



ANTROPOMETRENİN ERGONOMİDE KULLANIMI

Dr. Çađatay BARUT

Yrd. Doç., Zonguldak Karaelmas Üniv. Tıp Fak. Anatomi AD.

Dr. Sibel KIRAN

Yrd. Doç., Zonguldak Karaelmas Üniv. Tıp Fak. Halk Sağlığı AD.

Giriş

Çalışan insanların fiziksel rahatlıkları ve beden yeteneklerini maksimum düzeyde kullanabilmeleri; kullandıkları malzemeler, çalışma yüzeyleri ve hacimlerinin kendi boyutları ile uygun olmasına bağlıdır. İşle ilgili fiziksel stresin en önemli nedenlerinden birisi işçinin vücut ölçüleri ile çalışma yeri, donanım ve araç-gerecin boyutlarının uyumsuzluğudur. Bunun sonucunda aşırı öne eğilme, araç gereç ve donanıma ulaşmak için zorlanarak eğilme, uzun süre kolların veya omuzun yükseğe doğru uzanmak zorunda kalması, güç uygulanan aracın uzakta tutulması, çok yüksek veya çok alçak sandalyede oturarak çalışma gibi, zorlayıcı posture bağlı sorunlar ortaya çıkmaktadır (1, 2).

İşin fiziksel gerekliliklerinin insana uyumunun temel dayanağı, iş ortamı ve araçları ile etkileşen beden ölçüleridir. Yani çalışma yerlerinin tasarımında insan ölçüleri göz önüne alınırken insan yeni baştan yaratılamayacağına göre onun ölçülerinin bilinmesi, ilgili tasarımların ön koşuludur. Bu ölçüler bilinmeden çalışma ortamında insan ile iş çevresinin uygun etkileşimi tasarlanamaz. Ancak bu sayede rasyonel ve yorucu olmayan bir iş ortamı elde edilebilir (3, 4).

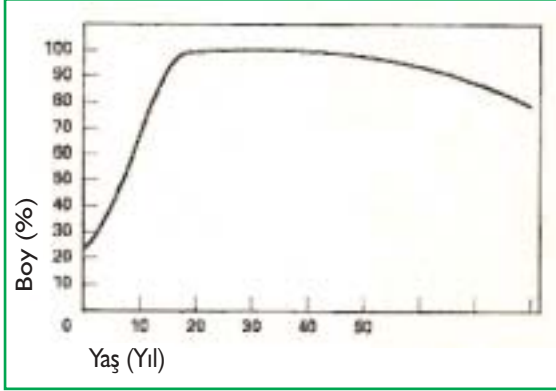
Yunanca antropos (insan) ve metrikos (ölçü) sözcüklerinden oluşan antropometri, beden ölçümleri, özellikle de vücut boyutları, şekli ve çalışma kapasitesi ile ilgili ölçümlerle ilişkili bir bilimdir (3,4,5). Beden ölçüleri ile ilgili gerçekleştirilen ça-

lışmaların ilkinin M.Ö. I. yüzyılda yaşamış olan Roma'lı Mimar Vitruvius tarafından gerçekleştirildiği bilinmektedir. Yukarıdaki tanımda belirtilen amaca uygun ilk çalışma XIX. yüzyılın son yarısında Belçikalı bir matematikçi olan Adolphe Quetelet tarafından gerçekleştirilmiştir. Quetelet, Antropolojik verilere ilk kez istatistiği uygulamıştır ve 1870 yılında yayınladığı "Anthropometric" isimli kitabı ile sadece bu bilim dalını kurmakla kalmamış, aynı zamanda "antropometri" sözcüğünün de isim başı olmuştur (5, 6).

Antropometri bazı standart noktaların esas alınmasıyla insan bedeninin ölçümlerini yapmaktadır ve vücut büyüklüğünün ölçümü ve istatistiksel olarak değerlendirilmesini yapmayı esas edinir (4, 7). Ayrıca beden bölümlerinin konumları da önemlidir. İşin gerektirdiği erişim olanakları, normal, maksimum ve minimum çalışma alanları, rahatlık açıları, ağırlık dağılımı ve hacimler gibi kitle karakteristiklerini güvenilir biçimde tanımlayacak beden ölçülerini belirlemek antropometrinin amaçları arasında sayılmaktadır (5).

Antropometri, birbirine hiç benzemeyen eşyaların ölçülerini optimize etmeye yarar. Antropometrik veriler ergonomide, başlıca iş alanları olmak üzere tüm alet, ekipman, mobilya ve giysilerin fiziksel ölçülerini belirlemede kullanılır. Böylelikle alet ve ürünlerin ölçüleri onları kullananların ölçülerine uyumlu hale getirilerek "iş, insana uyumlu hale getirilir" (3, 7).

Şekil-1: Artan yaş ile birlikte boyda meydana gelen değişim



Antropometrik veriler önemli derecede değişkenlik gösterebilir. Bu değişkenlik dört temel nedenden kaynaklanır.

• **Ölçüm değişkenliği:** Örnek popülasyonun seçiminde, ölçüm cihazlarının kullanımında, ölçülmüş verilerin saklanması ve istatistiksel analiz yöntemlerinin uygulanmasında kullanılan farklı yaklaşımlar oldukça değişken bilginin toplanmasına neden olabilir (6).

• **Birey içi değişkenlik:** Kişinin aynı vücut segmentinin boyutu, gençlikten yaşlılığa doğru değişiklik gösterir. Bu değişkenlik beslenme durumu, fizik aktivite miktarı ve sağlık durumuna da bağlıdır. Çocukluk ve adolesan dönemleri boyunca boy gibi vücut ölçüleri hızla değişir. Erken yirmili yaşlarla elli yaşlar arasında genellikle çok az değişiklik meydana gelir, boy neredeyse sabit kalır (Şekil-1). Altmışlı yaşlardan sonra bir çok boyut küçülürken beden ağırlığı ve kemik çevresi gibi bazı boyutlarda genellikle artış olur (6, 8).

• **Bireyler arası değişkenlik:** Kişiler kol uzunluğu, vücut ağırlığı, boy ve diğer vücut ölçüleri açısından birbirlerinden farklılıklar gösterir. Ayrıca cinsiyet farklılığı, ırksal farklılıklar, mesleki farklılıklar, beslenme ve fiziksel etkinlik farklılıkları bireyler arası farklılıkları açıklayabilir (1, 6). Eğer bir toplumdaki en kısa kadın ile en uzun erkek ele alınırsa; erkeğin kadına göre %30-40 daha uzun, %100 daha ağır ve %500 daha kuvvetli olacağı bildirilmektedir.(9) Bu, bireyler arası değişkenliği vurgulamak açısından güzel bir örnektir. Bir popülasyon örneğini tanımlayan veriler genellikle kesitsel bir çalışma ile elde edilir. Bu da farklı yaşlardaki, farklı beslenme ve sağlık durumlarındaki kişilerin örnek grubunda yer aldığı anlamına gelir(6).

• **Kuşaklar arası değişkenlik:** Günümüzde insanların atalarından ortalama olarak daha büyük olduklarına dair bazı bilgiler vardır. Bu gelişimle ilgili güvenilir antropometrik bilgi yaklaşık olarak son yüzyıla aittir. Kuzey Amerika ve Avrupa'da son 50 yıl boyunca boy ortalama olarak her 10 yıl için 1 cm uzamışken, ağırlığı her 10 yıl için 2 kg artmıştır. Bunun olası nedeni kişilerin genetik olarak belirlenmiş potansiyel boyutlarına erişmelerini sağlayan artmış beslenme ve hijyen olanaklarıdır (6,8,9).

Ayrıca, beden ölçüleri ve beden oranları, toplumlar ve ırklar arasında büyük oranda farklılıklar gösterir. Uluslararası kullanım amacıyla tasarlanan bir üründe bu noktayı göz önünde bulundurmamak gerekmektedir. Bununla ilişkili verilen en çarpıcı örnek; ABD toplumundaki erkeklerin %90'ına uyacak şekilde tasarlanan bir ekipmanın, kabaca Alman erkeklerinin %90'ına, Fransız erkeklerinin %80'ine, İtalyan erkeklerinin %65'ine, Japonların %45'ine, Tayvanlıların %25'ine ve Vietnamlıların %10'una ancak uygun olabileceğidir (9).

Antropometrik Veri Tipleri

İnsan ölçülerinin belirlenmesinde üç farklı metot kullanılır: Statik, dinamik ve işlevsel antropometri (3,9).

• **Statik (yapısal) antropometrik veriler:** Bunlar bireyin sabit pozisyonlarda iken (ayakta dik durma veya oturma pozisyonu gibi) vücut boyutlarının ölçülmesi ile elde edilen verilerdir. Ölçümler ya tam olarak belirli bir anatomik yapıdan diğerine ya da uzayda sabit bir noktaya göre yapılmaktadır. Örneğin eklemlerin yerden yüksekliği, popliteal fossanın yüksekliği gibi. Statik antropometrik veriler mobilya boyutlarının belirlenmesi veya giysi bedenlerinin alt ve üst sınırlarının ayarlanması gibi alanlarda kullanılabilir (3,5,9).

Başta iş, işyeri, giysi ve şahsi eşya tasarımı olmak üzere çeşitli tasarım amaçları için kullanılan statik vücut ölçülerinin bir kısmı şunlardır (3,5,6,9):

Yükseklikler: Düşey uzunluklardır. Genellikle birey ayakta iken yerden, otururken oturma yüzeyinden ilgili vücut noktasına kadar ölçülen uzaklıklardır. Diz yüksekliği, ayakta boy, oturma yüksekliği gibi yükseklikler bu gruba girer.

Genişlikler: Yatay ve enine çaplardır. Kalça genişliği, omuz genişliği gibi ölçüler bu gruba girer.



Derinlikler: Yatay ve dikine çaplardır. Göğüs derinliği, kalça derinliği gibi ölçülerdir.

Uzunluklar: Herhangi bir vücut bölümünün uzun eksenini boyunca ölçülen büyüklüğüdür. Sırt uzunluğu, dış kol uzunluğu gibi ölçüler bu gruba girerler.

Çevresel uzunluklar: Bir vücut parçasının ve kısmının kesitinin aynı düzlemdeki çevresidir. Ölçme düzlemi yatay olabileceği gibi (bel çevresi), düşey (düşey gövde çevresi) ve hatta eğik (üst kol çevresi) de olabilir. Baş çevresi, boyun çevresi, göğüs çevresi gibi ölçüler bu gruba girerler.

Eğrisel uzunluklar: Vücut üzerindeki herhangi iki noktayı birleştiren eğrinin uzunluğudur. Şakaklar arası uzaklık, çene ucundan kulaklar arası mesafe gibi ölçüler bu gruba girerler.

Düşüklükler: Vücut üzerinde boyun, göğüs, bel ve kalça çizgilerinden geçtiği kabul edilen yatay düzlemler arasındaki uzunluklardır.

Erişim uzaklıkları: Uzunlukların özel bir hali olan erişim uzaklıkları kolun eksenini boyunca ölçülür. Yukarı doğru ve öne doğru maksimum erişim uzaklıkları gibi ölçüler bu gruba girer.

Kalınlıklar: El, bilek gibi uzuvların uzun eksenlerine dik en kısa çapların uzunluklarıdır.

Çıkıntılar: Herhangi bir uzvun (örneğin: burun) en uç kısmının başlangıç noktasına kadar olan uzunluklarıdır. Burun ve kulak çıkıntısı gibi ölçüler bu gruba girer.

Kirişler: Özellikle, başta ense ile burun ve çene ile arka kafayı birleştiren doğrusal uzaklıklardır.

• Dinamik (fonksiyonel) antropometrik veriler: Sabit bir referans noktasına göre vücudun belirli 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 çalışanın etrafındaki kolay veya zor ulaşılabilen alan olarak tanımlanabilir. Dinamik antropometride elin hareketiyle taranabilen "iş alanı hacmi" tanımlanarak panel tasarımında kontrol düğmelerinin en uygun yerleşimi sağlanabilir (5, 9).

İş alanı hacmi, baskı altında kalmayan eklemlerin sayısına bağlı olarak artar. Bu hacmin büyüklüğü ve şekli çalışanın zorlama derecesine bağlıdır. Örneğin oturan bir operatörün, eğer bel bölgesi oturduğu koltuğun arkılığı tarafından engellenmiyorsa, esneyebiliyorsa veya ayakta ulaşım mesafesi

de yine bel bölgesini zorlamıyorsa daha fazladır ve yine bir ya da her iki ayağını birden hareket ettirecek kadar yer varsa ayakta ulaşım mesafesi daha fazladır (9).

• İşlevsel (Newtonian) antropometrik veriler: Bu veriler insan vücudu üzerindeki yüklerin mekanik analizini yapmakta kullanılır. Vücut, uzunluğu ve kütlesi bilinen, birbirine bağlı bölümlerden oluşmuş bir bütün olarak kabul edilir. Bu tip çalışmalar sırasında oluşacak uygun pozisyonların tanımlanabilmesi için komşu eklemlerin uygun açı dizileri de bulunmuştur. Bu tanımlar sayesinde tasarımcılar iş alanının neresine hangi göstergelerin ve kontrol düğmelerinin optimum olarak bulunacağını belirler (3, 9).

Antropometrik Verilerin Kullanılması

Tasarımda kullanılacak verilerin ürünü kullanacaklara uyum sağlaması gereklidir. Antropometrik verilerin tasarım amaçlarına yönelik olarak kullanılmasında uyulması gereken ilkeler şunlardır:

• Uç değerlere göre tasarım yapmak: Tasarım çalışmalarının en önemli amacı kullanıcı kitlesinin tamamına yakın bir kısmına uyum sağlayabilecek tasarım standartlarının geliştirilmesidir. Vücut ölçüleri ile ilgili araştırmalarda %90'lık kullanıcı kitlesi hedef alınmıştır. En üstteki %5'lik değerle en alttaki %5'lik değer standart kapsamının dışında tutulmuştur. En üstteki %5'lik değer alt sınırı %95'lik persentil, en alttaki %5'lik değer üst sınırı da %5'lik persentil olarak tabir edilir. Tasarım çalışmalarında işte bu %5'lik ve %95'lik persentil arasında kalan kitlenin kapsanması hedef alınır. Hacimle ilgili tasarımlarda %95'lik persentil değeri, erişimle ilgili tasarımlarda ise %5'lik persentil değeri esas alınır. Örneğin bir asansör tasarımı için standartlar geliştirilecekse asansörün boyutları için %95'lik persentil değeri, asansör içindeki düğmelerin döşemeden yükseklikleri ise %5'lik persentil değeri esas alınarak tasarlanır. Burada varsayım, uzun boyluların sığabileceği bir asansör kabinine kısa boyluların da sığabileceği, diğer taraftan kısa boyluların yetişebileceği bir düğmeye uzun boyluların da rahatça ulaşabileceğidir. %5'lik persentil değerinin altında ve %95'lik persentil değerinin üzerinde kalan gruplar standart dışı olarak kabul edilir. Bu grupların ihtiyaçları özel yapımlar yoluyla karşılanır (5, 6, 8, 9).

• **Ayarlanabilir aralıklara göre tasarım:** Bir donanım belli ölçüleri, değişik kullanıcıları kapsayacak şekilde ayarlanabilir özelliğe sahip olabilir. Örneğin bir otomobil koltuğunun ileri geri, bir sandalyenin oturak kısmının yukarı aşağı hareket edebilmesi gibi. Bunlar gibi ayarlanabilir özelliklere sahip olan donanımın %5'lik ve %95'lik persentil değerleri arasında herhangi bir noktaya ayarlanabilecek şekilde tasarlanması önerilmektedir (5, 8, 9).

• **Ortalama değere göre tasarım:** Ortalama değerden çok sık bahsedilmesine rağmen, dikkate alınacak ölçü sayısı arttıkça bu ölçülerin her birinin ortalama değerine sahip bir kişi bulmak hemen hemen imkansızlaşır. Ortalama değeri esas alan tasarımlar, sanılanın aksine, kullanıcı kitlesinin büyük bir bölümünü kapsamayacaktır (4, 8, 9). Buna rağmen bazı hacim ve giysilerin tasarımları ortalama değerlere göre yapılmaktadır. Örneğin kazak, çorap ve eldiven gibi bazı giysiler ortalama değerlere göre tasarlanır.

Bazı Antropometrik Ölçümlerin Tanımları

Antropometrik ölçümlerin bir çoğu iki standart pozisyonda yapılır: Ayakta dik dururken ve otururken. Standart ayakta dik durma pozisyonunda ayaklar birbirine bitişik ve gözler ileri bakar pozisyondadır. Bu pozisyon, anatomik pozisyona benzetilmektedir. Standart oturur pozisyonda gövde ve baş dik konumda, omuzlar gevşek ve kol yanlarda sarkık pozisyonda iken önkol dirsek 90 derece dik açıda olacak şekilde yere paralel konumdadır. Oturma yüzeyi, uyluklar yere paralel, bacaklar yere dik ve ayaklar yerle tam temas edecek şekilde ayarlanır. Böylece diz ve ayak bilekleri dik açı yaparlar. "Göz yüksekliği, otururken" gibi vertikal ölçümler aksi belirtilmedikçe oturma yüzeyinden itibaren verilir (4, 8), (Şekil-2).

Antropometrik ölçümler genellikle kişiler yalnızca ve üzerlerinde çok az giysi (iç çamaşırları gibi) varken yapılır. Bu durumda gereken tasarımlarda ayakkabı topukları için düzeltme yapılmalıdır, ortalama bir değer eklenmelidir. Erkekler için 25 mm, kadınlar için de 45 mm'lik bir ekleme ayakkabı topukları için yeterli olacaktır. Giysilerle ilgili düzeltmeler de duruma göre göz önüne alınmalıdır.

Burada çalışırken şapka, baret vb. giyip giymemesi, işin iç veya dış mekânlarda yapılması önemlidir. İç mekânlarda yapılacak işler için gerekli tasarımlarda giysi etkisi ihmal edilebilirken dış mekânlarda yapılacak işler için gerekli tasarımlarda 40 mm'ye kadar bir ekleme gerekebilir (4, 8).

• **Grup A: Temel anatomik referans noktalarının yükseklikleri:** Bunlar standart ayakta dik durma pozisyonunda yapılan ölçümlerdir. Esas olarak iş istasyonu ve çevre tasarımlarında kullanılırlar (4, 8).

Boy: Ayakta dik duran kişinin tabandan tepesine kadar olan uzunluğudur.

Göz yüksekliği: Ayakta dik duran kişinin göz seviyesinden (gözün iç köşesinden) yapılan ölçümdür. Görme alanının merkezini tanımlar ve bu nedenle görme alanıyla ilişkili tasarımlar için önemli bir referans noktasıdır.

Omuz yüksekliği (akromial): Omuzdaki kemik bir çıkıntı olan akromionun yerden yüksekliğidir. Yaklaşık olarak omuz ekleminin rotasyon merkezidir ve erişim alanlarının hesaplanmasında kullanılabilir.

Dirsek yüksekliği (ayakta, yerden): Çalışma yüzeylerinin yüksekliğinin belirlenmesi için kullanılan referans düzeyidir.

Kalça yüksekliği (trokanterik): Trochanter major'un tabandan yüksekliğidir. Kalça ekleminin rotasyon merkezidir ve alt ekstremitenin fonksiyonel uzunluğunu verir. Bu düzey genellikle yüklerin taşıdığı yüksekliktir.

Metakarpofalangeal eklem (knuckle) yüksekliği: El tutacakları için referans noktasıdır. Taşıma ile ilişkili aletlerin el tutacakları en az bu seviyede olmalıdır. El kontrollerinin yerleştirilmesi için kabul edilen en alt noktadır.

Parmak ucu yüksekliği: Parmak ucuyla yapılan kontrol düzeneği için kabul edilebilir en alt noktadır.

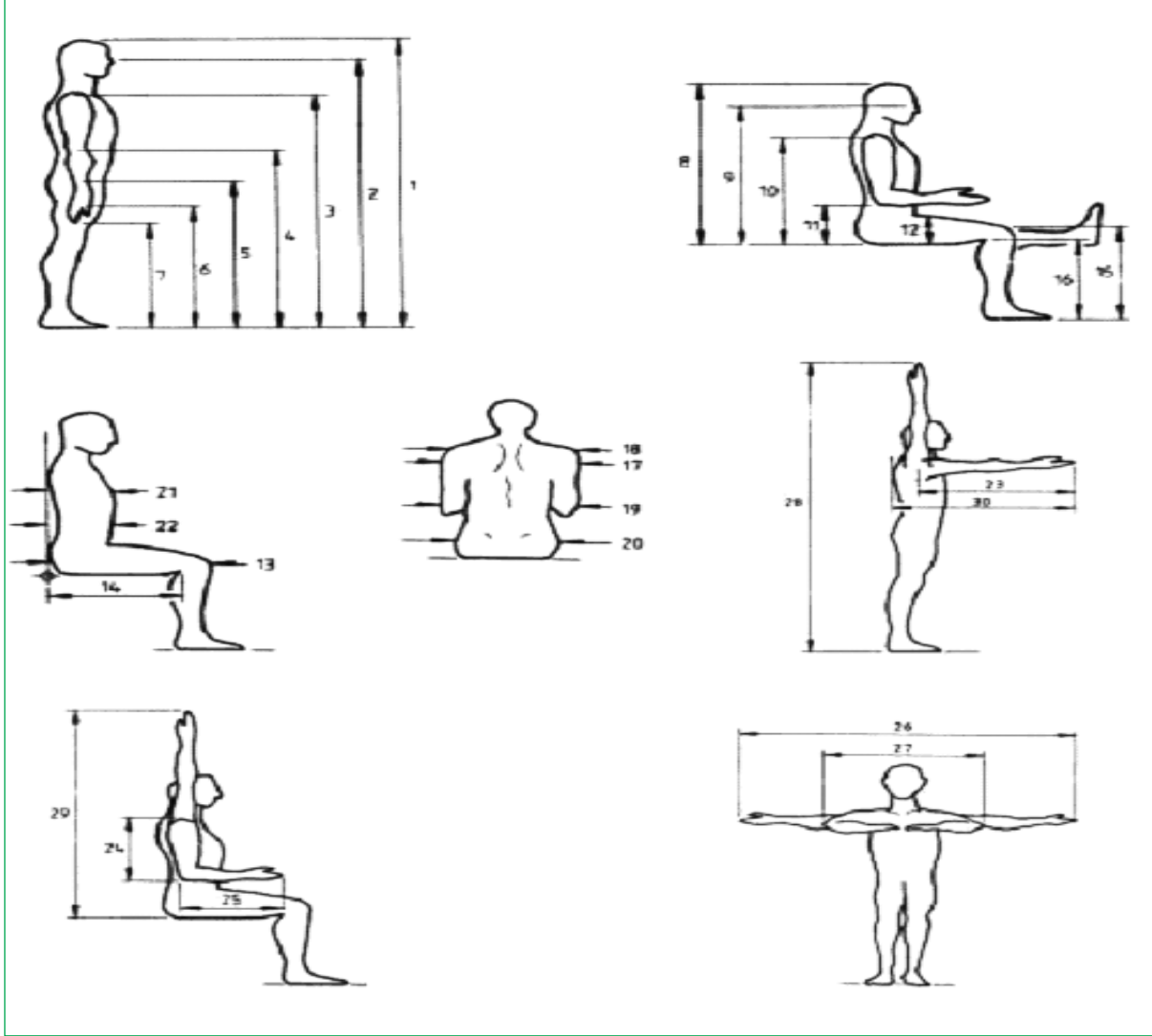
• **Grup B: Oturur pozisyonundaki boyutlar:** Standart oturur pozisyondayken yapılan ölçümlerdir.

Oturma yüksekliği: Başın en yüksek noktasıyla oturma yüzeyi arasındaki uzaklıktır.

Oturur pozisyonunda göz yüksekliği: Oturan kişinin göz seviyesi (gözün iç köşesi) ile oturma yüzeyi arasındaki uzunluktur.

Oturur pozisyonunda omuz yüksekliği (akromi-

Şekil-2: Bazı antropometrik ölçümler



al): Akromion ile oturma yüzeyi arasındaki uzunluktur.

Oturur pozisyonunda dirsek yüksekliği: Dirsek 90 derece fleksiyondayken alt yüzünün oturma yüzeyine olan uzaklığıdır. Masa yükseklikleri için referans noktasıdır.

Uyluk kalınlığı: Uyluğun en yüksek noktası ile oturma yüzeyi arasındaki uzunluktur.

Kalça diz uzunluğu: Yatay düzlemde gluteal bölgenin en arka noktası ile (üzerine basınç uygulamadan) dizin en uç noktası arasındaki uzaklıktır.

Kalça popliteal bölge uzaklığı: Standart oturur pozisyonda, yatay düzlemde gluteal bölgenin en arka noktası ile (üzerine basınç uygulamadan) popliteal fossa arasındaki uzunluktur. Bir sandalyenin

kabuledilebilir maksimum derinliğidir.

Diz yüksekliği: Standart oturur pozisyonda dizin en üst noktası ile taban arasındaki uzunluktur.

Popliteal yükseklik: Standart oturur pozisyonda popliteal fossa'nın tabandan yüksekliğidir. Bir sandalyenin maksimum kabul edilebilir yüksekliğini tanımlar.

Omuz genişliği (deltoid kaslar arası): Deltoid kaslar arasında omuzun maksimum genişliğidir.

Biakromial genişlik: Her iki tarafta akromion'lar arasındaki yatay mesafedir. Üst ekstremitenin rotasyon merkezini tanımlar.

Dirsekler arası genişlik: Kollar her iki yanda gevşek biçimde sarkıkken dirsekler arasında yer alan maksimum mesafedir.



Kalça genişliği: Her iki gluteal bölgenin dış tarafları arasındaki maksimum uzunluktur.

Göğüs derinliği: Arkada skapula ile önde toraksın en çıkıntılı noktası arasındaki yatay uzaklıktır.

Karın derinliği: Standart oturur pozisyonda, arkada gluteal bölgenin en arka noktasından (üzerine basınç uygulamadan) geçen düşey düzlem ile önde karın bölgesinin en çıkıntılı noktası arasındaki yatay uzaklıktır.

• **Grup C: Üst ekstremité ölçümleri ve uzanma mesafeleri:**

Omuz-parmak ucu uzunluğu: Akromion ile orta parmağın ucu arasındaki uzunluktur. Üst ekstremitenin rotasyon çapını belirler.

Omuz-dirsek uzunluğu: Standart oturur pozisyonda, dirsek 90 derece fleksiyondayken acromion ile dirseğin alt kenarı arasındaki uzaklıktır.

Dirsek-parmak ucu arasındaki uzunluk: Ön kol ve el yatay düzlemde tutulduğunda dirseğin arka noktası ile orta parmağın ucu arasındaki uzaklıktır.

Parmak uçları arası uzunluk: Her iki üst ekstremité yere paralel olarak gergin şekilde yanlara doğru uzatıldığında parmak uçları arasında kalan mesafedir.

Dirsekler arası uzunluk: Her iki kol yanlara doğru gergin bir şekilde uzatıldığında dirsekler arasında kalan uzaklıktır.

Ayakta dik durur pozisyonda yukarı uzanma yüksekliği: Üst ekstremité zorlanmadan başın üstüne kaldırıldığında orta parmak ucu ile taban arasında kalan uzaklıktır.

Oturur pozisyonda yukarı uzanma yüksekliği: Standart oturur pozisyonda üst ekstremité zorlanmadan başın üzerine kaldırıldığında orta parmağın ucu ile oturma yüzeyi arasında kalan uzaklıktır.

Kol uzanım alanı: Üst ekstremité yatay düzlemde öne doğru uzatıldığında scapula ile orta parmağın ucu arasında kalan uzunluktur. Omuzlar öne doğru yer değiştirdiğinde bu mesafeye 100 mm daha eklemek gerekir, gövde öne doğru 30 derece eğildiğinde de bir 150 mm daha eklemek gerekir.

Kaynaklar

1. Rekpel D., Janowitz IL., Ergonomics & the prevention of Occupational injuries, Occupational & Environmental Medicine (Joseph LaDou, Ed.), London: Prentice Hall International Inc; 1997.
2. Andrews G. J. A., Kornas B., Ergonomics, Fundamentals of senior pupils, Edinburgh: Napier College, Collington Road; 1982.
3. Dizdar E N., Ergonomik İş İstasyonu Tasarımında İlk Adım "Antropometri", Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi (ISSN 15513 1302-48-41), Nisan-Mayıs-Haziran 2003: 38-44.
4. Pheasant S., Body Space: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work, 2nd Edn. London: Taylor & Francis; 1996.
5. Su B A., Ergonomi. Ankara: Atılım Üniversitesi; 2001. p: 57-93.
6. Kroemer KEH., Kroemer HB., Kroemer-Elbert KE. Ergonomics: How To Design For Ease & Efficiency. New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1994. p.15-50.
7. Güler Ç., Vaizoglu S. A., Tekbaş Ö. F., Temel Ergonomi Kavramları, Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi (ISSN 15513 1302-48-41), Temmuz 2000; (3): 22-26.
8. Pheasant S., Anthropometrics An Introduction, Wetherby: British Standards Institution, 1990. p: 3-24.
9. Bridger R S., Introduction, to Ergonomics, St. Louis: McGraw-Hill Inc, 1995. p:71-95. ●