

Her Alanda Ergonomi

Ergonomics in Every Area

¹Ayhan Köksüz

*¹ Endüstri Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum

Geliş Tarihi : 06.12.2018

Kabul Tarihi : 10.01.2019

ÖZET

Günümüzde insanların günlük yaşamları içerisinde yer alan ancak insanların bilmedikleri çok önemli kavramlar vardır. Ergonomi de bu kavramlardan birisidir. Bu makalede ergonomi kavramını, kullanım alanlarını, faydalarını, kullanılma amacını ve insan-çalışma arasındaki ilişki konularını ele alınmıştır. Bu makale de ergonomik hareketlerinin nasıl yapılacağını göstererek herhangi bir hareket esnasındaki oluşabilecek zararları en aza indirmek amaçlanmıştır. Çünkü birçok insan günlük hayatta yaptıkları en ufak bir kaldırma, taşıma, yükleme işinde dahi kendilerine zarar verebilmektedir. Bunun en büyük nedenlerinden birisi de yaptıkları işi alışlagelmiş bir şekilde yapmalarıdır. İşte bu noktada ergonomi devreye girerek insanların yaptıkları işten hem en az zararla hem de en az efor harcayarak işlerini tamamlamalarını sağlar. Buradaki önemli bir faktör de efordur. Çünkü insanlar yaptıkları işleri en az eforla tamamlamak isterler. İşte bu faktörlerin hepsini ergonomi en iyi şekilde karşılamaya çalışır. Sonuç olarak ergonomi kavramı günlük hayatımızda bilmemiz ve kullanmamız gereken bir kavramdır. İşte bu makale de ergonomi kavramını günlük hayatımıza yerleştirilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ergonomi, efor, insan(çalışan), çevre

ABSTRACT

Nowadays, there are very important concepts in people's daily lives that people do not know. Ergonomics is one of these concepts. In this article, the concept of ergonomics, usage areas, benefits, the purpose of use and the relationship between man and work are discussed. In this article, it is aimed to show how to do ergonomic movements and to minimize the damages that may occur during any movement. Because many people in their daily life, even the smallest lifting, carrying, loading work can even harm themselves. One of the biggest reasons for this is that they do their work in a customary way. At this point, ergonomics enables people to complete their work by doing both the least damage and the least effort. An important factor here is effort. Because people want to complete their work with minimal effort. This is all factors best way meet all of ergonomic. As a result, the concept of ergonomics is a concept that we need to know and use in our daily lives. In this article, the concept of ergonomics has been tried to be placed in our daily life.

Keywords: Ergonomics, effort, human(working), environment

ERGONOMİ

Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile birçok alanda değişimler gözlenmektedir. Bu değişimler beraberinde birçok sıkıntıyı da yanında getirmektedir. Bu sıkıntılar insanların(çalışanların) antropometrik, fizyolojik ve psikolojik açıdan zorlanmasına neden olur. Bunlardan dolayı da verimlilik, kalite gibi önemli ölçütlerde kötüleşmeler meydana gelir.

İşte ergonomi tam bu alanda devreye girer. Ergonomi, insanın fiziksel ve psikolojik özelliklerini inceleyerek insanın makine ve çevre ile olan uyumunu doğal ve teknik olarak araştırma ve geliştirme çalışmaları topluluğudur. Yunanca'da Ergo iş, nomos ise yasa anlamına gelmektedir. İnsanın anatomik, antropometrik, fizyolojik, psikolojik ve sosyolojik açıdan inceleyen katlanabileceği sınırları ölçen bilim dalıdır. İşin insana, insanın işe uyumunu araştırır. Ergonomide asıl amaç maksimum verimliliğe minimum yorgunluktur. İş gören ile teknik sistem arasındaki ilişkiyi inceleyen ve en iyi şekilde getirmeye çalışan bilim dalıdır. Ergonomiye işveren açısından bakarsak işveren, çalışanlarının rahatsız olmasını istemez. Çalışanların konforu en az işveren kadar önemli konumdur. Çünkü çalışanların konfor seviyesi arttıkça verimlilik artar, bu da üretimde iyileştirmeye gider. İşte ergonomi bu konfor alanında olaya dâhil olur. Ergonomi çalışanların bu konforunu en iyi şekilde sağlayarak verimliliği en iyi seviyeye çıkarır. Yani ergonomi insan-makine-çevre etkileşimini en iyi şekilde sağlar. Ya çalışma ortamını insana(çalışana) göre düzenler ya da insanı(çalışanı) yapabileceği ortamlarda istihdam eder. Ergonomi bunları yaparken birçok etmeni göz önünde bulundurur ve birçok konuyu ele alır. İşte bu ergonominin bir bilim dalı olmasını sağlar.

Ergonomi Tarihçesi

Ergonomi tarihinde genellikle ve öncelikle F.W. Taylor'dan söz edilir. Yaratıcı bir makina mühendisi olan Taylor, 18'inci yüzyıl ikinci yarısında, "İŞ DÜZENİ" anlayışını geliştiren ve iş görenlerin daha üstün bir verim ile çalışabilmesi için de, çeşitli teoriler ortaya atarak bunları deneyen teknik bir zekâydı. Anatomi ve fizyoloji bilgileri eksik olduğu için çeşitli yanlışlar içinde bulunduğu ima edilen Taylor ayrıca, iş hevesini ve işçilerin verimini artırmak için 'işçi seçme ve ücret artırma' yaklaşımları nedeni ile de eleştirilmiştir. Taylor'un geliştirdiği el aletleri ve hızlı çalışma temposu ise, daha fazla ücret almalarına rağmen iş görenleri de memnun etmemiştir. Yine de, insan faktörüne ve insanların kullandıkları araç ve gereçlere deneysel yaklaşımlar getiren Taylor, sosyal psikolojide ve ergonomide 'iş hevesi konusuna ücret yaklaşımını' öneren ilk araştırmacı olarak anılmaya değer.

1910'larda ergonomik yaklaşımlara öncülük eden iki yeni metot girişimi dikkati çekmiştir. Bunlardan birincisi, Mühendis Gilbreth ile bir Psikolog olan hanımının geliştirdikleri İş ve Zaman Etüdü (Time and Motion Study), ikincisi ise, işbaşında enerji harcamayı ölçmek için, Oksijen Tüketimi (Oxygen Uptake) formülünü geliştiren ve gaz geçirmez örnek alma torbaları ile tanınmış Douglas'ın çalışmalarıdır. Günümüzde her iki yaklaşım da geliştirilmiş metotları ile kullanılmaktadır. Bu arada, bazı kaynaklar Gilbreth Ailesi'nin ergonomi yaklaşımının öncüleri olduğunu kabul ederler.

Ergonomi bilim alanının ilk adımları uygulamalı psikoloji uzmanlarınca atılmıştır. Munsterberg'in 1913 yılında yayınladığı 'Endüstriyel Etkinliklerde Psikoloji' yapıtı, bu konuda öncü bir eser olmuştur. 1921 yılında ise Cambridge Üniversitesinde ilk Deneysel Psikoloji Laboratuvarı kurulmuştur. Birinci Dünya Savaşı ardından İngiltere'de bir Yorgunluk Araştırmaları Kurulu oluşturulmuş ve Ulusal Endüstri Psikolojisi Enstitüsü'nün kurulmasına kadar, adı geçen kurul, deneysel çalışmaları ve uygulamalı araştırmaları desteklemiştir.

İkinci Dünya Savaşında, savaşan ülkeler, pek çok yeni harp silah ve araçlarını hizmete sokmuş fakat makinelerin yetenekleri abartılarak, insan-makina sistemleri düşüncesi önemsenmediğinden, savaş suresince, insan ya da makina hataları nedeni ile pek çok kişi hayatını kaybetmiştir. Konunun derinliğine incelenmesi sonucunda da geliştirilecek her türlü araç ve gerecin tasarımında insan faktörünün dikkate alınmasının ne derece önemli olduğu anlaşılmıştır. Savaşın ardından İngiltere'de Oxford Medical Research Unit ile Cambridge Applied Psychology Unit kurulmuştur.

Amerika Birleşik Devletleri'nde de. Dayton Aeromodical Laboratory Psychology Branch kurularak çeşitli araştırmalar başlatılmıştır. İngiliz Kara Kuvvetleri aynı ta-rihlerde, kendi gereksinimlerine göre ayrıca örgütlenmiştir. Bu kuruluşlarda insan ve iş psikolojisi yaklaşımlarından çok insan - makina ara kesiti sorunları dile getirilmiş ve araştırmalar bu yöne kaymıştır.

İngiltere'de bu gelişmeler olurken, ABD Hava Kuvvetlerinden Fitts ve Deniz Araştırmaları Bürosu'ndan Taylor, 1940'larda yaptıkları araştırmalar ile araç-gereç ve malzeme tasarımlarına önemli yenilikler getirmişlerdir. ABD'de John Hopkins, Tafts ve Princeton Üniversitelerinin de katkıları ile yapılan benzer çalışmalar önceleri, İnsan Mühendisliği adı altında toplanmış, daha sonra İnsan Faktörü Mühendisliği deyimi kullanılmaya başlanmıştır. Son zamanlarda ise ABD kaynakları sadece İnsan Faktörü ismini kullanmaktadırlar.

Aynı süreç içinde, İngiliz Silahlı Kuvvetleri, daha çok ekipman tasarımlarına önem vermiş ve bu amaçla bir araştırmalar komitesi kurmuştur. Deniz Kuvvetlerinde de Applied Research Unit ile yakın ilişkiler içinde çalışan bir Operasyon Etkinlikleri Komitesi teşkil edilmiştir. Aynı tarihlerde Kara Kuvvetleri Komutanlığınca Army Operation Research Group kurulmuş ve Hava Kuvvetlerinde ise benzer çalışmaları Farbourg Air Force Institute of Aviation Medicine üstlenmiştir. Bu dönemler, ergo-nomi tarihinde Knobs and Dials Ergonomics Era (Düğmeler ve Göster-geler Ergonomisi Çağı) olarak anımsanır.

1940'lara kadar yapılan çalışmaların dağınık oluşu çeşitli güçlükler yarattığından, 1949'da Oxford Üniversitesinde ve Murrel'in başkanlığında bir toplantı yapıldı. Anatomi, antropoloji, fizyoloji, psikoloji, mühendislik bilimleri, tasarımcılar gibi, çeşitli uzmanlık alanlarından gelen araştırmacılar ile yapılan bu toplantıda ergonomi terimi önerildi. Bu arada tüm uzmanlar arasında köklü bir işbirliği kararı da desteklendi. Yunanca' da İş(Ergo) ve YASALAR (Namos) kelimelerinden üretilen bu yeni isim ile iş yaşamı ve iş görmenin doğal yasalarını ilgi alanında gören tüm meslek adamlarının çabalarını tek bir başlık altında toplamak olanağı doğmuştu. ABD'de Human Factors Engineering, İsveç'te Biotechnology, İngiltere'de Applied Psychology ve Almanya'da da Arbeit Physiology gibi ilgi alanlarını ve farklı yaklaşımları içine alan ve ayrıca; Industrial Psychology, Work Study, Human Biodynamics gibi uğraş alanlarını da çatısı altında toplayabilen bir bilimsel yaklaşım da böylece doğmuş oluyordu. 1949'dan bu yana, ergonomi biliminin gelişmesi farklı boyutlara ulaşmıştır. İlk zamanlar, ekipman tasarımı araştırmalarında sadece uygulamalı psikoloji yaklaşımının yeterli olmayacağı görülerek, çok disiplinli bir kapsam benimsenmiştir. O zamana kadar genellikle düğmeler, kontrol düzenekleri, göster-geler, makina boyutları ve paneller gibi konularla uğraşılırken, Oxford toplantısından sonra konu, daha geniş bir perspektif içinde ele alınmaya başlanmıştır. Bunu gerçekleştirmede ilk adım ise "Ergonomics Research Council" Ergonomi Araştırmaları Konseyi'nin kurulması olmuştur. Bu kuruluşun çalışmaları uluslararası bir işbirliğini de amaçladığı halde, böyle bir birleşme ancak 1961 yılında Stockholm'de yapılan uluslararası bir toplantıda gerçekleştirilebilmiştir. Bu toplantı vesilesiyle "International Ergonomics Society" kurulmuş ve merkezi İngiltere'de bulunan bu uluslararası cemiyetin önemli bir birleştirici etkisi olmuştur.

Yurdumuzda konu oldukça yeni sayılır. Ergonomi düşüncesi, dolaylı yollardan da olsa, en önce 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 Kadayıfçıların başlattığı bu çalışmalar Dinçer'in "İnsan Emeği ve Ziraattaki Produktivitesi", "Çalışma Şekli ve Kas Yorgunluğu" yapıtları ile insan faktörü konusunu da uğraş alanı içine almıştır. Ergonomi, 1969 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nde "İşbilim" ders konuları içinde okutulmaya başlanmış ve bu dersin uygulamalı çalışmalarında endüstride antropometrik araştırmalara önem verilmiştir. Bu amaçla temeli atılan laboratuvar-da giderek artan sayıda uygulamalı araştırmalar yapılmaktadır. 1970'lerde, işçi sağlığı ve iş güvenliği alanında ergonomik yaklaşım görüşü Ankara'da Refik Saydam Hıfzısıhha Enstitüsü'nde C.Erkan'ın çabaları ile gündeme gelmiş ve 1968 yılında Çalışma Bakanlığı ve Dünya Çalışma Teşkilatı (ILO) işbirliği ile modern bir İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Merkezi kurulması için çalışmalara başlanmıştır. Bu merkezin, modern cihazlar ile donatılmış ergonomi ünitesi ancak 1972 yılında kurulabilmiştir. Ergonomi ünitesi kuruluş aşamasında sınırlı sayıda da olsa bazı uygulamalı araştırmalar yaptığı gibi, Çalışma Bakanlığı'nın eğitim etkinliklerinde bu yeni ilgi alanını tanıtmaya da çaba göstermiştir. Daha sonra, bina ve kadro değişiklikleri ergonomi laboratuvarının dağılmasına ve çalışmaların, aksamasına neden olmuştur.

Ergonomi, 1971 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde Human Factors Engineering adı altında eğitim programına alınmış ve ilk iki yıl dersler İSGÜM'ün (İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Merkezi) ILO Danışmanı Dr. Korinek tarafından yürütülmüştür. Bölümde, 1975 yılından itibaren, yurt dışından getirilen cihazlar ile bir de laboratuvar kurulmuştur. Halen bu bölümde iki dönem okutulan Human Factors Engineering derslerinde öğrenciler laboratuvar araştırmaları ve endüstride gözlemler yaparak bu cihazlardan yararlanmaktadırlar. Endüstri Mühendisliği Bölümü, öğrencilerin saha incelemelerini değerlendirmek için 1980'lerde iki "Öğrenci Sempozyumu" düzenlemiş ve Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB) tarafından desteklenen bu sempozyumlar çok yararlı olmuştur.

1980'lerde Dokuz Eylül Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, yurt dışından getirilen çok sayıda çağdaş laboratuvar cihazları ile desteklenen "Ergonomi" derslerini eğitim programlarına almakla kalmamış, 1984 ve 1986 yıllarında İzmir Batı Alman Kültür Ataşeliği ile yardımlaşarak 1'inci ve 2'inci Türk-Alman Ergonomi Sempozyumlarını düzenlemiştir. Bu sempozyumların tebliğleri kitap olarak basılmış ve önemli birer kaynak oluşturmuşlardır.

Ülkemizde ergonomi görüşünün iş dünyasına tanıtılmasında, Milli Prodüktivite Merkezi'nin önemli katkılar olmuştur. Kurumca düzenlenen "Ergonomi", "İşyerlerinde Fiziksel Ortamın İyileştirilmesi", "Endüstri Mühendisliğinin İşletmelere Katkısı" gibi seminerlerde, ergonomi düşüncesinin vurgulanması yanısıra, MPM Uzmanlarından G. İncir tarafından hazırlanarak, kurumca yayınlanan "Endüstriyel İşyerlerinde Çevre Koşullarının Etkileri (1976)" ve "Ergonomi (1980)" kitapları da yararlı kaynaklar olarak, halen pek kısır olan ergonomi literatürüne öncülük etmişlerdir. Milli Prodüktivite Merkezi 1987 yılının Kasım ayında, İstanbul Teknik Üniversitesi ile yardımlaşarak ilk ulusal ergonomi kongresinin toplanmasına da katkılarda bulunmuştur. Bu tarihten sonra, her iki yılda bir düzenlenen Ergonomi Kongrelerine; Çukurova, ODTU, Dokuz Eylül ve HÜ'nün büyük ölçüde bilimsel katkıları olmuştur. İnsan-makine ilişkileri açısından ergonomi bilim alanı ile yakından ilgilenen Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB), çeşitli sempozyum ve kongrelerde düzenlemektedir.

Ergonominin Görevleri

Ergonomi, işi insana ve insanı işe uyarlamak için bir araştırma ve eylem programı içerir.

İşin insana uyumu

- Çalışılan ortamın ve üretim malzemelerinin düzenlenmesi (çalışma alanı, makinalar, göstergeler, kontroller vb.)
- İşin yapıldığı yerin analizi edilmesi ve gerekli düzenlemelerin yapılması (ses, gürültü, aydınlatma, titreşim, iklim vb.)
- İş yönetiminin gözden geçirilmesi, analizi ve düzenlenmesi (işin kapsamı, çalışma ve dinlenme zamanları vb.)

İnsanın işe uyumu

Kişinin işin içeriğine bireysel yatkınlığı (yaş, cinsiyet, bedensel ve zihinsel özellikler vb.)

İş öğretimi ve işe alıştırma

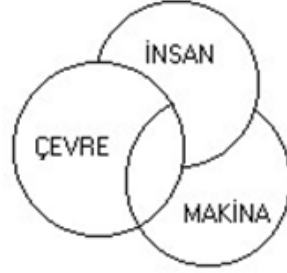
Ergonomi, insan, makine-teçhizat ve donanımı, iş ortamı ve iş yöntemi sisteminin mühendisliği ve tasarımı ile ilgilenen disiplinler arası bir çalışma alanıdır. Günümüzde, ergonomik çalışmalarla ulaşılmak istenen amaç, çalışma ortamını, insana gelebilecek kimi tehlikelerden ve kazalardan korumanın ötesinde, çalışma ortamını insanın hoşuna gidecek ve onu mutlu edecek bir ortama dönüştürmektir. İnsanca çalışma ortamı olarak tanımlanabilecek böyle bir ortamda aşağıdaki özellikler bulunacaktır;

- Makine, teçhizat ve donanımı, insan özelliklerine ve yeteneklerine göre tasarlanırlar.
- Çalışma yöntemleri(biçimi) ve çevre koşulları insana uygun duruma getirilir.
- Yapılan kolaylıkla anlaşılması ve algılanması sağlanır.
- Çalışanlara yeteneklerini kullanma ve kendilerini kanıtlama olanağı verilir.
- Çalışanların kendilerini bir değer olarak görmeleri sağlanır.

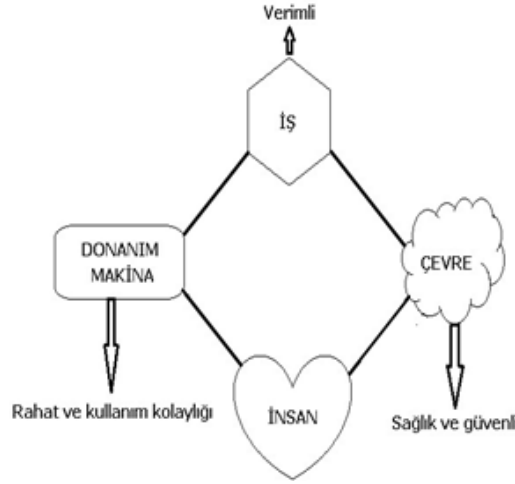
Böyle bir ortamın oluşturulması halinde, iş sisteminin insan üzerinde yarattığı fizyolojik ve psikolojik zorlanma en aza indirilebilir. Ergonomi, "Verimli, güvenli, konforlu ve etkili insan kullanımı için aletlerin, makinaların, sistemlerin, görevlerin, işlerin ve çevrenin tasarımına insanın davranışı, yetenekleri, sınırları ve diğer özellikleri hakkındaki bilgiyi uygulamak ve keşfetmektir. Bu tanımdan da anlaşılacağı üzere, ergonomi üretim verimliliğinin artırılması konusunda önemli bir uğraş alanıdır.

Ergonominin Kapsamı

Ergonomi, iş ve işi yapan arasındaki tüm ilişkileri incelerken, bu ilişkileri etkileyen çevresel faktörleri de ele alır. Ergonominin konusu genel anlamda insan-makina-çevre ilişkileri olup, Şekil 1'de ergonominin elemanları Şekil 2'de ilişkileri gösterilmiştir.

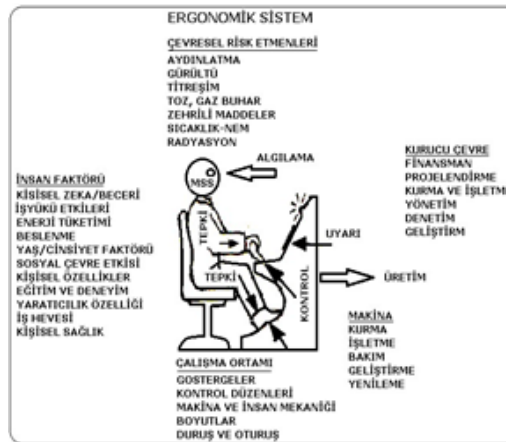


Şekil 1. Ergonominin elemanları



Şekil 2. Ergonomi kapsamı

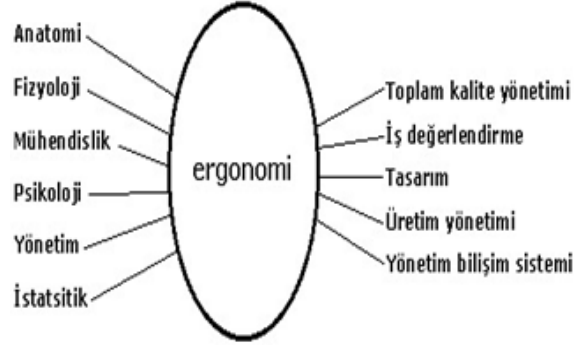
Ergonominin ana elemanları olan insan, makina ve çevre sistemi Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Ergonomik sistem

Ergonominin diğer bilimlerle katkı-ihtiyaç ilişkisi Şekil 4'de gösterilmiştir. Ergonomi verimlilik amacını gerçekleştirmek üzere iş-insan uyumu çabasını gerçekleştirmede anatomi, fizyoloji, mühendislik, psikoloji, yönetim, istatistik vb. bilimlerden yararlanır.

Aynı şekilde toplam kalite yönetimi, iş değerlendirme, tasarım, üretim yönetimi, yönetim bilişim sistemlerine katkılar sağlar.



Şekil 4. Ergonominin diğer bilimlerle katkı-ihtiyaç ilişkisi

Ergonomi Türleri

1. Mikro Ekonomi: Sosyo-tekniik anlamda çalışma yeri ve insan ilişkilerinin optimize edilmesi için çalışır. (çevre koşulları, insan-makine)

2. Makro Ergonomi: Bir işletmenin yapısal organizasyonuna baştan aşağıya bir sosyo-tekniik iş sistemi gibi bakarak işletmenin bütünü için ergonomik çalışmaları yürütmektedir(İş ve zaman etüdü, iş ve iş yeri düzenleme). Makro ergonominin amacı iş sisteminin süreçlerini ve yapısını dış çevre, personel alt sistemi ve organizasyonun teknolojik alt sisteminin ana karakteristikleriyle uyumunu sağlamaktır. İkinci olarak da, iyi tasarılanmış iş sistemi karakteristiklerini mikro ergonomik unsurların tasarımına taşıyarak sonuçta tam olarak uyumlu bir iş sistemi oluşturabilmektedir. Tam uyumlu bir iş sistemi kötü tasarılanmış bir sistemle karşılaştırıldığında değişik organizasyonel performans ölçüleri %60-90 seviyelerinde geliştirilebilir (örneğin, kazalardan kaynaklanan kayıp zamanların ve incinmelerin azaltılması, şikâyet ve ıskartaların düşürülmesi gibi, Hendrick 1997a, b).

Ergonomik Yaklaşım: Ergonomi, sistem yaklaşımını, insan ve makine arasındaki ilişkiyi inceler, üretimin etkinliğini artırır, çalışanların iş yükünü azaltır.

Ergonominin Amaçları

- Sağlık koşullarına uygun, güvenli ortam oluşturmak
- İşin, insanın antropometrik ölçülerine uygun olarak tasarlamak
- Tüm araç, makine ve donanımı insana uygun yapmak
- Psikososyal açıdan olumlu ortam oluşturmak
- İşçi sağlığı ve güvenliğini sağlamak
- Yorgunluk ve stresi azaltmak
- İş kazalarını azaltmak

Ergonominin Çalışma Konuları

- Vücut duruş ve hareketleri (kaldırma, taşıma, itme)
- Fiziksel çevre koşulları (gürültü, iklim, havalandırma, aydınlatma)
- İş organizasyonu (çalışma ve mola)
- Zihinsel çalışma ve enformasyon
- İş görev tanımları analizi

Ergonominin Alt Konuları

Makro Ergonomi: Kadro planları, görev paylaşımları ve hiyerarşik yapının ergonomik prensiplere göre belirlenmesidir.

Katılımcı Ergonomi: Üretim sistemlerinin problemlerinin tespiti, çözüm geliştirmesi ve çözümlerin hayata geçirilmesi aşamaların hapsinde çalışanların fikirlerine yer vermek amacındadır.

Yazılım Ergonomisi: Yazılımların ve web sayfalarının insanın daha rahat, kolay ve kısa sürede algılayabileceği şekilde tasarlanmasıdır.

Bilimsel Ergonomi: İnsan davranışları, algılama ve psikoloji konularıyla birlikte zihinsel ağırlıklı görevleri değerlendirme ve analizlerinin çok daha etkin yapılabildiği çalışmadır.

Kansei Mühendisliği: Müşterinin aklındaki ürün imajını uygun bir ürün tasarlamak.

Ergonomi Yararları

- Maliyeti azaltır.
- Verimliliği artırır.
- Gereksiz, fazla hareketleri ortadan kaldırarak zamandan tasarruf sağlar.
- Daha güvenli üretimi sağlar.
- Çalışanlar arası iletişim bağlarını kuvvetlendirerek, etkileşimi artırır.
- İş kazalarını önler.
- Çalışanlarda zaman içerisinde oluşabilecek sorunları önler.
- Kaza ve incinme oranlarında azalmalar olur.
- Kullanımı daha kolay ürün, hizmet ve sistemlere kavuşulur.
- Organizasyonda estetik duygular artar.
- Sağlık kalitesi artar.
- Ürünlerin ve hizmetlerin rekabet güçleri artar.
- Verimlilik ve etkinlik artar.
- Yorgunluk ve streslerde azalmalar olur.

Ergonomik Bilginin Kullanılmasının Maliyeti

- Üretim miktarında azalma olur.
- Zaman kaybı artar.
- İşe devamsızlık artar.
- Çalışanların motivasyonu azalır.
- Verim azalır.
- Hata ve kazalar artar.

Ergonomi ve Verimlilik

Bir işi daha kolay getirerek verimliliğe katkıda bulunur. İşe değer katmaya iş adamlarını ortadan kaldırarak veya azaltarak işin daha çabuk ve daha az işçiyle yapılmasını sağlar.

- Bir ürünü meydana getiren parça sayısını minimuma getirerek ürünü hem daha hızlı hem de daha güvenli üretilmesini sağlar.
- İş veya iş ortamının parametrelerini optimize ederek gereken kuvvetli/güçlü enerjiyi azaltır.

Ergonomik İş: İş, insanın bir değer yaratmaya yönelik her türlü bedensel ve zihinsel faaliyetlerdir.

- Mavi yakalılar: Endüstriye dayalı işler
- Beyaz yakalılar: Bilgiye dayalı işler

Ergonomi Açısından İş Kriterleri

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

Ergonomik Ölçütler

Ergonomi insan çakılmasında iki ölçüt vardır. Bu ölçütler ergonomik çalışmaların amacını ve içeriğini belirler. Yapılan işler bu ölçütlere göre ele alınır ve çalışma ele alınan ölçüte göre şekillenir. Ele alınacak ölçütler şunlardır;

1. İnsansal Ölçüt: İnsandan beklenen işin onun yeteneklerinin sınırları içinde yer alması. Bu ölçüt hem çalışan açısından hem de iş açısından verimliliği maksimum edebilecek bir ölçüttür. Burada işverenin çalışanını iyi tanınması gerekir, işveren-çalışan arasındaki ilişkinin iyi olması gerekir ki işveren çalışanın yeteneklerine göre iş verebilsin. Günümüzde çalışana iş atama ya da çalışanı işe atama en büyük problemlerdendir. Genel olarak çalışanın yetenekleri gözetilmeksizin iş verilir, bu da hem çalışan hem de iş açısından büyük problemler oluşturmaktadır. İşte bu ölçüt, bu ve benzeri problemleri ortadan kaldırmaya yarar.

2. Ekonomik Ölçüt: İnsanın yeteneklerinden en uygun düzeyde yararlanmayı sağlar. Bu ergonomik ölçüt sağlandığı taktirde çalışan en uygun pozisyonda/işte çalışmış olur, bu da işin daha verimli, düzenli, sorunsuz olmasını sağlar. İşveren açısından da iyi bir durumdur. Çünkü işveren işlerinde her zaman maksimum verimliliği hedefler bu ölçüt ile de hedefine ulaşmış olur.

ERGONOMİ HAREKETLERİ

Çalışanların birçoğu ya meslek alışkanlığı ya da bilinçsiz olarak yaptıkları işlerde işlerini yapış hareketlerine dikkat etmemektedir. Aslında yaptıkları iş hareketlerini biraz daha dikkat etseler hem sağlıkları hem de verimlilik açısından maksimumu sağlayacaklardır. İşte ergonomi hareketleri burada devreye girmektedir. Ergonomi hareketleri, çalışanların işlerini kolay, kısa zamanda ve verimli yapmalarını sağlar. Ayrıca bu hareketler iş güvenliği ve sağlığı kapsamında da çalışanları olumlu etkiler.

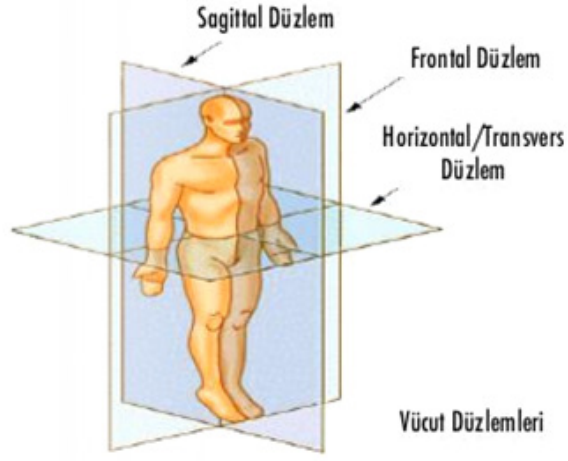
Çalışma Duruşlarının Ergonomik Analizi

Çalışanlar gün içerisinde birçok pozisyonda çalışmaktadırlar. Bu pozisyonların genelinde yaptıkları çalışmaları ergonomi kurallarına uymaksızın yapmaktadırlar. Ergonomi bu pozisyonların hepsi için en sağlıklı çalışma ölçülerini incelemiş ve analizini yapmıştır.

İnsan hareket sistemi düzlem ve eksenlerden oluşmaktadır. İnsan vücudu üç farklı düzlemden ve üç farklı eksenenden oluşmaktadır.

Eksenler;

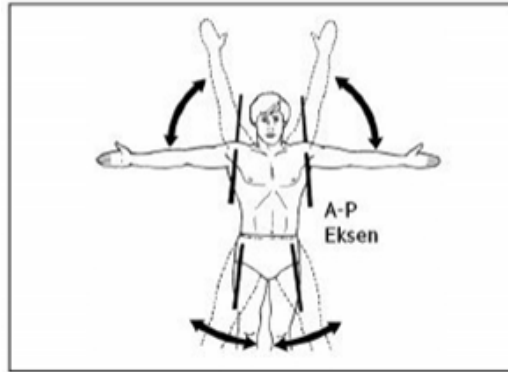
1. Sagittal düzlem: Karşı yöne doğru ok atmaya hazırlanan bir kişide yay tarafından oluşturulan bir düzlemdir. Vücudu sağ ve sol olmak üzere iki eşit parçaya böler.
2. Frontal düzlem: Dikey olarak alın bölgesine paralel, yukarıdan aşağıya geçen tüm düzlemlerdir. Vücudu ön ve arka olmak üzere iki eşit parçaya böler.
3. Horizontal(transversal) düzlem: Yere paralel ve diğer düzlemlere dik olarak geçen düzlemlerdir. Vücudu alt ve üst olmak üzere iki eşit parçaya böler.



Şekil 5. İnsan vücudu düzlemleri

Düzlemler;

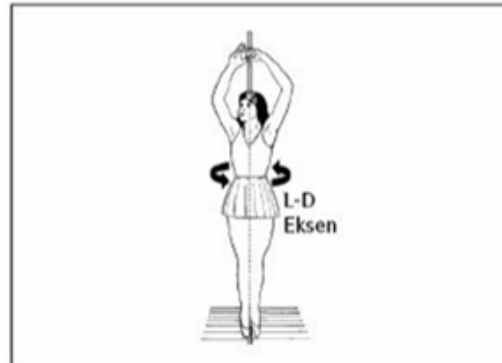
1. Anteroposterior eksen(A-P): Vücudun önünden arkasına doğru geçer.
2. Mediolateral eksen(M-L): Vücudun sağından soluna doğru geçer.
3. Longitudinal eksen(L-D): Vücudun altından üstüne doğru geçer.



Şekil 6. Anteroposterior Eksen



Şekil 7. Mediolateral Eksen



Şekil 8. Longitudinal Eksen

Bu tür sınıflandırmaların yapılmasının en önemli nedenlerinden biri ergonomi koşullar hakkında yapılacak matematiksel çalışmalarda işlem yükünü azaltmak, kolaylık sağlamak ayrıca hangi bölge için yapılacak olan çalışmaları kolaylıkla seçmektir. Yani eğer frontal düzlem üzerinde bir çalışma yapılacaksa insan hareket sistemlerinin tamamına değil de sadece frontal düzlem üzerinden işlemler yapılmasını hedefler. Bu da işlemlerde hem kolaylık hem de zaman tasarrufu sağlar.

Eklem Hareketleri

Hareketli eklemler, konumlarına ve eklem başının merkezinden geçtiği kabul edilen eksene göre; bir, iki ya da üç yönde hareket edebilirler. Eksenlerin hareketleri basit ölçme araçları olan goniometre ve primetre veya daha hassas ölçme yapan çok yönlü film analizleri ile belirlenebilir.

Eklemlerin hareketliliği ve işlerliği çeşitli nedenlerle kaybedilebilir. Öncelikle tüm eklemler; şiddetli darbeler, zorlanmalar ve son sınırlarına kadar zorlanmalardan etkilenir. Çeşitli hastalıklar ve yaşlanma ile de eklem işleklikleri azalabilir. Eklem hareketlerinin sınırları üzerinde anatomik özelliklerin etkileri vardır. Hareket sınırları, eklem kapsülünün yapısına, eklem etrafındaki dokulara ve yapılan hareketin doğrultusuna göre değişir. Ayrıca, yaş, cinsiyet, kalıtsal özellikler, çeşitli hastalıklar gibi çeşitli etkenler de eklemlerin hareket sınırlarında değişiklikler yapabilir.

Eklem Hareketlerinin Boyutları

Abdükasyon: Ayakta duran bir insanın kolları yana sarkık ve el ayası vücuduna dönük duruşta, kolunu yandan omuz yüksekliğine kaldırması.

Addükasyon: Yana kaldırılmış kolun aşağı indirilerek gövdeye yaklaştırılması.

Elevasyon: Kolun omuz yüksekliğinin üstünde bir açısal hareket yapması. **Fleksiyon:** Kolun önden omuz yüksekliğine kaldırılması veya her türlü bükme hareketi, boyunun öne doğru bükülmesi.

Ekstansiyon: Kolun arkadan omuz yüksekliğine kaldırılması veya germe hareketi.

Hiperekstansiyon: Eklemlerdeki germe hareketlerinin zorlanarak yapılması. **Rotasyon:** Başın boyun omurları arası eklemlerini çalıştırarak sağa veya sola döndürülmesi.

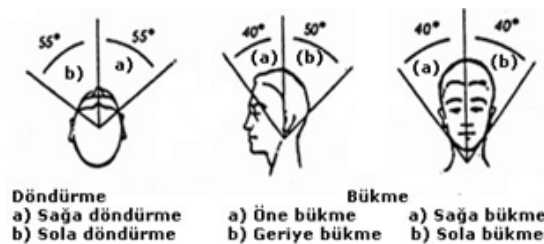
Palmer fleksiyon: El bileğinin bükülmesi ile elin avuç içi doğrultusunda bükülmesi. **Dorsfleksiyon:** Elin sırt kısmına doğru bükülmesi.

Süpinasyon: Alt kolun kendi eksen etrafında döndürülerek avuç içinin yukarı döndürülmesi.

Pronasyon: Alt kolun aynı eksen etrafında döndürülerek avuç içinin aşağı bakacak şekilde çevrilmesi.

Baş Hareketleri

Başın sağa ve sola (rotasyon) açısı ortalama 55°'dir. Başın sağa ve sola dönüşü, boyun omurlarının işlekliği ve boyundaki kas ve bağ dokularının esnekliğine bağlıdır.

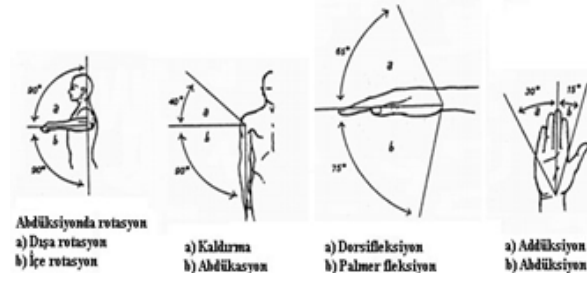


Şekil 9. Başın boyun ekleminde hareketliliği

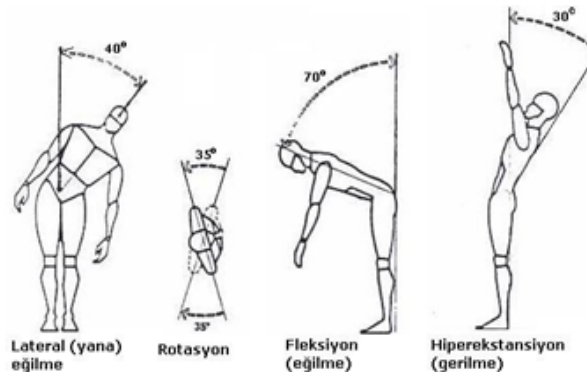
Ergonomik açıdan gözlerin yuvalarındaki dönme açıları da dikkate alındığında daha geniş bir görüş açısı kazanılabilir. Başın geriye bükülme açısı 50° , öne bükülme açısı 40° dir.

Gövde ve Üst Etraf Hareketleri

Üst etraf hareketlerinin büyük bölümünde gövde hareket sınırlarının kullanım ile çalışma söz konusudur. Gövdenin sağa ve sola dönüş hareketleri 40° dir.



Şekil 10. Üst taraf eklemleri hareket boyutları



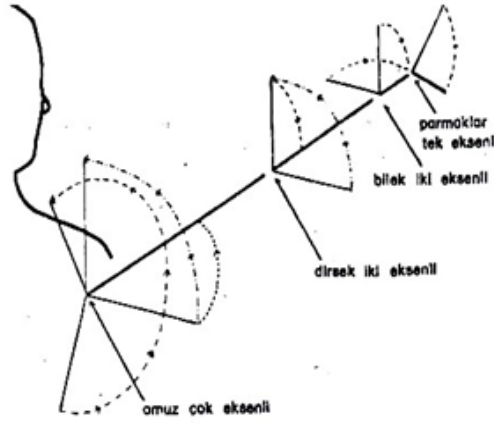
Şekil 11. Gövde ve üst etraf hareketleri

Dik duran bir insanın, gövdesini bu açısal değerler içinde hareket ettirmesi, ardından üst etraf hareketlerini gerçekleştirmesi mümkündür. Ancak, bu tür gövde döndürme hareketleri statik bir şekilde uzun süreli olmamalıdır. Gövdenin öne ve geriye bükülmesi konusunda da aynı sakınca geçerlidir. Özellikle, gövdenin öne bükülü duruşunda, sağa ve sola döndürme hareketleri ve kuvvet gerektiren kas zorlanmaları yapmak sakıncalıdır. Omuz eklemi hareketine dirsek ve el bileği hareketleri de katıldığı taktirde, gövde etrafında geniş bir erişme alanı oluşur.

Dik duran bir insanın, gövdesini bu açısal değerler içinde hareket ettirmesi, ardından üst etraf hareketlerini gerçekleştirmesi mümkündür. Ancak, bu tür gövde döndürme hareketleri statik bir şekilde uzun süreli olmamalıdır. Gövdenin öne ve geriye bükülmesi konusunda da aynı sakınca geçerlidir. Özellikle, gövdenin öne bükülü duruşunda, sağa ve sola döndürme hareketleri ve kuvvet gerektiren kas zorlanmaları yapmak sakıncalıdır. Omuz eklemi hareketine dirsek ve el bileği hareketleri de katıldığı taktirde, gövde etrafında geniş bir erişme alanı oluşur.

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.

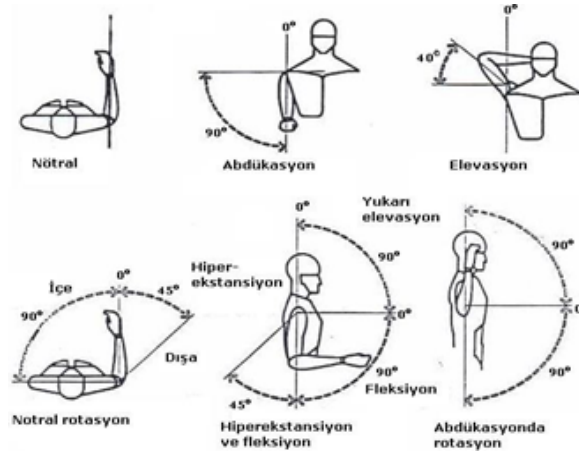


Şekil 12. Omuz – parmak hareketi

Alt Etraf Hareketleri

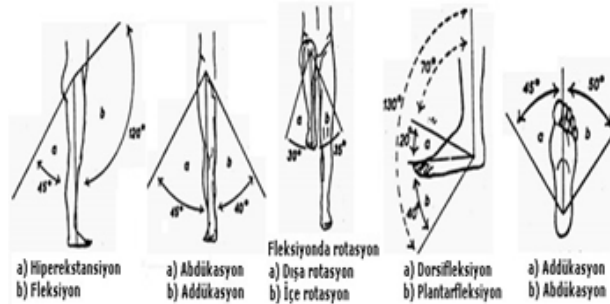
Ayakta dururken dizlerin normal duruşu, vücut ağırlığını taşıyan kemiklerin düşey doğrultuda tutulabilmesi için tam gergin bir duruştur. Oysa otururken ve sırtüstü yatarken dizlerin en rahat pozisyonu 70° - 130° açılar içinde fleksiyon halindeki duruşudur.

Bacağın, kalça ekleminde fleksiyon hareketi 120° civarındadır. Ancak, çoğu insan bu hareketi diz bükülü iken gerçekleştirebilir. Kalçadan gerçekleştirilebilen hiperekstansiyon ise 45° civarındadır. Ayakta duran bir insanın bir kontrol pedalı üzerine uygulayabileceği kuvvet kişinin ağırlığı ile ilişkili olduğu gibi, ayak pedallarının yerleştirilme alanı da sınırlıdır.



Şekil 13. Omuz hareketleri

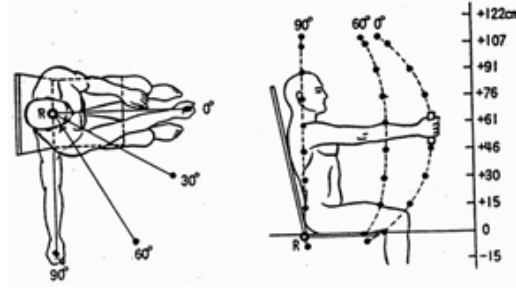
Oturan bir operatörün sırt bölgesine uygun bir destek sağlandığında, dizin ve kalça açılarının farklı değerlerinde oldukça önemli kuvvet uygulanabilir. Otururken dizin 1650° lik bir açıda ayak pedalına uygulayacağı kuvvet maksimum olup, 350 kg 'dır. Diz açısı değiştiğinde bu kuvvet azalır. Ergonomik açıdan kuvvet uygulamanın yanında, kuvvetin uygulanabilme süreleri de önemlidir.



Şekil 14. Alt taraf eklemleri hareket boyutları

Maksimum Kavrama Kuvveti

İnsanların üst etraf boyutları ve eklemlerinin işlerliği ile orantılı olan maksimum kavrama noktaları, ergonomik yaklaşım için bir örnek oluşturur ve endüstriyel uygulama açısından da önemli tasarım boyutlarını ortaya koyar.



Şekil 15. Kavrama noktaları

YÜK KALDIRMA VE TAŞIMA

İş yerlerinde çalışanlar, çalışma/ iş yapma esnasında birçok kuvvet uygularlar. Bu kuvvetleri yük kaldırma ya da taşıma esnasında ortaya koyarlar. Ancak bu kuvvetleri uygularken yani yük kaldırma veya taşıma işlemi yaparken doğru bir şekilde kuvvet uygulamadıkları için birçok sağlık problemleri ile karşılaşır. İşte tam da bu noktada işe ergonomi dahil oluyor. Ergonomi, yük kaldırma ve taşıma esnasında nelere dikkat etmemizi, nasıl kuvvet uygulamamız gerektiğini bizlere bildirerek o işi en az kuvvet harcayarak bitirmemizi sağlıyor.

Yük Kaldırma

Kaldırma, bir nesneyi manuel olarak iki elle kavrayarak hareket ettirmeye denir ve bu hareket mekanik yardım olmaksızın dikey yönde hareket ettirmektir. Kas sisteminin ve iskelet rahatsızlıklarının çoğunluğu kaldırma, indirme ve taşımadan dolayı oluşur. Bu sorunlar kadınların %75'ini, erkeklerin ise %99'unu kapsar. İşte bu tür sorunları en aza indirmek için ergonomi devreye girer. Gövdenin pozisyonu ve çeşitli anatomik bölgelerin bu hareketlerden etkilenmesi kaldırılan yükün ağırlığına, yükün kaldırıldığı yüksekliğe ve tutuş pozisyonlarına bağlıdır. Yerde bulunan bir yükü kaldırmak için ilk yapılan hareketler, gövde gerici kaslarının tam olarak gevşetilmesi ve böylece gövdenin öne bükülmesi ile başlar. Yük kaldırılırken, omurgayı dikleştirilen kaslar kuvvetle kasılarak gövdenin tam dikleştiği noktaya kadar giderek azalan kas eforu ile çalışırlar.



Şekil 16. Yük kaldırmada doğru hareketler

Gövdenin öne eğilme hareketlerini karın kasları başlatır. Ancak, oturan ya da ayakta duran bir insanın öne eğilmesi, hafif bir pozisyon değişikliği ile ve pek sınırlı ölçülerde kas çalışması sonrası başlar ve yer çekimi etkisi ile devam eder. Gövde denge durumundan öne eğilmeye geçer geçmez, esas yük gövde gerisindeki kaslara biner.

Belli yükleri yüksek bir yerden alarak yere indirmek ya da önemsiz ölçülerdeki yükleri yerden kaldırmak, sırt ve bel kasları ile omurgaya aşırı yük getirmemekle birlikte, biyomekanik açıdan sakıncalıdır. Yükün artması halinde bel ve kalça leğeni arasındaki eklemi ve bel omurları arasındaki fibroelastik kıkırdak dokularını zedeleyebilir. Ani ve şiddetli zorlanmalarda bel omurları arasındaki kıkırdak diskleri kayabilmekte, bazen bu kıkırdak doku içindeki destek sıvı keseciği dışarı fırlamaya zorlanabilmektedir.

Gövdesini öne bükerek 40 kg ağırlığındaki bir yükü yerden kaldıran normal bir insanın omurları arasındaki fibro-elastik kıkırdak dokusu üzerine 450 kg yük binebilmektedir. Bu durum, uzun dönemde disk kayması, disk fıtığı gibi sakıncalı sakatlıklara neden olabilir. Bu nedenle, ergonomik açıdan uygun kaldırma teknikleri geliştirilmiştir. Yük kaldırmada, fonksiyonel anatomi açısından zayıf olan bel kasları yerine, daha kuvvetli ve biyomekanik açıdan daha avantajlı olan bacak kasları kullanılmalıdır. Gövdenin olabildiğince dik kalmasına sağlayıp, dizleri bükerek yükleri yaklaştırmak ve bacakların gücü ile yükü kaldırmak endüstride temel prensiptir. L3-L4 omurları arasındaki diske gelen kuvvetin konuma ve yüke bağlı olarak alabileceği değerler Tablo 1’de verilmiştir. İnsanların kemiklerinden oluşan iskeleti, bütün insan varlığının üzerinde veya içinde yerleştiği ve taşındığı bir destek doku oluşturur. İskelet, kollar, bacaklar ve gövde omurlarından oluşmuş eklemler etrafında hareket eder. Bütün hareketli kısımlar çeşitli kaldıraç yasalarına göre görev yaparlar.

Tablo 1. L3-L4 omurlarına konuma göre etkiyen kuvvetler

Konum	Yük (N)
Dik durma	860
Yavaş yürüme	920
Gövde yan tarafa 200 eğik	1140
Gövde 450 dönmüş	1140
Gövde 300 öne eğik	1470
Gövde 300 öne eğik, 20 kg yük	2400
Her elde 10 kg ile dik durma	1220
Kırılmış diz ve dik sırt ile 20 kg yük kaldırma	2100
Diz kırılmamış, öne eğilmiş sırt ile 20 kg yük kaldırma	3270

Eklem noktalarından birbirine bağlı olan kemiklerin bütün hareketleri için gerekli kuvvet iskelet kaslarından sağlanır. Kasların dengeli bir şekilde uzaması ya da kısılması ile insan vücudu bütün biyomekanik yeteneklerini ortaya koyar. Kemikler ve kasları birbirine bağlayan kuvvetli bağ dokuları, kaslar, bütün bu kasları uyaran sinirler, kasların beslenmesini sağlayan kan damarları ve bütün bu temel dokuları örten bir deri çok mükemmel yapısal özellikler gösterirler. İnsan vücudundaki kaldıraç sistemlerinin verimi ya da zayıf noktaları basit mekanik kurallarla kolayca belirlenebilir. Kol ve bacakların eklemlerinde kas gücü ile gerçekleştirilen hareketler akıcı bir şekilde ve kolayca oluştuğu halde, kuvvet kolu ve yük kolu ilişkilerine göre mekanik özellikleri zayıf olan bel bölgesindeki omurlar arasındaki kaldıraç hareketleri önemli sorunlar çıkarabilmektedir.

Yük Kaldırma ve Taşımada Sınır Değerler

REFA'nın da önerdiği, kadınlar ve erkekler için yaşları da dikkate alınarak kaldırmaları veya taşımalarına izin verilen maksimum yük değerleri Hettinger tarafından Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Sirtın dik konumunda ve maksimum kuvvet uygulayarak kaldırma ve taşımada sınır değerler

Taşıma şekli	Cinsiyet	Yaş	Yükün kütlesi (kg)		
			Nadir	Tekrarlayan	Çok sık
Kaldırma	Erkek	16 – 19	35	25	20
		19 – 45	55	30	25
		> 45	50	25	20
	Kadın	16 – 19	13	9	8
		19 – 45	15	10	9
		> 45	13	9	8
Yatay taşıma	Erkek	16 – 19	30	20	15
		19 – 45	50	30	20
		> 45	40	25	15
	Kadın	16 – 19	13	9	8
		19 – 45	15	10	10
		> 45	30	9	8

Yük kaldırma, tutma ve taşıma insanı çok çabuk yorar, zorlar ve sağlık sorunlarına yol açar. İşçinin cinsiyeti, yaşı, kaldırılacak yükün geometrisi, kişinin hareket serbestliği, yükü tutmaya yarayan tutamakların varlığı ve şekli yük kaldırma sınır değerleri belirleyen faktörlerdir. Yükün bedene yakın, orta veya çok uzak olması da yük sınırını etkilemektedir.

ANTROPOMETRİ KAVRAMI

Antropometri, insan vücudunun boyutları ile ilgilenen özel bir bilim dalıdır. Ayrıca antropometri, istenilen kalite ve hızda, düşük maliyetle, işçinin normal performans şeklini aşmayacak şekilde ve iş güvenliğini sağlayarak iş yeri düzenleyerek işbiliminin insanca çalışma ve ekonomiklik hedeflerine ulaşmasıdır. Yunanca anthropo (insan) ve metrikos(ölçme) sözcüklerinden türetilmiştir. Antropometri bilimi, bireyler veya gruplar arasında, anatomi, coğrafi bölge ve meslek grupları gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanan farklılıkları ve benzerlikleri saptayarak daha geniş bir insan kitlesine uygun tasarımlar yapma imkânı sağlar. Bu tasarımlar için belirlediği vücut ölçüleri arasında, vücut hareketsiz ve belirli bir standart pozisyondayken alınan yapısal vücut ölçüleri ve vücut hareket halindeyken alınan fonksiyonel vücut ölçüleri bulunur.

Antropometrinin Uygulama Alanları

Antropometrinin belli başlı özellikleri;

- 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

Antropometrinin belli başlı uygulama alanları aşağıda sıralanmıştır;

- Anatomik-optik, bakış ve görüş alanlarının sınır şartlarını ve gözün rahat bakış eksenini de dikkate alarak hacimsel olarak görülebilecek bölgenin belirlenmesi
- İnsan topluluklarının fiziksel yapı itibarıyla göstermiş olduğu benzerlik ve farklılıkların araştırılması
- İnsan tarafından kullanılan her türlü araç-gereç ve mekânların o toplumun yapısına uygun biçimde düzenlenmesi için topluma özgü fiziksel standart ve normların oluşturulması
- Gerek bireysel düzeyde, gerek toplumsal düzeyde genel sağlık durumunun belirlenmesi amacıyla uygun antropometrik standart ve normların oluşturulması
- Çocukların vücut yapılarına göre başarılı olabilecekleri spor dallarına yönlendirilmesi ve yetişkin sporcuların performanslarının ölçülmesi.
- İnsanın evrim sürecinde geçirdiği fiziksel değişimlerin anlaşılması ve pratik uygulamalara (adli tıp, adli antropoloji vb.) yönelik laboratuvar çalışmaları.

Antropometrik Veriler

- Uzunluk
- Genişlik
- Yükseklik ağırlık
- Çevre boyutları

Antropometrik Açıdan Farklılıklar

- Bireyler arasındaki farklılıklar
- Ruhsal ve bedensel farklılıklar
- Beslenme ve fiziksel etkinlik farkları
- Meslek farkları
- Sakat-sağlam farklılıkları
- Milliyetler arası farklılıklar

Antropometrik Veri Türleri

Ergonomik amaçlarla antropometri veri türlerinde yapısal, fonksiyonel ve Newton ile ilgili antropometrik veriler olarak bilinen üç farklı metot geliştirilmiştir.

1. Yapısal antropometrik veriler: Vücudun hareketsiz halindeki alınan standart ölçülerdir. Mesela, eklemlerin yerden yüksekliği veya diz arkasının yerden yüksekliği gibi.

2. Fonksiyonel antropometrik veriler: Vücut hareket halinde iken alınan ölçülerdir. İnsanın fiziksel işle meşgul olduğu esnasında alınan ölçüdür. Mesela elin hareketleriyle taranabilen alan "iş alanı hacmi" gibi.

3. Newton ile ilgili antropometrik veriler: İnsan vücudu üzerindeki yüklemelerin mekanik analizine ait verileri içerir.

Antropometrik Ölçüm Türleri

Ergonomik amaçlarla antropometri ölçüm türlerinde statik ve fonksiyonel ve dinamik antropometrik ölçüler olarak bilinen iki farklı metot geliştirilmiştir.

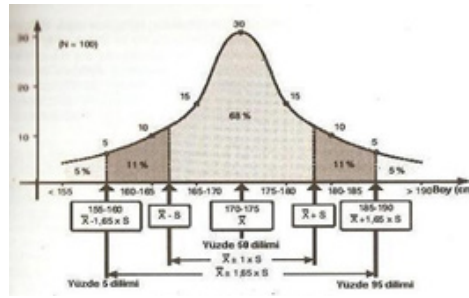
1. Statik ölçüm türleri: İnsan vücudunun boyutlarına ait pasif ölçümlerdir. Bu ölçümler iş ortalamalarının boyut ve alan gereksinimlerine ilişkin bilgileri kapsar.

2. Dinamik ölçüm türleri: İnsan vücudunun dayanım, mukavemet gibi dinamik özelliklerine ilişkin ölçümlerdir. Farklı eklemlerin hareket aralıklarını, bacakların itme kuvveti, parmakların mukavemeti gibi konuları inceler.

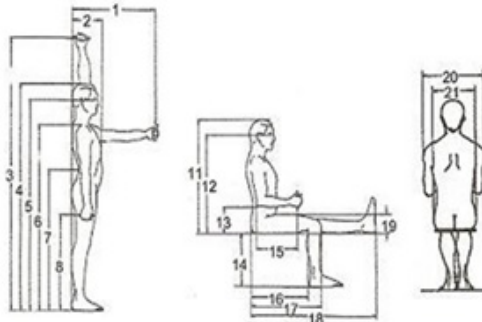
Tasarımcıların Dikkat Etmesi Gereken Üç Altın Kural

- Kim için tasarım yapılacak?
- Tasarımda hangi vücut ölçümleri kullanılacak?
- Ortalama veya uç değerler için mi tasarım yapılacak?
- 5. , 50. ve 95. yüzdeliklerin hangisiyle çalışılacağı kararı neyin kimin için tasarlandığına bağlıdır.
- Uç değerlere göre tasarımda; hacimle ilgili tasarımlarda %95'lik dağılım değerleri, erişimle ilgili tasarımda ise %5'lik dağılım değerleri ele alınır.
- Minimum Ölçüler: Uygun antropometrik ölçünün yüksek yüzdelik oranı seçilir. (%95 veya %99), kapının boyu toplumdaki en uzun bireye göre seçilir.
- Maksimum Ölçüler: Uygun antropometrik ölçünün düşük yüzdelik oranı seçilir. (%1 veya %5), kapı kolunun maksimum oranı toplumdaki en kısa bireye göre belirlenir.
- İnsanların boyları normal dağılıma (Gauss dağılımı) uyar. Normal dağılımda ortalama (X) yanında standart sapma (S) değerinin de bilinmesi gerekir. Normal dağılım eğrisinde X-S ve X+S değerleri arasında toplam ölçümlerin %68'i yer alır. Benzer şekilde, X-1,65S ve X+1,65S arası bölge tüm ölçüm değerlerinin %90'ını içerir ve sadece %5 en küçükler ile %5 en büyükler bu alanın dışında kalır. Şekil 17'de normal dağılım eğrisi gösterilmiştir.

• İnsanların boyları normal dağılıma (Gauss dağılımı) uyar. Normal dağılımda ortalama (X) yanında standart sapma (S) değerinin de bilinmesi gerekir. Normal dağılım eğrisinde X-S ve X+S değerleri arasında toplam ölçümlerin %68'i yer alır. Benzer şekilde, X-1,65S ve X+1,65S arası bölge tüm ölçüm değerlerinin %90'ını içerir ve sadece %5 en küçükler ile %5 en büyükler bu alanın dışında kalır. Şekil 17'de normal dağılım eğrisi gösterilmiştir.



Şekil 17. Normal dağılım eğrisi



Şekil 18. Vücut ölçüleri

Boyut	Yüzdelerine göre boyutlar (mm)					
	Erkek			Kadın		
	% 5	% 50	% 95	% 5	% 50	% 95
1. Önde tutuş	662	722	787	616	690	762
2. Gövde derinliği	233	278	318	238	285	357
3. Yukarıda tutuş	1910	2051	2210	1748	1870	2000
4. Boy	1629	1733	1841	1510	1619	1725
5. Göz yüksekliği	1509	1613	1721	1402	1502	1596
6. Omuz yüksekliği	1349	1445	1542	1234	1339	1436
7. Dirsek yüksekliği	1021	1096	1179	957	1030	1100
8. El tutuş yüksekliği	728	767	828	664	738	803
9. Kalça genişliği	310	344	368	314	358	405
10. Sandalye üstü boy	849	907	962	805	857	914
11. Otururken göz yüksekliği	739	790	844	680	735	785
12. Otururken omuz yüksekliği	561	610	655	538	585	631
13. Otururken dirsek yüksekliği	193	230	280	191	233	278
14. Diz yüksekliği	493	535	574	462	500	542
15. Diz altı yüksekliği	399	442	480	351	395	434
16. Dirsek-avuç arası	327	362	389	292	322	364
17. Oturmada gövde derinliği	452	500	552	426	484	532
18. Kalça genişliği - diz arası	554	599	645	530	587	631
19. Kalça genişliği - bacak arası	864	1035	1125	955	1044	1126
20. Baldır yüksekliği	117	136	157	118	144	173
21. Dirsekler arası mesafe	389	451	512	370	456	544
22. Oturmada kalça genişliği	325	362	391	340	397	451

Şekil 19. Orta Avrupalılarda vücut ölçüleri

Antropometrik Çalışma Ortamı İlkeleri

Çalışma alanı iş görenlerin işini yaptıkları alan veya bölgedir. Bu alanda makinalar, göstergeler, masa ve sandalye veya bilgisayar bulunabilir. İyi planlanmış çalışma alanı kötü koşulların oluşturduğu olumsuzlukları önler. Çalışma alanı iş gören ile birlikte işin gerektirdiği koşullara göre etkin bir şekilde tasarlanmalıdır. Uygun biçimde tasarlanmayan alanlarda önemli sağlık sorunları ile karşılaşılır. Çalışma ortamında oluşan sağlık sorunlarının muhtemel sebepleri şunlardır:

- Kötü tasarlanmış sandalye
- Uzun süre ayakta durma
- Uzak bölümlere uzanma
- Yetersiz aydınlatma nedeniyle işçinin işine yakın durması

Bir çalışma ortamı düzenlenirken vücut ölçülerinin bilinmesi çok önemli olup, bu konuda uyulması gereken ilkeler aşağıda verilmiştir:

Baş yüksekliği: En uzun boylu işçinin çalışabilmesi için gerekli alan hazırlanmalıdır. İş görenler aşağıya doğru daha rahat bakabildikleri için görüntü ekranları ve göstergeler göz seviyesinin altına yerleştirilmelidir.

Omuz yüksekliği: Kontrol panelleri insanın beli ile omuz arasına yerleştirilmeli, sık kullanılan malzemelerin omuz seviyesinin üstünde olmamasına dikkat edilmelidir.

Kol uzanma mesafesi: Malzemeler en kısa kolun yetişebileceği uzaklıkta olmalı ve malzemelere uzanırken eğilme veya bükülme yapılmamalıdır. Uzun boylular malzemelere ulaşırken aşağıya doğru eğilmemelidir. Malzemeler vücudun ön kısmına yakın olmalıdır.

Dirsek yüksekliği: Çalışma yüzeyi yüksekliği yapılan işin niteliğine göre ayarlanarak masanın altında veya üstünde olmalıdır.

El yüksekliği: Kaldırılan malzemelerin el ve omuz yüksekliği arasında olduğuna dikkat edilmelidir.

Ayak uzunluğu: Sandalye yüksekliği ve çalışma yüzeyi yüksekliği (masa veya tezgâh) bacak uzunluğuna göre ayarlanmalıdır. Özellikle uzun ayaklılar için rahat hareket edebileceği ve uzanacağı yeterli alan bırakılmalıdır. Ayarlanabilir ayak koyma (istirahat) sayesinde ayaklar sarkmaktan kurtulacak ve vücudun pozisyonu kolay değişebilecektir.

El büyüklüğü: Kullanılan araç – gereçler ele tam olarak oturmalıdır. Büyük eller için büyük, küçük eller için küçük malzemeler seçilmelidir. Büyük eller için yeterli hareket alanı sağlanmalıdır.

Vücut ölçüleri: Geniş vücutlu işçiler için çalışma alanı yeterli büyüklükte olmalıdır.

Oturarak Çalışma

Eğer bir iş yapılırken yeterli çalışma alanı yok ise ve fazla fiziksel aktivite gerekmiyorsa o iş oturarak gerçekleştirilebilir. Bütün gün oturarak çalışmak vücut ve özellikle sırt için iyi değildir. Bu nedenle çalışanlar bazen görev değişikliği yaparak ayakta çalışma imkânına sahip olmalıdırlar. Oturarak çalışma için iyi seçilmiş bir sandalye şarttır. Sandalye işçinin bacak ve genel pozisyonunu kolayca değiştirebileceği özellikte olmalıdır. Oturarak çalışma sırasında uyulması gerekli antropometrik kurallar şunlardır:

- İşçi tüm alanlara rahatlıkla ulaşabilmeli ve bu sırada vücudu eğilip bükülmemelidir.
- İyi oturma pozisyonu işçinin önündeki yerin, yanındaki çalışma alanına karşı dik olmasıdır.
- Çalışma masası ve sandalye iyi dizayn edilmeli ve çalışma düzeyi ile dirsek aynı düzlem içinde (aynı yükseklikte) olmalıdır.
- Sırt dik ve omuzlar rahat olmalıdır.
- Mümkünse, dirsekler, eller ve kollar için ayarlanabilir destekler kullanılmalıdır.

Ergonomik gereksinimler için uygun sandalye seçimi gereklidir. Bu amaçla aşağıdaki ergonomik özellikler izlenmelidir; Sandalye, çalışma masası ve çalışma tezgâhı yüksekliğine ve işin performansına uygun olmalıdır. İdeal olarak, oturma yeri ile sırt desteği ayarlanabilmelidir. Ek olarak sırt desteği tilt hareketi yapabilmelidir.

- Sandalye, işçinin ileri ve geri hareketini kolayca sağlamalıdır.
- İşçinin masa altında ayaklarını uzatabileceği ve vücut hareketini kolayca değiştirebileceği alan olmalıdır.
- Ayaklar rahatça yere basmalıdır. Bu mümkün değilse ayak desteği kullanılmalıdır. Ancak ayak desteği diz ve bacak kaslarına uygulanan basıncı elimine etmelidir.
- Sandalye, vücudun alt sırt kısmını destekleyen sırt desteğine sahip olmalıdır.
- Sandalye, rahatça dönmelidir.
- Sandalyedeki ayak sayısı dengeyi sağlamak amacıyla beş adet olmalıdır.
- Mümkünse kol destekleri çıkarılabilir olmalıdır. Çünkü bazı işlerde kol desteği rahatsızlık verebilir. Bazı durumlarda kol destekleri işçinin çalışma tablasına yeteri kadar yaklaşmasını engeller.
- Sandalyenin oturma alanı hava alıp verebilen bir kumaş ile kaplanmalıdır.

İşyerlerindeki birçok sağlık ve güvenlik problemleri yetersiz ergonomik koşullarından kaynaklanır. Ergonomi- nin yeteri düzeyde anlaşılması ile birlikte işçiler çalışma ortamlarının değiştirilmesine, işverenler ise, üretim ile ergonomik prensipleri arasında ilişkiyi görmeye başlayacaklardır.

Ayakta Çalışma

Eğer mümkünse ayakta uzun süre çalışılmamalıdır. Aksi halde, sırt ağrısı, ayaklarda şişmeler, kan dolaşım sistemlerinde problemler ve kas yorgunlukları meydana gelir. Aşağıda ayakta çalışma sırasında uyulması gereken kurallar;

- Eğer bir iş mutlaka ayakta çalışmayı gerektiriyor ise, ek olarak belirli aralıklarla oturabilecekleri bir sandalye veya tabure sağlanmalıdır.
- İşçi kollarının uzanabileceği alanlar dışına çıkmamalı ve bu alan dışına ulaşmak için sırtı dönme, eğilme ve uzanma hareketleri yapmamalıdır.
- Çalışma masası veya tablası farklı yükseklikteki işlere göre ayarlanabilir olmalıdır.
- Eğer çalışma alanının ayarlanması mümkün değil ise uzun işçiler için çalışma tablası destekle yükseltmeli, kısa boylu işçiler için bir platform kullanılmalıdır.
- Acı ve ağrı hislerini engelleyecek ve işçinin pozisyon değiştirebilmesine olanak sağlayacak ayak dinlenme destekleri kullanılmalıdır. Ayak yüksekliğinin zaman zaman değişmesi sırt ve bacaklardaki acı ve ağrıları önler.
- İşçiler sert olmayan bir malzeme üzerinde çalışmalı, beton veya metal yüzeyler şokları absorbe edici malzeme ile kaplanmalı, yerler temiz, düz ve kaymaz olmalıdır.
- Ayakta iş yapan işçiler alçak topuklu ve tabanı destekli iş ayakkabısı giymelidir.
- İşçiler pozisyonlarını değiştirebilmeleri işçin yeterli diz hareketi yapabilmeli ve bu iş için gerekli alan bulunmalıdır.
- İşçiler işine uzanmamalı ve vücudunun önünde 200 – 300 mm' lik bir uzaklıkta çalışmalıdırlar. En küçük kalp hızı ve enerji tüketimi için en uygun depolamanın yerden yüksekliği 70 – 130 cm'dir (ayakta el parmak ucu – göz mesafesi).

Çalışma masası yüksekliği uygun yüksekliğe çıkarıldıktan sonra; işçinin dirsek yüksekliği, yapılan işin tipi, üretilen malzemenin boyutları, kullanılan araç – gereç vb. önemli faktörler göz ardı edilmemelidir. Ayakta çalışırken unutulmaması gerekli koşullar ise şunlardır;

- Yüz işe dönük olmalı,
- Vücut işe yakın olmalı,
- Eğer bir tarafa dönülecek ise bel ve omuz bükülerek değil, ayaklar üzerinde dönülerek sağlanmalı.

Ağır Fiziksel Çalışma

Manuel çalışmalar, işçilerde bel ağrısı ve kas ağrılarına neden olmayacak şekilde düzenlenmelidir. Uzun süreli ağır fiziksel çalışma işçilerin nefes alma hızı ile kalp atışlarını artırır. Eğer işçiler yeterli fiziksel koşullara sahip değilse, çabuk yorulacaktır. Eğer mümkün ise ağır işler için yardımcı araç gereç kullanılmalıdır. Mekanik güç işçilerin maruz kaldığı riski azaltacak ve verimini arttıracaktır. Ağır işleri organize ederken aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir:

- Ağır iş işçinin fiziksel kapasitesini aşmamalıdır.
- Ağır işler gün içine yayılmalı ve arada hafif işler yapılmalıdır.
- Günlük çalışma içinde istirahat periyotları bulunmalıdır.
- Ağır fiziksel işlerin düzenlenebilmesi için aşağıdaki faktörlerin bilinmesi gereklidir:
 - Yükün şekli ve ağırlığı
 - İşçinin yükü ne sıklıkta taşıdığı
 - Taşınma şekli ve uzaklığı
 - Yükü taşımak için gerekli zaman.

Özellikle elle taşımanın olduğu işlerde yapılması gerekli iyileştirmeler şöyle sıralanabilir:
Yükün ağırlığı azaltılmalıdır. Bunun için;

- Yükün ağırlığı azaltılır.
- Bir seferde taşınacak yük miktarı(sayısı) düşürülür.
- Fazla yükler için birden fazla kişi devreye sokulur.

Daha kolay taşıma sağlanmalıdır. Bunun için;

- Yükün ağırlık merkezi işçiye yakın olacak şekilde planlanmalıdır.
- Vücudun eğilmesini engellemek için depolama yapılan yer bel hizasında veya daha yukarıda olmalıdır.
- Yük, bel yüksekliğine kadar mekanik kaldıraçlarla taşınmalıdır.
- Yükü taşımak için birden fazla kişi gerekebilir.
- Daha rahat taşıma için yük yuvarlanan malzemeler üzerinden kaydırılmalıdır.
- Yükü transfer etmek için kemer, kayış ve el tutamakları kullanılmalıdır.

Depolama teknikleri geliştirilmelidir. Bunun için;

- Uygun yükseklikte raflar, paletli şantlar ve destekler kullanılmalıdır.
- Paletlerde yük taşırken, yaymak amacıyla yük paletin ortasına yerleştirilmelidir.

Taşıma mesafesini en aza indirilmelidir. Bunun için;

- Çalışma alanını yeniden düzenlenmelidir.
- Üretim ve depolama alanı yeniden planlanmalıdır.

Taşınması gerekli yük sayısı azaltılmalıdır. Bunun için;

- Yük taşıma için daha fazla kişi görevlendirilmelidir.
- Mekanik sistemlerden yararlanılmalıdır.
- Depo ve çalışma alanı yeniden gözden geçirilmelidir.

Taşıma sırasında vücudun dönmesi engellenmelidir. Bunun için;

- Yük daima vücudun önünde bulunmalıdır.
- Tüm vücutla birlikte dönmek için yeterli alan sağlanmalıdır.
- Vücut eksenini üzerinde değil ayak hareketi ile dönme yapılmalıdır.

El Aletleri ve Kontrol Düzenleri

El aletleri ergonomik ihtiyaçlara göre tasarlanmalıdır. İşçiye uygun şekilde tasarlanarak üretilmemiş el aletleri genellikle olumsuz sağlık etkileri yaratacağı gibi işçinin üretkenliğini düşürür. Bu problemleri önlemenin ve üretkenliği arttırmanın yolu el aletlerinin işçiye ve işine uygun olmasıdır. İyi planlanmış el aletleri vücudun pozisyonunu ve hareketlerini bozmadığı gibi üretimi olumlu yönde etkiler. El aletleri seçiminde dikkat edilecek noktalar şöyle sıralanabilir:

- Kalitesiz el aleti kullanılmamalıdır.
- Parmak ve bilek gibi küçük kasları çalıştıran el aletleri yerine bacak, kol ve omuz kaslarını gibi uzun kasları çalıştıran el aletleri seçilmelidir.
- Ağır el aletlerinin sürekli olarak yukarıda tutulması engellenmelidir. Uygun tasarlanmış el aletleri bilekleri daima vücudun yanında tutmaya imkân verir ve böylece omuz ve kolların kazaya uğramasına engel olur, vücudun eğilmesini, dönmesini önler.

- Kaldırılması gereken malzemelerin tutacak yeri olmalıdır. Tutacaklar ellere daha fazla uyum sağlar. El ve parmaktaki eklemler üzerine ve avuç içine fazla basınç uygulanmasını önler.
- Cildin ve parmakların sıkışacağı boşlukların olduğu el aletleri kullanılmamalıdır.
- Makas gibi çift tutacağı olan aletleri seçilmeli. Bu aletlerin arası açık olduğu için el sıkışması görülmez.
- El aletlerinin tutamaklar kolayca kavranmalı, elektriğe karşı izolasyonlu olmalı, keskin kenar ve uçları bulunmamalı ve kaymaya karşı yumuşak plastik ile kaplı olmalıdır.
- Çıkıntı şeklindeki tutamaklar ellere fazla basınç uyguladığı için seçilmemelidir.
- Kullanılırken eğilme ve dönme hareketi gerektirmeyen el aletleri satın alınmalıdır.
- Ağırlık dengesi uygun aletler seçilmelidir.
- El aletlerinin uygun bakımının yapıldığından emin olunmalıdır.
- El aletleri sağ ve sol elini kullanan kişiler için fark etmemelidir.

Kontrol anahtarları, kolları ve şalterler işçiye ve işin gerektirdiği yapıya uygun olarak düzenlenmelidir. Kontrol düzenlerine ilişkin bazı öneriler aşağıda sunulmuştur:

- Kontrol anahtarları, kontrol kolları ve şalterler makina operatörünün oturduğu veya ayakta durduğu yerden rahatlıkla uzanabileceği yerde bulunmalıdır. Özellikle sık tekrarlana işler için bu özellikler çok önemlidir.
- İşe uygun olarak yapılmış kontrol düzenlerini seçilmelidir. Örneğin, yüksek hızları hassas kontrol etmede el kontrol düzeni, kuvvet gerektiren kontrollerde ayak pedalları tercih edilmelidir. Bir operatöre bir pedaldan fazla kontrol verilmemelidir.
- İki el ile kumanda edilen kontrol düzenleri seçilmeli veya eski kontrol düzenleri iki elle kontrol edilir hale dönüştürülmelidir.
- Acil kontrol düğmeleri ile normal kontrol düğmeleri arasında belirgin bir fark olmalıdır. Ek olarak acil düğmelerin rengi farklı seçilmeli, fiziksel olarak ayrılmalı, uyarı işareti ile belirtilmeli veya üstü kapalı olmalıdır.
- Kontrol düzenleri kazalara neden olmamalıdır. Kontrol düzenleri arasında yeterli aralık bulunmalı ve belli bir güç uygulanmakla devreye girmeli ve koruyucusu bulunmalıdır.
- Kontrol düzenlerinin kullanımı basit bir süreç izlemeli ve her ülkede aynı izlenimi uyandırmalıdır.

SONUÇ

Sonuç olarak ergonomi günlük hayatımıza ilave etmemiz ve kullanarak yaralanmamız gereken bir konudur. Böylelikle en az efor ve en az zarar ile gündelik işlerimizi rahatlıkla yapabiliriz. Bu gündelik işlerin yanı sıra çalışma ortamlarında da ergonomiyi kullanabiliriz. Ergonomi çalışma ortamımızı, çalışma şeklimizi ve çalışmada yaptığımız hareketleri düzenleyerek işi daha verimli, daha güvenli yapmamızı sağlar. Yani ergonomiyi doğru uyguladığımız takdirde hayatımızın neresinde olursa olsun bizim için en yararlı formu oluşturacaktır. Bu yüzden ergonomiyi hayatımıza bütünleştirmeye özen gösterelim.

KAYNAKÇA

- Necmettin ERKAN, Ergonomi, Ankara, 1988,ss.17-18
- Çarıkçı, İ. H. Çalışanlarda İş Tatminini Etkileyen Kişisel Özellikler ve Örgütsel Sonuçları – Süpermarket Çalışanları Üzerinde Bir Araştırma – , MPM Verimlilik Dergisi, 4 (2001) 161 – 178.
- Öncer, M. İşyeri Ortamında Çalışanların Performansını Etkileyen Fiziksel Çevre Koşulları, Verimlilik Dergisi, 3 (2000) 133-152.
- Aksoy, S. Ergonomik İş Düzenleme, 2. Ulusal Ergonomi Kongresi, MPM yayın no. 379, Ankara, 1989.
- Elbistanlıoğlu, B. Meslek Hastalıklarının Nedenleri ve Önlemleri, Mühendis ve Makina, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yayını, 348 (1989) 38 – 41.

- Akın, G. Güleç, E. Sağır, M. Koca Özer, B. Gültekin, T. ve Bektaş, Y. Ergonomide Antropometrinin Önemi ve Bir Antropometrik Çalışma Örneği, 15. Ulusal Ergonomi Kongresi, 20-24 Ekim 2009, Bildiriler Kitabı, 227-238
- Aydın, A. Akyüz, I. ve Üçüncü, K. Ofis Ortamlarında Organizasyonel Yapı ve Hatalı Yapıdan Kaynaklanan Çalışma Rahatsızlıkları (KTÜ Örneği),
- 14. Ulusal Ergonomi Kongresi, 31 Ekim – 1 Kasım 2008, Trabzon, Bildiriler Kitabı I, 130-136.
- Babalık, F. C. Mühendisler İçin Ergonomi İşbilim, Nobel Yayın No: 831, Ankara, 2005.
- Üçüncü, K, Akyüz, İ. ve Gedik, T. Bilgisayar Kullanıcılarının Ergonomik Çalışma Koşullarının İncelenmesi, 10. Ergonomi Kongresi (Uluslararası Katılımlı), Uludağ Üniversitesi, Bursa, 2004.
- Üçüncü, K. ve Üçüncü, T. Dizüstü Bilgisayar Kullanımının Antropometrik Uyum Bakımından Değerlendirilmesi, 18. Ulusal Ergonomi Kongresi, 16-18 Kasım 2012, Gaziantep.
- Nihat KALDIRIMCI ve Asuman KARAHAN, “ Ergonomik Çalışmalarda Örgütsel Davranış Bilgisinin Rolü ve Önemi “, 1. Ulusal Ergonomi Kongresi, MPM Yayını, Ankara, 1988, ss. 262-263
- Akalp, G. İşgücü Verimliliği ve Motivasyonu Açısından Ergonomik İyileştirmelerin Önemi: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama, 16. Ulusal Ergonomi Kongresi, 3-5 Aralık 2010, Çorum, Bildiriler Kitabı, 3415-421, 2013.
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği, Resmi Gazete, Sayı: 25370, Ankara, 2004
- Üçüncü, K. Taşdemir, T. ve Aydın, A. Çalışma Ortamı ve Özelliklerinin Öğretim Üyeleri Tarafından Değerlendirilmesi, 15. Ulusal Ergonomi Kongresi, Bildiriler Kitabı, 20-24 Ekim 2009, Konya, 50-60.
- Akalp, G. Yeniman Yıldırım, E. ve Akboğa, Ö. Mekatronik Bir Ssitemin Tasarımında Ergonomi, 16. Ulusal Ergonomi Kongresi, 3-5 Aralık 2010, Çorum, Bildiriler Kitabı, 657-667, 2013.
- Cesur, N. İşgüvenliği ve Ergonomi, Mühendis ve Makina, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yayını, 328 (1987), 38 – 40.
- Erkan, N. Ergonomi, Verimlilik, sağlık ve Güvenlik İçin İnsan Faktörü Mühendisliği, MPM Yayınları no: 373, Ankara, 1988.
- İlhan, N. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliğinde Mühendislik Hizmetlerinin Yeri ve Önemi, Mühendis ve Makina, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayını, 496 (2001) 36 – 39.
- Klein, M. M. Yeniden Mühendislik ve Endüstri Mühendisliği, MPM Verimlilik Dergisi, 2 (1996) 47 – 54.
- Karayalçın, İ. İ. Endüstri Mühendisliği ve Üretim Yönetimi, Cilt 1, Çağlayan Kitabevi, İstanbul, 1986.
- Özok, A. F. ve Aytaç, S. Performans Açısından Bireysel Farklılıklar, 16. Ulusal Ergonomi Kongresi, 3-5 Aralık 2010, Çorum, Bildiriler Kitabı, 123-129, 2013.