

3. İNSAN – MAKİNA SİSTEMLERİ

3.1. Sistem tasarımı

3.2. Göstergeler

3.3. Kontrol düzenekleri

3.4. Gösterge-kontrol ilişkileri ve uyumluluk

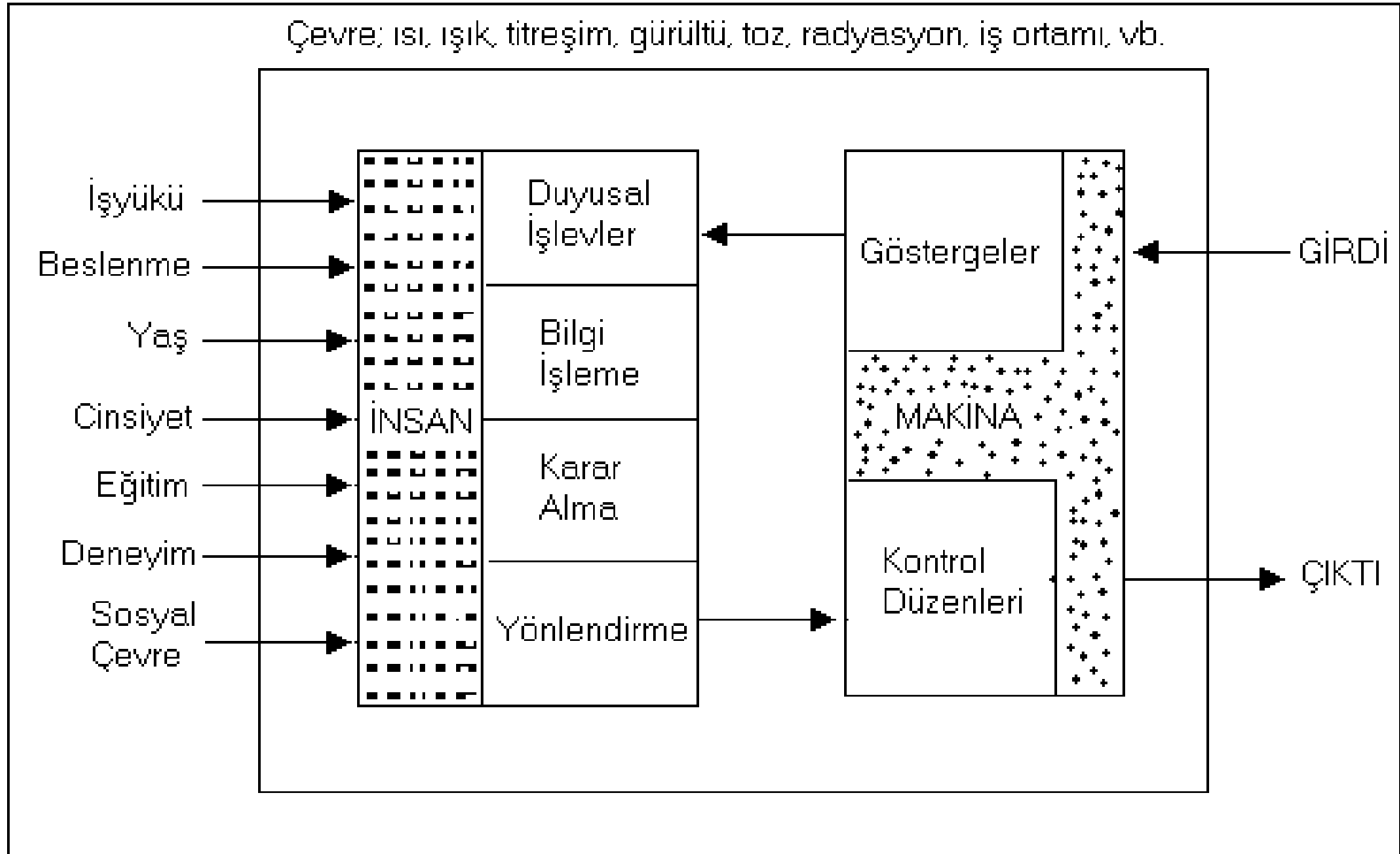
3.1. SİSTEM TASARIMI

🌸 Ergonomi sistemini oluşturan üç temel eleman mevcuttur: insan, makina ve çevre.

🌸 Teknolojik gelişime rağmen, insan-makina sisteminde insanın hala önemli bir yeri vardır.

🌸 Başarı ve verimliliğin artırılması için insan ve makina, birbirini tamamlayan iki önemli unsur olarak ele alınmalıdır. 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 veya makinaları gözler. Duyu organları ile aldığı uyarı ve edindiği izlenimlere göre gereken görevleri yerine getirir. İnsan, bu çalışmaları sırasında sıcaklık, ışık, nem, gürültü, titreşim, toz, radyasyon ve iş ortamı gibi olumsuz çevresel etkilerin baskısı altında kalır.

Şekil 3.1’de insan-makina sistemi gösterilmiştir.



Şekil 3.1. İnsan – makina sistemi

■ Ergonominin amacı, insanın iş yaşamı ile olan ilişkisini akılcı bir yöntemle inceleyerek işin ve çevresinin insanın özelliklerine ve yeteneklerine uyumunu sağlamaktır. Bunun için iş yükü ve çevre koşullarının ek yükler ölçülerek bu yüklerin hangi zorlanmalara yol açabileceği beklentisi ortaya konur. Bu zorlanmanın işçinin beklenebilir zorlanma sınırını aşmaması için alınabilecek önlemler analiz edilerek çözüm önerileri ortaya konur.

■ Ergonomi biliminin insan-makina sistemi açısından uğraş alanları;

- insanın 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 ve yıpranmaya ve çalışma hatalarına yol açabilecek titreşim, toz, nem, gürültü, radyasyon, zehirli gaz ve maddeler gibi olumsuz çevresel etkilerin kontrol altına alınması.

■ Sistem tasarımı makinanın fonksiyonu, kullanım kolaylığı, verimliliği, yapısı ve işlevlerinin insan faktörü ile işbirliğine yatkın olması, ekonomikliği ya da teknolojik düzeyi gibi unsurlar dikkate alınmalıdır. Sistem tasarımı insan – makina uyumu öncelikli koşul olduğuna göre; bir makinanın tasarımı ve elemanları arasındaki uyumun sağlanması kadar insan ve makina arasındaki işbirliğinin sağlanması da önemlidir. Sistem tasarımı insan faktörü de sistemin önemli bir entegre elemanı olarak dikkate alınmalıdır.

- Sistem tasarımı amacın gerçekleştirilmesi için görevlerin yeterli olması ve aynı zamanda bu görevlerin insan ve makina arasında amaca uygun biçimde dağıtılması gerekir. Bu maksatla, sistemin tasarımı aşamasından itibaren sistem tasarımcıları, makina mühendisleri ve ergonomistler arasında uyumlu bir çalışma başlatılmalı ve sürdürülmelidir. Böylece, sistemi işleten insan faktörünün kapasitesi ile uyumlu ve kapasiteyi güçlendiren donanım tasarımı mümkün olur.

3.2. GÖSTERGELER

- Gösterge, makinaların kontrol sistemleri harekete geçirildiğinde, kontrol işleminin sayısal veya sayısal olmayan sonuçlarını gösteren düzeneklerdir.
- Göstergelerin temel amacı, öngörülen bilgileri en basit bir düzenek içinde, istenen sürede ve kolayca okunabilir bir şekilde görüntülemektir. İnsan-makina arasında sürekli bir iletişimin kurulmasını sağlarlar.
- Bir makinanın etkili kullanımı ve aksaksız işleyişi, insan-makina iletişiminin uygunluğuna bağlıdır. Bu nedenle, insan faktörünün yetenek ve kapasiteleri dikkate alınmalı, makinaların göstergeleri gerekli bilgileri açıkça göstermelidir. Fonksiyonel açıdan iyi tasarlanmış bir gösterge, makinaya ait bilgileri sürekli ve doğru bir şekilde kullanıcısına ulaştırabilmelidir. Göstergeler için bazı temel kurallar geçerli olsa da, her sistemin göstergesi sisteme özel insan-makina ilişkileri dikkate alınarak tasarlanmalıdır.

Otomobil Gösterge / kontrol düzenleri



- Göstergelerin tasarımına başlamadan, göstergelerde verilecek bilgilerin sınır değerlerini, bilgi vermede duyarlık derecesini ve sistemin aksaklıklarını her düzeyde ve hızla belirleyebilmek için göstergelerin konumuna uygun tasarım özellikleri incelenmelidir. Bir göstergenin fonksiyonel olabilmesi için dijital ya da analog tiplerden hangisinin seçileceği önemli olduğu kadar, bu teknik yaklaşımlarda insan faktörünün beceri ve yetersizliklerinin de dikkate alınması gerekir.
- Göstergeler, ilettikleri bilgiler bakımından genellikle üç ana grupta toplanabilir; kalitatif, kantitatif ve temsili bilgiler veren göstergeler.

1. 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 uyarıcılar kalitatif göstergelerde kullanılabilirler. Örneğin, zil sesi, bütün ilgililere aynı anda ulaşma avantajı sağlar. Işıklı ve renkli kalitatif göstergelerin renkleri, şekilleri ve büyüklüklerine göre farklı uyarı etkileri yaratılabilir. Yanar – söner ışık sinyalleri ile ışık – ses birleşimi sinyaller yaygınca kullanılan kalitatif göstergelerdir.

2. Kantitatif Göstergeler

- Sayısal bilgiler veren kantitatif göstergeler;
 - analog göstergeler
 - dijital göstergeler
- Analog göstergeler olarak bilinen ibreli göstergeler, bir kadran üzerinde makinaya ait bir bilgi ya da özelliği temsili ya da sayısal değerlerle görüntülerler. Kadran göstergelerle kadranın farklı bölgeleri farklı renklerle boyanarak kalitatif bilgiler gösterilebilir.



Analog göstergeler

- Göstergelerin derecelenmesi ve sayıların büyüklükleri göstergenin operatöre uzaklığına ve okuma hassasiyetine göre belirlenir. İbrenin hareket doğrultusu beklentilere uygun yönde olmalıdır. Yuvarlak yüzlü göstergelerde ibre saat ibreleri yönünde hareket etmelidir. Dik duran kadranlarda, dereceleme yukarı doğru, yatay kadranlarda ise sağa doğru artarak ilerlemesi benimsenir. Analog göstergeler, olabildiğince basit, kolay ve net görülebilen, çok kolay ve rahat okunabilen göstergeler olarak tasarlanmalıdır.
- İbrelili sayaçlarda ibre iki tam sayı arasında durduğunda ve genel olarak ibre ile gösterge yüzeyi arasındaki yükseklik farkı nedeniyle ancak yaklaşık değerler okunabilir. Bununla birlikte, değerlerin hızlı değişimi, değişim derecesi ve doğrultusu için analog göstergeler tercih edilmektedir.

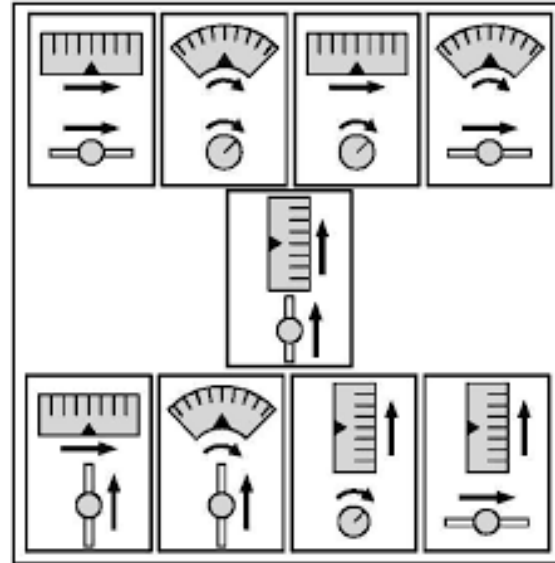
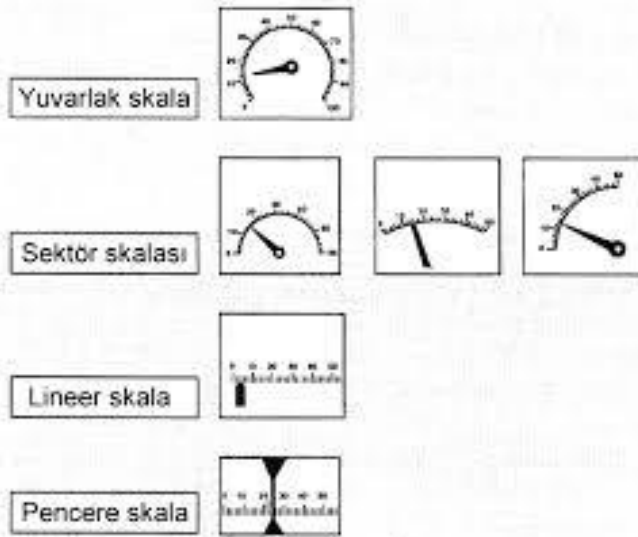
■ Dijital göstergeler (sayaçlar), sayısal görüntü verirler. İbrelili göstergelerden daha yaygın kullanım alanı bulmuşlardır. Ancak, hızlı değişim hallerinde okunma güçlükleri söz konusudur. Göstergenin tam ve doğru değer göstermesi istendiğinde dijital sayaç tipi göstergeler tercih edilir.



Dijital göstergeler

3- Temsili Göstergeler

Temsili göstergeler, bir sistemin işleyişini şematik olarak gösteren mini modelleridir. Uzaktan kontrol sistemlerinde kullanılırlar. Temsili göstergelerde, gösterge modeli, sistemin önemli ölçülerde basitleştirilmiş bir teknik tablo üzerine, özel işaretler kullanılarak yerleştirilir.



Göstergelerin Tasarım İlkeleri

Dereceli ve kadran şeklinde göstergelerin tasarlanmasında aşağıdaki yaklaşım ve ilkeler gözetilir:

- Kadran üzerindeki çizgi aralıkları, gösterge hareketlerinin hızı dikkate alınarak kolayca okunabilecek şekilde seçilmelidir.
- Kadran çevresindeki çizginin bölünmesinde, operatörün en kolay seçebileceği bölünme çizgileri seçilmelidir.
- Kadran üzerinde, okumaları yapacak insanların alışkanlıkları dikkate alınarak tasarım yapılmalıdır.
- Okuma mesafesi, okuma açısı, ışık durumu, insanların görme netliği ve insanların beklentisi de gösterge tasarımında dikkate alınmalıdır.
- Göstergenin dereceleme çizgileri, sayısal değerleri, ibre ve gösterge tabanı renkleri arasında ayrıntıyı seçebilecek düzeyde kontrast sağlanmalıdır. Kontrast etkisi yaratmak için gösterge aydınlatması yapıldığı zaman parlama etkisinin oluşması önlenmelidir.
- Başlangıç ya da sıfır noktası, göstergenin amaçlarına uygun olmak üzere, kadranın herhangi bir noktasında bulunabilir.

- Derecelemede başlangıç ve bitiş noktaları birbirinden ayrı olmalıdır. Ancak, saat yüzü benzeri işaretlemelerde başlangıç ve bitiş noktaları aynı yerde olabilir.
- Derecelemede eşit aralıklar kullanılmalı ve bu aralıklar aynı değerleri göstermelidir. Logaritmik ve benzeri eşel kullanılmamalıdır.
- Genel amaçlı kadranların çapları 55 – 75 mm arasında olabilir. Daha incelikli okumalar için özel amaçlı kadranlarda 100 – 150 mm çaplar seçilebilir. Bunun aksine, çok fazla sayıda göstergenin bir yere sığdırılması gerektiğinde, yer tasarrufu sağlamak için kadran çapı 45 mm değerine kadar düşürülebilir.
- Doğrusal dereceleme yapılmış kadran tiplerinde işaretli bölümün boyu 62–75 mm ölçülerinde tercih edilir. Daha incelikli okumalar için derecelendirilmiş bölüm 100–125 mm boyutlarına çıkarılabilir. Yer darlığı hallerinde ise, boyutlar küçültülür, ancak 55 mm altına düşürülmemelidir.
- İbre, kadran üzerindeki dereceleme çizgilerini ve sayıları kapatmamalı, kadran yüzeyine yakın olmalıdır. İbrenin işaret çizgilerine uzaklığı 0.4–1.6 mm, kalınlığı 0.8–2.4 mm olmalı, ucu dereceleme çizgilerinin kalınlığı kadar sivriltilmeli ve ibrenin tamamı görülebilmelidir.

- Kadran üzerine yerleştirilen ve dereceleme sayılarının gösteren rakamlar; tek tek, beşer aralıklı, onar aralıklı, ellişer aralıklı seriler halinde yerleştirilir.
- Kadran dereceleme çizgilerinin temel bölümleri ve bir sayısal değere karşılık olanlar arasında 12.7–25.4 mm mesafe olmalı ve bu değerler kadran boyutundan bağımsız tutulmalıdır. Ara değerleri gösteren çizgiler ise 1.27–2.54 mm boyutlarında dik çizgiler olarak tasarlanmalıdır.
- En büyük okuma mesafesi olarak kabul edilen 900 mm mesafede her 300 mm okuma mesafesi için harf ve sayı yüksekliklerinde 1.27–1.38 mm arasında artma öngörülür. Harf, sayı ve çizgilerin boyu arttıkça kalınlıkları da ölçülü olarak artırılır. Harf ve sayılar düz ve sade olmalıdır.

Göstergelerin tasarımı ve kullanımına yönelik olarak bazı öneriler aşağıda özetlenmiştir:

- Dijital göstergelerin rahat okunabilmesi için gösterilen değerlerin çok yavaş değişmesi gerekir.
- Birbirine benzer sayılar ve dizilerin yanlış okunma ihtimali vardır.
- Sayaçların rakam adedi arttıkça okunan ilk rakamların unutulma ihtimali vardır. Rakam adedi en fazla 4 olmalıdır.
- Okuma mesafesine uygun rakam boyutları ayarlanmalıdır.
- Aynı panel üzerinde aynı tip sayaçlar bir araya toplanmalı, ancak aralarında uygun mesafe bırakılmalıdır.
- Sayaçların tasarımında uygun renkler seçilmelidir.

3.3. KONTROL DÜZENEKLERİ

- İnsan-makina sistemlerinde, göstergelerden alınan bilgilerle, makina fonksiyonlarının yönetimi ve makinaların işletilmesi, durdurulması, hızlandırılması ya da yavaşlatılması gibi işlemler kontrol düzenleri vasıtasıyla gerçekleştirilir. Kontrol sistemleri mekanik, elektrik ya da elektronik sistemlerle güçlendirilmişlerdir. Bu nedenle, kontrol hareketlerinin teknolojik etkinliği artarken, bunları kullanmanın da karmaşıklığı nedeni ile operatör eğitimi gereksinimi ortaya çıkmıştır.



- İnsan-makina ara kesiti tasarımında insanların özellikleri olarak; fiziksel işgörme yetenekleri, insan bedeninin biyomekaniğine bağlı hareket hacimleri, makina özelliklerine bağlı olarak; kontrol düzeneğinin özellikleri ve konulacağı yer önemli kriterlerdir. Bu sorunlar, ergonomik yaklaşımlar, verimlilik araştırmaları ve iş-zaman etüdü çalışmalarına dayanan bilgilerden yararlanılarak çözülür.
- Kontrol düzeneklerinin yer ve konumlarının tasarımında bunları kullanacak insanların yapısal özellikleri , cinsiyet ve yaş faktörleri ile insanın alt ve üst etraf hareketleri, gövdenin duruş ve oturuş özellikleri, statik ve dinamik çalışmalar, tutukluklar, yorgunluk gibi etkenler de gözötilmelidir.

- Kontrol düzenekleri belli ölçülerde kuvvet uygulamayı gerektirir. Son dönemde parmak ısısına veya ışık düzeyi değişikliklerine duyarlı ve daha az kuvvet gerektiren kontrol düzenekleri geliştirilmiştir. Ergonomik açıdan, kuvvet gerektiren kontrollerde ayak pedalı şeklinde kontrol düzenleri, hafif kuvvet gerektiren kontrollerde ise el kontrol düzenleri kullanılmalıdır.
- Ayak kontrollerinde, kullanılan pedalın yapısal özelliği ve makinanın mekaniğine göre kuvvet gereksinimi değişir. Pedal sayısı ikiyi geçtiğinde kontrol düzeneklerinin kullanımı güçleşmekte ve hata olasılığı artmaktadır. Araştırmalar, pedal sayısının en fazla 4 olabileceğini, fazla sayıda pedal kullanımı konusunda eğitimin hata engelleme açısından katkı sağlamadığını ortaya koymuştur. Kontrol pedallarından kuvvet alarak denge sağlama halinde kontrol etkinliği bozulmaktadır.

- Ayakta duran bir insanın ayak pedalı şeklinde bir kontrol düzeneğini kullanması, değişik duruş sorunları ve zorluklar yaratır. Bu özellikleri ile ayak pedalları, az kullanılan ve kaba kontrol düzenekleri olarak tanımlanmıştır.
- Kontrol sistemlerinin tasarımında anatomik ve psikolojik yaklaşımlar, kullanılacak etraf, devreye giren eklem, kuvvet ya da incelikli kontrol gereksinimi, diğer kontrol düzeneklerinden ayrılabilmesi ve temel özellikleri gibi kriterlere başvurulur.
- Bir kontrol düzeneği üzerinde kuvvet uygulaması ve duyarlılığı, kullanıcının beden yapı özelliklerine, yaşına ve cinsiyetine göre değişir. Anatomik bakımdan, kullanılan organların (el, ayak) hareketliliği yüksek olan eklemleri daha duyarlı, fakat daha küçük kuvvet uygulamaktadır. Aksine, hareket yeteneği düşük eklemler daha az duyarlılık gösterirken, daha büyük kuvvet uygulama yeteneğine sahiptirler. Üniversal tip kontrol düzeneklerinde, en zayıf insanın bile kolayca harekete geçirebileceği sistemler kullanılır, hatalı kullanıma karşı gerekli emniyet tedbirleri alınır.

- İnsanların kontrol düzenekleri üzerine uygulayabilecekleri kuvvet, kontrol düzeneklerinin yer ve pozisyonuna göre değişir. Rahat bir yerleşme ve rahat erişilebilen kontrol noktaları kuvvet kullanımı açısından her zaman en verimli yer olmayabilir. Kontrol fonksiyonları ve kontrol tipleri seçiminden sonra, dinamik antropometri ve biyodinamik araştırma bulgularından yararlanılarak kontrol düzenlerinin en duyarlı bir şekilde kullanılabileceği pozisyon ve sıralama belirlenmelidir.
- Soğuk ortam, operatörlerin reaksiyon hızı ve kas kuvvetini azaltır, mekanik sistemlerde tutukluklar, yağ donmaları ve kilitlenme gibi sorunlara yol açabilir. Bu nedenle, farklı iklim koşullarında kullanılan makinalarda kontrol düzenekleri, farklı sıcaklık koşullarında ayarlanabilecek şekilde tasarlanmalıdır.

- Kontrol düzeneklerinin hareket doğrultuları operatör alışkanlıklarına uygun olmalıdır. İnsan beklentileri üzerinde sinir sisteminin özellikleri ve toplumsal alışkanlıklar da etkilidir. Genel alışkanlıklar; saatin dönme yönünde sağa, yukarı, ileri ve aşağı hareket doğrultuları universal olarak kabul edildiği halde, elektrik düğmelerinde bu kuralın tersi uygulanmakta ve bazı ülkelerde düğmeyi kaldırmakla ışık yakılırken, bazılarında söndürülmektedir.
- Kontrol süresi, kontrol düzeneklerinin sinyal tiplerine göre değişmektedir. Bu nedenle, her kontrol düzeneğinin reaksiyon zamanı beklentileri, gerçek sistemde yapılacak araştırmalarla belirlenmelidir. Operatör, belli bir öğrenme süresi ile kontrol etkinliğini artırabilir.

- Doğru kontrol için kontrol hareketlerinin kolaylığı, sistemin işlerliği, insanların beklentilerine göre tasarlanmış olması gibi doğrudan kontrol tasarımına bağlı etkenler olduğu gibi, en önemli faktör operatörün göstergelerden doğru ve iyi zamanlanmış bilgi almasıdır.
- Düğmeler, aç – kapa, bas – aç, çek – aç gibi düzeneklerle çeşitli kontrol tipleri geliştirilmiştir. Kontrol düzenekleri olarak; basma düğmesi, aç – kapa tipi düğme, dereceli düğme, çevirmeli düğme, manivela, kol, çark, vb. kontrol elemanları kullanılmaktadır. 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 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.

3.4. GÖSTERGE – KONTROL İLİŞKİLERİ VE UYUMLULUK

- Uyumluluk, gösterge ve kumanda elemanlarının şekilleri, yerleştirilmeleri, hareket etmeleri/ettirilmeleri 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 bir yön kumanda kolaylığı sağlar.
- Gösterge ve kumanda elemanlarının konumlandırılmasında hacimsel uyum da önemlidir. Bir otomobilde sürücünün otomobil parametrelerine ilişkin parametreleri veren göstergelerin ve kumanda elemanlarının tamamının görüş alanı içerisine yerleştirilmesi çoğu zaman sorun yaratabilir.
- 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.

- Göstergelerin ve kontrol düzeneklerinin sıralanması arasında fonksiyonel bir ilişkinin bulunması makina kullanımına kolaylık sağlar, operatörün başarısını artırır.
- Kontrol düzeneklerinin dizilişinde insanların en çok kullandıkları elleri ve en çok kullanılan kontrol düzeneklerinin ilişkisi dikkate alınmalıdır. En çok kullanılan kontrol düzenekleri, her iki elle kullanılabilir özellikler gösteriyorsa, bunlar kontrol panellerinin ortasına yerleştirilir. Kontrol düzeneklerinin ve göstergelerin seçimi ve fonksiyonlarının tanınması için hazırlanan etiketler, ilgili elemanların üst kısmına yerleştirilir.