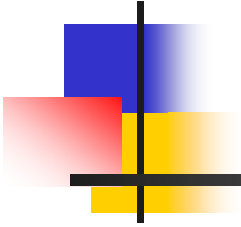
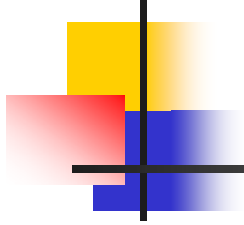


İNSAN FAKTÖRLERİ MÜHENDİSLİĞİ



Prof. Dr. Nilgün FIĞLALI
Kocaeli Üniversitesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü

Şubat, 2010



SİSTEM NEDİR ?

NASIL TANIMLARSINIZ ?



SİSTEM YAKLAŞIMI

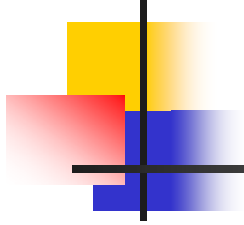
- Sistem düşüncesi
 - Sistem düşüncesi bir dünya görüşüdür.
 - Sistem düşüncesi disiplinlerarasıdır.
 - Sistem düşüncesi gerçek dünya olgularını sistem olarak algılar ve karşılıklı etkileşimlerle ilişkilerin üzerinde yoğunlaşır.
- Bilgi teknolojileri



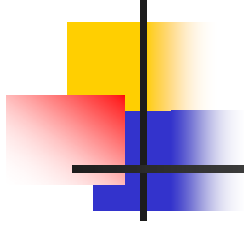
SİSTEM TANIMI VE BİLEŞENLERİ

Sistem; bir bütünlük veya tamlık oluşturmak üzere **elemanlarının** birbirleriyle ve **çevreleriyle** ilişkide olduğu ve belirli bir **amaca** yönelik elemanlar kümesidir.

- Girdi (ler)
- Süreç(ler)
- Çıktı(lar)
- Çevre
- Amaç
- Geri besleme



**İNSAN-MAKİNE SİSTEMİNİ
NASIL TANIMLARSINIZ ?**



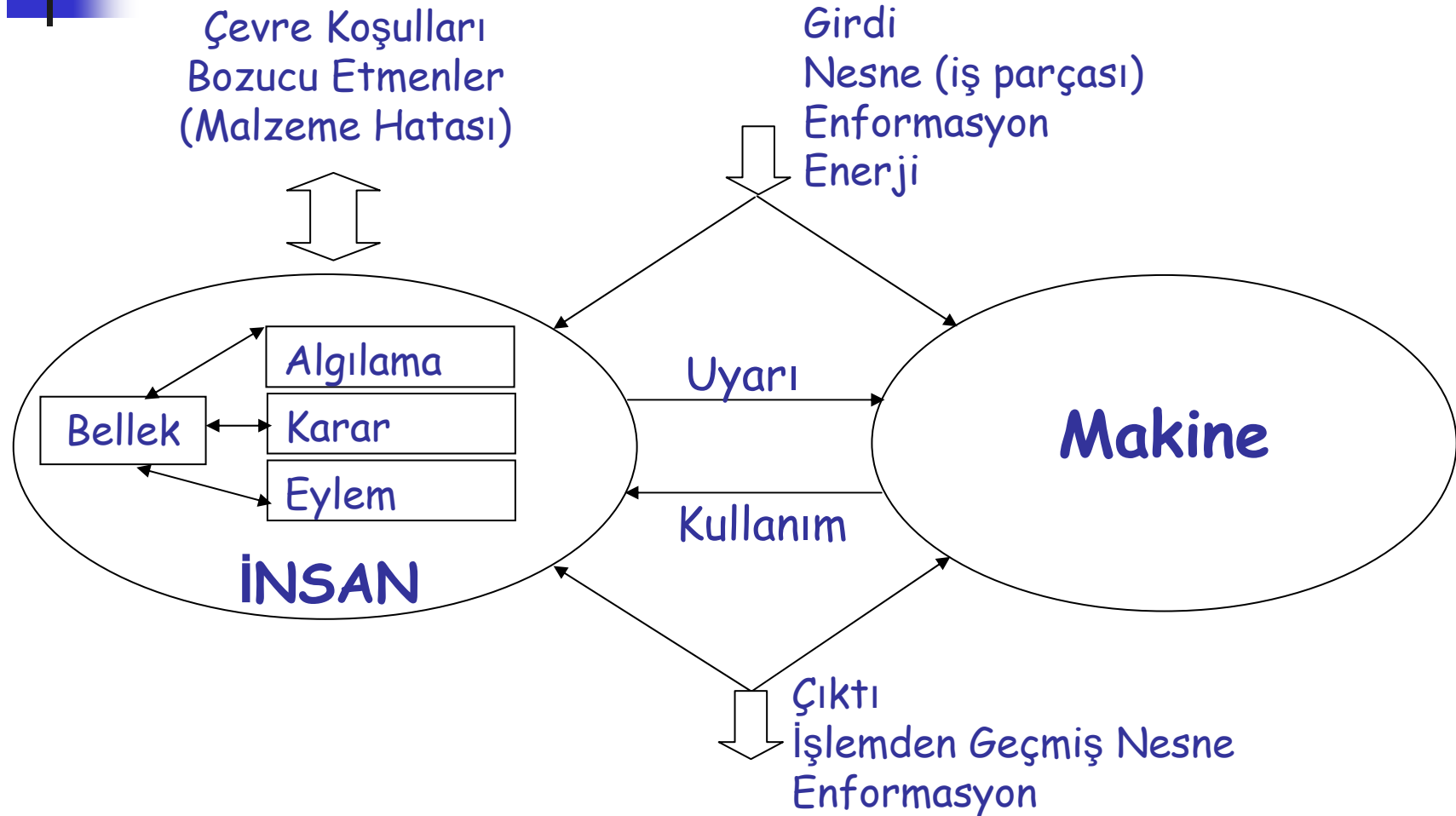
İNSAN-MAKİNE SİSTEMİ

İnsan-Makine Sistemi: Mamul veya hizmet üretimi gerçekleştiren bir yapı içerisinde; insan, çalışma yeri, üretim aracı, iş akışı, iş çevresi ve iş parçasının öngörülen görevi yerine getirmek üzere karşılıklı etkileşim halinde bulundukları, mikro düzeyde faaliyet gösteren, bir sistemdir.

İNSAN-MAKİNE SİSTEMİ BİLEŞENLERİ

- Girdi
- Çıktı
- İnsan
- Makine
- İlişkiler
- Amaç
- Çevre
- Geri besleme

İNSAN-MAKİNE SİSTEMİ

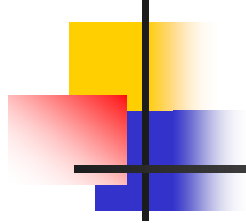




İNSAN-MAKİNE SİSTEMİ TASARIMI

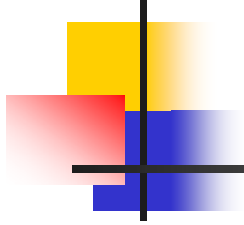
İnsan-Makine Sistemi tasarımının
tarihteki gelişim ve değişimi:

- Geleneksel Tayloristik Sistem-Merkezli tasarım
- Organizasyonel-Merkezli tasarım
- Kullanıcı-Merkezli tasarım
- Sosyal-Merkezli tasarım



Ergonomi'nin Doğuşu

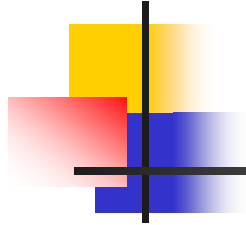
II. Dünya Savaşı sırasında, karmaşık askeri ekipmanların kullanımı ile ortaya çıkan problemleri belirlemek ve gidermek amacıyla; psikologlar, fizyologlar, antropologlar, tıp doktorları, çalışma konusunda uzman kişiler ve mühendisler birlikte çalışmışlardır. Bu disiplinlerarası çalışmayı, savaş sonrasında endüstriyi içerisinde bulunduğu problemleri durumdan kurtarmak için sürdürmüşlerdir.



Ergonomi'nin Doğuşu

Dünyada endüstri devrimi ile birlikte insanlarda sağlık-hastalık-iş arasında bir ilişki olduğu düşüncesi ağırlık kazanmaya başlamış ve bu alanda araştırmalara önem verilmiştir.

Böylelikle; işin insana ve insanın da işe uyumu için gerekli koşulları belirleyen, **ERGONOMİ** bilimi doğmuştur.



Ergonomi'nin Doğuşu

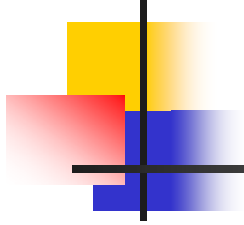
Ergonomi kelimesi Yunanca'dan alınmıştır:

Ergon: İş ve **Nomos:** Yasa anlamına gelmektedir.

Ergonomics (İngiltere'de)

Human Factors / Human Factors Engineering
(ABD'de)

1949'da İngiltere'de bir Ergonomi Derneği,
1961'de Uluslar arası Ergonomi Derneği
kurulmuştur.



ERGONOMİ NEDİR ?

NASIL TANIMLARSINIZ ?

Ergonomi'nin Amacı ve Önemi

Ergonomi;

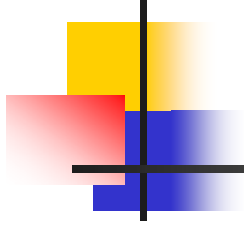
Yaşama ortamlarını, aletleri, çalışma sistemlerini ve görevleri insanın güvenliğini, sağlığını, rahatını ve performansını artıracak şekilde tasarlamayı amaçlamaktadır.

- İnsanı çalışması sırasında bilimsel olarak incelemektedir.
- İnsanı doğal yetenekleri ve özelliklerine göre en uygun işe yerleştirmeyi amaçlamaktadır.
- Çalışma koşullarını iyileştirerek, daha az iş kazası ve meslek hastalığı riski olan insanca çalışma ortamlarının tasarlanmasını sağlamaktadır.
- Uyumsuzlukları önlemeye ve çalışan performansını geliştirmeye yardımcı olmaktadır.
- Disiplinlerarası ve uygulamalı bir bilim dalıdır.



Ergonomi'nin Temel Çalışma Alanları

- Vücut duruşları ve hareketler (oturarak veya ayakta çalışma; yük kaldırma, taşıma, itme veya çekme),
- Fiziksel çevre koşulları (aydınlatma, gürültü, titreşim, iklim, havalandırma, zararlı maddeler),
- İş organizasyonu (çalışma ve dinlenme zamanlarının belirlenmesi, vardiya düzenleri),
- Görev ve iş tanımları ve analizi (görev ve işlerin analiz edilmesi ve uygun işe uygun insanın atanması),
- Zihinsel çalışma ve enformasyon (bilişsel faktörler, zihinsel işyükü ve ölçülmesi, insan-makina etkileşimi).



ERGONOMİ HANGİ BİLİM
DALLARI İLE ETKİLEŞİM
HALİNDEDİR ?



Ergonomi ile İlişkili Bilim Dalları

- **Anatomi:** Organların yapısını,
- **Fizyoloji:** Organların çalışmasını,
- **Biyomekanik:** Mekanik ve fizik kurallara göre insan vücudunun hareketlerini,
- **Antropometri:** İnsan vücudunun boyutlarını,
- **Psikoloji:** İnsan davranışı ve insanlararası ilişkileri,
- **Sosyoloji:** Toplum yapısını, gelişimini ve değişimini inceler.
- **Mühendislik:** Problemlerin teşhisi, analizi, çözümlenmesi ve çözümün hayata geçirilmesi ile ilgilenir.



Ergonomik Açıdan İşin Değerlendirilmesi

- İş zararsız ve yapılabilir olmalıdır.
- İş dayanılabilir olmalıdır.
- İş beklenebilir olmalıdır.
- İş memnuniyet verici olmalıdır.
- İşte sosyal uyum sağlanmalıdır.



İnsan-Makine Sisteminde İnsanın Görevleri

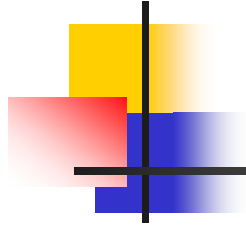
Bir İnsan-Makine Sisteminde insana ve makineye düşen görevler **"kısmi görevler"** olarak adlandırılmaktadır.

İnsan-Makine Sistemlerinde, sistemin temel elemanlarından olan insan, sistemi amacına ulaştırmak üzere **fiziksel (enerji)** ağırlıklı veya **zihinsel (enformasyon)** ağırlıklı görevler yerine getirmektedir.

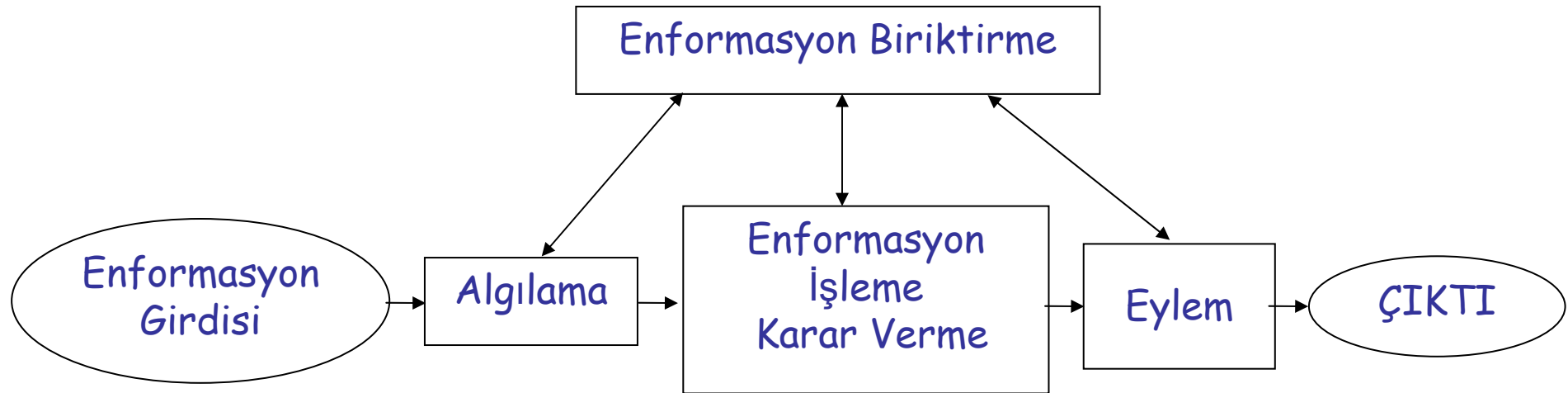


İnsan-Makine Sisteminde İnsanın Görevleri

- **Fiziksel (Enerji) Ağırlıklı Çalışma**
 - **Kassal Çalışma** (Kaslar, lifler, kan dolaşımı, solunum ve iskelet sistemleri; cisimlerin kas gücü sarfı ile hareket ettirilmesi)
 - **Dinamik Kassal Çalışma** (Hafif, Orta Ve Ağır-yük taşıma, kum küreme)
 - **Statik Kassal Çalışma** (Statik Durma, Statik Tutma-Yük kaldırma, kaynak yapma)
 - **Sensomotorik Çalışma** (Kaslar, lifler, duyu organları; belirli kesinlikte el ve/veya kol hareketleri yapmak-montaj işi, örgü örmek)



Enformasyon İşleme Süreci



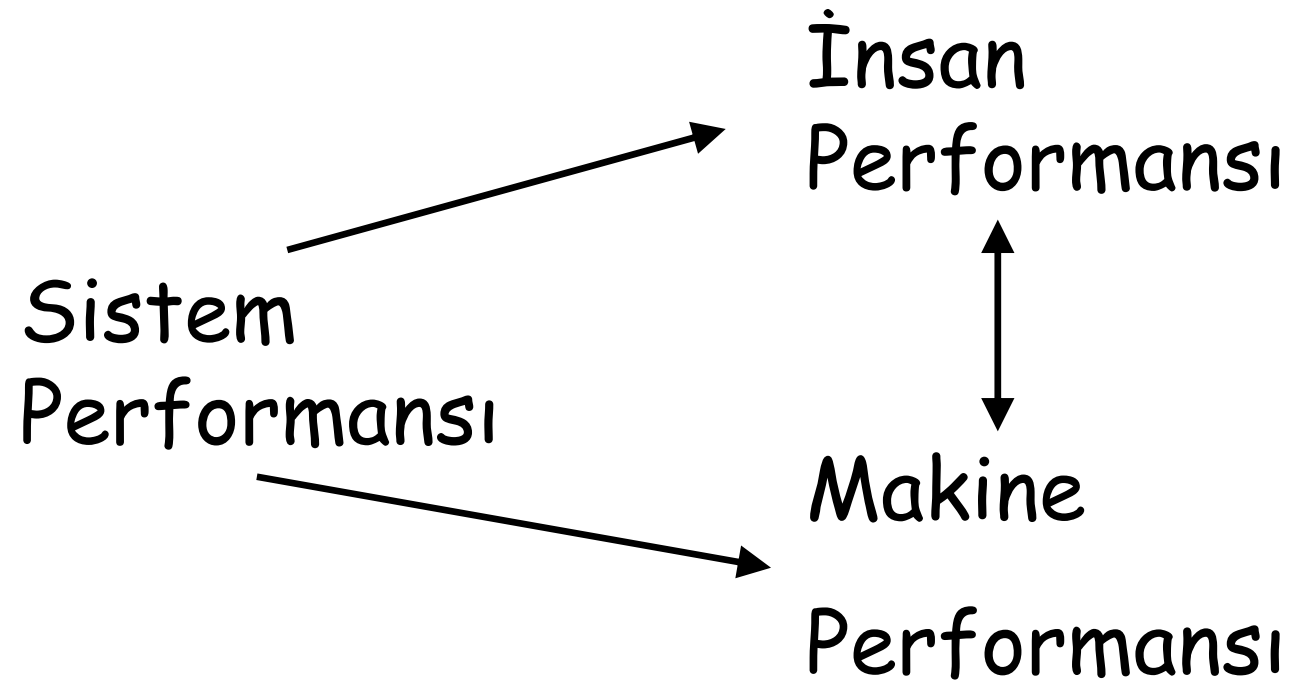


İnsan-Makine Sisteminde İnsanın Görevleri

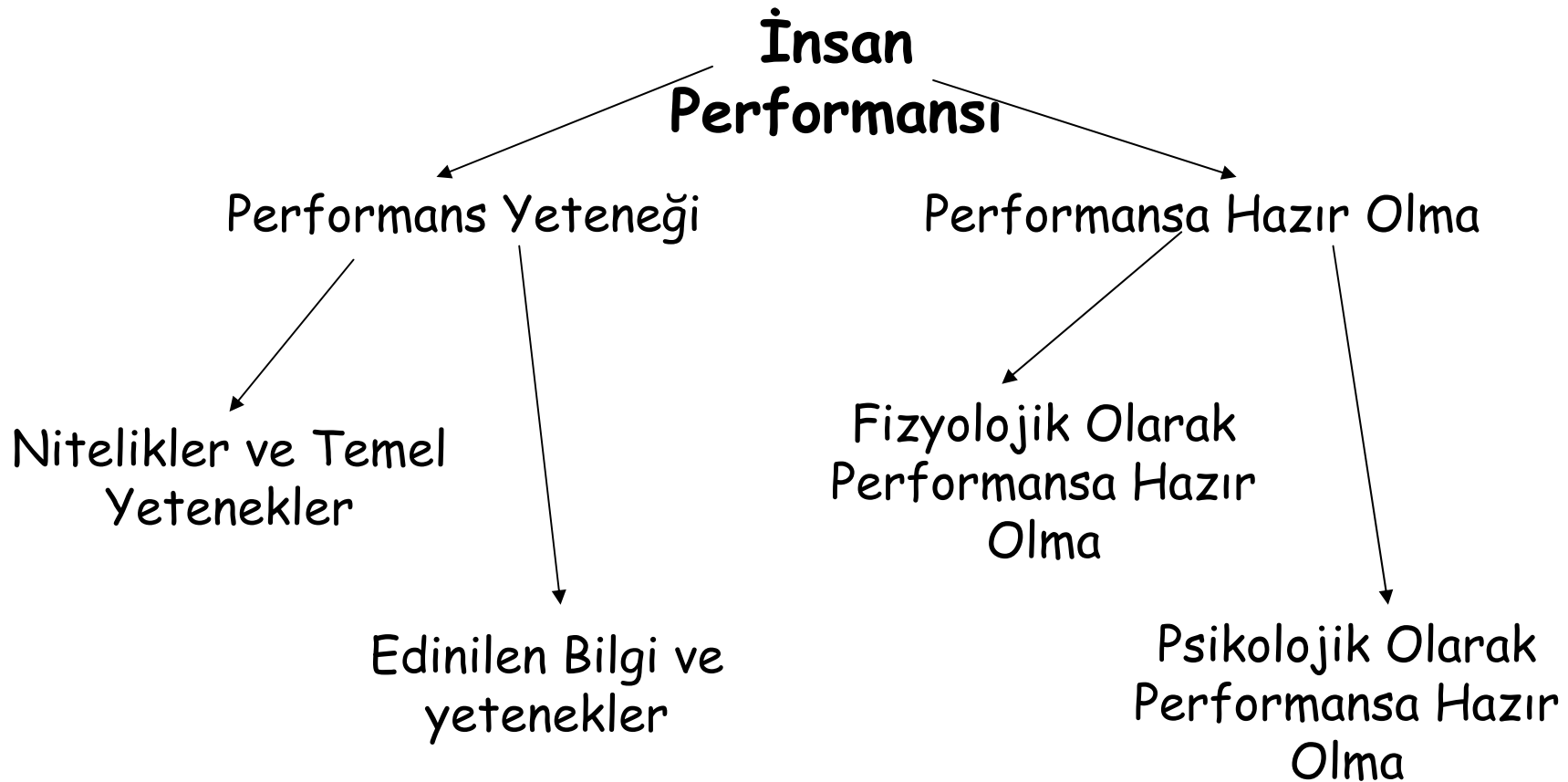
- **Zihinsel (Enformasyon) Ağırlıklı Çalışma**
 - **Tepkisel Çalışma** (Kaslar, duyu organları; enformasyonları almak, işlemek ve gerekiyorsa tepki göstermek-Kontrol, gözlem)
 - **Bağlantı Kurucu Çalışma** (Duyu organları, zihinsel yetenekler; enformasyonları almak, işlemek, başka enformasyonlar haline dönüştürmek ve sisteme vermek-telefon etmek, program yazmak)
 - **Yaratıcı Çalışma** (Zihinsel yetenekler; enformasyonlar üretmek ve gerekiyorsa sisteme vermek-buluş yapmak, problem çözmek)

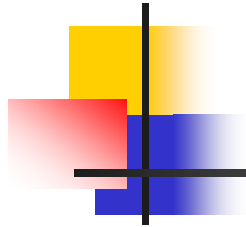


Sistem Performansi



İnsan Performansını Etkileyen Faktörler





Nitelikler ve Temel Yetenekler

Yapıya ve cinsiyete özgü farklılıklar ve insanın temel yapısı:

- Sağlık
- Antrenman
- Yaş
- Cinsiyet
- Beden yapısı
- Zeka
- Genel kültür
- Beceri



Edinilen Bilgi ve Yetenekler

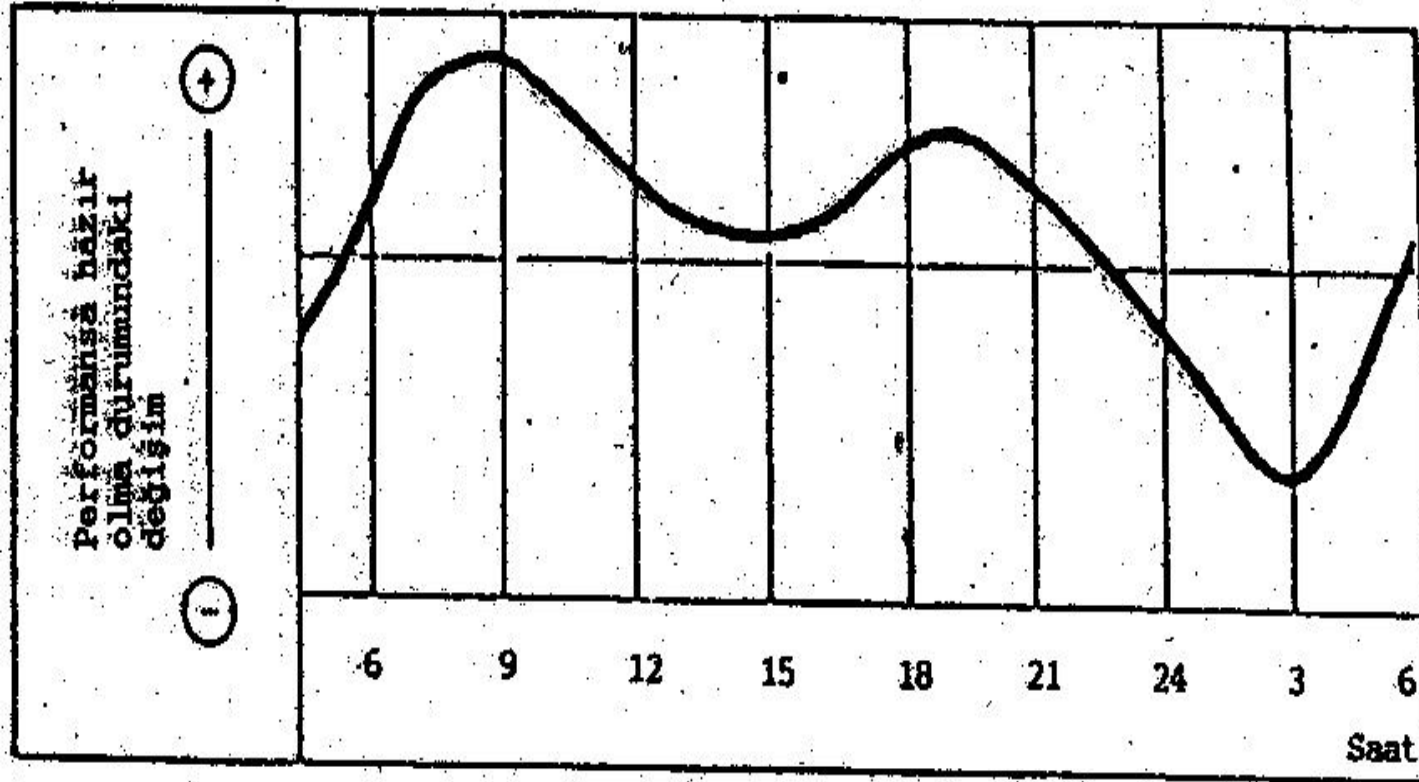
- Okul Eğitimi
- Deneyim
- Alıştırma
- Meslek içi eğitim
- Yönlendirme
- Yetiştirilme tarzı



Fizyolojik Olarak Performansa Hazır Olma

- Günlük, haftalık ve yıllık performans dalgalanmaları
- Fiziksel çevre koşulları (gürültü, iklim, aydınlatma,...)
- İşin ağırlığı, şekli, sıklığı, hassasiyeti, beden duruşu
- Hormonal dalgalanmalar
- Meteorolojik değişiklikler
- Uyku durumu
- Tatiller
- Çalışma ve dinlenme zamanları
- Serbest zaman
- Beslenme

Günlük Biyolojik Ritim Eğrisi

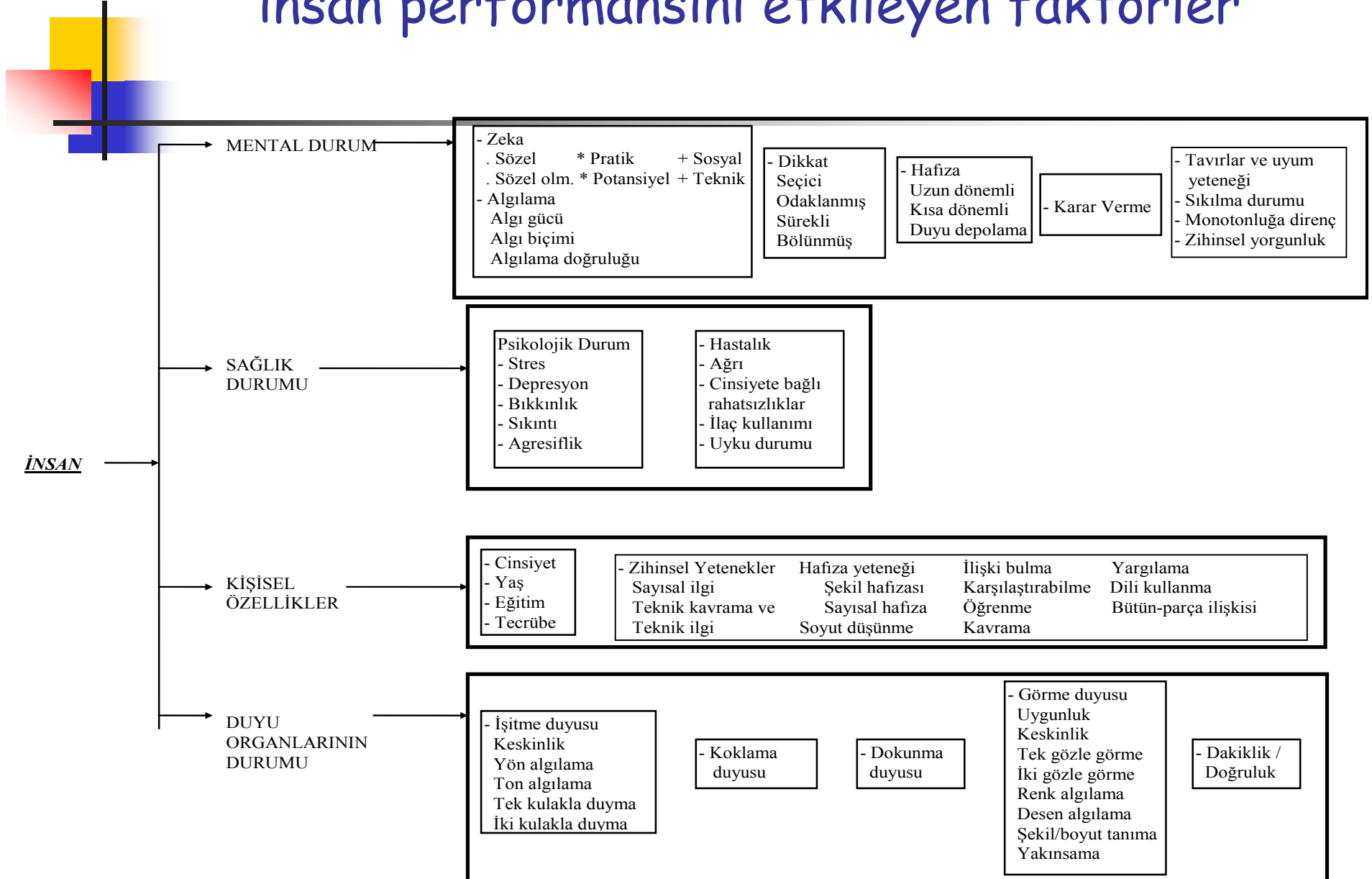




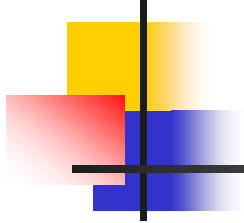
Psikolojik Olarak Performansa Hazır Olma

- Çalışanın işine karşı genel tutumu
- Ruhsal durum
- Kişilerden oluşan çevre, grup davranışı
- Özel yaşantı
- İşyerinde renk, müzik,
- Amirin davranışı, beğenilme, saygınlık, güven,
- Unvan, ilerleyebilme olanağı
- Ücret miktarı, ücrette adalet, iş garantisi, işletmeyle özdeşleşme

Zihinsel ağırlıklı işlerde insan performansını etkileyen faktörler



İnsan Performansında Gruplara Özgü Koşullar



Yaşlı İşgörenler:

- Yaşlanmayla artan özellik ve yetenekler:
 - İş ve meslek deneyimi
 - Düzenleyici düşünce yeteneği ve bağımsızlık
 - Konuşma ve yargı yeteneği
 - İnsanlarla işbirliği ve iletişim yeteneği
 - Güvenilirlik ve sorumluluk bilinci
 - Denge ve süreklilik
 - Karar verme yeteneği.



İnsan Performansında Gruplara Özgü Koşullar

- **Yaşlanmayla azalan özellik ve yetenekler:**
 - Kassal güç
 - Görme, işitme ve dokunma gibi duyu organları yeteneği
 - Soyut ilişkileri anlama
 - Kısa dönemli bellekte depolama yeteneği
 - Soyutlama yeteneği
 - Algılama hızı ve bilgileri değerlendirme hızı
 - Özellikle karmaşık görevlerde tepkime yeteneği.



İnsan Performansında Gruplara Özgü Koşullar

Yaşlı insanların işe atanmalarında;

- Serbest seçilen uygun iş koşulları yaratılmalıdır.
- Serbest seçilebilir hareket akışları için olanaklar sağlanmalıdır.
- Dikkat, yoğun çalışma ve farketme yeteneğine ilişkin istemler yeteneğe uydurulmalıdır.
- Tasarımlar, duyu organlarındaki yetenek azalımları dikkate alınarak yapılmalıdır.
- Isı açısından elverişli çalışma koşulları sağlanmalıdır.



İnsan Performansında Gruplara Özgü Koşullar

Küçük yaştaki işgörenler:

- Bedensel gelişim süreçleri daha tamamlanmamıştır (Bedensel sürekli performans yeteneğine kızlar 14, erkekler ise 20-25 yaş arasında ulaşmaktadırlar).
- El becerisi yeter düzeye ulaşmamıştır (el becerisi bedensel gelişme ile artmakta ve 21-23 yaşlarında en yüksek noktaya ulaşmaktadır).
- Tepki verme süreleri uzundur.
- Bedensel boyutları, beden ağırlıkları ve fiziksel gelişimleri ve etkileri dikkate alınmalıdır.
- Çalışma süresi, mola zamanları ve tatillerin belirlenmesi ve sağlık kontrolleri yasalarda belirtilen çerçevede gerçekleştirilmelidir.



İnsan Performansında Gruplara Özgü Koşullar

Kadın işgörenler:

- Kadınların, erkeklerle karşılaştırıldığında kas kütlesi, kalp, dolaşım ve solunum sistemlerinde farklılıklar bulunmaktadır.
- Kadınlar erkeklere göre ortalama 10 cm. daha kısa ve 10 kg. daha hafiftirler.
- Kadın bedeninin kalçadan yukarı doğru olan bölümü hafifçe öne doğru eğik olduğundan kadınlar erkekler kadar uzun süre ayakta duramamaktadırlar.
- Kadınlar sürekli performans yeteneğine erkeklerden daha kısa zamanda ulaşmaktadırlar.
- Kadınlar, işe çabuk alışma özelliklerinden dolayı, el becerisi gerektiren işlere erkeklerden daha kısa sürede alışabilmektedirler.
- Kadınlar, monoton ve tekdüze işlere erkeklere göre daha tahammüllüdürler.
- Kadınlar, erkeklere göre daha az kas gücü gerektiren işlerde çalıştırılmalıdırlar.



İnsan Performansında Gruplara Özgü Koşullar

Performans kısıtı olanlar :

- Özürlülükten doğan performans azalmasının tür ve derecesi incelenerek, işletme içerisinde tam performans gösterebileceği çalışma alanları ve koşulları oluşturulabilir.
- Çalışma yerlerinin kişiye özel tasarlanması ve iş akışının yeniden düzenlenmesi sağlanabilir.



YÜKLENME & ZORLANMA

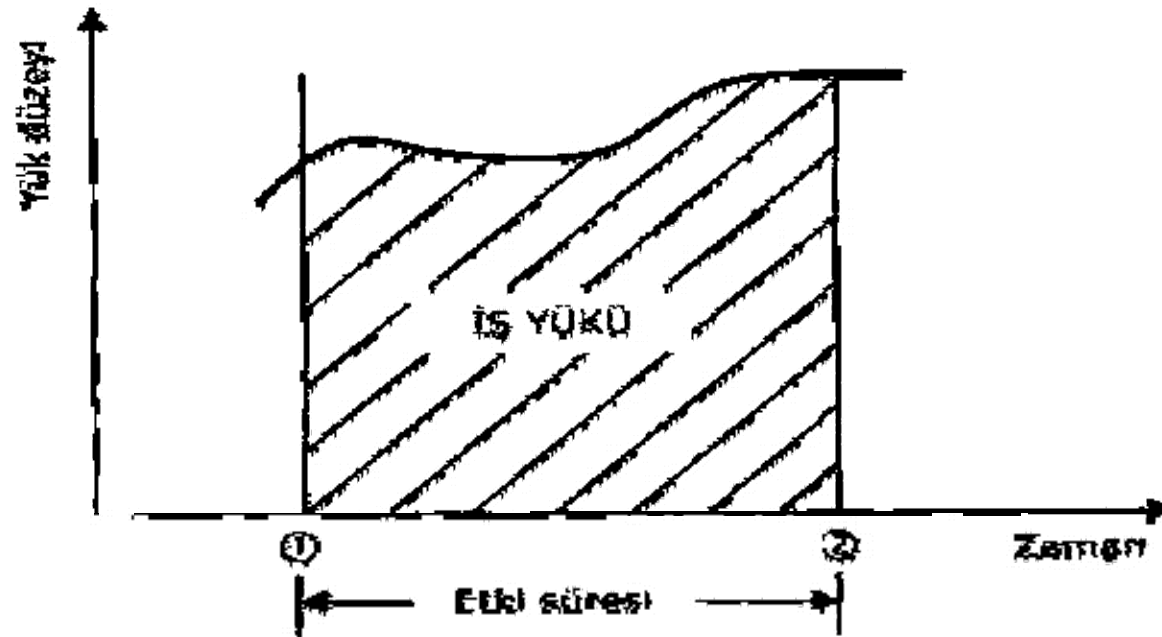
Yüklenme; kişiden bağımsız olarak, işi esnasında işgörene doğrudan veya dolaylı olarak gelen ve işçinin karşılaması, yenmesi gereken bir direnç oluşturan her türlü etkinin toplamı olarak tanımlanmaktadır.

$\text{Yüklenme} = f(\text{yük şiddeti, süresi})$

Zorlanma ise çalışanın kişilik özelliklerine bağlı olarak, yüklenme faktörlerinin kişi üzerinde meydana getirdiği etkiler, olarak ifade edilmektedir.

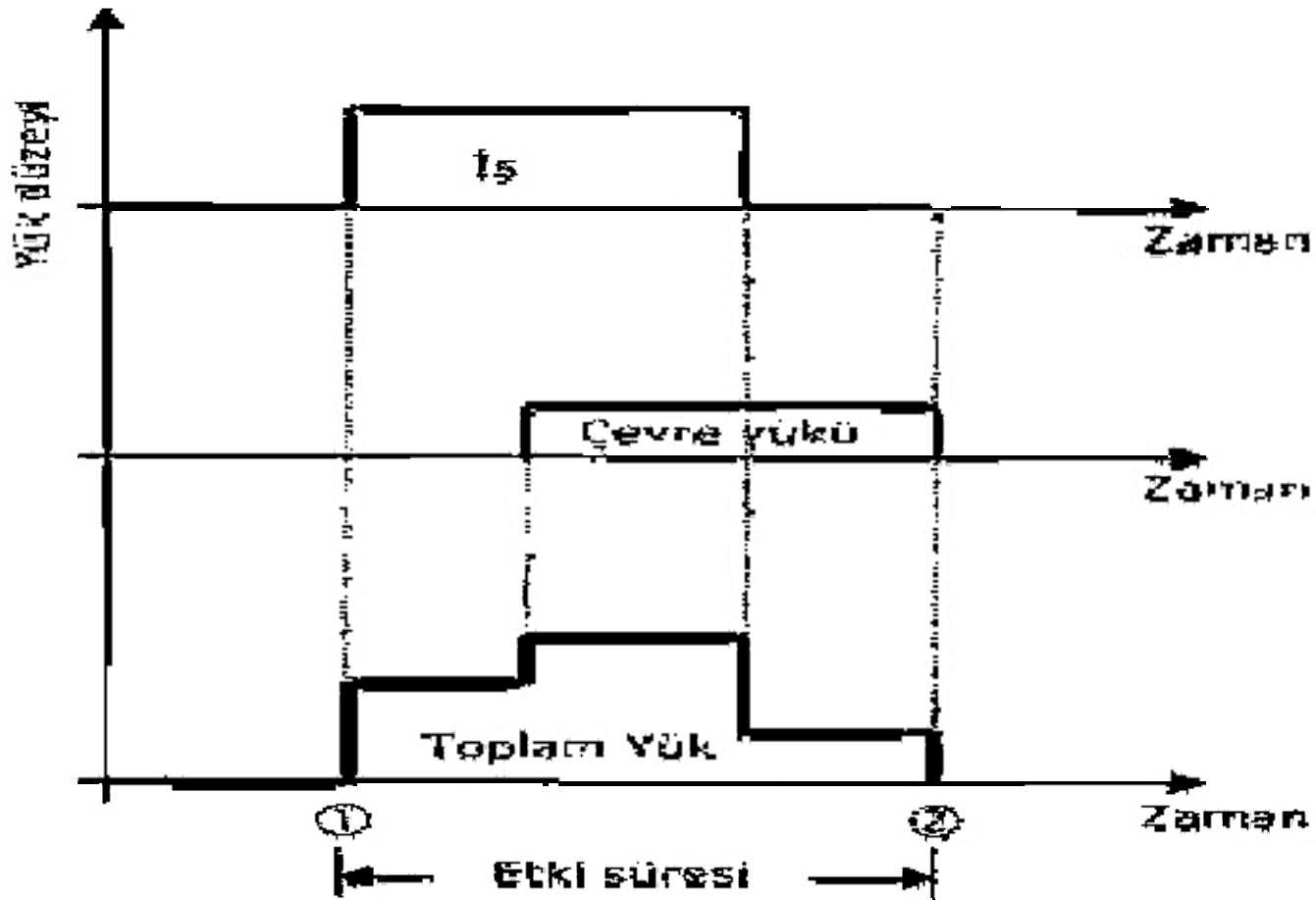
$\text{Zorlanma} = f(\text{yüklenme, kişisel özellikler})$

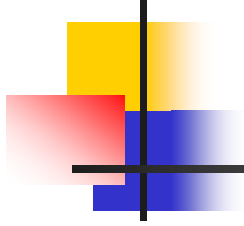
YÜKLENME



TOPLAM İŞ YÜKÜ

Toplam işyükü = Fiziksel yük + Zihinsel yük + Çevresel yük





YÜK FAKTÖRLERİ

Yük Faktörleri	İş Gören	Zorlanma
İş İçeriği İş Ortamı Yükün Düzeyi Yükün Etki Süresi	Kişisel Özellikler Yetenekler Beceri, Deneyim İhtiyaçlar	İskelet, Kas Kalp, Dolaşım Sistemi Duyu Organları Sinir Sistemi, Ter Bezleri, Deri



YORGUNLUK & DİNLENME

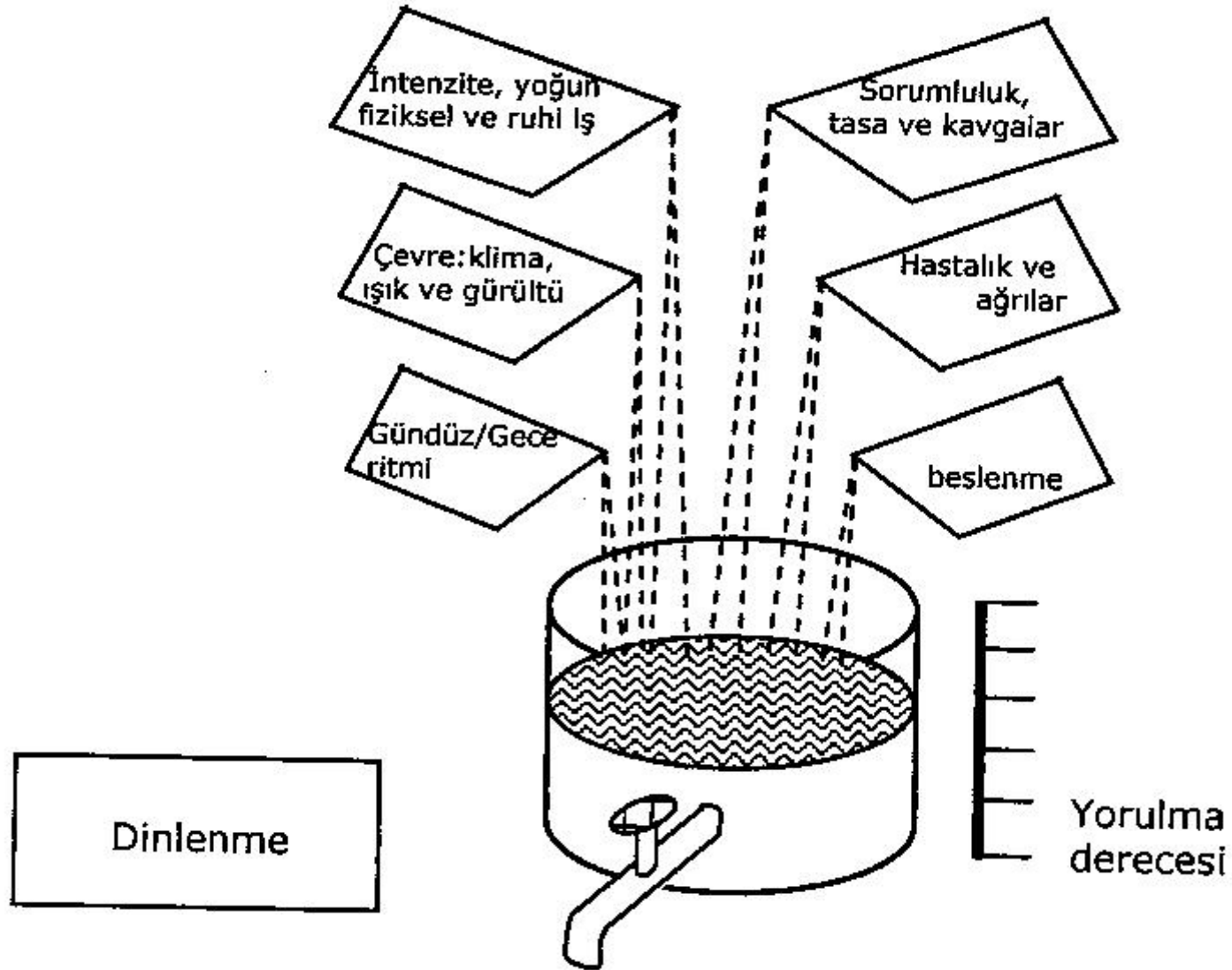
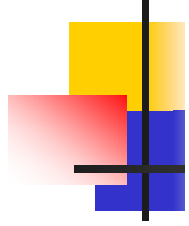
Yorgunluk; çalışan ilgili organ ya da organ gruplarının kendilerinden beklenen performansı yerine getirememeleri olarak tanımlanmaktadır.

İşin yoğunluğu ve süresi, sorumluluk ve çatışma, çevre koşullarının durumu, hastalık ve ağrı, gece-gündüz ritmi ve beslenme yorgunluğu ortaya çıkarak etkenler olarak sıralanmaktadır.

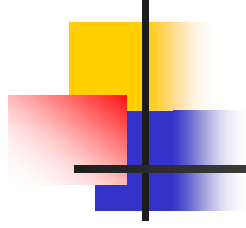
Dinlenme ise yorgunluk etkilerinin ortadan kaldırılması sürecidir.

Dinlenme çalışmaya ara verilmesi yani **molalar** aracılığı ile gerçekleşmektedir. Molaların az sayıda ve uzun olmasındansa, kısa süreli ve çok sayıda olmaları tercih edilmektedir.

YORGUNLUK & DİNLENME



Şekil 8.1 İşyerinde yorgunluk



Yüklenme

Kişisel özellikler

Zorlanma

Yorulma

Molalar

Dinlenme



Zorlanmanın Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi

Fizyolojik Göstergeler:

Nabız frekansı, nabız aritmisini, nefes frekansı, tansiyon değişiklikleri, vücut sıcaklığı, cilt sıcaklığı, titreme, deri direnci, oksijen tüketimi.

Elektro-Fizyolojik Göstergeler:

Elektrokardiyogram (EKG), Elektroansefalogram (EEG), Elektromiyogram (EMG), Göz Aktivitesi (EOG).

Biyokimyasal Göstergeler:

Vücut salgılarının (ter, kan, idrar) kimyasal analizleri

Psiko-Fizyolojik Göstergeler:

Kırpışma Eşiği Frekansı.

Psikolojik Göstergeler:

Mülakat, Anket, Zorlanmanın Derecelendirilmesi



BEDENSEL ENERJİ TÜKETİMİ

Bedensel çalışmanın ağırlığını, enerji değişimini inceleyerek saptamak mümkündür. Enerji değişimi, vücudun çeşitli fonksiyonlarını yerine getirmek için bir zaman biriminde gereksinim duyduğu ve gıda maddelerinin yakılması ile kazanılmış, enerji miktarıdır.

Günlük Toplam Bedensel Enerji Tüketimi=
Temel Enerji Tüketimi +
Serbest Zamandaki Enerji Tüketimi +
Çalışma Sırasındaki Enerji Tüketimi



Temel Enerji Tüketimi

İnsanın dinlendiği zamanlardaki metabolizma olayları (kalp kaslarının, solunum kaslarının, sindirim organlarını hareket ettiren kasların beslenmesi) için ihtiyaç duyulan enerji tüketimine **Temel Enerji Tüketimi** denmektedir. Temel enerji tüketimi insanın yaşına, cinsiyetine, boyuna ve ağırlığına göre değişmektedir.



Temel Enerji Tüketimi

Temel enerji tüketimi, kişi bebeklikten yetişkinliğe doğru ilerledikçe artar ve 20 yaş civarında günlük ortalama 7500 kj ile maksimum değere ulaşır. Yaş ilerledikçe tekrar azalmaya başlar.

Erkekler = $280 + 21B + 58m - 28Y$ kj/24 saat

Kadınlar = $2750 + 8B + 40m - 20Y$ kj/24 saat

B: boy (cm) m: ağırlık (kg) Y:yaş (yıl)

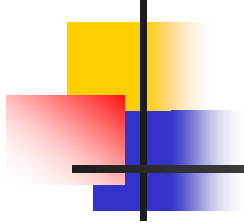
Temel Enerji Tüketimi

Tablo 5.2-a 30 yaşında erkeklerde ağırlık ve boya göre temel çevrim TÇ (kJ/gün)

Ağırlık (kg)	50	60	70	80	90
Boy(cm)150	5468	6048	6623	7203	7778
160	5678	6258	6833	7413	7988
170	5888	6468	7043	7623	8198
180	6098	6678	7253	7833	8408
190	6308	6888	7463	8043	8618

Tablo 5.2-b 30 yaşında kadınlarda ağırlık ve boya göre temel çevrim TÇ (kJ/gün)

Ağırlık (kg)	50	60	70	80	90
Boy(cm)150	5334	5737	6140	6539	6943
160	5410	5813	6216	6615	7018
170	5489	5893	6296	6695	7098
180	5569	5972	6376	6775	7178



Serbest Zaman Enerjisi

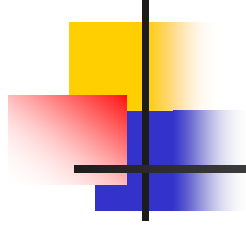
Günlük yaşantımız sırasında, herhangi bir iş yapmaksızın, doğal olarak yapmamız gereken hareketleri (yataktan kalkmak, yüz yıkamak, giyinmek, yemek yemek vb.) gerçekleştirebilmek için gerekli olan enerji tüketimi **Serbest Zaman Enerjisi** olarak tanımlanmaktadır.

Serbest zaman enerjisi, pasif bir yaşam süren insanlarda 800-1200 kj/gün olarak alınabilir, aktif bir yaşam için bu değer 2500 kj/gün veya biraz daha fazlası olabilir.



Çalışma Enerjisi

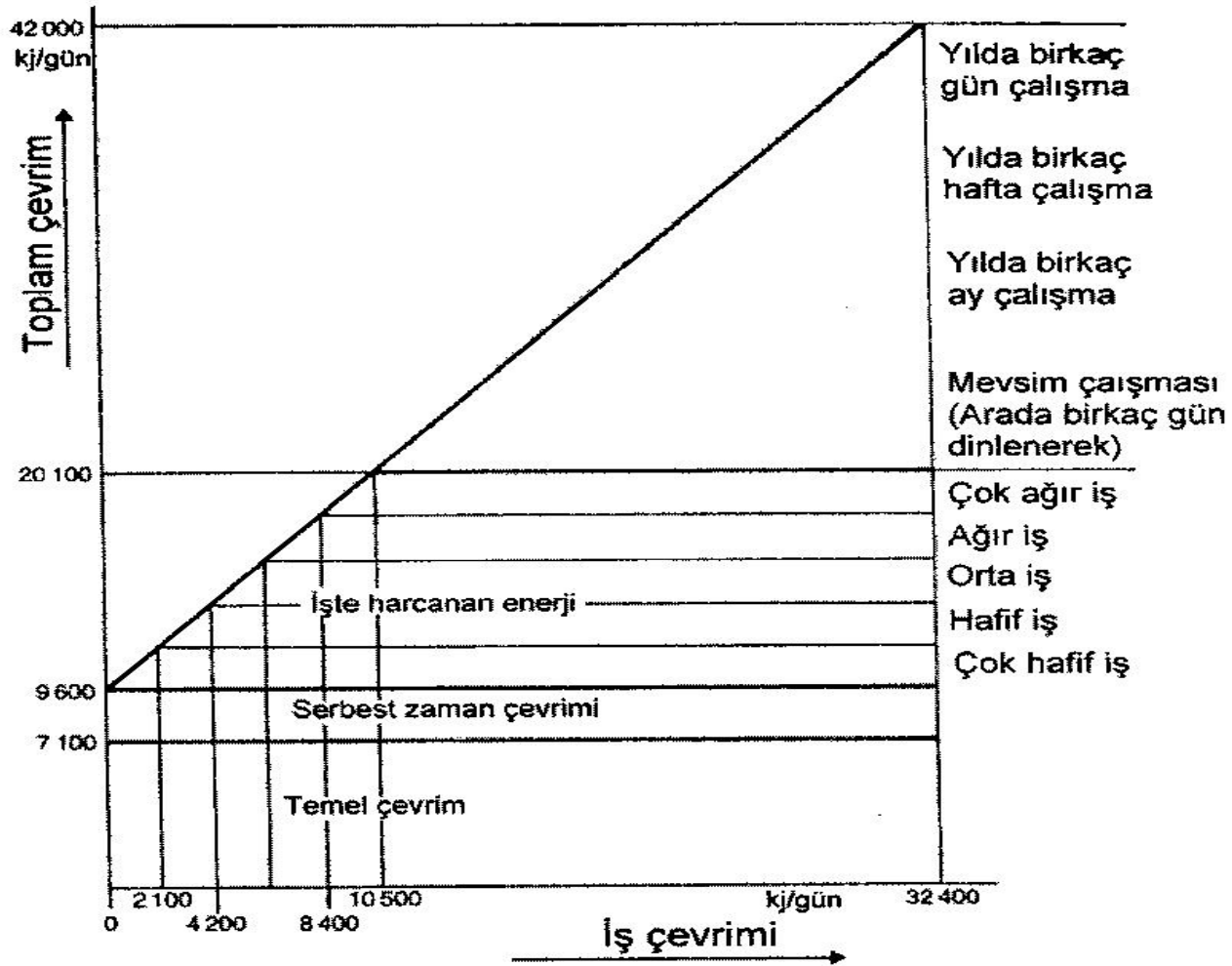
İnsanın herhangi bir işte çalışması sırasında, işin gereklerini yerine getirebilmesi için, ihtiyaç duyduğu enerji ise **Çalışma Enerjisi** olarak tanımlanmaktadır.



Çalışma Enerjisi

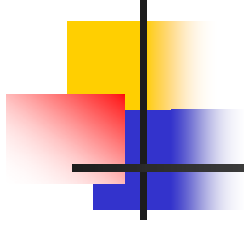
İşin ağırlığı	Erkek işçiler (kJ)	Kadın İşçiler (kJ)
Çok hafif iş	<2100	<1600
Hafif iş	2100-4200	1600-3200
Orta ağır iş	4200-6300	3200-4800
Ağır iş	6300-8400	4800-6400
Çok ağır iş	8400-10500	6400-8000

Toplam Enerji Tüketimi



Toplam Enerji Tüketimi

İşin Türü	Örnek
Hafif el işi	İşin hemen tamamında sadece elin çalıştığı ve küçük kitlelerin hareket ettirildiği işler. (Yazı yazmak, örgü örmek)
Ağır el işi	Yine işin tamamında el çalışır, ancak hareket ettirilen kütle, uygulanan kuvvet daha büyüktür veya statik işin payı büyüktür. (Penseyle tel işi)
Hafif kol işi	İşe kol da katılır, kütle veya kuvvet küçüktür. (Büyük bir masayı temizlemek, küçük parçaların montajını yapmak)
Ağır kol işi	İşe kol da katılır, kütle veya kuvvet daha büyüktür. (Çivi çakmak, cıvata sıkmak, kamyon şoförlüğü)
Hafif beden işi	Kolla yapılan işe beden de katılımı (Eğre ile parçaya şekil vermek, hızlı piyano çalmak)
Orta ağır beden işi	Bedenin kol işine daha fazla katılımı (Testere ile ahşap kesmek, kirlenmiş mutfak döşemesini temizlemek)
Ağır beden işi	Büyük kas gruplarının katılımı gereken işler (Arabaya kürekle çakıl doldurmak, bahçede, tarlada toprağı kazmak)
Çok ağır beden işi	Ara vermeden, molasız çok kısa süre yapılabilen işler. Zorunlu olmadıkça iş yerlerinde olmaması gereken ağırlıktaki işler. (100 kilo kütledeki torbaları taşımak, yokuşta ağır yük taşımak)



VÜCUT DURUŞ VE HAREKETLERİ



Vücut Duruş ve Hareketleri

Vücut duruşunu, görev veya çalışma yeri belirlemektedir.

Dikkatli el hareketi gerektiren, yüksek düzeyde vücut durağanlığı ve dengeye ihtiyaç duyan, ayak ile kontrol hareketi gerektiren, ağır malzeme kavramayı gerektiren ve uzun bir zaman periyodu için belirli bir vücut duruşunda gerçekleştirilen işlerde **oturarak çalışma** tercih edilmelidir. **Oturarak çalışmada;**

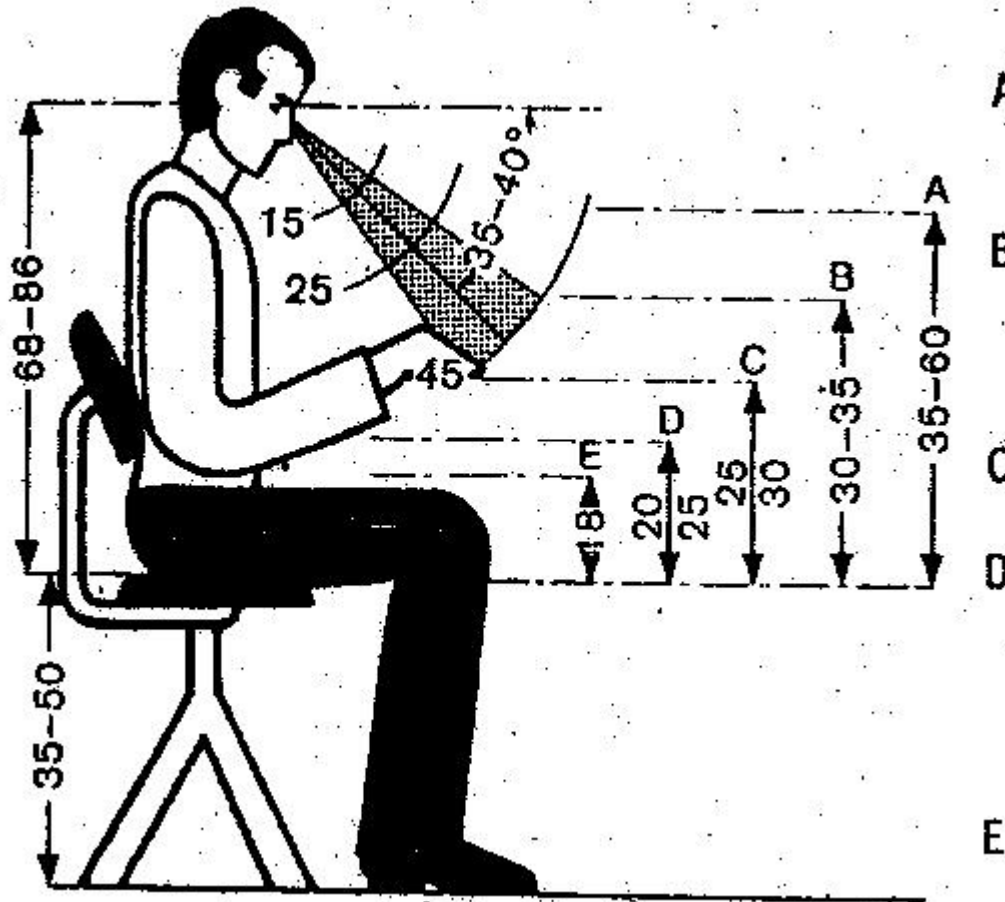
- Oturmak, her zaman ayakta durmak ve yürümeye tercih edilmelidir.
- Oturma yüksekliği ve sandalye arkılığı ayarlanabilir olmalıdır.
- Çalışma yeri yüksekliği göreve göre belirlenmelidir.



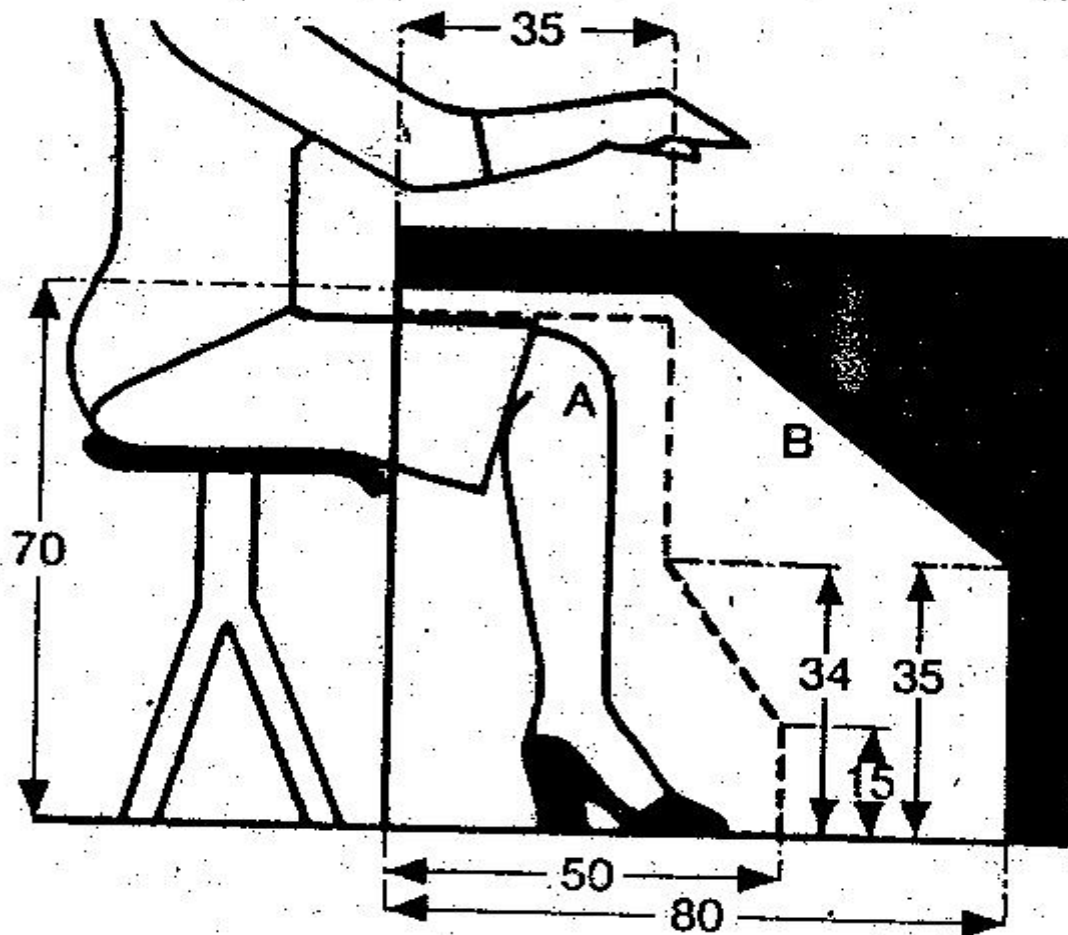
Oturarak Çalışma

- Ayarlama olasılıklarının sayısı sınırlandırılmalı ve çalışanlar optimum düzenleme konularında bilgilendirilmelidir.
- Çalışma yüzeyi, oturma ve ayak yükseklikleri uyumlu olmalıdır.
- Çalışma yüzeyi yüksekliği sabit ise ayak dinlendirme yeri kullanılmalıdır.
- Çalışma yüzeyinde, maksimum erişim alanını aşmaktan kaçınılmalıdır.
- Okuma ve yazma görevleri için eğimli yüzeyler seçilmelidir. (Okumada yatayla 45° 'den büyük bir açı, yazma da ise 15° 'den küçük bir açı uygun olacaktır.)
- Çalışma yüzeyi altında yeterli bacak boşluğu bırakılmalıdır.

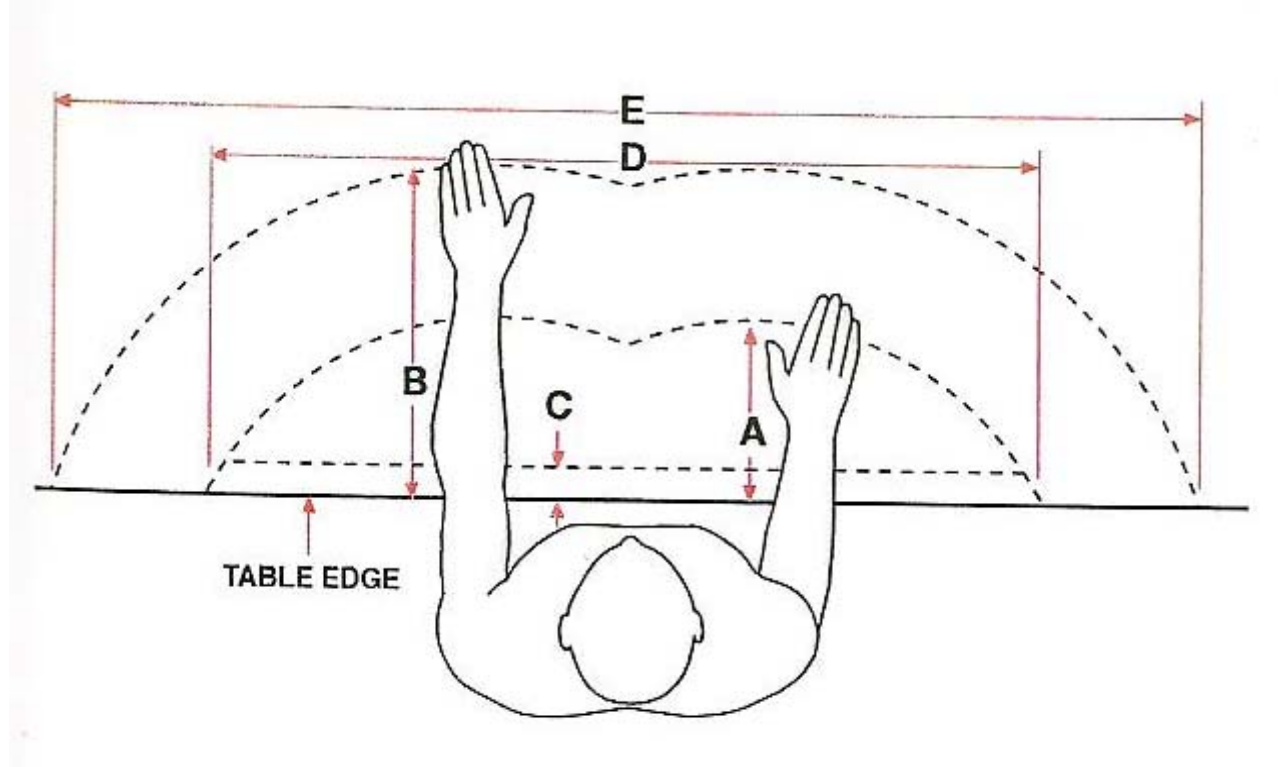
Oturarak Çalışma



Oturarak Çalışma



Oturarak Çalışma



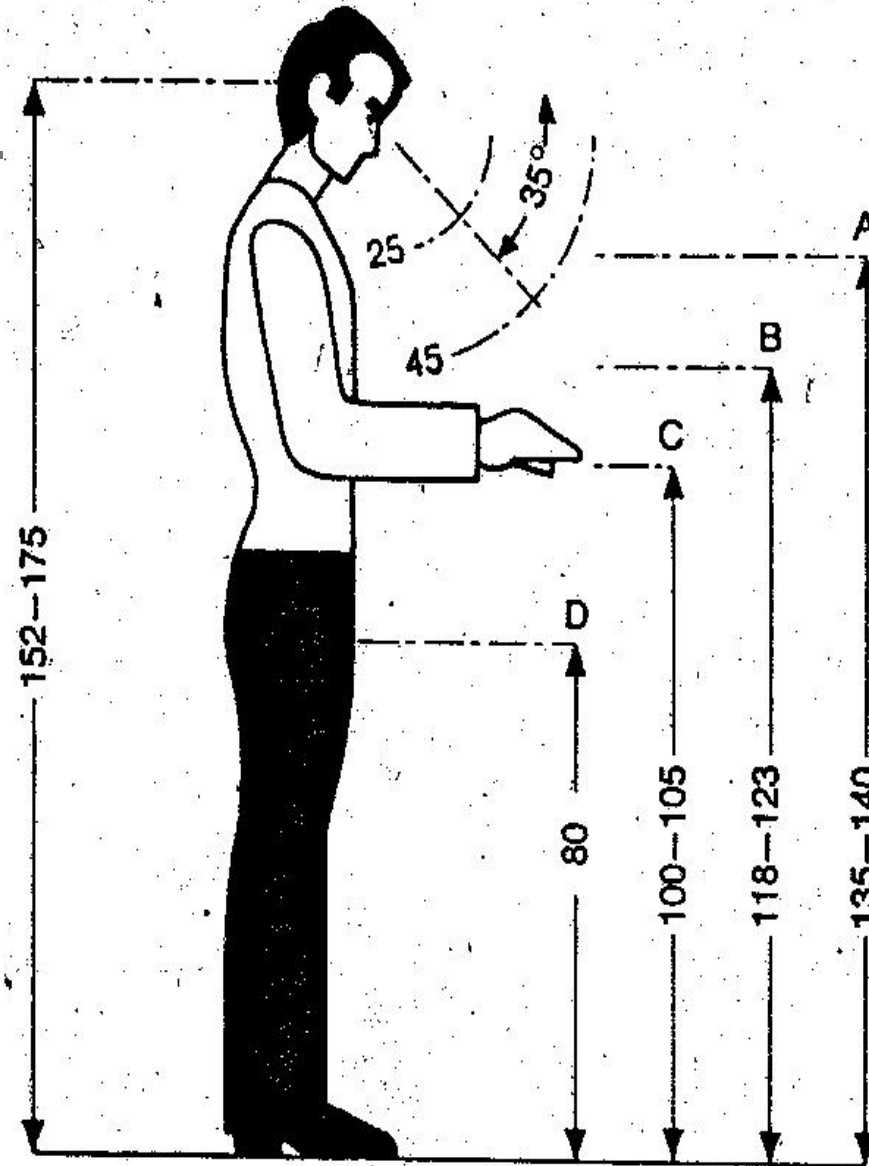


Ayakta Çalışma

Ağır nesnelerin sıklıkla kavranması/kaldırılması, uzun mesafelere erişme hareketlerinin önemli büyüklük ve sıklıkta olması, çoğunlukla iş istasyonu civarında hareket edilmesi, el ile yukarıdan aşağıya doğru kuvvet uygulanmasını gerektiren işlerin ayakta yapılması tercih edilebilir. **Ayakta çalışma** durumlarında;

- Çalışma yüzeyi yüksekliği yapılan göreve bağlıdır ve ayarlanabilir olması önerilmektedir.
- Çalışma yüzeyi altında bacaklar ve ayaklar için yeterli boşluk bırakılmalıdır.
- Çalışma yüzeyinin düzenlenmesinde erişim alanını aşmaktan kaçınılmalıdır.

Ayakta Çalışma



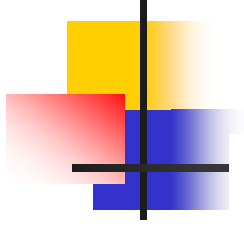


Yarı oturur yarı ayakta çalışma

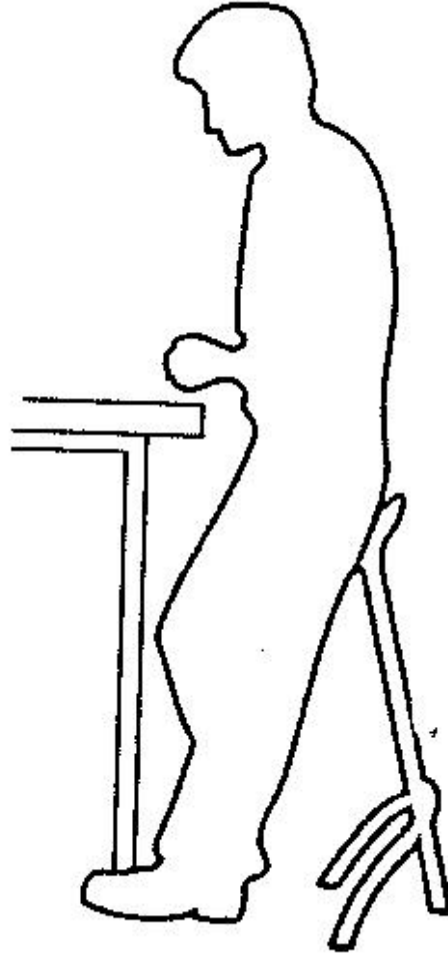
Çalışma ortamı çalışana duruş değiştirme imkanı sağlamalı ve bir konumda kalma sonucu oluşacak kassal yorulmayı azaltmalıdır. Genel olarak **yarı oturur yarı ayakta çalışma** durumu, sadece oturarak veya sadece ayakta çalışma durumlarından daha çok tercih edilmektedir. Bu tür bir çalışma ortamı bazı kas grupları çalışırken bazılarının dinlenmesini sağlayacaktır.

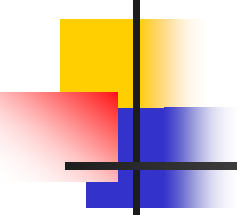
Yarı oturur yarı ayakta çalışmada;

- Çalışma alanı içerisine alınabilecek bir oturma yeri (ilişme sandalyesi) sağlanmalıdır.
- Oturma yeri yüksekliği ayarlanabilir olmalıdır.
- Çalışma alanı tasarımı hem oturarak hem de ayakta çalışma durumlarına imkan verecek şekilde boyutlandırılmalıdır.
- Çalışma yüzeyi altında ayak desteği sağlanmalıdır.



Yarı oturur yarı ayakta çalışma



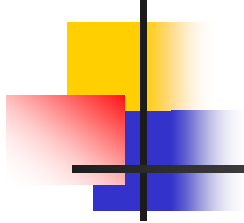


Manüel olarak yük kaldırma ve taşıma

Manüel olarak yük kaldırma; herhangi bir nesnenin ağırlığının, kas gücü sarf edilerek, kontrol altına alınması ve bulunduğu yüzey ile temasının kesilmesi,

yük taşıma ise kontrol altına alınan yükün, kas gücü sarf etmeye devam edilerek yani yük üzerindeki kontrolün sürdürülerek, bir yerden başka bir yere aktarılması olarak tanımlanmaktadır.

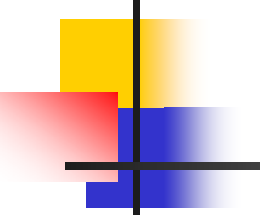
Manüel olarak yük kaldırma ve taşıma



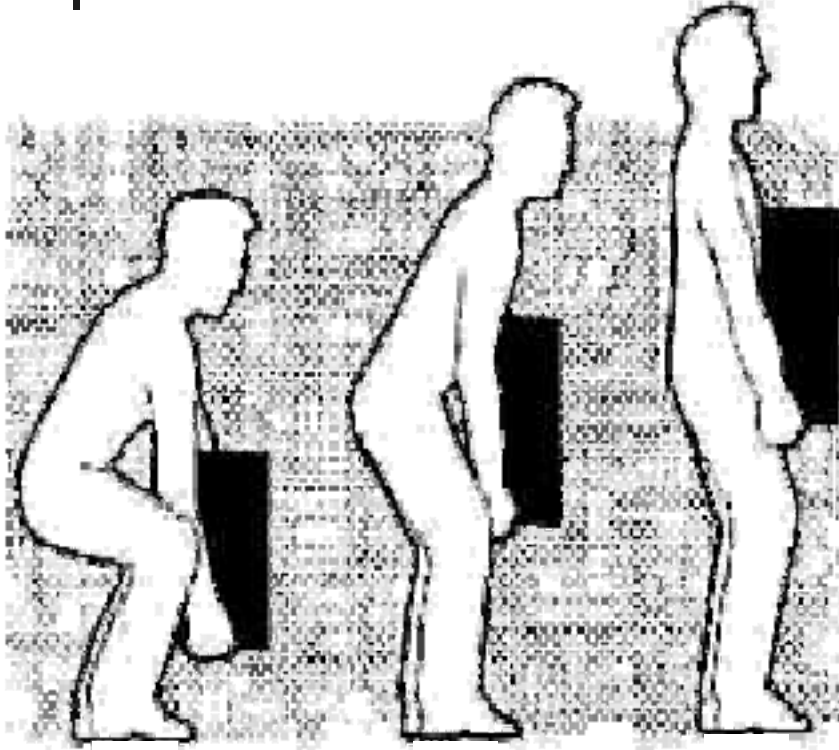
Manüel olarak yük kaldırma ve taşıma görevlerinde;

- Bu tür görevler ortadan kaldırılmalı veya sayısı azaltılmalıdır.
- Bu tür görevler tamamen ortadan kaldırılamıyorsa, daha az miktarda yükün kaldırılması sağlanmalıdır.
- Çalışma yeri yük kaldırma görevine uygun olarak tasarlanmalıdır.
- Yük iki el ile ve parmakların kavraması yoluyla kaldırılmalıdır.
- Yükün boyutları mümkün olduğu kadar küçük olmalı ve vücuda yakın tutulmalıdır.
- Uygun ve doğru yük kaldırma tekniği kullanılmalıdır.

Manüel olarak yük kaldırma ve taşıma

- 
- Mümkünse yük kaldırma birkaç kişi ile veya yük kaldırma araçları kullanılarak yapılmalıdır.
 - Manüel olarak yük kaldırma koşulları optimize edilmelidir:
 - Yük yerden 75 cm. yüksekte olmalıdır.
 - 23 kg.a kadar olan yüklerin manüel olarak kaldırılmasına izin verilmelidir.
 - Yük tek yönlü taşınmamalı, yükün simetrik dağılımına dikkat edilmelidir.
 - Yük iki el ile tutulmalı ve yanlarda tutamak olmalıdır.
 - Vücut eğilmemeli, bel içbükey konuma getirilmemeli ve döndürülmemelidir.
 - Yük kaldırma sıklığı 5 dakikadan daha sık olmamalıdır.
 - Yük kaldırma görevi kesintisiz 1 saatten daha fazla olmamalıdır.

Manüel olarak yük kaldırma ve taşıma



A

B

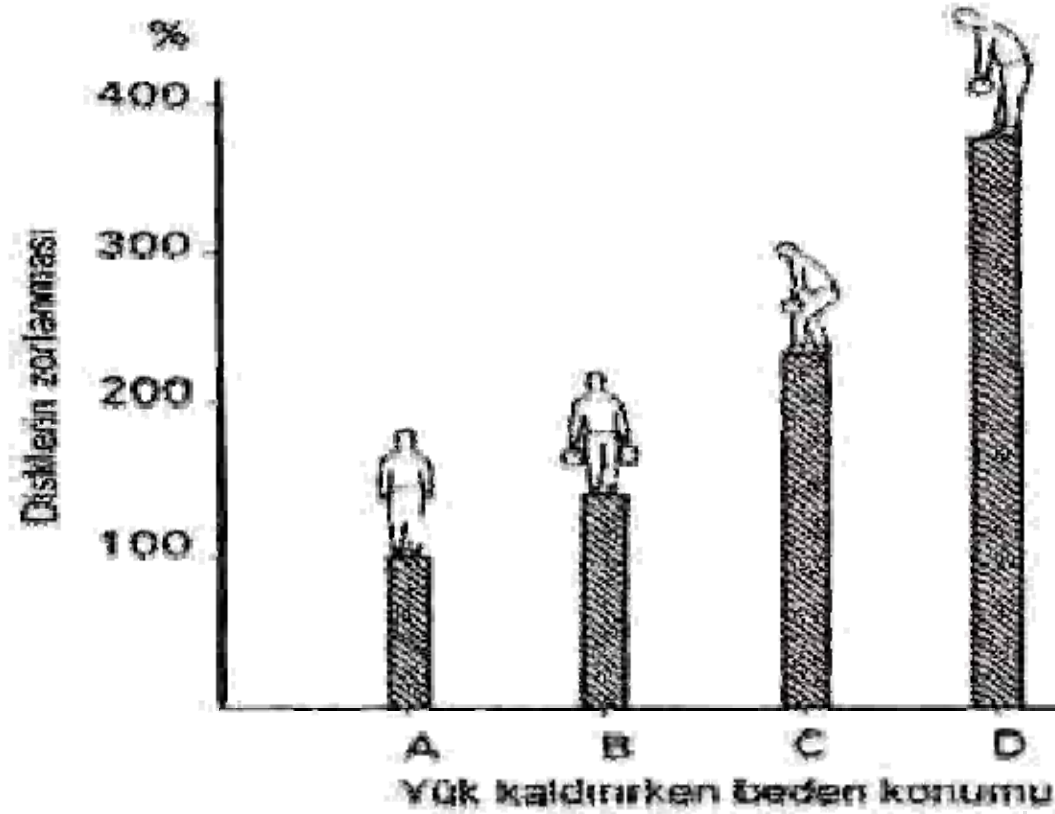
C

A: Sırt düz hale getirilir.
Karın ve sırt kasları
gerginleştirilerek
omurga desteklenir.

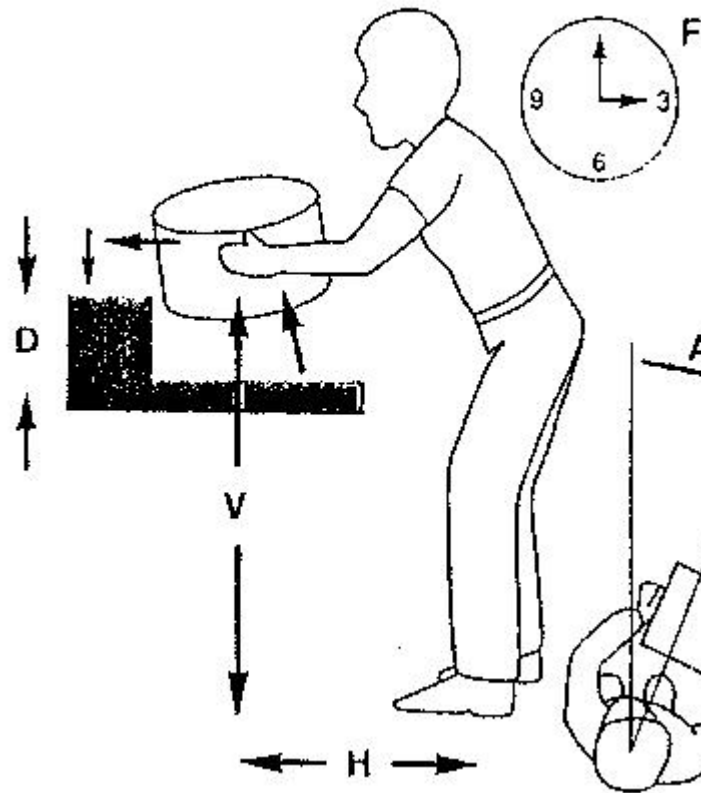
B: Yük yukarıya doğru
kaldırılırken önce
bacaklar dikleşir.

C: Tüm vücut dik konuma
getirilir.

Manüel olarak yük kaldırma ve taşıma



Manüel olarak yük kaldırma ve taşıma



H = horizontal load distance (cm)

V = vertical load distance (cm)

F = lifting frequency (lifts per minute)

D = vertical displacement of the load (cm)

A = asymmetric factor (degrees)

C = coupling factor

CM = Coupling Multiplier

Hand to object coupling	Hand to object coupling	
	$V < 75$	$V \geq 75$
GOOD	1.00	1.00
FAIR	0.95	1.00
POOR	0.90	0.90



İtme veya Çekme

İtme veya çekme hareketleri; herhangi bir nesnenin ağırlığının, nesne ve bulunduğu yüzey arasındaki sürtünmeye karşı koyacak miktarda kas gücü sarf edilerek, kontrol altına alınması ve aynı miktar kas gücü sarfının devam ettirilmesi ile nesnenin bulunduğu yüzey ile teması kesilmeden bir yerden başka bir yere itilmesi veya çekilmesi olarak tanımlanmaktadır.

İtme veya çekme hareketlerinde yük temel olarak kollara, omuzlara ve sırtta gelmektedir.

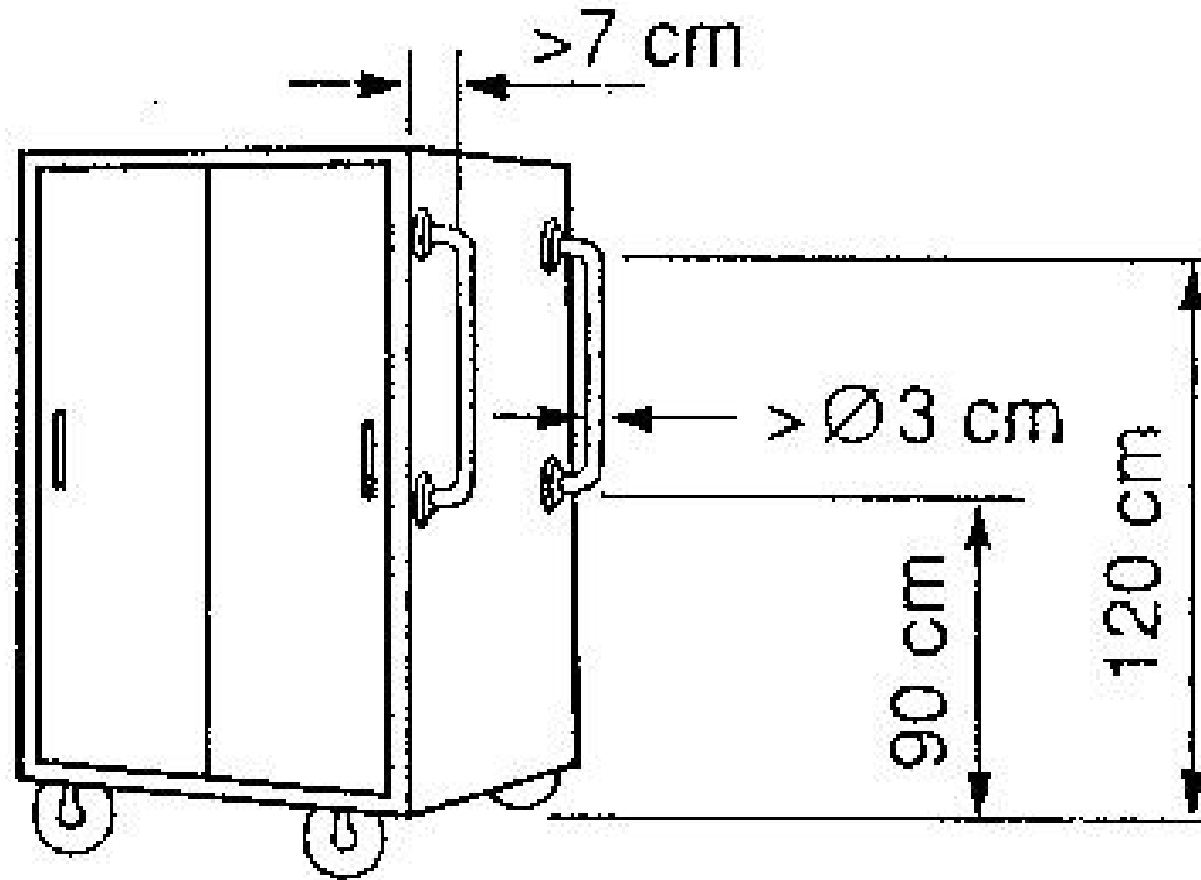


İtme veya Çekme

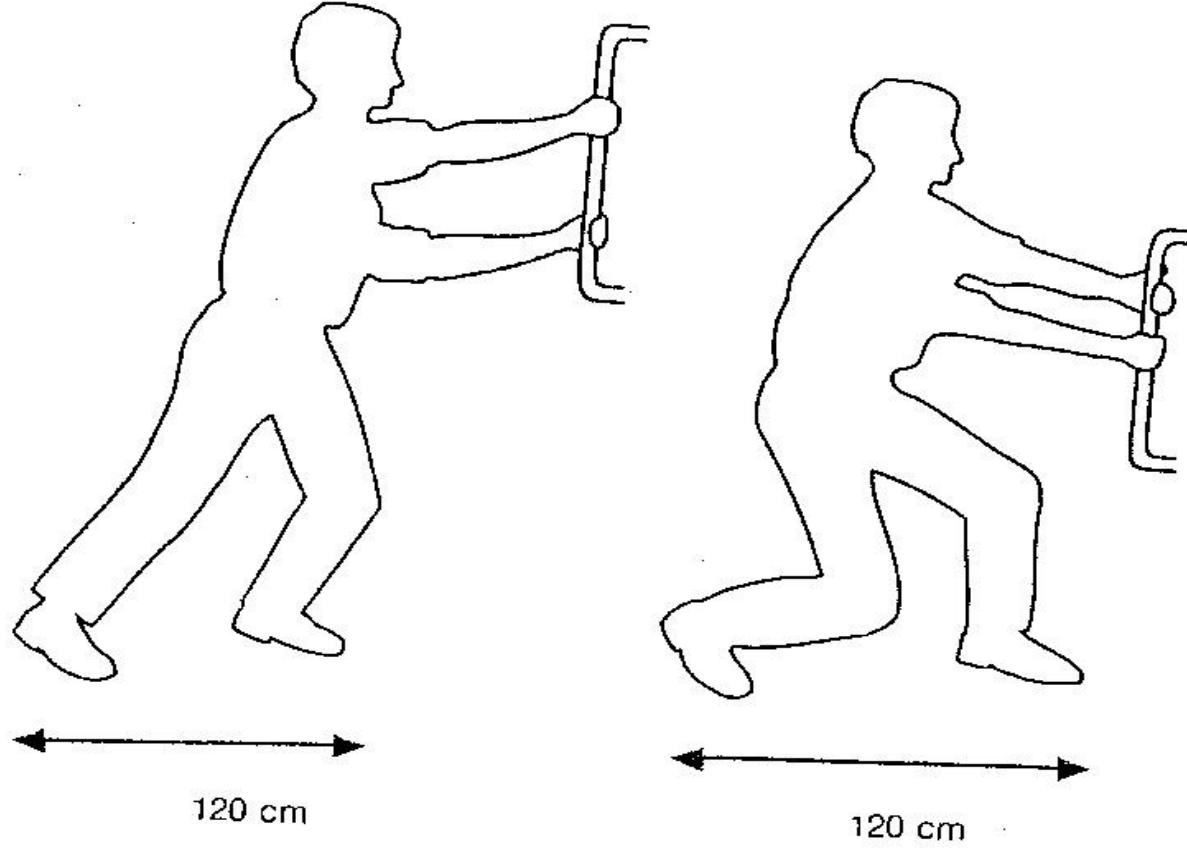
İtme veya çekme hareketlerinde;

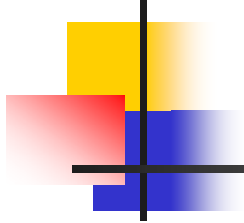
- Sarf edilecek yük 20 kg. ile sınırlandırılmalıdır.
- El arabası gibi yardımcı araçlar kullanılarak sarf dilecek yük 10 kg. a kadar indirilmelidir.
- El arabalarında tekerlekler bulunmalıdır.
- Doğru bir vücut duruşu zorlanmayı azaltmaktadır. İtme sırasında vücut öne eğilmeli ve çekme sırasında geriye dayanmalıdır.
- Zemin ve ayakkabı arasındaki sürtünme hareketi engellemeyecek büyüklükte olmalıdır. Zemin sert ve pürüzsüz olmalıdır.
- Nesnede tutamaklar olmalıdır.

İtme veya Çekme



İtme veya Çekme

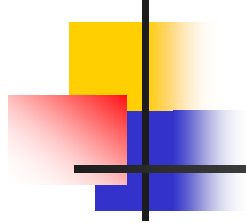




Hareket Ekonomisi İlkeleri

İnsan Vücudunun Kullanımı

1. İki el hareketlerine aynı anda başlamalı ve bitirmelidir.
2. Dinlenme zamanları hariç iki el aynı anda boş olmamalıdır.
3. Kolların hareketleri zıt ve simetrik yönde olmalı ve aynı anda hareket etmelidir.
4. Eller mümkün olduğu kadar dar bir alanda hareket etmelidir.
5. Momentlerden mümkün olan her yerde yararlanılmalıdır, kas gücüne olan ihtiyaç minimumda tutulmalıdır.
6. Ellerin düzgün ve sürekli hareketleri, zikzak yapan veya ani ve keskin yön değişimi gerektiren hareketlere tercih edilmelidir.
7. Balistik hareketler(başlatıldıktan sonra fazla dikkat ve yönlendirme gerektirmeyen), kısıtlı ve kontrollü hareketlerden daha hızlı, kolay ve duyarlıdır.
8. Mümkün olduğu kadar iş, ritmik hareketlere izin verecek şekilde düzenlenmelidir. Ritim çalışanın düzgün ve otomatik performansı için esastır.



Hareket Ekonomisi İlkeleri

İş Yerinin Düzenlenmesi

9. Tüm araç, gereç ve malzemelerin belirli ve tanımlanmış yerleri olmalıdır.
10. Araç gereç ve malzemeler işçinin ön tarafında, yakınında ve kolay kavranabilir durumda olmalıdır.
11. İşlenen malzemelerin sonraki işlemlere kutu, sandık vb. yollar ile aktarımında yerçekimi kuvvetinden yararlanılmalıdır.
12. Malzeme ve araç-gereç, iş hareketlerinin sırasına uygun şekilde yerleştirilmelidir.
13. Uygun aydınlatma gerçekleştirilmelidir.
14. İş düzeyi ve oturma yerinin yüksekliği ayarlanabilir olmalıdır.

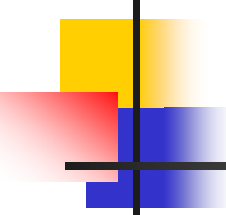


Hareket Ekonomisi İlkeleri

Teçhizatın Düzenlenmesi

15. Kas kuvvetinin azaltılması, işin daha kolay yapılabilmesi için takım tertibat ve aparatlardan yararlanılmalı, ayak kumanda sistemler kullanılmalıdır.
16. Aletlerin iki veya daha fazla fonksiyonlu olanları tercih edilmelidir.
17. Farklı parmakların belirli hareketleri yapması gerektiğinde , daktilo yazışta olduğu gibi, yükün parmakların kapasitelerine uygun şekilde dağıtıldığı teçhizatlar kullanılmalıdır.
18. Aletlerin tutma yerleri elin yüzeyi ile tam temas halinde olacak şekilde olmalıdır.
19. Manivela, el arabası gibi teçhizatın işçinin pozisyonunu az değiştirerek kullanabileceği şekilde yerleştirilmelidir.

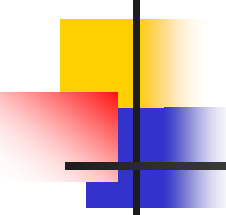
BIYOMEKANİK TASARIM PRENSİPLERİ



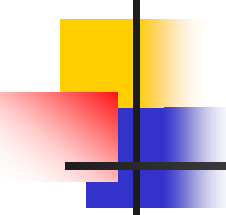
Biyomekanik, mekanik ve fizik kurallara göre insan vücudunun hareketlerini ve bu hareketleri yaparken veya vücudun bir duruşu sırasında kas veya kas gruplarına düşen mekanik yükü tahmin etmek ve azaltmak amacı ile çalışan bir bilim dalıdır. Bunu bazı prensipler aracılığı ile gerçekleştirmektedir:

- Vücut duruşları ve hareketleri mümkün olduğu kadar vücudun doğal yapısına uygun olmalıdır. Çünkü vücudun doğal duruşundaki yüklenme ve zorlanmalar en az seviyededir.
- Yapılan iş mümkün olduğu kadar vücuda yakın yapılmalıdır.
- Vücudun öne doğru eğilmesinden ve döndürülmesinden kaçınılmalıdır.

BIYOMEKANİK TASARIM PRENSİPLERİ

- 
- Ani hareketler ve kuvvet sarfları, sırtta ve bel bölgesinde ani ağırlara neden olmaktadır. Herhangi bir duruş veya hareket uzun süre devam ettirilmemelidir. Sabit duruşlar veya tekrarlı hareketler uzun dönemde kaslarda ve eklemlerde rahatsızlıklara neden olmaktadır.
 - Uzun süre statik kassal çalışma veya durma kas yorulmasına ve kas performansının düşmesine neden olmaktadır.
 - Kas gücünün tamamen tüketilmesinden kaçınmak gerekir. Çünkü kasın eski gücüne dönmesi uzun zaman almaktadır.
 - Çalışma sırasında uzun ve tek bir ara vermektense kısa ve çok sayıda mola vermek daha iyidir.

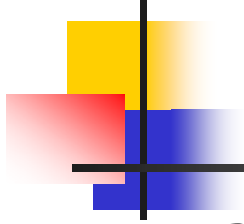
FİZYOLOJİK TASARIM PRENSİPLERİ



Fizyoloji; canlının hayati fonksiyonlarını ve sistemlerinin işleyişini inceleyen bir bilim dalıdır. Canlılığın, yaşamının mekanizmalarını, en ince ayrıntılarıyla insan vücudunda veya canlılarda vuku bulan hadiselerin esasına inerek araştırır.

İnsan fizyolojisi, insan vücudunda yer alan fonksiyonların her çeşidini açıklamaya çalışır. Hücrelerde meydana gelen kimyasal reaksiyonları, sinir sisteminin çalışma şekil ve prensiplerini, uyarıların vücut tarafından nasıl alınıp, nasıl değerlendirildiğini, kasların çalışma mekanizmalarını, kanın damarlarda dolaşmasını, dokularda kanın kullanılma özelliklerini, kalbin ve beş duyumuzun nasıl çalıştığını ve vücudun dış şartlarından nasıl etkilendiğini ve bunun gibi daha birçok vücut fonksiyonunun nasıl gerçekleştiğini açıklamaya çalışmaktadır.

FİZYOLOJİK TASARIM PRENSİPLERİ



Fizyolojik tasarım prensipleri aşağıdaki konularda insan-makine sistemi tasarımına destek vermektedir;

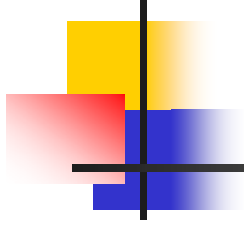
- İnsanın çalışması sırasında yapmış olduğu duruş ve hareketler nedeni ile kasların ihtiyaç duyacağı enerji miktarının belirlenmesi ve sağlıkla ilgili problemler oluşturmayacak şekilde tüketilecek bu enerjinin sınırlandırılması,
- Çalışma sırasında metabolizmanın yaşadığı değişiklikleri kontrol altında tutabilmek amacıyla, çeşitli fizyolojik göstergelerin kabul edilebilir sınırlarının belirlenmesi,
- sürekli kassal çaba neticesinde kasta oluşan yorgunluğun ve genel olarak vücutta oluşan yorgunluğun belirlenmesi,
- ve buna bağlı olarak sürekli çalışma ve dinlenme zamanlarını hesaplanması.



ANTROPOMETRİ

Antropometri; insanın vücut ölçülerinin belirlenmesi ve uygulamaya aktarılması ile ilgilenen bilim dalıdır. Çalışma yerlerinin doğru düzenlenmesi açısından antropometriden yararlanılmaktadır:

- İnsan vücudunun tümünün ve iş açısından baş, el, kol, ayak, bacak gibi önemli organlarının boyutları,
- Vücudun doğal konumu,
- Eklemlerin hareket alanı, eklemlerle birbirine bağlı elemanların boyutları ve buradan elde edilen ulaşım mesafeleri,
- Ulaşılabilen hacim içerisinde uygulanabilen kuvvetler,
- Anatomik-optik, bakış ve görüş alanlarının sınır şartlarını ve gözün rahat bakış eksenini de dikkate alarak hacimsel olarak görülebilecek bölgenin belirlenmesi.



ANTROPOMETRİ

Çalışan insanların fiziksel rahatlıkları ve beden yeteneklerini en üst düzeyde kullanabilmeleri öncelikle, kullandıkları malzemeler, çalışma yüzeyleri ve hacimlerin onların boyutlarına uygun olmasına bağlıdır. Her türlü araç gereci kullanan çalışanların boyut farklılıklarını dikkate alarak tasarım yapmak, çalışanların performansları açısından çok önemlidir.

İnsanların kullandıkları geçitler, pek fazla hareket etmeden durdukları hacimler ve oturma yerlerinin boyutsal tasarımlarında **statik antropometri** 'den faydalanılmaktadır.

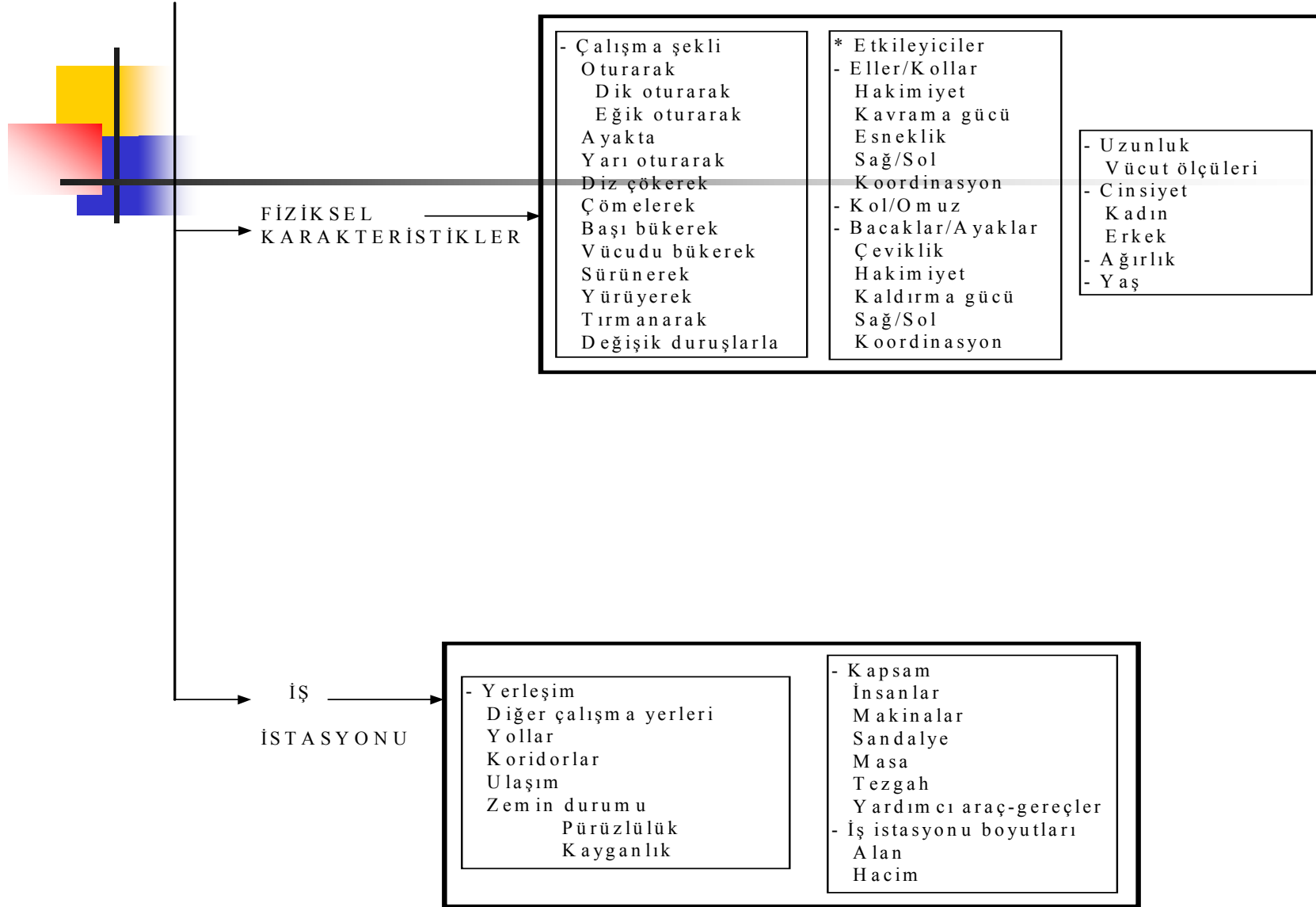


ANTROPOMETRİ

Endüstride ve çalışma yerlerinde çalışanlar sürekli hareket halindedirler. Bir araba sürücüsünün koltuğunda çeşitli yönlerde uzanması ve sürücü fonksiyonunu yerine getirebilmesi için kol, bacak ve gövdesini değişik boyutlarda ve devamlı hareket ettirmesi gerekmektedir.

İnsanların ayakta dururken ya da otururken çevrelerindeki malzemelere, kontrol sistemlerine ve çeşitli işlem noktalarına uzanabilmek için; eğilme, uzanma ve dönme gibi hareketlerinin sınırlarını ölçmek de iş düzeni ve insan-tezgah, insan- makine gibi arakesitlerin tasarımında optimizasyon açısından önem taşımaktadır. **Dinamik antropometri** yaklaşımı bu tasarım optimizasyonuna katkılar sağlamaktadır.

ANTROPOMETRİK TASARIM



Şekil 2. Antropometrik Tasarım Faktörleri



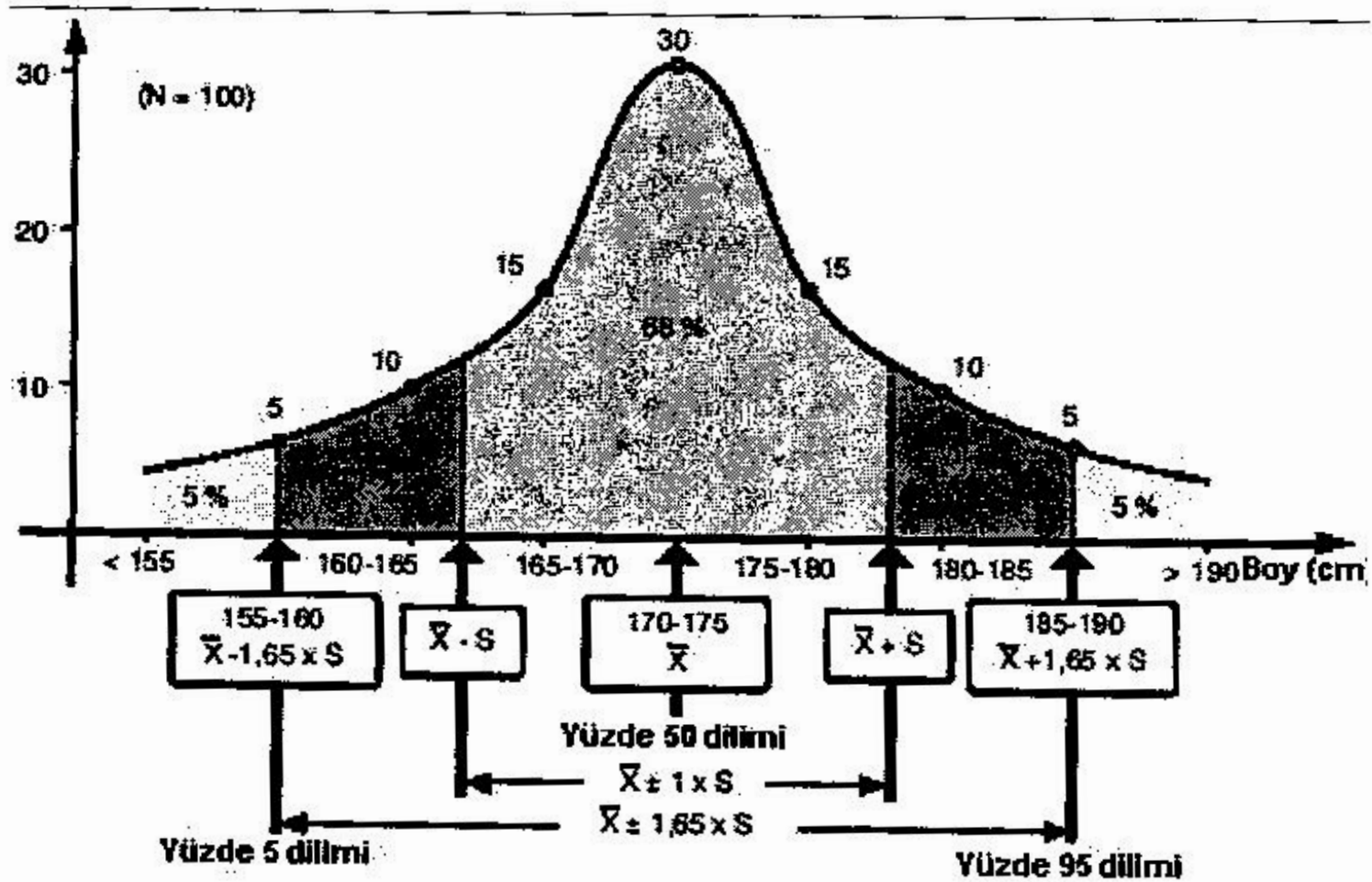
ANTROPOMETRİK TASARIM

Çalışma yerlerinin düzenlenmesinde insan ölçülerinin dağılımının bilinmesi İnsan-Makine Sistemi tasarımının dolayısıyla da performansının önemli bir ön koşuludur.

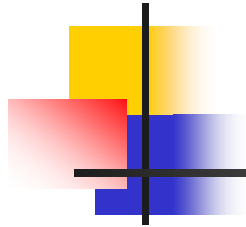
Antropometrik tasarımın aşamaları:

- Neyin ya da nerenin tasarlanacağını belirlenmesi
- Bu tasarımdan kimin yararlanacağını belirlenmesi
- Tasarımın hedef kitlenin % kaçına hitap edeceğini belirlenmesi
- Hedef kitleye ait antropometrik ölçüler tablosunun elde edilmesi
- Tasarım için önemli olan vücut ölçülerinin belirlenmesi
- Bu ölçülere ait hesaplamaların yapılması
- Hesapların uygulamaya aktarılması

ANTROPOMETRİK TASARIM



Şekil 2.10 Normal dağılım eğrisi



ANTROPOMETRİK TASARIM

$$\text{Üst Limit} = X + \sigma * z$$

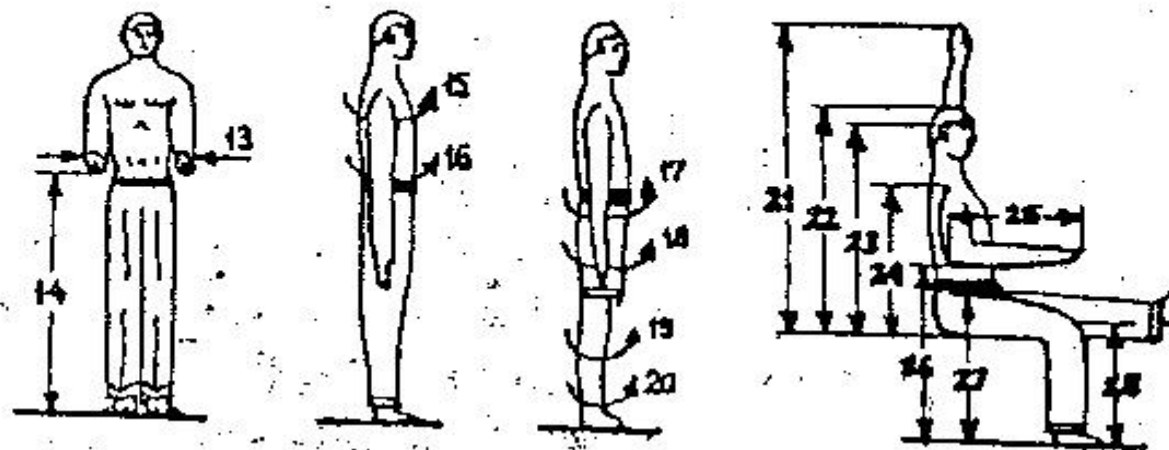
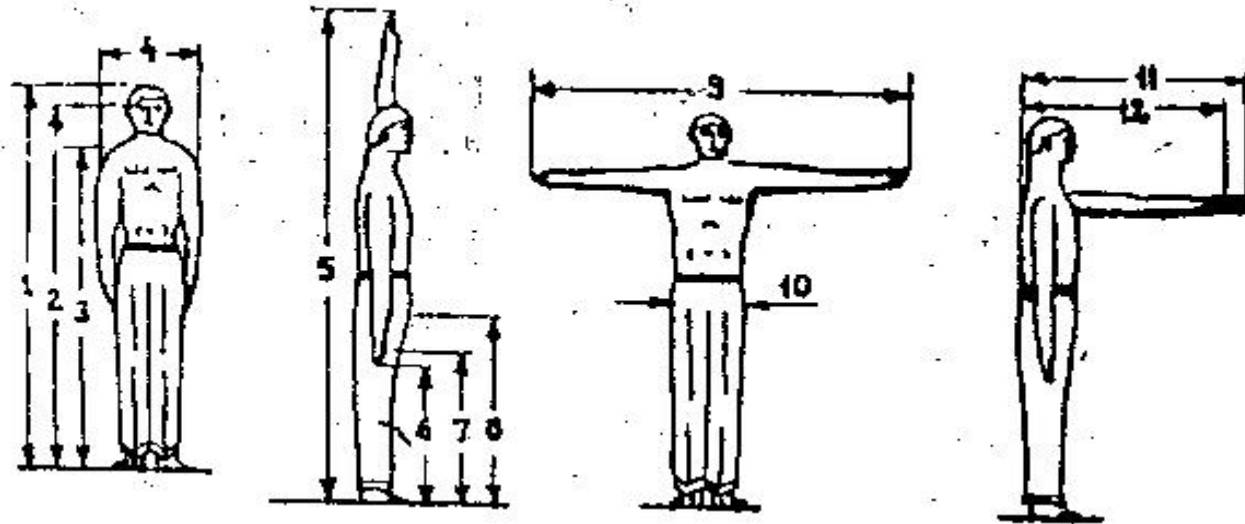
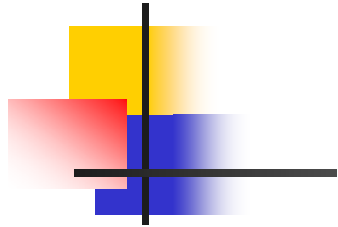
$$\text{Alt Limit} = X - \sigma * z$$

X: Ortalama değer

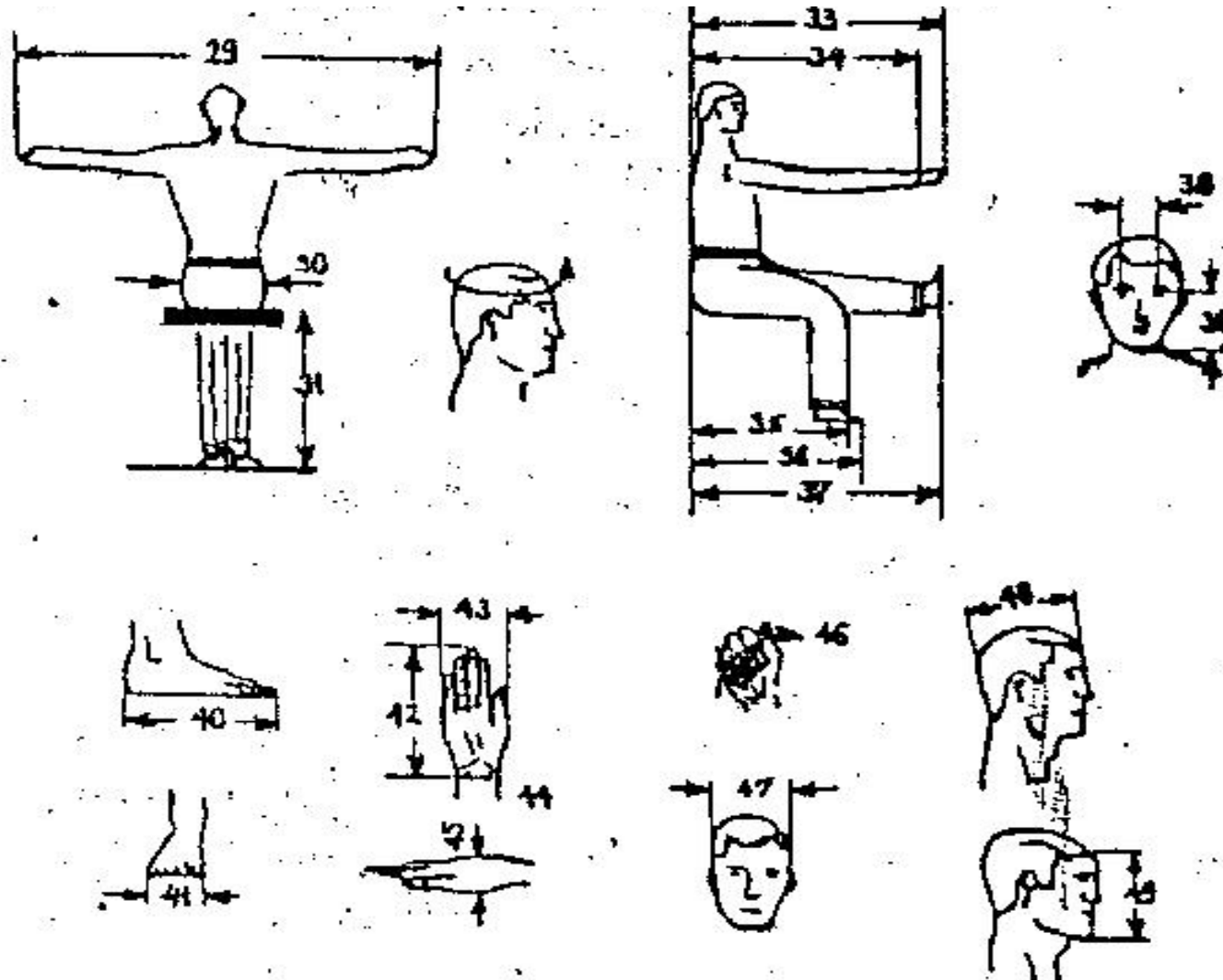
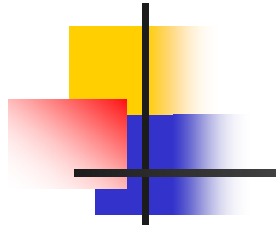
σ : Standart Sapma

z: Kabul edilen yüzdenin normal dağılım tablosundaki değeri

ANTROPOMETRİK TASARIM



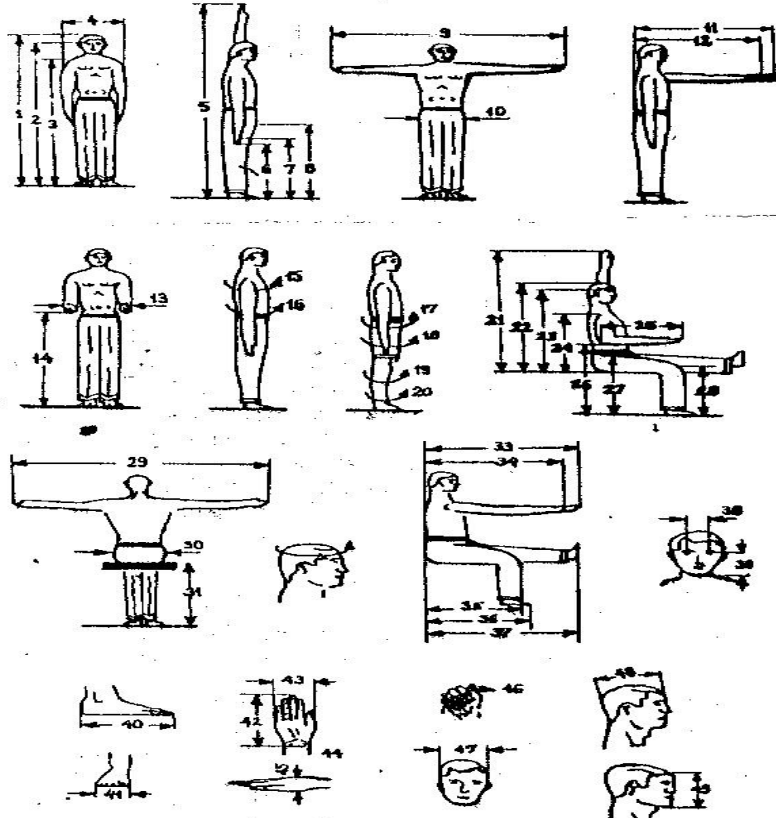
ANTROPOMETRIK TASARIM



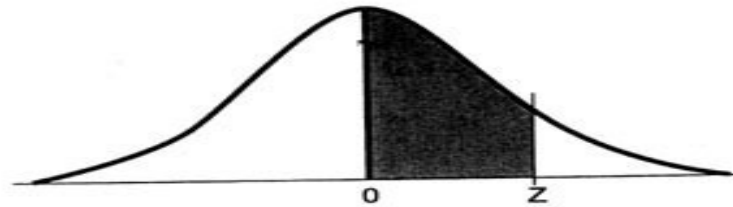
çene uzaklığı (39), Ayak boyu (40), Ayak genişliği (41), El boyu (42), El genişliği (43), Bilek çevresi (44), El yüksekliği (45), Yumruk çevresi (46), Kafa genişliği (47) Kafa boyu (48), Kafa yüksekliği (49), Ağırlık (50).

TABLO 3 YAŞ GRUPLARI VE ORTALAMA BOY

Yaş Grupları	O	S.S.	D.K. (%)	EBK	EKD
16 - 20	168,93	6,21	4	189,2	152,3
21 - 25	168,65	6,53	4	187,5	151,7
26 - 30	168,12	6,34	4	180,6	150,5
31 - 35	167,96	6,41	4	184,1	143,6
36 - 40	167,10	6,13	4	179,4	153,0
41 - 45	166,92	5,89	4	180,0	148,5
46 - 50	166,21	5,95	4	183,8	154,8
51 - 55	165,81	6,57	4	178,8	155,1
56 - 60	164,03	5,83	4	172,2	157,6



Ölçüm No.	O	S.S.	D.K. %	EBD.	EKD.
1	168,08	6,37	4	189,2	-143,6
2	157,22	6,23	4	178,2	-135,2
3	138,26	5,79	4	157,5	-117,3
4	40,55	2,24	5	51,0	-35,6
5	213,20	8,62	4	242,0	-187,0
6	69,69	3,83	6	84,0	-44,8
7	62,44	3,46	6	73,8	-46,1
8	75,13	4,61	6	88,5	-60,0
9	171,13	7,03	4	196,6	-151,0
10	33,62	1,80	5	40,4	28,3
11	90,14	4,09	5	102,5	-78,5
12	82,79	3,67	4	96,0	-70,8
13	44,60	4,11	9	64,8	-33,3
14	102,25	4,74	5	130,0	-76,0
15	91,14	7,03	8	122,0	-60,0
16	82,81	10,03	12	121,0	-61,5
17	94,50	6,55	7	121,0	-77,0
18	51,81	4,60	9	69,5	-36,0
19	35,14	2,75	8	46,5	26,0
20	22,83	1,54	7	28,5	-18,5
21	126,95	5,96	5	175,5	-95,1
22	88,75	3,52	4	99,6	-76,3
23	77,56	3,68	5	87,7	-59,1
24	59,37	3,06	5	83,1	-49,1
25	46,21	2,19	5	55,8	-37,8
26	67,81	3,29	5	81,5	-56,8
27	56,88	2,57	5	67,0	-49,7
28	50,30	2,52	5	58,0	-40,7
29	170,72	6,96	4	192,7	-149,7
30	35,63	2,34	7	44,8	29,5
31	43,17	2,21	5	53,0	-34,0
32	55,78	1,78	3	61,5	-50,0
33	91,46	4,43	5	107,0	-75,0
34	82,00	4,07	5	96,8	-64,3
35	61,02	2,76	5	122,1	79,4
36	75,86	3,77	5	97,6	-60,5
37	106,42	4,94	5	122,1	79,4
38	6,39	0,63	5	14,0	9,5
39	11,74	0,63	5	14,0	9,5
40	26,09	1,26	5	30,0	-20,0
41	10,14	0,71	7	12,5	8,0
42	19,13	0,99	5	22,3	-14,8
43	10,49	0,62	6	12,5	8,0
44	17,19	0,94	6	21,0	-14,5
45	4,62	0,48	11	6,0	-3,0
46	28,21	1,64	6	35,5	-18,5
47	16,13	0,63	4	18,0	-14,0
48	18,38	0,80	4	21,0	-16,2
49	22,01	1,39	6	26,6	-18,3
50	66,47	9,32	14	99,9	-40,0



This table presents the area between the mean and the Z score . When $Z=1.96$, the shaded area is 0.4750.

Areas Under the Standard Normal Curve

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
0.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990
3.1	.4990	.4991	.4991	.4991	.4992	.4992	.4992	.4992	.4993	.4993
3.2	.4993	.4993	.4994	.4994	.4994	.4994	.4994	.4995	.4995	.4995
3.3	.4995	.4995	.4995	.4996	.4996	.4996	.4996	.4996	.4996	.4997
3.4	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4998
3.6	.4998	.4998	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999
3.9	.5000									

Source: Adapted by permission from *Statistical Methods* by George W. Snedecor and William G. Cochran, sixth edition
© 1967 by The Iowa State University Press, Ames, Iowa, p. 548.