisi altındadır. Bu tip 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 da söz konusudur. Örneğin Almanya'da erkeklerin ortalama boyu 173 cm iken, İsviçre'de 172, Türkiye'de 169 cm, ABD'de 167 cm ve Uzak Doğu'da 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

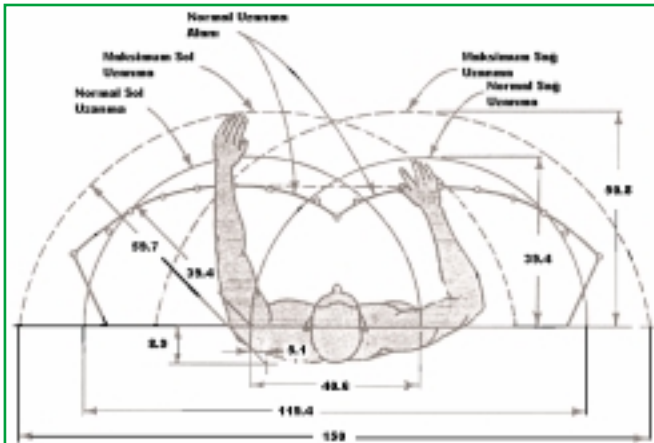
ve gruplar arasındaki anatomik farklılıkları ve benzerlikleri saptamak amacıyla vücut ölçülerinin bilinmesi ve değerlendirilmesiyle ilgilenir (Helander, 1991; Sanders, 1993; Dizdar, 2002).

### Antropometrik Veri Tipleri

Çalışan insanların beden yeteneklerini en üst düzeyde kullanabilmeleri öncelikle çalışma yerlerinde kullandıkları malzeme, çalışma yüzeyleri ve hacimlerin onların boyutlarına uygunluğuna bağlıdır. Bu bağlamda yapılacak ergonomik iş istasyonu tasarımlarında öncelikle antropometrik verilere ihtiyaç duyulur. İnsan vücut ölçülerinin belirlenmesinde ise üç farklı metot kullanılır: Statik, dinamik ve işlevsel antropometri (Helander, 1991; Corlett, 1995; Kroemer, 2000; Jan, 2001; Dizdar, 1992; Erkan, 2003).

Statik antropometri, insanın statik durma (gaz maskelerinin yüz ölçülerine uyumu gibi) ve oturma halindeki (sıra ve sandalyelerin vücut ölçülerine uyumu gibi) vücut ölçülerinin bulgularını verirken, dinamik antropometri ise insanın hareket halindeki vücut ölçülerinin bulgularını verir. Ayrıca, iş düzenlemede statik ölçüler kadar işlevsel ölçüler de önem taşır. Çünkü, insan iş sırasında sadece sabit bir duruş şeklinde bulunmaz. Uzanır, eğilir, ayağını pedala uzatır, görüş alanını değiştirir vb. Dolayısıyla, işlem alanlarının hesaplanmasında, sadece vücut ölçülerinin geometrik ilişkisine bakılmaz; iş bütünüyle, kritik gözle işlevsel olarak sınırlanır. İşlem alanı, yerine getireceği işe bağlı olarak kişinin gereksindiği alandır. Bu alanın boyutlandırılmasında, kullanılan organ ya da vücut bölümü hareket sınırlarının maksimum kavrama noktaları göz önüne alınır (Şekil- 1).

**Şekil-1:** Yatay düzeyde uzanma mesafeleri ve çalışma alan ölçüleri (cm) (McCormick vd., 1988).



### 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 çukuru (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-1'de dünyadaki değişik uluslardan seçilmiş antropometrik veriler gösterilmektedir (Sabancı, 1999).

**Tablo-1:** Değişik uluslardaki yetişkin insanlarda boy uzunlukları

Ülke	Boy Uzunlukları (mm)			
	Bay		Bayan	
	% 5'lik	% 95'lik	% 5'lik	% 95'lik
A. B. D.	1640	1870	1520	1730
Kuzey Avrupa	1645	1855	1510	1720
Japonya	1560	1750	1450	1610
Brezilya	1595	1810	-	-
Afrika	1565	1790	-	-

### 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 maksimum mesafenin verileri elde edilebilir.

İş alanı hacmi, bir operatörün etrafındaki kolay veya zor (maksimum) ulaşılabilen alandır. Dinamik antropometride elin hareketiyle taranabilen "iş alanı hacmi" (diğer ismiyle kullanıcı denetimli hacim) tanımlanarak, panel tasarımında kontrol düğmelerinin optimum yerleşimi sağlanabilir. Öte yandan bir işçinin fonksiyonel el ulaşma mesafesini artırmanın mantıklı bir yolu da ayaklar için daha fazla serbest alan bırakmaktır.

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 arkılığı tarafından engellenmiyorsa, esneyebiliyorsa veya ayakta ulaşım mesafesi de yine belkemiğini zorlamıyorsa daha fazladır ve yine bir ya da her iki ayağı birden hareket ettirecek kadar yer varsa ayakta ulaşım mesafesi daha fazladır.



Genel olarak, yapısal antropometrik verilere oranla fonksiyonel antropometrik veriler daha az elde edilmiştir. Klinisyenler uzun zamandır sağlıklı insanların eklem hareketlerinin sınırlarına ilgi duyarak hastalara yardımcı olmaya çalışmalarına rağmen, elde edilen veriler tasarım problemlerine doğrudan uygulanabilir veriler değildir.

### İşlevsel 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 açılı dizileri de bulunmuştur. Bu tanımlar sayesinde tasarımcılar iş alanının neresinde hangi göstergelerin ve kontrol düğmelerinin optimum olarak bulunacağını belirler (Sabancı, 1999).

### Antropometrik Boyutlar

Çalışılan yerin ne tip bir antropometrik veriye ihtiyaç duyduğunun belirlenmesinden sonra artık söz konusu antropometrik ölçülere ulaşılması gerekir. Ancak bu konuda da karşımıza başka bir karmaşa çıkar. İnsan vücudunda üç yüzden fazla farklı boyut belirtilmektedir. Bu denli çok değer kullanımı da uygulamalarda sakıncalar getirir. Bu sebeple, toplanmış olan veya toplanacak değerlerin sayısı, amaca uygun olarak saptanmalıdır.

Örneğin, toplumdaki en kısa boylu bayan ile en uzun bay ele alınırsa, bay % 30-40 daha uzun, % 100 daha ağır ve % 500 daha kuvvetlidir (Leavitt, 1992). O halde, iş istasyonu, ürün ya da aletlerin

tasarımında, ilgilenilen (insan popülasyonunun kullandığı giysi, mobilya ve otomobillerdeki) tüm değişkenler dikkatle ele alınarak lüzumlu ölçüler değerlendirilmeli, yani kullanılacak veriler dikkatlice seçilmelidir.

1950'li yıllarda yapılan antropometrik ölçümleri değerlendiren Hertzberg, ergonomik tasarımlar açısından en önemli otuz ölçüyü saptamıştır. Bunlardan bazıları ise 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, avuç uzunluğudur (Şekil 2 ve 3).

Ülkemiz insanının antropometrik verileri ise yetersizdir (Özok, 1981, Sabancı, 1992). Günümüze kadarki çalışmalar sınırlı sayıda insanımız üzerinde yapılmıştır. Bu araştırmalardan Akdeniz Bölgesi'nde yaşayan insanlarımızın antropometrik ölçüleri Tablo- 2'de verilmiştir (Sabancı, 1999).

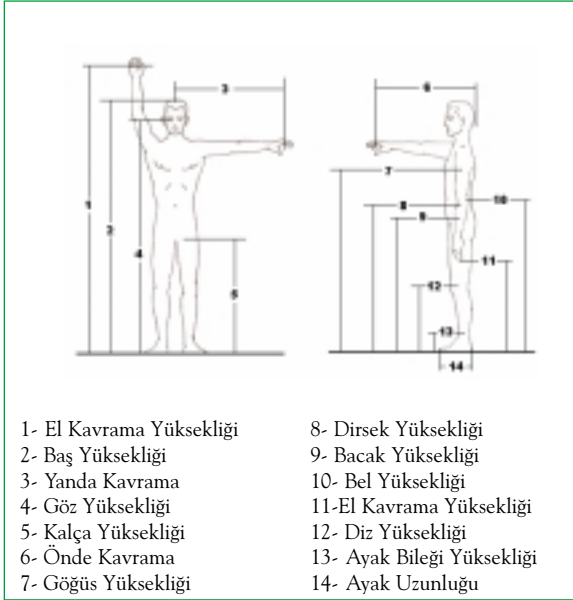
Vücut ölçülerini değiştirme olanağı olmadığına göre, çalışma yerinin düzenlenmesinde ergonomik açıdan önemli olan vücut ölçülerinin (organların uzunlukları, uzanma mesafeleri, ellerin ve ayakların hareket boyutları gibi) kabul görmüş yöntemlerle ölçülmesi gerekir. İnsanın durma ve hareket halindeki ölçüleri, kemik uzunlukları, kas kuvvetleri, doku tabakaları ve eklem mekaniklerinin tespit edilmesiyle elde edilir. Durma ve hareket halin-

**Tablo-2:** Ülkemiz insanının antropometrik ölçümleri (cm) verilmiştir (a: ayakta o: oturarak).

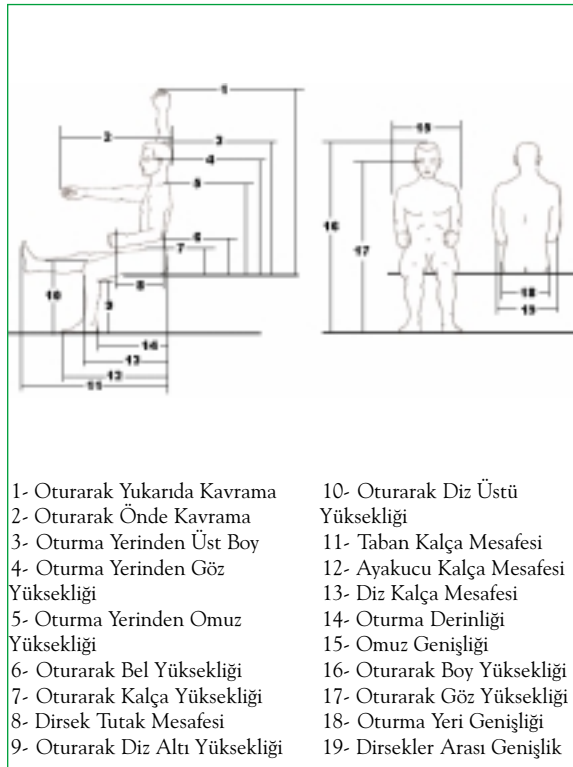
Boyutlar	Ortalama	Değerler Std. Sapma	% 5	% 95
Ağırlık (kg)	69.66	10.9	55.0	84.3
Boy	1691.5	57.8	1596.0	1786.5
Göz yüksekliği (a)	1582.0	57.1	1488.0	1676.0
Oturma yüksekliği	895.5	28.8	848.5	943.0
Omuz yüksekliği (o)	597.5	25.3	555.5	639.0
El ulaşım uzunluğu	846.5	36.2	787.0	906.0
Dirsek yüksekliği	256.0	22.6	219.0	293.0
Diz yüksekliği (o)	529.0	24.3	489.0	569.0
Oturma tabanı yük.	411.0	24.1	371.5	451.0
Kalça merkezi uzaklığı	143.0	26.6	99.5	186.5
Dizler arası uzaklık	327.5	56.0	235.0	419.5
Ayak uzunluğu	255.0	11.6	236.0	274.0

deki vücut ölçüleri ise kemik uzunluğu, kas ve doku kalınlığı ile eklemlerin form ve mekaniğine bağlıdır (Şekil- 2 ve Şekil- 3).

**Şekil-2:** Statik antropometri çalışmalarında kullanılan ayakta boyutlar



**Şekil-3:** Statik antropometri çalışmalarında kullanılan oturma halindeki boyutlar



## Antropometrik Tasarımda İstatistiksel Uygulamalar

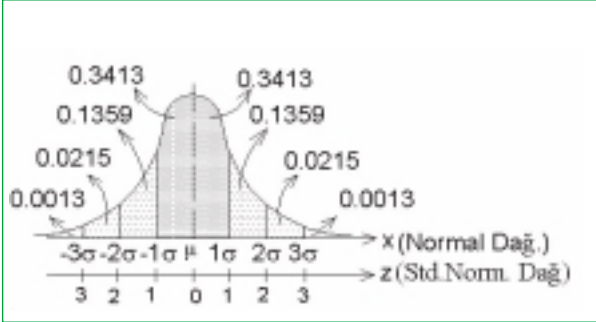
Elde edilen vücut ölçüleri hakkındaki istatistiksel bilgiler bir tasarım problemine doğrudan uygulamaz. Tasarımcı önce hangi antropometrik uyumsuzlukların olabileceğini analiz etmeli ve hangi antropometrik verilerin bu problemin çözümünde uygun olacağına karar vermelidir. Bir başka deyişle, tasarımcı kullanıcı ile ürün arasında neyin uyum sağlayacağını fikrinsel olarak geliştirmelidir. Daha sonra istatistik olarak uygun bir yüzdelik alan seçilmelidir. Ancak çoğu tasarımda uyumsuzluk aşırı uçların (çok uzun ya da çok kısa olanlar gibi) sadece birinde olduğundan, çözümü de ya maksimum ya da minimum ölçülerin seçimindedir. Yani bu aşamadaki problem ise eldeki istatistik ölçülerin nasıl kullanılacağıdır. Bu aşamada unutulmaması gereken husus eldeki istatistiksel verilerin ancak belli bazı kriterler çerçevesinde kullanılabilir olmasıdır (Dizdar, 2003).

Aslında, istatistik ölçülerden aritmetik ortalama ve standart sapma ile elde edilecek üst ve alt sınır değerleri bize tasarım aşamasında asıl kullanmakta olacağımız iç (minimum) ve dış (maksimum) ölçüleri verir. Yani, iş istasyonu, ele alınan ölçü aralığının iç ölçülerinde en büyük vücut ölçüleri (üst sınır değeri) ve dış ölçülerinde ise en küçük vücut ölçüleri (alt sınır değeri) göz önüne alınarak (tolerans alanları da düşünülerek) belirlenir.

Antropometrik tasarımlarda genellikle dağılım ölçüleri göz önünde bulundurulur. Bu ölçüler yüzdelik olarak ifade edilir ve dağılımın en azından % 90'lık kısmını içine almalıdır. İç (minimum) ölçülerde, iş 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 ölçüleri (% 95) esas alınır. Örneğin öğrenci sıralarının altında dizlerin rahat edebileceği bir ortam gibi iç ölçülerin tasarımında öncelik uzun boylu insanlarıdır. Bu durumda uygun antropometrik ölçünün (% 90, 95 veya 99 gibi) yüksek yüzdelik oranı seçilir. Ya da kapı yüksekliğinde erkek boyunun % 95 veya % 99'luk değerleri, minimum yükseklik olarak seçilirse, uzun insanlar da bu kapıdan geçebilir (Dizdar, 2000).



**Şekil-4:**Standart sapmaya göre normal dağılım yüzdeleri  
(Dizdar 2000)



İş istasyonlarında iç (minimum) ölçülerin kullanım yerlerine örnekler şu şekilde verilebilir (Sabancı, 1999).

- Bir yangın çıkış kapısı büyük bir insanın omuz genişliğinden ve vücut derinliğinden daha fazla olmalıdır.
- Kapı tokmağı, en yüksek oynak parmak ucundan daha aşağıda olmamalıdır.
- Kapı kulplarında küçük çocukların maksimum dikey ulaşma mesafesi dikkate alınmalıdır. Bunun amacı yanında ebeveynleri olmayan çocukların kapıyı açmasını önlemektir.
- Dış fırçası sapı, derin ağzı olan bir kişinin, azı dişlerine ulaşabilecek kadar uzun 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 oynak yerinden daha alçak olmamalıdır.
- Sadece bayanların yada bay-bayan birlikte çalışılan işyerlerinde vücut genişliği olarak hamile bir bayanın genişliği minimum değer olarak alınmalıdır.
- Büro, ameliyathane ya da fabrikalarda personelin dolaşımı için yeterli yer bırakılarak çarpışmalar önlenmelidir.
- Bir kapının yüksekliği, uzun bir insanın boyundan daha kısa olmamalı, hatta ayakkabı ve şapka gibi boy uzunluğunu artıran ek unsurlar da dikkate alınmalıdır.

Dış (maksimum) ölçülerin tespitinde ise, iş görenin 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 insanların-

dır. veya bir kapı kulpunun maksimum yüksekliğini belirlemek için uygun antropometrik ölçüde (%10,5 veya 1 gibi) küçük yüzdelik oran seçilir. Böylece toplumdaki en kısa yetişkin bireyin de bu kulpa ulaşması sağlanır.

Maksimum ölçülerin kullanımına başka örnekler arasında koltuk yüksekliklerinin küçük kullanıcıların diz altı yüksekliği ve oturma-diz uzunluğunu aşmaması; kapı kulplarının küçük bir bireyin maksimum dikey parmak oynak yerinden daha yukarı bir kişinin el derisi içinde (kavrama çapını da aşmayacak şekilde) yeterli sürtünmeyi oluşturacak genişlikte bir alan sağlaması olarak verilebilir.

Eğer incelenen insanların istatistikî ölçüleri normal dağılıma uyduğu biliniyor ve ortalama ile standart sapma belli ise, her hangi bir antropometrik ölçümün dağılım içindeki yeri aşağıdaki formülle hesaplanabilir (Dizdar, 2000):

$$Z = (\text{ölçülen uzunluk} - \text{ortalama}) / \text{standart sapma formülünden};$$

$$Z = (x_i - \mu) / \sigma$$

Örneğin bir popülasyona ait kadın çalışanların boy ortalamasının 160.5 cm ve standart sapmasının 6.55 cm olduğu bilindiğinde, istenilen tasarım aralığındaki sınırları, antropometrik ölçülerin normal dağıldığı varsayımı ile hesaplanabilir. Tasarım aralığı (% 90 güven sınırları içinde) % 5-95'lik kadın çalışanların boy ölçülerine göre seçildiği takdirde, normal dağılım (Z) tablosunda 0.95 olasılığa karşılık gelen  $Z_T$  değeri 1.645 olarak bulunur. Normal dağılımın simetri özelliğinden tasarım aralığı aşağıdaki şekilde yazılabilir:

Tasarım Aralığı =  $\mu \pm Z_T * \sigma$  alındığına göre;

Tasarımın üst sınır değeri =  $160.5 + 1.645 * 6.55 = 171.27$  cm,

Tasarımın alt sınır değeri =  $160.5 - 1.645 * 6.55 = 149.72$  cm olarak elde edilir.

Böylelikle kadın işgücünün %5-95'lik yüzde oranları (sınırları) göz önüne alınarak tasarım 149.7 cm ile 171.3 cm arasında değişken boy ölçülerine göre yapılır. Eğer tasarım % 2.5-97.5 aralığında yapılırsa idi  $Z_T$  değeri 1.96; % 0.5-99.5 aralığında yapılırsa idi  $Z_T$  değeri 2.575 olarak alınırdı (Dizdar, 2000).



## Sonuçlar

Endüstride genelde iş istasyonu tasarım faaliyetleri maalesef keyfi olarak yürütülür. Genelde çalışanın antropometrik özellikleri aşağı yukarı tahmin edilerek, iş yerinin boyutlandırılmasına gidilir. Bu durum, kullanışlı dizayn parametrelerinin diğer bir ifade ile çalışanlara özgü boyutların göz ardı edilmesi sonucu çalışanın mental ve fiziksel açıdan zorlanmasına dolayısıyla verimlilik kaybına sebebiyet verir (Grandjean, 1988).

O halde, iş istasyonlarının çalışanlara uygun dizaynı dikkate alınması gereken önemli bir konudur. Çoğu zaman çalışana göre iş istasyonunun tasarım faaliyetleri arka plana atılıyor gibi görünsede günümüzde çağdaş ergonomik uygulamaların verimliliği arttırıcı bulguları dikkat çekici boyutlara ulaşmıştır. Sonuçta verimliliğin esas alındığı ileri teknolojiye sahip ülke ve müesseselerde insana yönelik iş düzenlemeleri iş istasyonu tasarımlarında kaçınılmaz bir gereksinim olmuştur.

Aslında bu amaçla gerçekleştirilenler sadece çalışanın biyolojik ihtiyaçlarıyla işin fiziksel gereklilikleri arasındaki etkileşimlerin incelenerek optimizasyonun sağlanmasıdır. Fiziksel gereksinim listesinde öncelik ise iş istasyonlarında antropometrik etkileşimlerin dikkate alınmasıdır.

## Kaynaklar

1. Corlett, E. N., and Clark, T. S., The Ergonomics of Workspaces and Machines, Taylor and Francis, Bristol, PA, 1995.
2. Cushman, H., Nielson, S., Weim, W., Ergonomic Design for People at Work, Vol.1, Kodak Human Factor, 1983.
3. Das, B., Sengupta, Arijit K., Industrial Workstation Design: A Systematic Ergonomics Approach, Applied Ergonomics Vol 27 No 3, Elsevier Science, s. 157-163, 1996.
4. Dizdar, E. N., İstatistik, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Karabük Teknik Eğitim Fakültesi, Ders Notları, Ekim, 2000.
5. Dizdar, E. N., Antropometrik Optimizasyon, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ders Notları, Ekim, 2003.
6. Dizdar, E. N., Kurt, M., İş Güvenliği, Gazi Üniversitesi Ders Kitabı, Kale Ofset, 2002, Ankara.
7. Erkan, N., Ergonomi, MPM Yayınları, Ankara, 7. Baskı, 2003.
8. Helander, M. G., Human factors in manufacturing pro-

ductivity, International Journal of Industrial Ergonomics, 7, (3), 1991.

9. Jan D., Bernard A. W, Ergonomics For Beginners: A Quick Reference Guide, Taylor&Francis, 2nd Edition, 2001.

10. Kroemer, H. E., Kroemer H., Kroemer K. E., Ergonomics -How to Design for Ease and Efficiency, Prantice Hall Englewood, 2nd Edition, 2000.

11. Kroemer, K. H. E., Kroemer, A., Office Ergonomics, Taylor&Francis, 2nd Edition, 2001.

12. Kurt, M., İş Kazalarının Ergonomik Analizi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara, 1993.

13. Leavitt, S. B., The Healthy Office of the 90s; II. The Need for Ergonomic Seating, distributed by IAC Industries, Brea, CA, 1992.

14. Osborne, D., Ergonomics at Work: Human Factors in Design and Development, 3rd Edition, John Wiley&Sons, 1995.

15. Özok, A. F., İşbilim, İ.T.Ü., Endüstri Mühendisliği, Ders Notları, 2002.

16. Özok, A. F., Türk Sanayi İşçileri Üzerine Antropometrik Bir Araştırma, Doğa Dergisi, TUBİTAK, Cilt 5, 1981.

17. Sabancı, A., Ergonomi, Baki Kitapevi, Adana, 1999.

18. Salvendy, G., Handbook of Human Factors and Ergonomics, 2nd Edition, John Wiley&Sons Ltd, 1997.

19. Sanders, M. S., McCormick, E., Human Factors in Engineering and Design, McGraw-Hill Inc., 7th Edition, Singapore, 1993.

20. Şimşek, M., Mühendislikte Ergonomik Faktörler, Marmara Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 1994.

21. Tayyari, F., Smith, J. L., Occupational Ergonomics: Principles and Applications, Chapman&Hall, 1997.

22. Uslu, B. A., Ergonomi, Atılım Üniversitesi Yayınları, No: 5, Ankara, 2001.●