



Karadeniz Teknik Üniversitesi

Mühendislik Fakültesi
Endüstri Mühendisliği Bölümü

end2012 ergonomi

İNSAN – MAKİNA SİSTEMLERİ

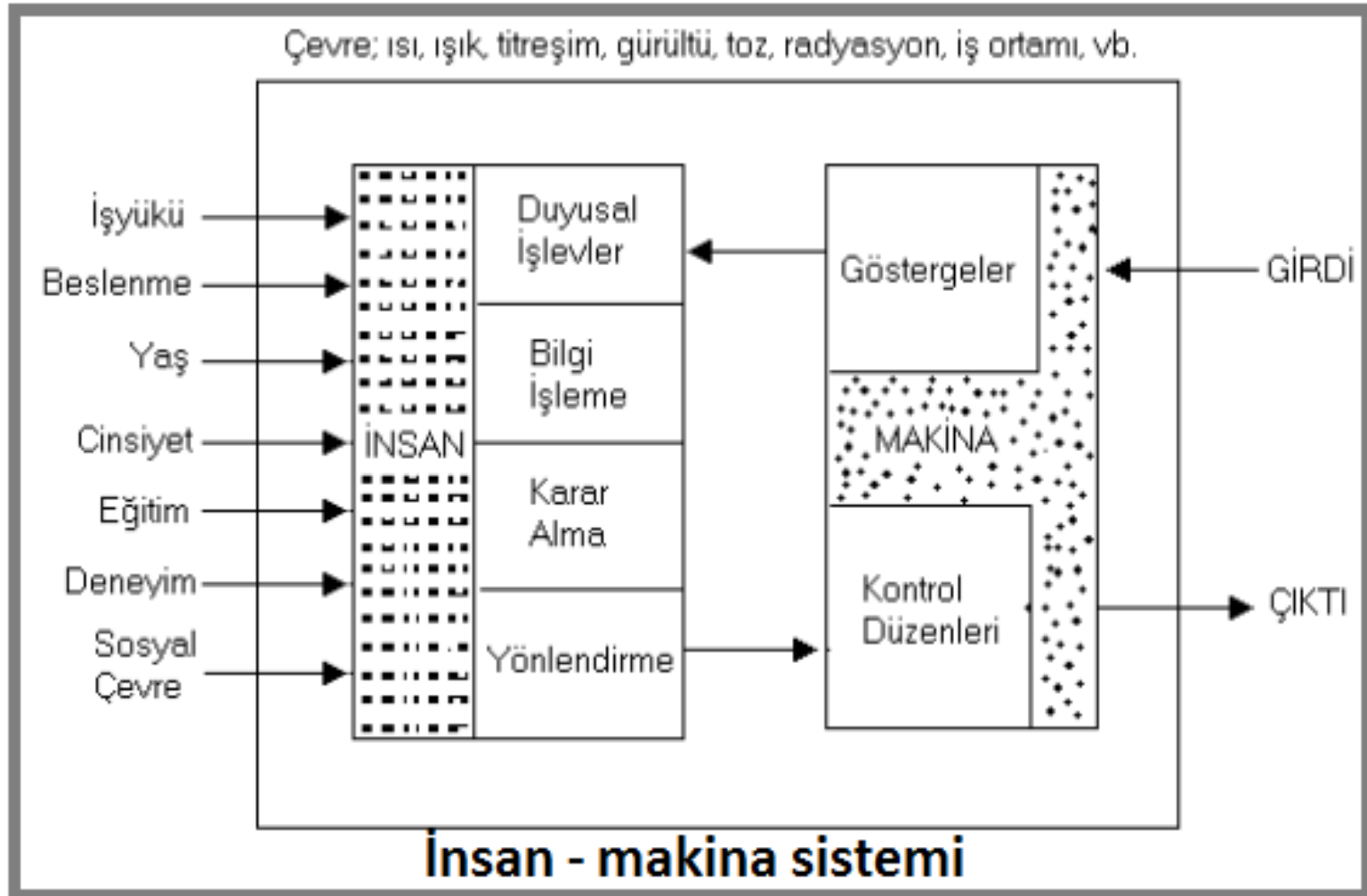
Dr.-Mak.Müh. Kemal ÜÇÜNCÜ



SİSTEM TASARIMI

- Ergonominin, sistemi oluşturan üç temel elemanı mevcuttur: insan, makina ve çevre.
- Teknolojik gelişmelere rağmen, insan – makina sisteminde insanın rolü önemini korumaktadır.
- Başarı ve verimliliğin artırılmasında insan ve makina, birbirini tamamlayan iki önemli unsurdur.
- Makinayı kullanan insan, eğitim ve deneyimle kazandığı bilgi ve karar verme yeteneği ile makinayı kontrolü altında tutar; makinanın istenen biçimde çalışmasını sağlayabilmek için bu amaçla tasarlanan göstergeleri gözler, kontrol düzenlerini kumanda eder.
- İnsan, duyu organları ile aldığı uyarı ve edindiği izlenimlere göre gereken görevleri yerine getirir.

SİSTEM TASARIMI



SİSTEM TASARIMI

- İnsan, bu çalışmaları sırasında ayrıca ısı, ışık, nem, gürültü, titreşim, toz, radyasyon ve iş ortamı gibi olumsuz çevresel etkilerin de baskısı altında kalır.
- İnsanın fizyolojik yapısının incelenmesi, iş için gerekli çalışma alanının fizyolojik yapıya uyumunun sağlanması, göstergelerin ve kontrol düzenlerinin duyma, görme, dokunma, uzanma, kavrama ve benzeri açılardan uygun biçimde tasarlanması, aydınlatma, ısıtma ve havalandırmanın uygun düzeyde sağlanması, bedensel ya da zihinsel yorgunluğa, yıpranmaya ve çalışma hatalarına yol açabilecek titreşim, toz, nem, gürültü, radyasyon, zehirli gaz ve maddeler gibi olumsuz çevresel etkilerin kontrol altına alınması ergonomi biliminin insan – makina sistemi açısından uğraş alanlarını oluşturmaktadır.

SİSTEM TASARIMI

- Sistem tasarımında makinanın fonksiyonu, kullanım kolaylığı, verimliliği, yapısı ve işlevlerinin insan faktörü ile işbirliğine yatkın olması, ekonomikliği ya da teknolojik düzeyi gibi unsurlar dikkate alınmalıdır.
- Sistem tasarımında insan–makina uyumu öncelikli koşul olduğuna göre; bir makinanın tasarımı ve elemanları arasındaki uyum kadar, insan ve makina arasındaki işbirliği de sağlanmalıdır.
- Sistem tasarımında insan faktörü de sistemin önemli bir entegre elemanı olarak dikkate alınmalıdır.
- Bu maksatla, sistem tasarımcıları, makina mühendisleri ve ergonomistler arasında uyumlu bir çalışma başlatılmalı ve sürdürülmelidir.

SİSTEM TASARIMI

- İşlemler tanımlanıp, makina ve insan faktörüne düşen görevler ayrılarak iş tarifleri hazırlanır.
- İş tariflerinin üç temel yararı vardır;
 - Makinalara ait işletme ve bakımla ilgili direktiflerin hazırlanmasına yardımcı olur.
 - İnsan faktörünün niteliklerini belirleyerek eğitim gereksinimini ortaya koyar.
 - İnsan – makina ara kesitinin temellerini verecek teknik bilgileri içerir.

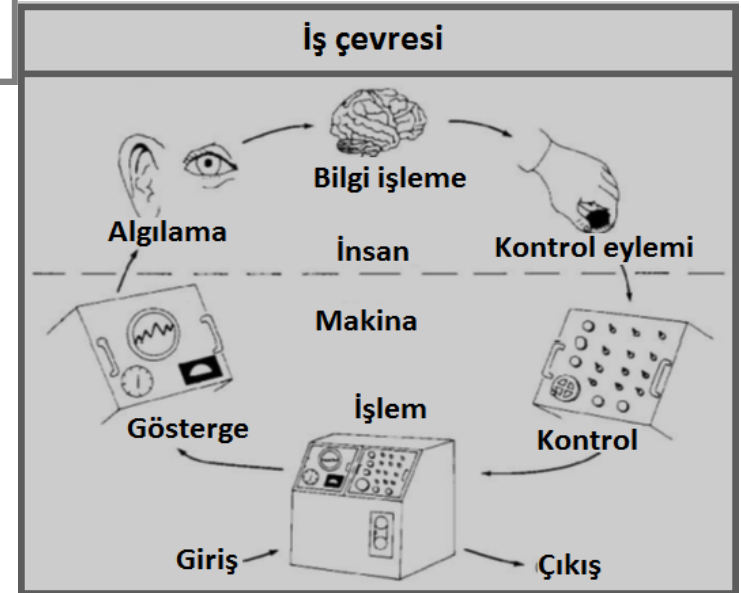
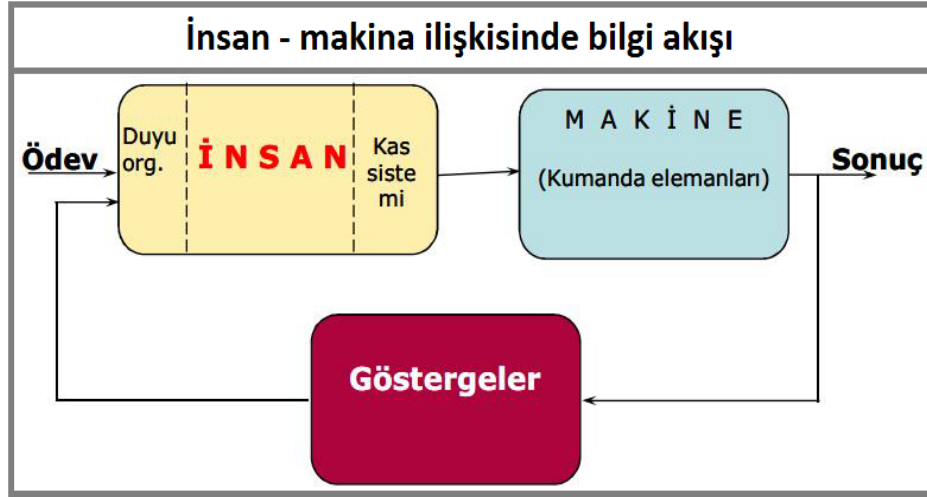
ARAKESİT TASARIMI

- İnsan–makina sisteminin boyut sorunları, göstergeler ve kontrol düzenlerinin insan faktörünün özelliklerine ve temel gereksinimlerine cevap verecek şekilde bir sistem olarak mevcut bir ortam içerisine yerleştirilmesi **ara kesit tasarımı** olarak ifade edilebilir.
- Göstergeler (birinci ara kesit) ve kumanda elemanları (ikinci arakesit) insanın makina sistemiyle ilişkisini gerçekleştirdiği ara kesitlerdir.
- İnsan-makina sistemi, insan ve makinanın birbirleriyle olan karşılıklı ilişkisi olarak tanımlanır.

ARAKESİT TASARIMI

- İşgören, kendisinden beklenen işi gerçekleştirirken;
 - sistemin o andaki durumunu göstergelerden görme veya işitme duyu organları ile alır (**algılama**),
 - durumu bilişsel anlamda beyinde değerlendirir (**yorumlama**),
 - yorumlama yeteneğini ve konu ile ilgili temel bilgilerini kullanarak karar verir (**karar verme**) ve
 - kas sistemini harekete geçirerek el ve/veya ayak yardımıyla makinanın kontrol mekanizmalarını devreye alıp sistemi düzene sokar (**kumanda etme**).

ARAKESİT TASARIMI



ARAKESİT TASARIMI

- Göstergelerde insanın kontrol ettiği, izlediği, yönlendirdiği makinanın o andaki çalışma durumunu gösteren çeşitli büyüklükler (*hız, devir sayısı, sıcaklık, basınç, yakıt miktarı, takımın kalan ömrü, vb.*) ve makinada oluşabilecek arıza bilgileri, insana duyu organları tarafından doğrudan (tornada mil çapını doğrudan görme gibi) veya dolaylı (kazan basıncı ve sıcaklığın göstergeler üzerinden iletilmesi gibi) algılanabilecek şekilde gelmektedir.
- Makinanın teknik olanakları ile insanın becerilerini kaynaştırarak optimal verim sağlayan bir sistemi kurabilmek için makinaların vereceği bilgiler ve işaretler insan faktörünün algılama yeteneklerine göre sinyalleştirilmeli ve kontrol sistemleri insan faktörünün fiziksel ve beceri yetenekleri ile uyumlaştırılmalıdır.

ARAKESİT TASARIMI

- Bilginin insana dolaylı olarak geldiği haller:
 - Bilgi kaynağı (makina) ayrı bir odada veya binadadır. Makinaya ulaşamıyor.
 - Bilgi duyu organlarıyla algılanabilecek türde bir bilgi değildir (manyetik alan şiddeti gibi).
 - Duyu organlarının algılama hassasiyeti yeterli değildir (hassas birimlerle ifade edilecek büyüklükler; mikrometre birimi ile çap ifadesi)
 - Bilgi, insan dışında, örneğin bir bilgisayarda depolanmıştır.
- İnsana doğrudan bilgiler ise görme, duyma, dokunma, dokunarak kuvvet uygulama suretiyle gerçekleşir.

ARAKESİT TASARIMI

- İnsan, makinadan aldığı bilgileri işledikten sonra makineye şalter, düğme, manivela kolu gibi kumanda elemanları ya da klavye, mouse, grafik, tablet, sesle kumanda gibi daha kompleks bir bilgi iletim sistemi üzerinden iletilir.
- Kontrol düzenekleri ve göstergelerin tasarımında, kontrol düzenlerinin yerleşeceği konumlar, hareket doğrultuları, operatörün kuvvet kullanımı ve düzeyi gibi, göstergelerin birbirinden ayrılabilir, algılanması kolay, yeterli sayıda ve duyarlılıkta olması gibi ergonomik kriterler de önemlidir.
- Kontrol düzeneklerinin ve göstergelerin fonksiyonel ilişkilerine göre yerleşim yerinin seçimi, zamanlama ve yön ilişkileri ile kontrol düzeneklerinin güç kaynakları konularında ileri teknolojiler tercih edilmelidir.

ALGILAMA KANALLARI

- Göstergelerin sunduğu bilgiler görerek veya duyarak algılanır.
- İnsan ayrıca derisindeki üç farklı reseptör vasıtasıyla da bilgi algılar:
 - Mekanik reseptörle dokunma, basınç ve titreşimi
 - Termo reseptörle sıcak ve soğuğu,
 - Noci reseptörle ağrı ve acıyı
- Bunların dışında insanlar bilindiği gibi koku ve tat alma, kas gerginliği üzerinden de bedenin veya organların konumunu, hareketlerini ve kuvvet üretmesini algılama yeteneklerine de sahiptir.

ALGILAMA KANALLARI

- İnsanlar tarafından doğru ve güvenilir şekilde algılanabilmesi için, bilgi;
 - hangi sinyallerle (sinyal şekli)
 - hangi şiddetle (sinyal yoğunluğu)
 - hangi zaman aralıklarında (tekrar sıklığı)
 - hangi hacimsel düzenleme içinde

iletilecektir. Soruları cevaplanmalıdır.

- Görsel göstergelerin en önemli sakıncası sinyali algılayabilmemiz için, göstergenin görüş alanımız içerisinde olması gerektiğidir.
- Gecikmeksizin algılanması gereken sinyaller ya akustik sinyal şeklinde olmalıdır veya görsel sinyal akustik sinyalle birleştirilmelidir.

GÖSTERGELER

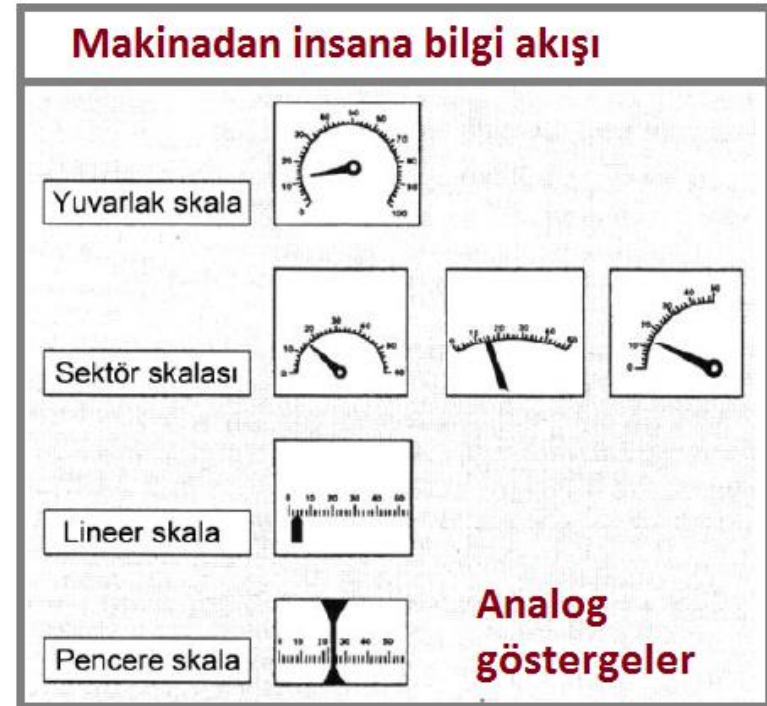
- Birinci arakesit olarak da adlandırılan göstergeler, kullanıcıya kontrol ettiği makinanın o andaki çalışma durumu ile ilgili hız, devir sayısı, sıcaklık, basınç, yakıt miktarı ve arıza durumu gibi bilgileri sunar.
- Göstergelerin temel amacı, öngörülen bilgileri en basit bir düzene içinde, istenen sürede ve kolayca okunabilir bir şekilde görüntülemektir.
- Göstergeler, insan – makina arasında sürekli bir iletişimin kurulmasını sağlarlar.
- Bir makinanın etkili kullanımı ve aksaksız işleyişi, insan – makina iletişiminin uygunluğuna bağlıdır.
- Fonksiyonel açıdan iyi tasarlanmış bir gösterge, makinaya ait bilgileri sürekli ve doğru bir şekilde kullanıcıya ulaştırabilmelidir.

GÖSTERGELER

- Göstergeler, ilettikleri bilgiler bakımından; **kalitatif göstergeler** ve **kantitatif göstergeler** olmak üzere iki ana grupta toplanabilir.
- Göstergeler, ifade ettiği sinyal türüne göre; **analog**, **dijital** ve **hibrit** olmak üzere üç grupta incelenmektedir.
- Çoğu hallerde optik sinyallerle bilgi iletimi daha doğru yöntem iken, bazı hallerde de akustik yöntemle bilgi iletimi daha doğru olabilir.
- **İhtar ve tehlikeye karşı uyarı sinyalleri akustik sinyaller olmalıdır.**
 - Zira, akustik sinyal her konumda algılanır (optik sinyal gibi sinyale dönük olmayı gerektirmez).

GÖSTERGELER

- Sürekli takip etme zorunluluğu olmadığından akustik sinyaller kişiyi mental olarak yoran sinyaller değildir.
- **Göstergeler makinadan insana bilgi akışı sağlar.**



Kalitatif Göstergeler

- Kalitatif göstergeler, tek değişkenli bilgi içerir ve sayısal değer göstermez.
- Bir makinanın açık – kapalı, devrede – devre dışı, çalışıyor – çalışmıyor gibi tek değişkenli bilgilerini aktarır.
 - Örneğin, şalter kalitatif bir göstergedir.
- Sesli, ışıklı ve renkli ya da bunların kombinasyonu (yanar-söner ışık sinyali, ışık-ses birleşimi) uyarıcılar kalitatif göstergelerde kullanılabilirler.
 - Örneğin, zil sesi, bütün ilgililere aynı anda ulaşma avantajı sağlar.

Renkli uyarıcıda renk körleri hatalı okuma yapabilir.

Kalitatif Göstergeler

- Sayısal bilgiler veren kantitatif göstergeler iki ana gruba ayrılırlar; analog (ibrelili) göstergeler ve dijital göstergeler.
- **Analog göstergeler**, bir kadran üzerinde makinaya ait bir bilgi ya da özelliği sayısal değerlerle görüntülerler; kadranın farklı bölgeleri farklı renklerle boyanarak kalitatif bilgiler de gösterilebilir.
- Göstergelerin derecelenmesi ve sayıların büyüklükleri göstergenin operatöre uzaklığına ve okuma hassasiyetine göre belirlenir.
- İbrenin hareket doğrultusu beklentilere uygun yönde olmalıdır (sağa, yukarı, saat yönü pozitif gibi).
- Analog göstergeler, olabildiğince basit, kolay ve net görülebilen, çok kolay ve rahat okunabilir olmalıdır.
- Analog göstergeye tam karşıdan bakılmıyorsa gösterge okunun üzerinde bulunduğu çizgi yanlış algılanır, hatalı okunur (paralaks etkisi).

Kalitatif Göstergeler

- **Dijital göstergeler** (sayaçlar), sayısal görüntü verirler, daha yaygın kullanım alanları vardır.
- Kantitatif okuma açısından dijital gösterge ifade ettiği değerleri istenilen hassasiyette gösterebilir, çabuk ve hatasız okunur.
- Ancak, hızlı değişimde okuma hataları artar.
- ✓ Analog göstergelerin en önemli üstünlüğü, gösterilen değer in değişiminin yönü ve hızının kolay anlaşılmasıdır; dijital göstergelerde bunu anlamak o kadar kolay değildir.

Kalitatif Göstergeler

Analog göstergelerde referans değerler



	Görme mesafesi (Tüm ölçüler mm)		
	300	800	3000
Ana çizgi yüksekliği	2,4	6,4	14,12
Orta çizgi yüksekliği	1,7	4,6	10,13
Ara çizgi yüksekliği	1,1	2,8	6,7
Ana çizgi kalınlığı	0,44	1,1	2,9
Orta çizgi kalınlığı	0,35	0,9	2,0
Ara çizgi kalınlığı	0,26	0,7	1,3
Ara çizgiler arasındaki mesafe	0,8	1,6	4,3

Göstergelerin Özellikleri ve Kullanımı

- Göstergeler genelde birbirine benzer üç amaçla kullanılır.
 - Ölçülen büyüklüğün okunması,
 - Mevcut durumun algılanıp, değerlendirilmesi,
 - Değişikliklerin takibi.
- Göstergelerin okunma hassasiyeti ve hızı, gösterge göz arası mesafe, skala şekli, skaladaki sayıların kademelendirilmesi, skala çizgilerinin uzunluk ve kalınlıkları, çizgiler arasındaki boşluk tarafından belirlenir.

Göstergelerin Özellikleri ve Kullanımı

- **Sabit ölçekli, hareketli ibreli ekranlar:** Değerler dijital ekranların kullanımını engelleyecek (önüne geçecek) şekilde **sık veya sürekli değişimlere** maruz kaldığı zaman faydalıdır (kısıtlı okuma zamanı).
- **Hareketli ölçekli-sabit ibreli ekranlar:** Değerlerin aralığını nispeten küçük bir ölçek yüzeyinde göstermek zor olduğu zaman tercih edilir.

Gösterge tipleri ve çalışma özellikleri			
Gösterge tipi	Hareketli ibreli, sabit ölçekli	Sabit ibreli, hareketli ölçekli	Dijital ekran
Okuma kolaylığı	Kabul edilebilir	Kabul edilebilir	Çok iyi
Değişim oranlarını gözleme	Çok iyi	Kabul edilebilir	Kötü
Belirli bir işlem kesin bir değere ayarlama (örnek buhar basıncının ayarlanması)	Çok iyi	Kabul edilebilir	Kabul edilebilir

KONTROL DÜZENEKLERİ

- İkinci arakesit olarak da adlandırılan kontrol mekanizmaları (kumanda elemanları), göstergeler aracılığıyla elde edilen verilerin bilişsel anlamda işlendikten sonra ortaya çıkan sonucun sisteme aktarılmasını sağlayan arakesitlerdir.
- **Kontrol düzenekleri insandan makinarya bilgi akışı sağlar.**
- İnsan–makina sistemlerinde, göstergelerden alınan bilgilerle, makina fonksiyonlarının yönetimi ve makinaların işletilmesi, durdurulması, hızlandırılması ya da yavaşlatılması gibi işlemler kontrol düzenleri ile gerçekleştirilir.
- Kontrol sistemleri mekanik, elektrik ya da elektronik sistemlerle güçlendirilmişlerdir. Bu nedenle, kontrol hareketlerinin teknolojik etkinliği artarken, bunları kullanmanın karmaşıklığı nedeni ile operatör eğitimi gereksinimi ortaya çıkmıştır.

KONTROL DÜZENEKLERİ

- El ve ayak kontrol mekanizmaları kullanılır.
 - Örneğin, çamaşır makinası elle kontrol edilirken, dikiş makinası ayakla kontrol edilmektedir.
- Kontrol mekanizmalarının etkili olması için erişilebilir, ayırt edilebilir ve kullanılabilir olmasına ve hatta nüfus stereotipine özen gösterilmelidir.
- **Stereotip**; bir şeye önyargılanma, alışma (saat yönü sağa dönüş demektir, gibi).

KONTROL DÜZENEKLERİ

- Kontrol mekanizmalarının tasarımında dikkat edilmesi gereken ergonomik faktörler şu şekilde sıralanmıştır;
 - Kuvvetin iletim şekli,
 - İletilen bilginin cinsi,
 - Kumanda fonksiyonu,
 - Ayar hassasiyeti,
 - Güvenirlik,
 - Hacim gereksinim,
 - Kullanılacak malzeme,
 - Elle veya parmakla tutuş şekli,
 - Yüzeyin düz veya pürüzlü olması,
 - Diğer kumanda elemanlarına olan mesafesi,
 - Diğer kumanda elemanlarıyla benzerliği veya farklılığı,
 - Elemana verilen hareket yönü ile değişim arasındaki uyumluluk.

KONTROL DÜZENEKLERİ

- «Denetim elemanının sağa doğru çevrilmesi durumunda, gösterge ibresi de sağa doğru hareket edecektir» **stereotip tepkileri** geçerlidir.
- Kontrol düzenekleri belli ölçülerde kuvvet uygulamayı gerektirir.
- Parmak ısısına veya ışık düzeyi değişikliklerine duyarlı kumanda düzenleri kuvvet gerektirmez.
- Ergonomik açıdan, kuvvet gerektiren kontrollerde ayak pedalı, hafif kuvvet gerektiren kontrollerde ise el kontrol düzenleri kullanılmalıdır.
- Pedal sayısı ikiyi geçtiğinde kontrol düzeneklerinin kullanımı güçleşmekte ve hata olasılığı artmaktadır.
- Kontrol düzeneklerini, en zayıf insan bile kolayca kullanabilmeli, hatalı kullanıma karşı gerekli emniyet tedbirleri alınmalıdır.

KONTROL DÜZENEKLERİ

- Soğuk ortam, operatörlerin reaksiyon hızı ve kas kuvvetini azaltır, mekanik sistemlerde tutukluklar, yağ donmaları ve kilitlenme gibi sorunlara yol açabilir.
- Kontrol düzeneklerinin mekanik özellikleri, kullanıldığı yer, özel tasarım bilgileri, hız, duyarlık, kuvvet gereksinimi, hareket kolaylığı, insanın antropometrik boyutları ve biyomekanik özellikleri gibi özellikler etkili kontrol düzeneği seçiminde önemli yer tutarlar.
- Duyarlı ve incelikli kontrol düğmeleri büyük, az duyarlı düğmeler küçük tasarlanır.
- Kontrol elemanlarının yerleşimi, büyüklüğü, şekli ve üzerinde bulunan etiket şeklindeki talimatlar, bunların ayırımında ve hatasız kullanımında yardımcı olur.

KONTROL DÜZENEKLERİ

- Kontrol elemanlarındaki farkın şekle dayalı olması, operatörlerin göz takibi gereksinimi duymadan daha kolay kullanabilmelerine imkan verir.
- Özel hallerde kullanılacak kontrol düzeneklerinin yanlışlıkla kullanılmasını önlemek maksadıyla özel tasarımlar ve yer seçimi uygulanmalıdır.
- El ile kontrol edilen denetim elemanları, dirsek ve omuz yüksekliği arasında, kolay görülebilir ve kolay erişilebilir bir alana yerleştirilmelidir.
- Parmaklar ile kontrol edilen denetim elemanları arasındaki mesafe 15 mm'den az olmamalı, el ile kontrol edilen elemanlarda bu mesafe en az 50 mm olmalıdır.

KONTROL DÜZENEKLERİ

İnsandan makineye bilgi akışı

Ayakla hareket ettirilen kumanda elemanlarının el kumanda elemanları ile karşılaştırılması

Üstün özellikleri	Kusurlu yönleri
– Eller diğer işlemler için serbest kalır – Genelde ayakla ile kumanda elemanı arasındaki temas sürekli olduğundan hareketi başlatma süresi daha kısadır – El-kol sisteminin hareket bölgesindeki diğer elemanlar tarafından engellenmez – Büyük kuvvetler uygulanabilir	– Ayakta çalışma konumunda büyük statik kas işi – Yüksek hassasiyet mümkün değil – Konum algılaması tam doğru olmaz – Kumanda elemanını yerleştirme hacmi ve kumanda mesafesi sınırlıdır – Genelde bir kumanda elemanı kullanılabilir.

KONTROL DÜZENEKLERİ

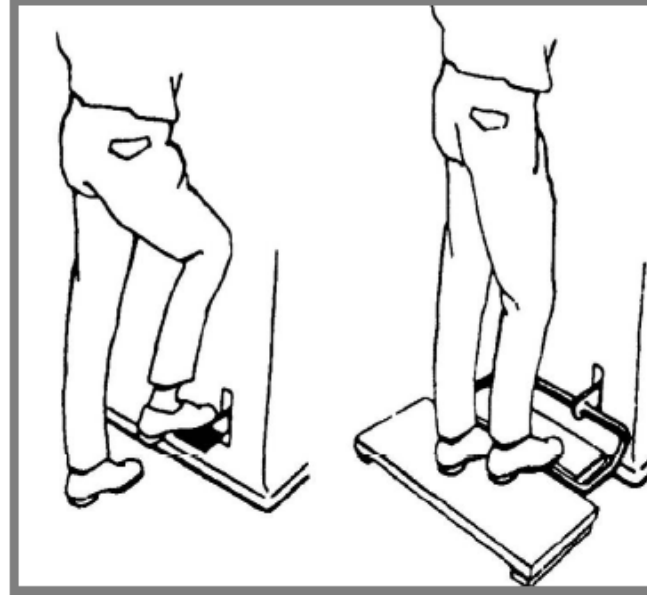
- İtme düğmeli kontrol elemanları, mafsallı anahtarlar ve çevirmeli düğmeler, küçük kuvvet, yüksek duyarlılık, sürekli ve kesintili yapılan işlerde kullanılmalıdır.
- Uzun kollu levyeler, kranklar, el tekerleri ve pedallar, büyük kuvvet ve düşük duyarlılık gerektiren işlerde kullanılmalıdır.
- Parmaklarda oluşan zayıf bir titreme, istenmeyen bir işlemin yapılmasına neden olabilir; bu nedenle, denetim elemanlarının, uygulanan kuvvete karşı belli bir direnç göstermesi gerekir.
- Ayakla kumanda, oturarak çalışma konumuna göre yerleştirilir.

KONTROL DÜZENEKLERİ



- Otururken çalışılan pedal sayısı iki ile sınırlandırılmalıdır.
- Pedalların ayakta dururken çalıştırılması engellenmelidir. Eğer engellenemiyorsa sağ ve sol ayakların dönüşümlü kullanılması sağlanmalıdır.
- Kullanılan pedal türü, kumanda kuvveti, kumanda yolu ve kumanda hızı açısından uygun olmalıdır.
- Ayağın pedaldan kayması engellenmelidir. (Uygun malzeme seçimi, yüzey tasarımı)

KONTROL DÜZENEKLERİ



Ayak denetim elemanları

Sol taraftaki düzenleme, bacaklarda ağır yükler oluşturduğu için yanlış bir düzenlemedir. Sağ taraftaki düzenleme ise, her iki ayağın kullanımı sağladığı için doğru bir düzenlemedir.

UYUMLULUK

- Uyumluluk, gösterge ve kumanda elemanlarının şekilleri, yerleştirilmeleri, hareketleri ile insanın beklentileri arasındaki uygunluktur.
- Beklentiler teknik ve sosyal çevrede öğrenilen ve kalıtsal olarak sahip olunan davranışlara dayanır.
- Bir elektrik lambasını kumanda eden anahtarın aşağı ya da yukarı hareketinde lambanın yanmasında alışılmış yön kumanda kolaylığı sağlar.
- Gösterge ve kumanda elemanlarının konumlandırılmasında hacimsel uyum da önemlidir.
- Otomobillerde gösterge ve kontrol düzenlerinin görüş alanı içine yerleştirilmesi sorun yaratabilir.

UYUMLULUK

- Kontrol düzenekleri ile göstergeler arasındaki ilişki, kontrol işlemleri sonucunda meydana gelen etkilerin görülmesini sağlar.
- Kontrol düzenekleri ve göstergeler teknik açıdan iyi tasarlanmalı ve panellere yerleştirilmeleri bakımından önemleri ve kullanım sıklıklarına göre gruplanarak gerekli düzenleme yapılmalıdır.
- En çok kullanılan kontrol düzenekleri, her iki elle kullanılabilir özellikler gösteriyorsa, bunlar kontrol panellerinin ortasına yerleştirilir.
- Her biri farklı prensibe dayalı, anlaşılması, kullanımı birbirinden farklı elemanlar sistemin kolay ve güvenli çalıştırılmasına engel olur.

UYUMLULUK

- İnsan-makina sisteminde tam bir uyumluluk için üç yerde uyumun sağlanması gerekir:
 - Gösterge ile operatör arasında: uyarı – uyarı uyumu
 - Operatör ile kumanda elemanı arasında: reaksiyon – reaksiyon uyumu
 - Gösterge ile kumanda elemanı arasında: uyarı – reaksiyon uyumu.

