

Asan sözler

Yangın Söndürme Sistemleri

Planlı Bakım

Sensörler

Makina

Trafolar

Motorlar

Hidrolik Ekipmanlar

Elektrik

Otomasyon

Enerji

Aydınlatma

Dijital Dönüşüm

Ultrasonik

Motorlar

Yük Taşıma Araçları

Bakım Yönetimi

Termal Görüntüleme

Yöntem

Operatör

Bakım



taysad

BAKIM REHBERİ





TAYSAD

BAKIM REHBERİ



***Taşıt Araçları Tedarik Sanayicileri Derneği
Bakım Çalışma Grubu Üyeleri
tarafından hazırlanmıştır.***

Taşıt Araçları Tedarik Sanayicileri Derneği

TOSB Otomotiv Tedarik Sanayi İhtisas Organize Sanayi Bölgesi
1. Cadde No: 10 41420 Şekerpınar / Çayırova - Kocaeli/ TÜRKİYE
Tel: + 90 262 658 98 18 • Faks: + 90 262 658 98 39
www.taysad.org.tr • info@taysad.org.tr

1. Basım, Kasım 2022, TAYSAD Yayınları 2022/57

Baskı

Özgün Ofset

Yapım

Mavi Tanıtım ve İletişim

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	11
ÇALIŞMA GRUBU'NDAN.....	13
BAKIM REHBERİNİN AMACI	17
NEDEN BAKIM?	19
“BAKIM”A GENEL BAKIŞ.....	21
“BAKIM”IN TARİHÇESİ	23
BAKIM ÇEŞİTLERİ	27
a. Arızı / Reaktif / Düzeltici Bakım	27
b. Önleyici / Planlı – Periyodik Bakım	27
c. Kestirimci Bakım.....	28
d. Otonom Bakım	28
1. TEKNOLOJİ	31
1.1. VİBRASYON ANALİZİ.....	31
1.2 ULTRASONİK ANALİZ	32
1.3 TERMAL GÖRÜNTÜLEME	35
1.4 YAĞ ANALİZİ	37
1.5 ENERJİ ANALİZÖRLERİ	38
1.6 DİĞER TEKNOLOJİLER	41
2. BAKIM YÖNETİMİ	43
3. DİJİTAL DÖNÜŞÜM	45
4. YARDIMCI TESİSLER VE EKİPMANLAR	49
4.1 DOĞAL GAZ SANTRALLERİ	49
4.1.1 Doğal Gaz Santrallerinin Çalışma Prensibi	49
4.1.2 Doğal Gaz Santrallerinin Bakımları	50
4.2 TRAFOLAR	51
4.2.1 Trafonun Çalışma Prensibi.....	51
4.2.2 Trafo Çeşitleri Nelerdir?	52
4.2.3 Trafoların Arızaları.....	52
4.2.4 Trafo Bakımları	54
4.2.5 OG Kesiciler	55
4.2.6 OG Koruma Röleleri.....	55
4.2.7 OG Akım Röleleri	55
4.2.8 OG Gerilim Trafoları.....	56
4.2.9 OG Sigortalar	56
4.2.10 OG Hücreler	56

4.3 JENERATÖRLER.....	57
4.3.1 Çalışma Prensibi	58
4.3.2 Jeneratör Bakımı	59
4.4 KOMPRESÖRLER	60
4.4.1 Çalışma Prensibi	61
4.4.2 Dıştan Görülebilir Arızalar	62
4.4.3 İç Arızalar	62
4.4.4 Elektrik Arızaları.....	62
4.5 KLİMA / HAVALANDIRMA SANTRALLERİ	67
4.5.1 Klima /Havalandırma Santralleri Çeşitleri	67
4.5.2 Klima / Havalandırma Santralleri Bakımları	68
4.6 SOĞUTMA KULELERİ	71
4.6.1 Soğutma Kulelerinin Sınıflandırılması.....	73
4.6.2 Soğutma Kulelerinin Çalışma Prensipleri.....	73
4.6.3 Karşı Akışlı Soğutma Kuleleri.....	74
4.6.4 Çapraz Akışlı Soğutma Kuleleri	74
4.6.5 Soğutma Kulesi Kullanım Alanları	74
4.6.6 Soğutma Kuleleri Bakımları	75
4.6.7 Soğutma Kuleleri Bakımında Dikkat Edilmesi Gereken Parçalar.....	75
4.7 CHILLER TERMOKONVEKTÖR GRUPLARI.....	77
4.7.1 Chiller Çalışma Prensibi	78
4.7.2 Hava Soğutmalı Chiller	79
4.7.3 Su Soğutmalı Chiller	79
4.7.4 Chiller Soğutma Sistemlerinde Arıza Oluşturabilecek Durumlar	79
4.7.5 Chiller Bakım Servislerinde Yapılması Gerekenler	80
4.7.6 Termokonvektör Grupları	81
4.7.7 Kuru Soğutucularda Dikkat Edilmesi Gereken Malzemeler	81
4.7.8 Termokonvektör Bakımları.....	82
4.7.8.1 Soğutma Bataryasının Temizlenmesi.....	82
4.7.8.2 Muhafaza	82
4.7.8.3 Yedek Parça	82
4.8 VİNÇ.....	83
4.8.1 Çalışma Prensibi	84
4.8.2 Vinçler Neye Göre Sınıflandırılır?	85
4.8.2.1 Kule Vinç	86
4.8.2.2 Pergel Vinç	86
4.8.2.3 Sepetli Vinç	86
4.8.2.4 Gezgin Vinç	86
4.8.2.5 Tek Ray Vinç.....	86
4.8.3 Vinç Kullanım Alanları Nelerdir?.....	86
4.8.4 Dıştan Görülebilir Arızalar	87
4.8.5 İç Arızalar	87
4.8.6 Elektrik Arızaları.....	87
4.8.7 Vinçlerin Bakım ve Kontrol Talimatları.....	88

4.8.7.1 Vinçler İçin Genel Talimatlar	88
4.8.7.2 Halatlar İçin Genel Talimatlar	89
4.9 ASANSÖRLER.....	90
4.9.1 Asansör Çeşitleri	91
4.9.1.1 Elektrikli Asansörler	91
4.9.1.2 Hidrolik Asansörler	91
4.9.1.3 Yük Asansörü.....	92
4.9.1.4 Sedye Asansörü.....	93
4.9.1.5 Araç Asansörü.....	93
4.9.1.6 Panoramik Asansör	93
4.9.1.7 Özürlü Asansörü	93
4.9.1.8 Monşarj Asansör	93
4.9.1.9 Yamaç (Yatay) Asansörü.....	93
4.9.1.10 Makina Dairesiz Asansörler	93
4.9.2 Asansör Sınıfları	94
4.10 YÜK TAŞIMA ARAÇLARI.....	95
4.10.1 Transpaletler	95
4.10.1.1 Mekanik Transpalet Parçaları	96
4.10.1.2 Elektrikli Transpalet.....	96
4.10.1.3 Transpaletin Çalışma Şartları	96
4.10.1.4 Transpaletlerin Çalışma Prensibi.....	97
4.10.1.5 Bakım	98
4.10.2 Forkliftler	99
4.10.2.1 Forkliftlerin Çalışma Şartları	100
4.10.2.2 Forkliftin Sınıflandırılması.....	101
4.10.2.3 Bir Forkliftte Bulunan Parçalar	103
4.10.3 Towtrucklar	107
4.10.3.1 Towtruckların Çalışma Prensibi	107
4.11 AYDINLATMALAR (İÇ - DIŞ).....	108
4.11.1 Aydınlatmanın Türleri	110
4.11.1.1 İç Aydınlatma	110
4.11.1.2 İç Aydınlatmanın Hesaplanması.....	111
4.11.1.3 Dış Aydınlatma	112
4.11.1.3.1 Dış Aydınlatmanın Hesaplanması.....	112
4.11.1.3.2 Dış Aydınlatma Lüks Değerleri	113
4.11.1.4 İyi Bir Aydınlatmanın Sağlayacağı Faydalar	113
4.11.1.5 Armatürler.....	113
4.11.2 Işık	115
4.11.2.1 Işık Akısı	115
4.11.2.2 Parıltı	115
4.11.2.3 Işık Şiddeti	115
4.11.2.4 Aydınlik Düzeyi	115
4.11.2.5 Uzay Açısı	115
4.11.2.6 Kamaşma	116
4.11.2.7 Renk Sıcaklığı.....	116

4.11.2.8 Armatür Verimi	116
4.11.2.9 Etkinlik Faktörü	116
4.11.2.10 Kırpışma (Flicker)	116
4.11.2.11 Aydınlatma Hesabı Denklemleri	117
4.12 FABRİKA LED OTOMASYONU	118
4.12.1 Led Nedir?.....	118
4.12.1.1 Neden Led Tercih Edilmeli.....	118
4.12.1.2 Akıllı Aydınlatma Otomasyon Sistemi	119
4.13 ENERJİ VERİMLİLİĞİ	120
4.13.1 Enerji Yöneticiliği.....	120
4.13.2 ISO 50001:2018	121
4.13.2.1 İşletme Gözüyle ISO 50001.....	121
4.13.3 VAP Projeleri	121
4.14 BİNA OTOMASYONU	123
4.14.1 Neden Binalarda Otomasyon Sistemlerine İhtiyaç Duyulur?	123
4.14.2 Binalarda Otomasyon Sisteminin Faydaları Nelerdir?	123
4.14.3 Bina Otomasyonlarında Kullanılan Yazılımların Genel Özellikleri	124
4.14.4 Binalarda Otomasyon Sistem Öğeleri.....	125
4.15 YANGIN SÖNDÜRME SİSTEMİ	126
4.15.1 Çalışma Prensibi	126
4.15.2 Sulu Söndürme Sistemi.....	126
4.15.3 Gazlı Söndürme Sistemi	126
4.15.3.1 FM200 Gazlı Söndürme Sistemi	127
4.15.3.2. Aerosol Gazlı Söndürme Sistemi	128
4.15.4 Köpüklü Söndürme Sistemleri	129
4.15.5 Kuru Kimyevi Yangın Söndürme Sistemleri	130
4.15.5.1 Kuru Kimyevi Yangın Söndürme Toz Tipleri.....	130
4.15.6 Yangın Alarm Sistemleri.....	131
4.15.6.1 Yangın Alarm Butonu Nasıl Çalışır?	131
4.15.6.2 Konvansiyonel Yangın Alarm Sistemleri.....	131
4.15.6.3 Yangın Alarm Sistemi Nerelerde Kullanılır?	131
4.16 ANONS SİSTEMİ	133
4.16.1 Anons Sistemi Nedir?	133
4.16.2 Acil Anons Sistemi Yönetmelikleri ve Standartları.....	133
4.16.3 Anons Sistemi Nasıl Kurulur?	134
4.16.4 Acil Anons Sistemi Çalışma Prensibi.....	134
4.16.5 Anons Sistemi Ekipmanları	135
5. ÜRETİM EKİPMANLARI	137
5.1 MOTORLAR.....	137
5.1.1 Endüstriyel Uygulamalarda Kullanılan Temel Motor Tipleri	137
5.1.2 Taşınacak Olan Akışkanın Dış Ortamdan Yalıtılması	138
5.1.3 Endüstriyel Alanlarda Kullanılan 12 Temel Motor Tipi.....	138
5.2 POMPALAR	141
5.2.1 Pompaların Türlerine Göre Sınıflandırılması.....	141
5.2.2 Taşınacak Olan Akışkanın Dış Ortamdan Yalıtılması	142

5.2.3 Yumuşak Salmastra (Soft Seal).....	142
5.2.4 Mekanik Salmastra (Mechanical Seal)	143
5.2.5 Pompalarda Arıza Tespiti ve Onarımı.....	143
5.2.5.1 Olağandışı sesler.....	144
5.2.5.2 Pompada İç ve Dış Kaçaklar	144
5.2.5.3 Pompada Yanlış Montajlar	144
5.2.5.4 Sistemde Yüksek Sıcaklıklar	144
5.3 HİDROLİK	145
5.4 PNÖMATİK	151
5.4.1 Kompresörler.....	151
5.4.2 Hava Tankları	152
5.4.3 Bağlantı ve Sızdırmazlık Elemanları.....	152
5.4.4 Kurutucular	152
5.5 PLC.....	153
5.5.1 PLC Nedir?.....	153
5.5.2 PLC Kullanım Alanları Nelerdir?	153
5.5.3 PLC'lerin Temel Yapısı Nasıldır?	154
5.5.4 Giriş Belleği.....	154
5.5.5 CPU (Merkezi İşlem Birimi).....	155
5.5.6 Çıkış Belleği	155
5.5.7 PLC Haberleşme Modülleri	156
5.5.8 PLC'de Program İşleme Mantığı Nasıl Çalışır?.....	156
5.5.9 Temel PLC Programlama Dilleri Nelerdir?	157
5.5.9.1 Merdiven Diyagramı (LADDER)	157
5.5.9.2 Fonksiyon Blok Diyagramı (FBD)	158
5.5.10 PLC'lerin Avantajları Nelerdir?	159
5.6 ENDÜSTRİYEL BİLGİSAYAR	160
5.6.1 (IPC) Nedir?	160
5.6.2 Endüstriyel Bilgisayarların Endüstrideki Kullanım Amaçları.....	160
5.6.3 Endüstriyel Bilgisayarların Avantajları Nelerdir?.....	161
5.6.4 Endüstriyel Bilgisayar Çeşitleri	162
5.7 SENSÖRLER.....	163
5.7.1 Sensör Nedir? Ne İşe Yarar?	163
5.7.2 Sensör Teknolojisi Nedir?.....	164
5.7.3 Sensör Nasıl Çalışır? Çalışma Prensipleri Nedir?	164
5.7.4 Sensör Çeşitleri	166
5.7.5 Sensörler Nereelerde Kullanılır?	169
5.7.6 Ultrasonik Sensör Nedir? Nereelerde Kullanılır? Ne İşe Yarar?.....	169
5.7.7 Infra-Red (Kızılötesi) Sensör Nedir?	170
5.7.8 Passive Infra-Red (PIR) Sensörü Nedir?	171
5.7.9 Hall Effect Sensör Nedir?	171
5.7.10 NTC/PTC Sensörleri Nedir?	171
5.7.11 Yağmur Sensörü (Rain Sensor) Nedir?	171
TABLolar, GRAFİKLER, ŞEMALAR	173

Bu rehberde yer alan tüm bilgi, görsel, tablo ve grafikler bilgilendirme amaçlıdır, kullanılırken kontrol edilip doğrulanması önerilir.

ÖNSÖZ

Bu el kitabı, bugünün sanayi tesislerinde yürütülen bakım faaliyetlerine genel bir bakış ve günümüzün teknolojileri ışığında tüm bu faaliyetleri nasıl yürüteceğimiz konusunda bir rehber niteliği taşımaktadır.

İnsanoğlu uygarlıklarını geliştirir iken modernleştirdiği ekipmanlar ile hayati bağı hep oldu ve bu bağ kendiliğinden bakım kavramının hayatımızın bir parçası olmasını sağladı.

Sanayide kullanmış olduğumuz tüm ekipmanların çalışırken aşınmaya ve işlevlerini yitirmeye maruz kalmasından dolayı sanayinin gelişmesi ve seri üretim şartlarını sağlaması, bakımın da teknolojik olarak ilerlemesi ile mümkün olmuştur. Bugün itibari ile ekipman bakımı teknolojik gelişmelerin de desteği sayesinde reaktif olmaktan çok proaktif hale gelmiştir. Oluşan arızaları tamir etme durumundan, oluşacak arızaları tahmin ederek giderme noktasına gelindiği için, kayıp zamanları minimize eden yaklaşımlar hakim olmuştur.

Bu el kitabı, bugünün sanayi tesislerinde yürütülen bakım faaliyetlerine genel bir bakış ve günümüzün teknolojileri ışığında tüm bu faaliyetleri nasıl yürüteceğimiz konusunda bir rehber niteliği taşımaktadır.

Bu eserin sektörümüz için faydalı olacağı inancıyla, yayına hazırlanmasında emeği geçen tüm Bakım Çalışma Grubu üyelerimize ve desteğini esirgemeyen TAYSAD bünyesindeki profesyonel arkadaşlarımıza teşekkür ediyoruz.

**ALBERT
SAYDAM**

TAYSAD Yönetim
Kurulu Başkanı

**BERKE
ERCAN**

TAYSAD Yönetim
Kurulu Başkan
Yardımcısı

**SELÇUK
DEMİROK**

TAYSAD Yönetim
Kurulu Üyesi &
Bakım Çalışma
Grubu Lideri



TAYSAD BAKIM ÇALIŞMA GRUBU

Fotoğraftakiler Soldan Sağa: TAYSAD Genel Sekreter Vekili **Sevgi Özçelik**, Sarıgözoğlu Üretim Müdürü **Taner Taş**, Vestel Üretim Teknolojileri Geliştirme ve Bakım Şefi **Abdurrahman Boz**, Tezmaksan Kurumsal Müşteri İlişkileri ve Operasyonel Kiralama Direktörü **Yalçın Paslı**, TAYSAD Bakım Çalışma Grubu Lideri & Yönetim Kurulu Üyesi **Selçuk Demirok**, TAYSAD Başkanı **Albert Saydam**, TAYSAD Başkan Yardımcısı **Berke Ercan**, Norm Tooling Üretim Müdürü **Sadık Erdem Özdemir**, Toyotetsu Kıdemli Bakım Müdürü **Ali Kahraman**, Cavo Otomotiv Bakım Otomasyon Birim Yöneticisi **Hasan Mecit**, TAYSAD Kurumsal İletişim Uzmanı **Bircan Bulut Kaya**

ÇALIŞMA GRUBU'NDAN

Hep sanatçılar mı “sahne ile tanışmam 3-4 yaşlarına dayanıyor” diyecek?

Benim de sahne hep şantiye, fabrika ve üretim alanları, ışıkçıları, oyuncular, yönetmenleri de çevremizdeki elektrik, elektronik, makine mühendisleri oldu, onlarla birlikte büyüdüm. O yüzden sahnelerle tanışmam 4 yaş... Babam o zamanlar transformatör üretiyordu ve oyalamak için beni yanında götürdüğü bir gün ilk işimi verdi.

Üretimden çıkan transformatörlerin dış verniklemesi yapılıp kurutulduktan sonra karton kutusuna yerleştiriliyor. Benim de sarı renkli karton kutu üstünde ayrılmış alanına mürekkep damga ile 220 / 12 V AC. markasını vurmam lazım, yani en önemli iş benim, ben olmasam olmaz. Damga başına 1 lira istemiştım babamdan, transformatörün kendisi 50 kuruş imiş, yani sanayi kolay değil, erken öğrendim, bu paraya da çalışılmaz ki...

İlk iş tecrübemle “elektrik” işi tamamdı, kariyer yolunda hızla ilerledim, yeni alanım artık “elektronik”, eski ve bozuk lambalı radyoların iletkenlerini kesiyorum, tabii bana havya, lehim vermediklerinden altyapı eksik, iletkenleri birbirine sarıyorum, (+) , (-) , sinyal kablosu vb. gibi pek önemli değil, renkler zevkime göre, tamir ediyorum.

Hoş hiç çalışan olmadı, hep de biraz parça artar, zaten yaparken hep fazla koyarlar içine, ne gereksiz... İş hayatımın bir kısmı da bakımcı olarak geçti, bana verilen ilk ve en önemli tavsiye “çalışan makine, ekipman, sistem ellenmez, dert çıkar” oldu. Yalan da değildir bu, Murphy hep etrafta dolaşır.

Ama bir şey çalışırken de öğrenilmiyor ki. Ne zaman ki arıza olur, her ne ise uğraştığınız, ancak o zaman öğrenirsiniz. Gilbert Ryle kartezyen beden ve zihin düalizmi için söyler; “Makinedeki Hayalet”... Ruhları vardır, normal zamanlarda arızalanmazlar, Cuma ve yılbaşı akşamları ile bayramları pek severler. İhtiyacınız olduğunu bilirler, tam vardiya koyacaksınız ya da fazla mesai yapacaksınız. Naz yaparlar, iyi geçinmek gerekir onlarla, ilgi isterler; biz buna otonom, periyodik bakım filan diyoruz. Hal hatır soracaksınız, var mı bir sıkıntı, ona da kestirimci bakım deniyor.

Canlılar gibi seslerinden sıkıntıları anlaşılır, ateşleri çıkabilir, yüksek ateşi sevmeyiz, bu bazen başka hastalıkların belirtisidir. Yağ, vibrasyon analizi, termal görüntüleme, termikler, sensörler hep bundan.

Bakım hakkıyla yapılırsa zor iştir ama çok zevklidir, yoksa neden bakımcı olsun insanlar? Herkesin eller yukarı deyip kenara çekildiği zamandır bakımcıların zamanı.

Ama zor insan olurlar, ikna etmek zordur, her şeyin tekniğini, en doğrusunu kendilerinin bildiğine inanırlar, yeni mühendis ve yöneticileri tartarlar, tartmak ne kelime fark ettirmeden sınava da çekerler, inanırlarsa da saygıları hiç eksilmez, artık gece ve gündüz önemli değildir, kaç saattir çalıştığınız da...

Bu kitap zor insanlar tarafından zor meslektaşları için, emek verilerek hazırlandı.

Umuyorum bir tutam yararı dokunsun bütün bakımcı dostlarımıza ve sektörümüze.

Bir yerde, uygunsuz bir zamanda bir dertle uğraşan bir tek bakımcı bu gruba ve rehberi içinden geçirir ve iyi anarsa, bu da bize yeter.

Sürçülisan ettiyse affola.

Gönülden selam ve saygılarımla,

BERKE ERCAN

TAYSAD Yönetim Kurulu Başkan Yardımcısı

"Öğrencilik yıllarımda arkadaşlarla önünden birlikte geçtiğimiz askeri birliğin girişindeki levhada, kocaman puntolarla "Dönen tekerlek, zaferi müjdeler" yazıyordu. Bu sözün devamlılığı ve hayatiyeti, ekipmanlar bütününe bağlı bir organizasyon için ne kadar veciz olduğunu anlayamayan bizler arasında gülüşmelere neden olan bir anı oldu. İnsanoğlu uygarlıklarını geliştirirken modernleştirdiği ekipmanlar ile hayati bağı hep oldu ve bu bağ kendiliğinden bakım kavramının hayatımızın bir parçası olmasını sağladı.

Sektör için önemli bir kaynak olan bu eserin hazırlanmasında büyük emek gösteren tüm çalışma grubu üyelerimize teşekkür ediyorum.

SELÇUK DEMİROK

TAYSAD Yönetim Kurulu Üyesi ve
TAYSAD Bakım Çalışma Grubu Lideri

Kıymetli Bakımcı Arkadaşlarım,

TAYSAD Bakım Ekibi'nin bir üyesi olarak, tecrübemizden, firma kültürümüzden edindiğimiz bilgi ve birikimimiz ile sizlere rehber olması açısından bu bakım kitapçığını hazırladık.

Bu kitapçıkta birçok arıza ve müdahale şekilleriyle yönlendirmeler göreceksiniz. Unutmayın ki, arızalar birbirlerinin tekrarı veya benzeri olmayabilir. Tecrübelerinize yenilmeyin. Arıza müdahalelerinde Talimat ve Prosedürleri kendinize rehber edinin. Bu yol, hem sizlerin hem de arkadaşlarınızın emniyetli çalışan olmasına yardımcı olacaktır.

ALİ KAHRAMAN

TAYSAD Çalışma Grubu Üyesi
Toyotetsu Kıdemli Bakım Müdürü

Her şey ilk bisikletimin arızalanması ile başladı diyebilirim. Bulunduğum yerde ne tamir ettirebilirdim ne de yenisini alabilirdim. Arızasını tespit edebilmek için önce nasıl çalıştığını anlamam gerektiğini keşfederken sadece kullanırken ve her şey yolundayken böyle bir ihtiyacım olmadığını fark ettim. Bu eksikliği kendimde hep hissettim ve çalışan her makinayı nasıl çalışır bakışıyla incelemeye ve araştırmaya başladım. Tabi bunu yaparken çalışan bir çok şeyi bozarak... Zamanla çalışan her aksamda, mekanizmada, makinada daha iyi nasıl çalışır bakışı oluşmaya başladı ve mesleğimi seçmiş oldum. Ben kendimi keşfederek mesleğimi seçme şansına sahip oldum fakat bu şans her insan bulamayabiliyor. Umarım bu kitap, ilgisini çekecek insanların kendisini keşfetmesinde bir rehber olur.

HASAN MECİT

TAYSAD Çalışma Grubu Üyesi
Cavo Otomotiv Bakım Otomasyon Birim Yöneticisi

Zannedersem 5 yaşındaydım. Evimizde küçük bir lambamız vardı. Priz kısmındaki giriş lambanın üzerinde mevcut değildi. O zaman çocuk aklım ile lambanın üzerindeki ucu açık 2 kabloyu, evlerimizde bulunan topraklı prize direk sokunca devreyi tamamlayacağımı ve lambanın çalışacağını düşünüp prize sokmuştum. Sonrası malum, elimde tuttuğum lambanın bir anda patlaması ile sonuçlandı. Bunun üzerine, elime aldığım evde bulduğum (saat, uzatma prizler, bozulmuş küçük ev aletlerini, pilli arabalarımı) şeylerin içini açıp incelemeye ve anlamaya çalıştım. Bunun gibi ufak kazalar günümüzde tüm fabrikalarımızda yaşanmakta. Kitaptaki amacımız fabrikalarımızda kullandığımız ekipmanlar için yönlendirici ve yardımcı bir başucu kaynağı oluşturmak. Tüm paydaşlarımız için faydalı olmasını dilerim.

SADIK ERDEM ÖZDEMİR

TAYSAD Çalışma Grubu Üyesi
Norm Tooling Üretim Müdürü

Bakım mühendisi olarak göreve başladığım ilk yılı. Bakım dokümanlarına ve talimatlarına göre eğitim aldıktan sonra sahada bir alt ekipmanın bakımını yapıp işi birebir öğrenmek istedim. Talimatlarda açıkça belirtilmesine rağmen açılmaması gereken 3 vidayı açtım ve o bölgedeki kızakların da bakımını tamamladım. Sonrasında ekipmanı toplamak istediğimde sökülmesin diye işaretlenen vidaların yerine tam oturmadiğini fark ettim. Bütün gün denemeler yaptıktan sonra ekipmanı toplamama rağmen makineyi da çalıştıramadık. Çünkü söktüğüm vidalar iki eksenin birlikte çalışmasını sağlayan encoder sistemini sabitliyormuş. Yeri değiştiği için makine ekipmanı sıfır noktasında göremiyor ve üretim başlamıyordu. Bu tecrübe talimatların ne kadar önemli olduğunu öğretti. Sonraki iş hayatım boyunca hem kendim hem de ekibimle birlikte doğru talimat hazırlanmasını sağladık. Ayrıca talimatlara birebir uyum konularında son derece dikkatli olduk. Hazırlanan bu kitapta talimat yok ama talimatlardaki gibi bakım ve bakımcıya yol gösterip ışık olmasını umuyoruz.

ABDURRAHMAN BOZ

TAYSAD Çalışma Grubu Üyesi
Vestel Üretim Teknolojileri Geliştirme ve Bakım Şefi

Dört yıl kadar önce Bursa'da ziyaret ettiğim bir müşterimizin atölyesini gezerken uzaktan yeni gibi gözüken tezgâh bizim sattığımız bir markaydı ama satışını biz yapmamıştık. Müşterimize nereden aldığını sorduğum zaman İsviçre'den ikinci el olarak aldıklarını, fiyatının uygun olmasının yanı sıra tezgâhın her türlü bakımının yapıldığını, bakım dosyasının mevcut olduğunu dolayısı ile herhangi bir ilave çalışma yapılmadan tezgâhın kurularak üretime başladıklarını söylemişlerdi.

İşim gereği, Türkiye'de birçok işletmede gözlemlediğim takım tezgâhlarının çoğu kullanıma girdikten kısa süre sonra kirlenip, yağ içerisinde kalıyor ve garanti sürelerinde arızalanmaya başlıyorlar. Müşterimizin tezgâhı satın aldığı İsviçre'deki işletmeler neredeyse sıfıra yakın faiz oranları üzerinden borçlanarak bu yatırımları yaparken, Türkiye'deki işletmelerin dört, beş katı daha pahalı faiz oranları ile borçlanarak satın aldıkları ekipmanı bu şekilde kullanmalarına anlam vermekte zorlanıyorum. Satın alınan otomobillerle ilgili bakımlar düzenli olarak yetkili servislerde yapılırken, para kazanmak amacı ile satın alınan ekipmana aynı ilginin gösterilmiyor olması sanırım bakım bilincinin yeterince benimsenmemiş olmasından kaynaklanmaktadır. Tez maksan bünyesinde yaptığımız araştırmalarda makine arıza için gidilen servis hizmetlerimizdeki arızaların %70'nin bakımsızlıktan kaynaklandığı tespit edilmiştir. Servis maliyetleri dışında oluşan tezgâha bağlı duruş süreleri ve üretim kayıpları, ülke olarak ne kadar verimli çalışıldığını da istatistiklere yansıtmaktadır. OECD ülkeleri içerisinde yapılan araştırmalarda kişi başı üretim miktarı Türkiye için ortalamanın altında seyretmektedir. Tezgâh ve işletme ile ilgili bakımlarını yapan firmaların sayısı her geçen gün çoğalmakla birlikte, bakım konusunda almamız gereken çok daha uzun yol olduğunu düşünüyorum

Günümüz uluslararası rekabet koşullarında işletmelerin fark yaratabilmesi için sadece kaliteli, uygun maliyetli üretim yeterli olmayıp, işin sürekliliği açısından bakımın da önemli bir konu olduğu her geçen gün çok daha iyi anlaşılmaktadır.

Hazırladığımız bu rehberin amacı işletme, üretim, bakım yöneticilerine ve uygulayıcılarına;

- Bakım yönetimi
- Bakım teknolojileri
- Enerji verimliliği
- Maliyet düşürme yaklaşımları

Hakkında faydalı bilgiler sağlamak, güncel gelişmeleri ve iyi uygulama örneklerini takip edebilmeleri açısından bir yol göstermeye çalışmaktır.

Çalışma için TAYSAD Bakım Çalışma Grubu içerisinde farklı işletmelerde görev alan gönüllü üyelerle, kendi perspektifimizden değerlendirip, bakım rehberi içerisinde nelere ihtiyacımız olabileceğini öngörerek bir araya geldik. Bilgimizin olmadığı veya yeterli olmadığı konularda işin uzmanları ile irtibata geçerek güncel bilgileri, verileri temin ederek çalışmamıza ekledik.

Tüm okuyucular için faydalı olmasını diliyoruz.

YALÇIN PASLI

TAYSAD Çalışma Grubu Üyesi
Tez maksan Kurumsal Müşteri İlişkileri
ve Operasyonel Kiralama Direktörü

BAKIM REHBERİNİN AMACI

Günümüz uluslararası rekabet koşullarında işletmelerin fark yaratabilmesi için sadece kaliteli, uygun maliyetli üretim yeterli olmayıp, işin sürekliliği açısından bakımın da önemli bir konu olduğu her geçen gün çok daha iyi anlaşılmaktadır.

BAKIMDA ÖNEMLİ OLAN, ARIZA GERÇEKLEŞTİKTEN SONRAKİ YAKLAŞIMLAR DEĞİL, ARIZA OLMADAN ÖNCE ÖNGÖRÜLEBİLMESİDİR

Günümüz rekabet dünyasında imalatın adımlarından birisi Toplam Ekipman Verimliliği (OEE) olup, bu adıma ulaşmanın şartlarından bir tanesi de ekipman sağlığının izlenmesidir. Gelişen teknoloji ve tecrübe birikimi ile birlikte ekipmanlardaki olası arızalar önceden tahmin edilebilmekte, zamanında ve planlı yapılan bakımlar üretim duruşlarını minimum seviyelere indirmekle birlikte ekipman sağlığını uzun süre muhafaza edebilmektedir.

İmalat sürecine dahil olan bütün ekiplerin desteği ve katılımı ile sağlanacak olan bakım planlaması, küçük müdahalelerle çok büyük arızaların, sorunların önüne geçebildiği artık bütün işletmeler tarafından kabul edilen bir gerçektir. Günümüzde teknolojiler, yazılımlar, sensörler ve uygulamalar sayesinde oluşturulan akıllı takip sistemleri iş yükünü almakla birlikte, süreçlerdeki iyileştirmeler için her zaman insan tecrübesine ihtiyaç olduğu unutulmamalıdır.

Herhangi bir ekipmanın işletmeye maliyetinin ölçülmesi çok zordur. Ancak yapılan istatistiklere göre oluşan arızaların maliyeti, bakım maliyetinin dört ila on beş katı üzerinde bir maliyet oluşturmaktadır. Oluşan arızanın giderilme süresi uzadığı zaman işletmeye olan maliyeti katlanarak arttığı gibi, kimi durumlarda müşteri kaybına dahi yol açabilmektedir.

Geçmişte insan tecrübesine göre çözümlenen sorunlarla ilgili verilerin oluşturulmaması, modelleme yapılması konusunda en önemli sıkıntıdır. Dolayısı ile herhangi bir tahminde bulunmanın zorluğu, sonraki süreçleri de etkilemektedir.

Günümüzde teknolojiler, yazılımlar, sensörler ve uygulamalar sayesinde oluşturulan akıllı takip sistemleri iş yükünü almakla birlikte, süreçlerdeki iyileştirmeler için her zaman insan tecrübesine ihtiyaç olduğu unutulmamalıdır.



Bakımlar da kendi içerisinde çeşitlere ayrılmakta olup, her işletme kendi imalat sürecine göre bakım planlamalarını oluşturabilir.

Daha çok bakım operatörü yetiştirmeye odaklı yaklaşım içerisinde, teknoloji desteği ile birlikte ekipmana müdahale edebilmek önemlidir.

Geleceğin bakım teknolojileri, daha fazla ekipmanın olası arızalarını önceden tahmin etmeye dayalı akıllı sistemler üzerine kurulmaktadır. Dolayısı ile ekipmanda herhangi bir duruş yaşanmadan yapılacak müdahaleler, işletmeler için çok büyük avantaj sağlayacaktır.

Akıllı Bakım Sistemleri ile performans tahmini üzerine yönetilen süreçler “sıfıra yakın arıza” ile ekipman verimliliğini maksimum seviyelere çıkarabilmektedir.

Artık ham madde girişinden başlayarak en alt basamağa kadar bütün süreçlerin dikkatlice analiz edildiği imalat sektöründe ekipman duruşlarının maliyetler ve dolayısı ile karlılık üzerindeki etkileri son derece önemlidir. Ekipmandaki olası aşınmalar, imalat ürünlerine yansısı üretim ve fire adetlerinin yanı sıra kaliteyi de etkilemektedir.

Küresel imalatçılar, mevcut oyun kurallarını değiştiren yaklaşımlar benimseyerek bakım süreçlerini varlığa dayalı akıllı hizmet iş modeli oluşturmayı başarmışlardır. Bu sayede arıza süreleri minimum seviyeye indiği gibi arızlarda öngörülebilirliği artırmaktadır.

Ekipman performansının yakından izlenmesi sevkiyat öncesi kalite sorunlarını azaltmakta ve imalatçı firmaları, “arızalandıktan sonra düzeltirsin” anlayışı yerine “arızalanmadan önce tahmin et ve önle” anlayışına yönlendirmektedir.

Bakımın neden önemli olduğunu anlamak için, önleyici bakımın faydalarını değerlendirmek gerekir.



Artık ham madde girişinden başlayarak en alt basamağa kadar bütün süreçlerin dikkatlice analiz edildiği imalat sektöründe ekipman duruşlarının maliyetler ve dolayısı ile karlılık üzerindeki etkileri son derece önemlidir.



NEDEN BAKIM?

Sanayi devrimi ile birlikte kol gücünün yerini alan makineler, ikinci sanayi devrimine kadar çok fazla değişime uğramadan, mevcut makinelerin tamirleri yapılmak sureti ile üretim sektörüne destek sağlamışlardır. 2. Sanayi devrimi ile birlikte elektrik enerjisinin üretim hatlarına girmesi, değiştirilebilir parçalarla seri imalatın başlaması, sanayide rekabeti de ön plana çıkarmıştır. Dolayısı ile bu süreçte firmaların üretimdeki herhangi bir duruşa tahammüllerinin olmaması, bakım konusunu gündeme getirmiştir.

İşletmelerin imalattaki sürdürülebilirliği ve kalitesi için önemli faktörlerden birisi de bakımdır. Sahip olunan ekipmanın gerektiği gibi korunmaması, imalatla geçici veya süresiz duruşlara yol açabilmekte, bu da maliyetlere ciddi bir şekilde etki yapmaktadır. Arıza sonrasında tezgâhların tekrar çalışır vaziyete gelene kadar ki süreç birim başı işçilik maliyetlerini yükseltmektedir. Herhangi bir bakım planı olmayan işletmeler için bu duruşların maliyetlerini hesaplayabilmek çok daha güçleşmektedir.

Teknoloji her alanda olduğu gibi bakım dünyası için de ağırlığını hissettirmektedir. Gelişmiş bakım teknolojileri ile birlikte olası arızalar öngörülerek duruşların önüne geçilebilmesi sağlanmakta, bu konudaki ilerlemeler yapay zeka ile birlikte zamanında müdahale imkanı vermektedir.

Yalın üretimin en önemli unsurlarından birisi olan bakımın günümüz üretim sektöründe göz ardı edilmesi mümkün değildir. Üretimin sürekliliği, verimliliği açısından işletmeler için neredeyse zorunluluk haline gelmiştir.

Bakım yönetimi, kalite güvencesi adımlarını izleyerek, operasyonel verimliliği koruyup, fabrikadaki varlıkların optimum çalışma düzeyinde tutularak verimlilik ve süreklilik açısından hayati önem taşır. Gerektiği şekilde korunan varlıklar ve kaynaklar, üretimi istikrarlı olarak devam ettirdiği gibi olası arızaları da minimum seviyeye indirmektedir. Fabrikada yaşanan plansız duruşlar adeta bir kartopu etkisi yaratarak onarımdan başlayıp, fazla mesai, yedek parça ihtiyacı, sevkiyata gecikmeler, kalite sorunu, gelir kaybı gibi beklenmedik maliyetlere yol açabilir.

Yalın üretimin en önemli unsurlarından birisi olan bakımın günümüz üretim sektöründe göz ardı edilmesi mümkün değildir. Üretimin sürekliliği, verimliliği açısından işletmeler için neredeyse zorunluluk haline gelmiştir.

Düzenli bakımın temel amacı, üretim için gerekli olan bütün ekipmanların %100 verimle çalışabilmesini sağlamaktır. Günlük planlamalarla temizlik, yağlama ve küçük ayarlar yapılmak sureti ile olası büyük sorunların önüne geçilebilmesini sağlamaktır. Söz konusu çalışma için, işletmedeki en üst seviyedeki çalışandan en alta kadar katılımın olması durumunda başarı sağlanabilmektedir.

Herhangi bir ekipmanda beklenmeyen bir arızanın işletmeye gerçek maliyetinin ölçülmesi bazen çok zordur. Ancak yapılan çalışmalarda, her halükarda bakım maliyetinin üzerinde olduğu, dört katı ile on beş katı arasında gerçekleştiği tespit edilmiştir. Diğer taraftan oluşan arıza sırasında yaşanan üretim kayıpları maliyetleri daha da yükseltmektedir.

Teknoloji her alanda olduğu gibi bakım dünyası için de ağırlığını hissettirmektedir. Gelişmiş bakım teknolojileri ile birlikte olası arızalar öngörülerek duruşların önüne geçilebilmesi sağlanmakta, bu konudaki ilerlemeler yapay zeka ile birlikte zamanında müdahale imkanı vermektedir. Akıllı Bakım Sistemleri IMS (Intelligent Maintenance System) ile ekipman performansına dayalı sistemler “sıfıra yakın arıza” yaklaşımının benimsenmesi mümkündür.

Bakım yönetimi, kalite güvencesi adımlarını izleyerek, operasyonel verimliliği koruyup, fabrikadaki varlıkların optimum çalışma düzeyinde tutularak verimlilik ve süreklilik açısından hayati önem taşır.



“BAKIM” A GENEL BAKIŞ

“Bakım” kelimesi, Türk Dil Kurumunun Sözlüğü’nde “Herhangi bir dizgenin, işlevini sürdürmesini, olanaklıysa en yüksek verimle çalışmasını sağlamak için gerekli düzeltmeleri uygulamak amacıyla gerçekleştirilen hizmetler bütünü. Donanım dizgelerini oluşturan makinelerin bakımı gibi, yazılım dizgelerinin de bakımı söz konusudur. İzlenelerin son durumu, bunlara ilişkin belgelemenin günclenmesi, izleme dillerinin gelişmesi yazılıma dönük bakımla ilgili sorumluluklardır.” ile “Bir araç ya da aygıtın düzgün çalışması, uzun ömürlü olması için yapılması gereken işlemlerin tümü” olarak açıklanırken Oxford Sözlüğü’nde “Bir yolu, binayı, makineyi ve benzeri daha iyi durumda tutabilmek için yapılan işlerin bütünüdür” diye karşılık bulmuştur.

İngilizce karşılığı “Maintenance” olan bakım kelimesinin etimolojisi incelendiğinde, on dördüncü yüzyılda İngiltere’de ortaya çıktığı ve bugünkünden farklı olarak “Lord veya takipçileri tarafından başkalarının davalarına yapılan yanlış müdahale” anlamı taşıdığı, zamanla “finansal destek ve tedarik” olarak değiştiği ancak on beşinci yüzyılın başlarında “düzenli veya iyi durumda muhafaza etme” anlamına evrildiği görülmektedir. Eski Fransızcadaki “mainten” kelimesi “bakım, barınmak, korunmak” anlamlarını içermektedir.



Günümüz dünyasında “bakım” kelimesi genel olarak bir makinenin durumunu ve performansını, makine henüz yeniyken gibi koruyabilmek için yapılan çalışmaların tümü olarak adlandırılabilir.

Günümüz dünyasında “bakım” kelimesi genel olarak bir makinenin durumunu ve performansını, makine henüz yeniyken gibi koruyabilmek için yapılan çalışmaların tümü olarak adlandırılabilir.

Bakım faaliyetleri temelde “*planlı*” ve “*plansız*” olarak ikiye ayrılmakta olup planlı bakım; daha önceden planlanmış kontrol ve kayıt altında olan çalışmaların bütünü olarak açıklanmaktadır.

İşletmelerde uygulanan bakım yöntemleri ise dörde ayrılmakta olup, bunlar;

- Önleyici Bakım (Preventive Maintenance)
- Öngörücü Bakım (Predictive Maintenance)
- Düzeltici Bakım (Correvtive Maintenance)
- Arıza Bakımı (Breakdown Maintenance)
- Otonom Bakım (Autonomous Maintenance)

ÖNLEYİCİ BAKIM (PREVENTIVE MAINTENANCE)

Ekipmanın/makinenin kullanım süresine bağlı olarak mevcut durumunu öğrenmek, olası duruşların, arızaların önüne geçebilmek için periyodik olarak parçaların değişimi ve küçük müdahaleler içeren bakımdır. Periyodik muayene, temizleme, kontrol, yağlama gibi faaliyetler bu kapsamda değerlendirilir.

ÖNGÖRÜCÜ BAKIM (PREDICTIVE MAINTENANCE)

Çeşitli donanım, ölçüm aleti kullanılarak tahmine dayalı olarak yapılan bakımda zaman zaman duyu organları da kullanılabilir. Sıcaklığın elle, rulman kontrollerin ses ile yapılması gibi.

DÜZELTİCİ BAKIM (CORRECTIVE MAINTENANCE)

Ekipmanların, makinelerin durumunu, güvenilirliklerini doğaçlama yaparak artırmayı, izlemeyi hedefleyen bakımdır. Bu bakımın içerisinde periyodik olarak değiştirilen parçalar da yer almaktadır.

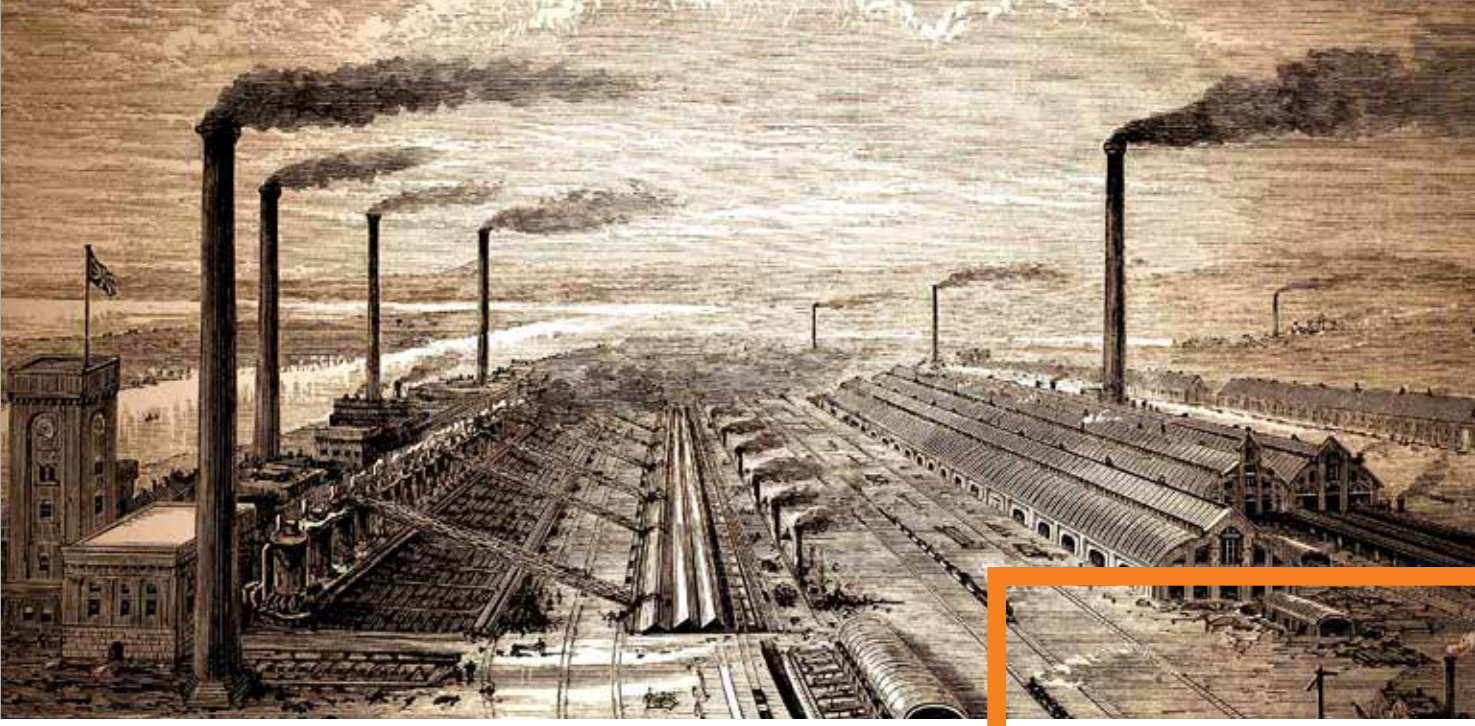
Yeni parçalarla yapılmakta olan değişimler güvenilirliği artırdığı gibi, hizmet sürecini de kolaylaştırmaktadır. Yapılan düzeltici bakım çalışmaları ile arızalar arasındaki ortalama süreler (MTBF) uzamakta, ortalama onarım süreleri (MTTR) ise hızlanmaktadır.

ARIZA BAKIMI (BREAKDOWN MAINTENANCE)

Makinenin veya ekipmanın herhangi bir müdahale olmaksızın arızalanması sonrasında yapılan bakımdır. Değiştirme maliyetinin düşük ve kolay olan önemsiz arızalar için uygulanmaktadır.

TOPLAM ÜRETKEN BAKIM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE):

Fabrikalardaki bakım ekibi dışında makineyi kullanmakta olan operatörler tarafından yapılmakta olan bakım çalışması olup temizlik, yağlama, gevşemiş vidaların sıkılması ve benzerleri gibi faaliyetleri içermektedir. Toplam Üretken Bakım'ın amacı, makineyi/ekipmanı kullanmakta olan operatörlerde bakım bilincinin oluşturularak, olası hasarların önüne geçebilmektir.



“BAKIM”IN TARİHÇESİ



Amun-Ra, Mut ve Khonsu'nun kutsal tekneleri

İnsanlığın başladığı zamana kadar ihtiyaçlarını karşılayan aletler yapmak için bakım gereksinimi vardı. Avcı toplumlarında, av için kullanılmakta olan balta, mızrak gibi aletlerin onarımı, keskinleştirilmesi ile başlayan bakım günümüzde hayatımızın hemen her alanında artarak devam etmektedir. Tarihte bakımla ilgili ilk kayıtlara MÖ 600 tarihinde Mısır'daki bir belgede ulaşılmakta olup, kutsal Amun-Ra gemisinin bakımı için gerekli olan sedir ağacının bulunamaması konusunda notlar düşülmüştü.

18. yüzyılın sonlarına doğru İngiltere'de başlayan birinci sanayi devrimi ile birlikte üretimde kullanılan buhar gücü ve makineler, tarımda ve imalat sanayisinde insanların yerini almaya başladılar. İlk teknolojik gelişmeler genel olarak zordu, üretim talepleri günümüzle kıyaslanınca oldukça düşüktü, dolayısıyla üretimdeki aksamalar çok da dikkate alınmadığı için “bozuluncaya, kırılıncaya kadar kullan” anlayışı benimsenmişti. İmkanlar dahilindeki tamirler operatörler tarafından yapılırken, tamir edilemeyen makineler için değiştirmek daha mantıklı bir yol olarak görünüyordu.

■
Birinci sanayi devrimi sonrası ilk teknolojik gelişmeler genel olarak zordu, üretim talepleri günümüzle kıyaslanınca oldukça düşüktü, dolayısıyla üretimdeki aksamalar çok da dikkate alınmadığı için “bozuluncaya, kırılıncaya kadar kullan” anlayışı benimsenmişti.

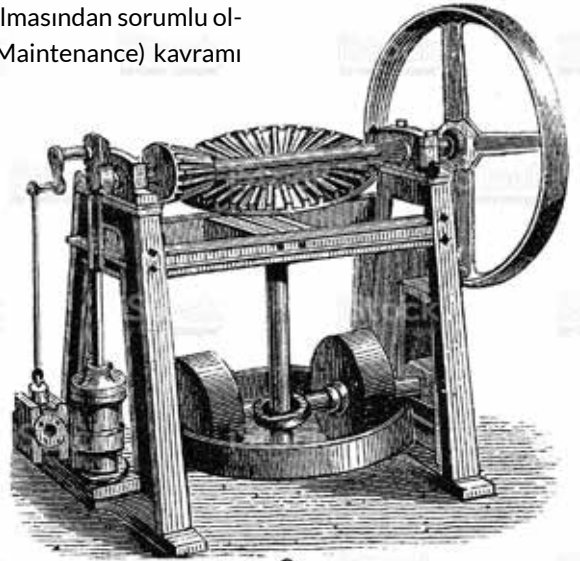
İkinci sanayi devrimi ile birlikte elektriğin keşfi, hem elektrikle çalışabilen yeni makinelerin icat edilmesine hem de fabrikaların uzun süre çalışabilmesine imkân tanıdı, bu aynı zamanda üretim ölçeğinin de büyümesi anlamına geliyordu. Fabrikalar üretim hattındaki insanları, makinelerle hızla değiştirirken, Henry Ford'un montaj hattı ile seri üretimi güçlendirmesi bakım ekiplerini proaktif hale getirmişti. Gerekli olsun ya da olmasın, belli parçaları belirli zaman aralıklarında değiştirmeyi içeren temel bir zamana dayalı bakım stratejisi TBM (Time Based Maintenance) işletmeler açısından üretimindeki kayıpların azaltılması için uygun bir seçenek olarak duruyordu. 1929 yılında Amerika'da yaşanan büyük buhran, azalan sermaye birikimi sebebiyle yeni makinelerin alımını durdurmuş, mevcut makinelerin tamirinin çalışanlarca yapılmaya başlaması ile bakım daha özel bir beceri seti haline gelmişti. Mevcut makinelerin tam kapasiteleri ile kullanımı, beraberinde arızalardaki artış ve yüksek bakım maliyetlerini de getirmişti, bütün bunlar bakım ekibinin sorumluluğundaydı.

İkinci Dünya Savaşı ile birlikte gelişmiş ülkelerdeki fabrikalar zorunlu olarak tüketim malları üretmekten, savaş için gerekli ürünlerin tedarikine yönelmişlerdi. Birçok alanda olduğu gibi üretim alanlarındaki erkek iş gücünün savaşa katılması sebebi ile yerlerini kadın çalışanlar doldurulmaya başladı, doğal olarak bakım konusunda da kadınlar devreye girmeye başlamıştı. Artık bakım, üretimden bağımsız bir işlev haline gelmişti.

Savaş sonrasında üretim tekrar tüketici tarafına dönerken üreticiler rekabette ayakta kalabilmek adına üretimlerini artırmaya başlamışlardı. Bu da hiçbir şey değişmezse bile bakım maliyetlerinin artacağı anlamına geliyordu ve fabrikalar önleyici bakım için daha fazla çaba göstermeye gayret ettiler. Savaştan büyük bir yenilgiyle çıkan Japonya'da, kalan işgücü ile ülkenin yeniden inşası için mevcut ekipmanlarını en iyi çalışır durumda tutabilmek için küçük işçi gruplarının kendi makinelerinde rutin bakımın yapılmasından sorumlu olduğu toplam üretken bakım TPM (Total Productive Maintenance) kavramı doğdu.

1960'lı yıllarda Amerika'daki Federal Havacılık Dairesi (FAA), yüksek çarpışma oranları sebebiyle havayolu endüstrisindeki önleyici bakım uygulamalarının etkinliğini araştırmaya başladı. Araştırma sonunda, parçaların belirli zamanlarda değiştirilmesinin sorunları her zaman azaltmadığını, bunun yerine oluşan arızaları anlamaya ve önceliklendirmeye yönelik güvenilirlik merkezli bakım RCM (Reliability-Centered Maintenance) oluşturulması ön plana çıktı. RCM kısa sürede makinelerin çok olduğu büyük işletmelerde benimsenmeye başladı.

Savaşın beraberinde artan üretim gücü, yenilikler, değişimler endüstride başka değişimlere yol açmış, elektriğin yükselişi ile birlikte otomas-



1860'lar çizilen bu gravürde, malzemelerin aynı anda öğütüldüğü ve bir sıvı ile karıştırıldığı bir makine tasvir edilmiş.



yon devri başlamıştı. Programlanabilir mantık denetleyicileri (programmable logic controllers) yani PLC'ler ve robotlarla birlikte üretim süreçleri otomasyona çevriliyordu. Yüksek performansla çalışan ekipmanlar, tezgâhlar beraberinde kaza riskini de getirdiği için çalışanların güvenliği bakımın sorumluluğuna girmişti. Yapılmakta olan işlerin kontrolü amacı ile teknisyenlerin bakım görevlerini takip amaçlı bakım yönetim sistemleri CMMS (Card Based Computerised Maintenance Managment System) kullanılmaya başlandı. Yapılan işlemler kağıt formlara yazıldıktan sonra, ekipmanlarla ilgili verileri girmesi için ilgili kişilere veriliyordu.

RCM kavramını temel alan bakım stratejisi 1990'lı yıllarda bakım kavramı ile birlikte risk kavramını da beraberinde getirmişti. Risk Tabanlı Bakım RBS (Risk Based Maintenance), yüksek riskli ekipmanların daha ağırlıklı bakım programına tabi olmasıyla birlikte oluşabilecek arıza risklerini önceliklendirerek bakım için ayrılan kaynakların optimize edilmesini amaçlıyordu.

1990'lı yıllarda bilgi işlem teknolojilerindeki gelişmeler, orta ölçekli işletmelerin Microsoft Access ve Excel tabanlı bakım yönetimi konusunda çalışmalarına destek oldu. Günümüzde benzer sistemleri kullanmakta olan işletmelerin sayısı oldukça fazladır.

2000'li yıllarla birlikte internet, bulut teknolojileri CMMS sistemlerinin daha verimli çalışmasına imkân sağlıyordu. Düşük maliyetli yazılımlar, abonelikler ve minimum maliyetli bilgi teknolojileri gereksinimleri CMMS'yi küçük işletmeler için de çekici hale getirmişti. Gelişmekte olan kablosuz ve mobil teknolojiler, birçok işletmenin internete bağlı akıllı cihazlarla bakım programlarına erişimini kolaylaştırıyordu. İnternet teknolojilerindeki hızlı gelişimler, kurumsal işletmelerdeki duruma dayalı bakım CbM (Condition Based Maintenance) ve önleyici bakım PdM (Predictive Maintenance) gibi gelişmiş bakım stratejileri konusunda önemli destekler sağladı. İnternete bağlı sensörler, titreşim, sıcaklık, ses ve basınç gibi varlıkların çalışma koşullarını anlık izleterek arızanın ne zaman oluşabileceğini önceden tahmin edebilmek konusunda başarılı oldular. Halen daha bu alandaki gelişmeler büyük bir hızla devam etmektedir.

“Tarihin en eski aracı bakıma girmiş miydi?”



2002 yılında Ljubljana Bataklıkları'nda bulunan dünyanın en eski tekerleği, Ljubljana Şehir Müzesi'nde sergileniyor. Aksı ile birlikte 5.200 yıllık ahşap tekerlek, hem yaşı hem de teknolojik mükemmelliği açısından dünya kültürel mirasının en önemli eserlerinden biridir.



BAKIM ÇEŞİTLERİ

a. Arızı / Reaktif / Düzeltici Bakım

Tesis içerisindeki makine ya da ekipmanlarda üretim sırasında meydana gelen arızalara yapılan müdahaleye arızı bakım denir. Arızı bakım bir ya da birden fazla noktada olmuş hata ya da hasarı anında ve hızlıca düzelterek üretim sürekliliğini devam ettirmek için tercih edilebilir.

Bu bakım yaklaşımında makine ya da parçaların kullanım ömrü sonuna kadar kullanılmış olur. Fakat yedek parça olmaması, tamir ve onarımın uzun sürmesi ya da oluşan arızanın birden fazla ekipman ya da parçaya zarar vermesi işletmelere büyük zararlar verebilir.

b. Önleyici / Planlı – Periyodik Bakım

Önleyici bakım çalışır durumda olan bir ekipmanın çalışır durumda kalmasına yardımcı olmak için, periyodik gözden geçirmeler ile düzenli olarak planlanan bakım anlamına gelir. Makinaların beklenmedik zamanlarda ekipman arızalarından kaynaklanan pahalı maliyetlerin önlenmesi için geliştirilmiştir.

Ekipmanların ihtiyaç duyduğu sıklıkta genel kontrol ve muayeneleri planlanmalıdır (haftalık-aylık-3 aylık gibi).

Bakım yönetim sisteminde; işletme bünyesinde yer alan kaynakların (insan, tesis, makina, ekipman, malzeme, para) en etkin ve verimli şekilde kullanılmasını sağlamak ve beklenmeyen arızalara anında müdahale ederek sevkiyat sürekliliğini sağlamaktır.

Bakım onarım ekibinin geniş tutulması planlı bakım sürelerini kısıltacaktır fakat oluşan arıza sayısı azaldığından bakım ekibinin verimliliği düşecektir.

Makine ya da parçaların kullanım ömrü bitmeden değiştirilmesi gerektiğinden bakım maliyetleri artacaktır. Parça maliyeti ve arıza olduğundaki maliyet kıyaslanmalıdır.

Birbirini etkileyen ikinci arızalar azalacaktır.

c. Kestirimci Bakım

Makine ya da ekipmanların fiziksel özellikleri ile işlevlerinin gerektirdiği durumlara göre, belirli ölçme ve değerlendirme tekniklerine göre yapılan, arıza oluşumunu engelleyen öngörmeli bir bakım uygulamasıdır.

Kestirimci bakımda, işletmelerdeki makinalar belli noktalardan izlemeye alınır. Bunun için, bir takım ölçüm cihazları kullanılır. Belli bir zaman aralığında alınan ölçüm sonuçları değerlendirilir. Elde edilen ölçüm değerlerinin eğilimi incelenerek, sistemde oluşabilecek arızalar makine iyi durumda iken bile önceden tespit edilir.

Kestirimci bakım bir cihazın arıza yapmak üzere mi olduğunu ya da durumunun genel olarak hangi safhada olduğunu belirtmek amacıyla teknik bilgilerin analizini sağlar. Problemler daha pahalı ve büyük arızalara dönüşmeden düzeltilirler. Bu yöntem, çalışan sistemi takip ederek olası arızaları tespit ettiği için sistemin gereksiz durmasına ve gereksiz parça değişimlerine engel olmaktadır. Ölçüm değerlerinin eğilimleri analiz edilerek bir planlı bakım programı hazırlanır ve sistem bakıma alınır.

Vibrasyon Analizi

Ultrasonik Analiz

Termal Görüntüleme

Yağ Analizi

Enerji Analizi

Diğer (Çalışma Süresi- Çevrim Sayısı-Makine Uyarıları)

d. Otonom Bakım

Operatörlerin kullandıkları makinayı sahiplenerek sürekli çalışır halde tutmak için uyguladıkları küçük duruşları önleyen faaliyetlerdir. Sadece makinada yapılan temizlik ya da yağlamalar değil üretim kaybına neden olan bütün duruşlarla ilgili geri bildirim faaliyetleri de otonom bakıma girmektedir.

Otonom bakımın sınırını İSG ve proses kuralları oluşturmaktadır. Operatörlerin görev tanımları, yetkinlikleri ve eğitimleri dışında kalan alanlarda otonom bakım adımı belirlenemez. Proses konusunda işletmenin üretim bakım varsa proses birimlerinin iş birliği ve ortak kararı ile otonom bakım sınırları çizilebilir.

Otonom bakımı 6 adımda özetleyebiliriz.

• Genel Temizlik ve Kontrol

Bu adımda otonom bakım uygulanacak makine ya da hat temizlenir. Bu adımın amacı kir ya da yabancı maddelerden dolayı görülmeyen makina kusurlarının görünür duruma gelmesidir.



- **Zorlukların Aşılması**

- Kirlilik kaynaklarının belirlenmesi,
- Ulaşılması zor yerlerin düzenlenmesi, temizliğin kolaylaştırılması
- Görsel kontrol yöntemlerinin yaygınlaştırılması
- Geçici standartların oluşturulması
- Otonom bakımın süresinin belirlenmesi (yağlama temizlik ve kontrol gibi) ve iş akışlarının çıkartılması için geçici otonom bakım adımları belirlenir ve uygulamaya başlanır.

- **Genel Kontrol**

- Operatörün geçici standartları uygularken ihtiyaç duyacağı uzmanlık seviyesine çıkabilmesi için gerekli olan eğitimler planlanır.

- **Otonom Kontrol**

- Eğitim alarak uzmanlaşan operatörler birlikte temizlik ve kontrol noktalarının verimliliği, İSG ve kalite anlamında da değerlendirilerek geri bildirimlerin toplandığı aşamadır.

- **Standartlaştırma**

- Verimlilik ölçümleri sonrasında geçici otonom bakım standartlarının kalıcı ve sürdürülebilir olanları ile yer değiştirilerek revize edildiği adımdır. İş akışları oluşturulur, standart iş talimatları hazırlanır veri kayıtları başlar.

- **Tam Otonom Bakım**

- Otonom bakım adımlarının kayıplarla ilişkilendirilmesi, kayıp analizler, eğitimler sonrasında küçük takılmaların hızlı şekilde operatör tarafından çözülmesi, bakım birimlerine doğru ve yönlendirici geri bildirimlerin oluşturulmasını sağlayan yetkin bir operatör düzeyini ifade eder. Bu aşamada verimlilik artmış işçilik ve kalitesizlik maliyetleri düşürülmüştür.

1. TEKNOLOJİ

1.1. VİBRASYON ANALİZİ



Araç sürerken direksiyonda hissettiğimiz vibrasyonlar (titreşimler), zaman zaman yaşadığımız depremler, hareket halindeki bir sarkaç günlük hayatta karşılaştığımız, ortada bir sorun olduğunu gösteren vibrasyon hareketlerinden bazılarıdır. Bir parçanın veya cismin kararlı konumundan sonra yaptığı hareket, vibrasyon (titreşim) olarak tanımlanmakla birlikte üretim süreçlerinde karşılaştığımız vibrasyonlar, çalışılan ortamda olası sorunların göstergesi olarak değerlendirilmektedir.

Makina üzerinde bulunan makina parçalarının içeriden ve dışarıdan gelen kuvvetlere verdiği tepkiye vibrasyon denir.

Titreşim sorunları, ilgili cihazın kurulumunda veya işletiminde herhangi bir zamanda ortaya çıkabilir. Bir titreşim problemini çözmek için neden ve sonuç arasında ayırım yapılmalıdır.

Vibrasyon analizi aşağıdaki problemleri tespit edebilir.

- Balanssızlık, Eksen kaçıklığı.
- Eğri mil, Çatlak mil
- Kaymalı yatak arızası, Rulman hasarlanması
- Mekanik gevşeklik, Yağlama
- Rezonans, Elektrik motor arızaları
- Dişli hasarları, Hidrolik akış problemleri,
- Kavitasyon

Ekipmanların yataklama kısımlarına ölçüm cihazı bağlanır. Ölçüm sonuçlarına göre bozulmalar tespit edilebilir.

1.2 ULTRASONİK ANALİZ



Birçok farklı endüstride ultrason teknolojisinin ilerlemesinden yararlanılmaktadır. Ultrasonik cihazlar nesneleri algılayabilir, mesafeleri ölçebilir, derinlemesine temizleyebilir olması sebebiyle bakımda da yoğun olarak kullanılmaktadır.

Ultrasonik kelimesi Fransızca “ultrason- ses ötesi”den alıntı olup “Kulağın duyamayacağı kadar yüksek ses, ultrasonik ses dalgalarıyla ilgili olan “ anlamına gelmektedir. Ses dalgaları yüzlerce yıldır birçok farklı nedenlerden dolayı incelenmiştir. Ancak ultrasonun gelişimi yarasalar tarafından kullanılan ekolokasyonun keşfiyle 1790 yılında başlamıştır. Biyolog Lazzaro Spallanzani , nesneleri ve yiyecekleri algılamak için yaydıkları yüksek frekanslı sesin geri dönüşünü dinleyerek havada manevra yapmak için işitme duyularını kullanarak ultrasonik aralığı uçuş modları olarak ilk kez belgeledi.

Birinci Dünya Savaşı, bir çok endüstride teknolojik gelişmeyi teşvik etmiştir. Bunlardan birisi olan ultrason teknolojisi orduların ilgisini çekiyordu. Bir sonar cihazı Birinci Dünya Savaşı sırasında batık denizaltıları tespit etmek için geliştirilen ultrason teknolojisinin ilk pratik uygulamasıydı.

Katı malzemelerdeki kusurları tespit etmek için ultrasonik testi kullanmaya yönelik ilk çabalar 1930'larda başlamış olup, 27 Mayıs 1940'da Michigan Üniversitesi'nden ABD'li araştırmacı Dr. Floyd Firestone ilk pratik ultrasonik test yöntemi için patent başvurusunda bulunmuştur.

Birçok farklı endüstride ultrason teknolojisinin ilerlemesinden yararlanılmaktadır. Ultrasonik cihazlar nesneleri algılayabilir, mesafeleri ölçebilir, derinlemesine temizleyebilir olması sebebiyle bakımda da yoğun olarak kullanılmaktadır.

Ultrason analizi, kaçak tespiti, mekanik muayene, elektrik muayenesi ve valf testi için birçok alanda kullanılabilir. Daha düşük satın alma maliyeti ve kullanım kolaylığı da avantaj sağlamakta olup, hızlı bir eğitim sonrasında sonuçları almaya başlayabilirsiniz.

Ultrasonik veya ultrason, 20 kHz'in üzerinde bir frekans seviyesine sahip ses dalgaları olarak tanımlanır. Bu frekans spektrumundaki ses dalgaları, normalde insanların duyabileceğinden daha yüksektir. Öngörücü bakımda kullanılan temassız ultrasonik dedektörler, havadaki ultrason dalgalarını algılar. Bu ultrason dalgalarının frekans spektrumları 20 ila 100 kHz aralığındadır. IR emisyonlarının aksine, ultrasonlar kaynaklarından nispeten kısa bir mesafe katederler. IR emisyonları gibi, ultrasonlar da düz bir çizgide hareket eder ve katı yüzeylere nüfuz etmez. Çoğu dönen ekipman ve birçok sıvı sistem koşulu, ultrasonik frekans spektrumunda ses kalıpları yayacaktır. Bu ultrasonik dalga emisyonlarındaki değişiklikler, ekipmanın durumunu yansıtır. Ultrasonik imza analizi, sıvı sızıntıları, vakum sızıntıları ve buhar kapalı arızalarının yanı sıra bileşen aşınmasıyla ilgili sorunları belirlemek için kullanılabilir. Küçük bir açıklıktan zorlanan sıkıştırılmış bir gaz veya sıvı, açıklığın akış aşağı tarafında güçlü ultrasonik bileşenlerle türbülans oluşturur. Böyle bir sızıntı insan kulağı tarafından duyulmasa da, ultrason taramalı ultrason cihazı ile yine de tespit edilebilir olacaktır.

Vakum sistemlerinde üretilen ultrason dalgaları sistem içinde üretilir. Bu ultrasonik dalgaların küçük bir yüzdesi vakum sızıntısından kaçır ve izlemenin kaynağına yakın bir yerde gerçekleştirilmesi veya algılama performansını artırmak için dedektör kazancının uygun şekilde ayarlanması şartıyla tespit edilebilir. Sistem vakumu veya sıvı sızıntılarına ek olarak, ultrasonik dalga algılama, bir sistem veya bileşen içinde oluşturulan anormal koşulları tanımlamada da yararlıdır.

Kötü yerleştirilmiş valfler (arızalı bir buhar kapalı durumunda olduğu gibi), sıvı valf yuvasını geçerken sistem sınırları içinde ultrasonlar yayar (sıvı borudan veya bağlantı duvarlarından sızıyorsa oluşan sesin imzaya benzer). Bu ultrasonlar, temas tipi bir ultrasonik prob kullanılarak tespit edilebilir.

Ultrasonik algılama cihazları, rulman durumunun izlenmesi için de kullanılabilir. Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) araştırmasına göre, izlenen bir ultrasonik frekansın (28 ila 32 kHz) genişliğinde 12-50 kat artış, rulman bozulmasının erken bir göstergesini sağlayabilir.

Ultrasonik algılama cihazları, belirli elektrik sistemi anormalliklerinin tespitinde daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Ark/izleme veya korona, teşhis edilen ekipmanın etrafındaki hava moleküllerini bozan ve bir düzeyde ultrasonik imza üreten bir tür iyonizasyon üretir. Ultrasonik bir cihaz, bu etki tarafından üretilen yüksek frekanslı gürültüyü algılayabilir ve heterodinleme yoluyla işitilebilir aralıklara çevirebilir. Her bir emisyon türünün kendine özgü ses kalitesi kulaklıklarda duyulurken, sinyalin nicelleştirilmesine izin vermek için sinyalin yoğunluğu bir metrede gözlemlenebilir.

Hava kaçakları doğrudan enerji kayıplarıdır. Küçük çaplı kaçaklar bile toplamda işletmeye büyük maliyetler getirmektedir. Kaçaklar ayrıca hattan ge-



Ultrasonik algılama cihazları, rulman durumunun izlenmesi için de kullanılabilir. Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) araştırmasına göre, izlenen bir ultrasonik frekansın (28 ila 32 kHz) genişliğinde 12-50 kat artış, rulman bozulmasının erken bir göstergesini sağlayabilir.



çen toplam debi miktarını artırdığından basınç düşümü problemlerine ve olası arızaların oluşmasına da zemin oluşturabilecektir. Yeteri kadar pnömatik gücün tedarik edilemediği bir hatta fazladan basınç düşümleri gerçekleşir.

Basıncı hava kaçakları genel olarak aşağıdaki nedenlerden kaynaklanmaktadır.

- Bağlantı elemanlarının aşırı ya da eksik sıkılması
- Mekanik hasarlar
- Pnömatik ürünlerin yanlış kullanımı
- Pnömatik ürünlerin yıpranması

Hava kaçakları üretim sırasında insan kulağı ile duyulması neredeyse imkânsızdır. Ultrasonik kaçak tespit cihazı küçük bir delikten sızan havanın neden olduğu ses dalgalarını toplar ve bu ses dalgalarının frekansını değiştirerek duyulabilir ses haline dönüştürür.

1.3 TERMAL GÖRÜNTÜLEME



Termal, Fransızca ısıya ait, “İlca, sıcak banyo” sözcüğünden alıntı olup, Fransızcaya Latince aynı anlama gelen thermalis sözcüğünden geçmiş-tir. Eski Yunanca ’da “thérm” - “ısı, sıcaklık” anlamına gelmektedir.

Endüstriyel dünyada, ısıyı ölçmek, potansiyel sorunları veya sürekli soğutma sıvısı gerekliliğini hedeflemenin anahtarıdır.

Tahmine dayalı bir teknoloji olarak veya basitçe iç veya dış ortamda-ki sıcak noktaları ölçmenin bir yolu olarak termografi, ısı farklılıkları kavramından çok daha kısa bir geçmişe sahiptir. Termal görüntüleme 1800’lerin başlarına kadar izlenebilir. Kızılötesi spektrum yeni bir keşif-ti ve mühendisler, insan gözünün görebileceği bir kızılötesi görüntüsü sağlayabilecek cihazlar yaratmaya başladılar.

1835 yılında, insan vücudundaki sıcaklık değişimlerini ölçebilen bir termo-elektrik cihaz yaratıldı. Bu cihaz, ortalama sağlıklı 98,6° F (37° C) seviyesine göre inflamasyonu ve ateşi ölçmüştür.

1900’lerin başında, ilk termal görüntü kameraları, diğer birçok film ka-merası türüyle hemen hemen aynı zamanda geliştirildi. Bu görüntüleme sistemleri, her iki Dünya Savaşı boyunca da yaygın olarak kullanıldı ve ABD’de incelenmek üzere Atlantik’te hızla yollarını buldu.

1947’de Texas Instruments ve ABD ordusu, bir kızılötesi hat tarayıcısı tasarlamak için ortaklık kurdu. Bu kameralar, fotoğrafları kullanarak ısı imzalarını izledi ancak gerçek zamanlı sıcaklıkları kaydedemedi. Aslın-da, günümüz termografisinin amaçları için ideal olmayan bir görüntü

Termal kamera ile ısı-
görüntüleme işlemi
kızılötesi ışınlardan
yararlanılarak
yapılmaktadır.
Mutlak sıcaklık
olan -273 °C’nin
üzerindeki tüm
nesneler termal
enerji yayılımı
yaparlar. İlgili
cihazlar ile bu enerji
yayılımı ekranlarda
görüntülenerek
ekipmanlar
üzerindeki bütün
anormallikler
belirlenebilir.



oluşturmak bir saatten fazla sürdü. Daha pratik bir kızılötesi kamera oluşturmak için dünyanın dört bir yanındaki araştırmacılar, 20. yüzyılın geri kalanı için kameralar ve termal okuma teknolojisi geliştirmek için çalıştı.

1960'lara gelindiğinde, termal kızılötesi görüntüleme sistemleri farklı endüstriyel ortamlarda uygulandı. Üretim sistemlerine, kimyasal sonuçlara ve genel sistem izlemesine termografik okuyucuların kullanımı uygulandı. 1990'ların sonunda, termografi tanı sistemleri imalat dünyasında yaygındı. Ancak yazılım programları, bugün sunulanlara kıyasla hala ilkel.

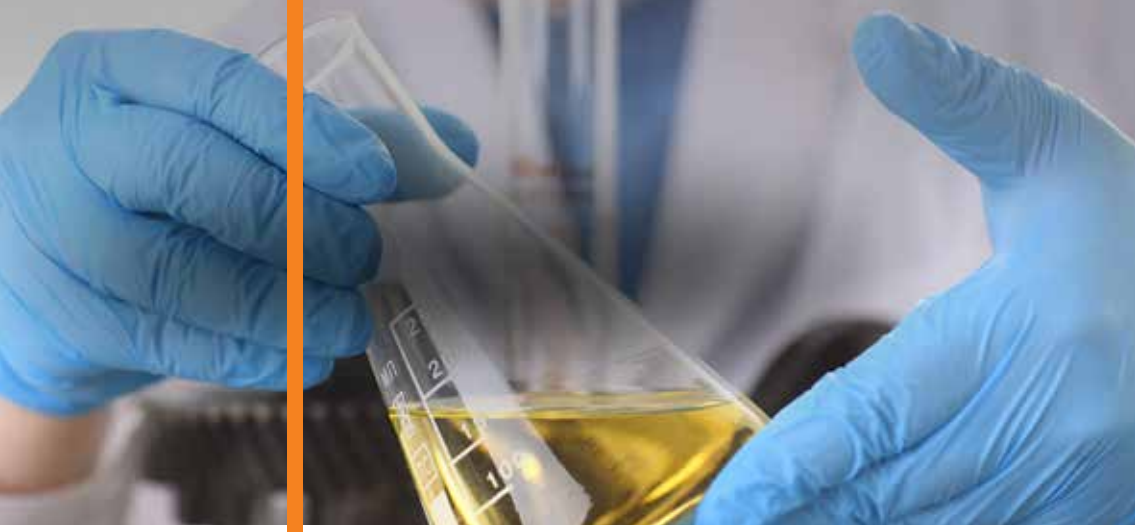
2000'li yıllar boyunca, bir derecenin binde birine kadar tanılama yapan son derece akıllı yazılıma sahip dijital termografi okuyucuları geliştirildi. Kablosuz bağlantıların üstel yaygınlığı, artan kullanıcı dostu uygulamalarla gelişmiş taşınabilir cihazların büyümesine izin verdi. Termografik yazılımların analiz yeteneklerini genişleten karmaşık programlar geliştirildi ve son derece doğru projeksiyonlar giderek daha fazla mümkün hale geldi.

Termal kamera ile ısı görüntüleme işlemi kızılötesi ışıklardan yararlanılarak yapılmaktadır. Mutlak sıcaklık olan -273°C 'nin üzerindeki tüm nesneler termal enerji yayılımı yaparlar. İlgili cihazlar ile bu enerji yayılımı ekranlarda görüntülenerek ekipmanlar üzerindeki bütün anormallikler belirlenebilir.

Termal kamera ile aşağıdaki noktalarda oluşabilecek değişiklikler tespit edilebilir.

- Makine panolarında gevşek elektrik bağlantıları
- Elektrik motorları
- Elektrik dağıtım hatları, trafo odaları

1.4 YAĞ ANALİZİ



■ Yağ analizi makinenin yağı ya da yağlama sistemi ile ilgili üç temel durumu açığa çıkarmada kullanılır. Bu analizdeki amaç sadece yağın doğru zamanda değişimini değil parçaların ömrünün uzatılmasını soğutma, aşınma engelleme gibi özelliklerini doğru olarak yerine getirmesi de garanti altına alınmış olur.

Günümüzde kullanılan en eski kestirimci bakım teknolojilerinden biri de yağ analizidir. Kullanılmış yağın ilk kez analiz edilmesi 1940'lı yıllarda Amerika Birleşik Devletlerindeki demir yollarında rastlanmaktadır. Yeni bir lokomotifin satın alınması ile harekete geçen teknisyenler, lokomotifin motorlarını izlemek için basit bir ekipmanla birlikte fiziksel testleri kullandılar. Yapılan yağ analizleri sonucunda ulaşılan başarı uygulamanın yaygınlaşmasını sağlarken aynı zamanda bakımın temellerinin de oluşturulmasına zemin hazırlamaktaydı. Demiryollarında ulaşılan bu başarı diğer sektörlerin de ilgisini çekmiş, 1950'li yıllarda Amerika Birleşik Donanmasındaki jetlerin motorlarını izlerken aynı yöntem kullanılmıştır. 1960'lı yıllarda hava kuvvetlerinde benimsenen bu anlayışla birlikte ilk olarak yağ analizi laboratuvarlarının da temeli atılmaktaydı.

Yağ analizi makinenin yağı ya da yağlama sistemi ile ilgili üç temel durumu açığa çıkarmada kullanılır. Bu analizdeki amaç sadece yağın doğru zamanda değişimini değil parçaların ömrünün uzatılmasını soğutma, aşınma engelleme gibi özelliklerini doğru olarak yerine getirmesi de garanti altına alınmış olur.

Yağ analizi ile birlikte 3 ana unsur açığa çıkarılabilir.

- Yağın genel durumu (viskozite, asidiklik ve kimyasal analiz gibi)
- Yağın içindeki kirleticiler (su)
- Yağ içindeki parçacık durumu

1.5 ENERJİ ANALİZÖRLERİ



Enerji analizörleri kompresörler, motorlar, soğutma sistemleri, aydınlatma üniteleri gibi iş ve meskenler gibi birçok alanda cihaz bazlı ölçümler yapabildiği gibi, elektrik iletim -dağıtım tesisleri, sanayi tesisleri veya binalar gibi büyük ölçekli, ölçümler için de yoğun olarak kullanılan multi fonksiyonel cihazlardır

Enerji analizörü; bir sitemdeki akım, gerilim, güç, harmonik, güç faktörü, frekans, gibi değerleri ölçebilen ve kaydını tutan cihazların genel adıdır. Şebeke analizörü ya da güç analizörü olarak da adlandırılır.

Enerji analizörleri, günümüzde üretimi kadar kalitesi de önemli bir hale gelen enerjinin, kaliteli şekilde dengelenmesi için önemli cihazlardır. Elektrikğin daha kaliteli ve kesintisiz olarak iletilmesi ve dağıtılması amacına hizmet etmek için geliştirilen çeşitli cihazlardan biri olan güç analizörü (şebeke analizörü), en genel anlamı ile enerjinin sürekli izlenebilmesini ve kayıt altında tutulmasını sağlayan yüksek teknoloji bir cihazdır.

Makinelerin ve sistemlerin an az enerji ile maksimum verimlilikte çalışmasını sağlamak tesis yöneticileri için her zaman birincil öncelik olmuştur. Günümüzde enerji verimliliği ve enerjinin analizi son yıllarda mühendislik alanlarının en fazla odaklandığı konuların başında gelmektedir. Enerjinin izlenebilmesi, enerji hareketliliğinin analiz edip yorumlanması, elektrik enerjisi kalitesinin artırılmasına yardımcı olur. Bir cihazın, bir evin, bir tesisin ne kadar enerji harcadığını ölçmek ve bunların raporunu almak ve bu raporlar doğrultusunda kullanılan enerjiyi analiz ederek optimize etmek enerji maliyetlerinin de düşürmesini sağlamaktadır.

Enerji analizörleri elektrikle alakalı değerlerin neredeyse hepsini ölçer ve hafızasında tutar. Eskiden birkaç farklı cihazla ayrı ayrı görülebilen değerler şimdi sadece enerji analizörleriyle görülebilir. Ampermetre, voltmetre, wattmetre, cosfi metre gibi ölçü aletleriyle elde edilen değerler ayrı ayrı okunabiliyordu. Enerji analizörlerinin geliştirilmesi ile elde edilen tüm bu değerler tek cihaz üzerinden görüntülenebilmektedir.

Gelişen teknolojiyle birlikte aynı zamanda enerji analizörleri ölçtükleri değerlerin haberleşme modülleri kullanılarak uzaktan izlenebilmesine de imkân vermektedirler. Röle çıkışları vardır ve sinyalleri uzağa taşınabilirler. Kompakt boyutlarda üretildiğinden pano kapağına taşınabilir ve enerji uygulamalarının hemen hepsinde kullanılabilirler. Tek ve üç fazdan ölçüm alan modelleri vardır.

Enerji analizörleri kompresörler, motorlar, soğutma sistemleri, aydınlatma üniteleri gibi iş ve meskenler gibi birçok alanda cihaz bazlı ölçümler yapabildiği gibi, elektrik iletim-dağıtım tesisleri, sanayi tesisleri veya binalar gibi büyük ölçekli, ölçümler için de yoğun olarak kullanılan multi fonksiyonel cihazlardır.

Akımın RMS değeri, faz açıları, tek faz-üç faz gerilimini ve RMS değerlerini, aktif-reaktif güç değerleri, güç faktörü, ortalama ve maksimum güçler, saatte harcanan aktif güç, şebeke frekansı gibi, özellikle sanayi kuruluşları için bilinmesi gereken yüksek önemde ki tüm elektriksel parametreleri ölçerler. Ölçtükleri değerleri ekranda gösterirler ve talep edilmesi halinde belleğe kaydederler ve depolarlar.

En önemli özelliklerinin başında haberleşme protokolleri dâhilinde istenildiği zaman bilgisayar ortamında uzaktan izleme yazılımları aracılığı ile izlenebilir ve kontrol edilebilir olmalarıdır. Sunduğu bu tür avantajlardan dolayı son yıllarda sanayi tesislerinde yoğun şekilde kullanır hale gelmiştir.

Elektrik hatlarında meydana gelen arızalar sektördeki en önemli teknik sorunlardan biridir. Bu arızaların sadece tespit edilmesi bile son derece zor iken, enerji analizörleri, sayesinde elektrik hattındaki bozulmalar, fazlalıklar ve kayıplar anında tespit edilebildiği için ilgili birimlere bu arızalara en kısa zamanda müdahale edebilme fırsatı sunar.

Enerji analizörleri, son yıllarda önemi artan enerji verimliliği projelerinde, yüksek kalitede enerji ve güç gereksinimini karşılamaya yönelik enerji tasarrufu amacıyla kilit cihaz olarak kullanılırlar. Bu projeler doğrultusunda, enerji tüketim değerlerinin enerji analizörü ile takip edilip iyi bir şekilde analiz edilmesi sonucu; çalışan ünitelerin sisteme etkisi, gizli tüketimler, aşırı yüklenmeler diğer arızalar gün yüzüne çıkar. Bahsi geçen bu tarz teknik problemlerin giderilmesi ve özellikle gizli tüketimlerin önlenmesi halinde ise kullanılan enerjinin kalitesi yüksek oranda artmış olur. Bu artış sayesinde de sistemde en az %10–15 arasında enerji kazancı elde edilmiş olur ve bu kazanç maliyet açısından sistemin yükünü büyük ölçüde hafifletir.

Modelden modele ölçülen ve kaydedilen değerler farklılık gösterebilir. Elde etmek istenilen verilerin enerji analizörü üzerinden elde edilip, edilmeyeceği konusunda araştırma yapmak faydalı olacaktır. Bu anlamda üretici kataloglarının dikkatlice incelenmesini öneririz. Aşağıda verilen değerler çoğu şebeke analizöründe kullanılmaktadır:

 Enerji analizörleri kompresörler, motorlar, soğutma sistemleri, aydınlatma üniteleri gibi iş ve meskenler gibi birçok alanda cihaz bazlı ölçümler yapabildiği gibi, elektrik iletim-dağıtım tesisleri, sanayi tesisleri veya binalar gibi büyük ölçekli, ölçümler için de yoğun olarak kullanılan multi fonksiyonel cihazlardır.

- Gerilim
- Akım
- Şebeke frekansı
- Güç faktörü
- Aktif/Reaktif/Görünür güç
- Gerilim kesintileri
- Gerilim yükselme ve çökmeleri
- Harmonik bozulma
- Transient
- Fliker
- Olay kaydı
- Enerji analizörü seçimi

Kullanılacak enerji analizörünü belirlemek için aşağıdaki soruları sormalı ve bu sorular ışığında doğru ürünleri belirlemelisiniz.

- Hangi ölçüm değerleri görüntülemek isteniyor?
- Tek fazdan mı üç fazdan mı ölçüm alınacak?
- Haberleşme özelliği isteniyor mu?
- Harmonikleri ayrıca görüntülemek istiyor musunuz? Kaçınıcı seviyeye kadar ölçmek isteniyor?
- Projeye özel bir uluslararası standart varsa seçeceğiniz enerji analizörü bu standartı sağlıyor mu?
- Enerji analizörü bağlantı şeması

Akım dengesizliği; güç sağlama sorunları, ayaklardan birinde alçak gerilim veya motor bobinlerinde yalıtım direnci kırılması gibi birçok farklı nedenden kaynaklanabilir. Analizör cihazlarıyla, üç fazlı bir sistemin üç ayağını da aynı anda kontrol edebilir ve geçici gerilimi algılayabilir. Sadece akım değil hat bazlı vardiya, gün / ay bazında enerji tüketimleri de karşılaştırılarak yavaş ilerleyen kötüye gidişler fark edilebilir.



1.6 DİĞER TEKNOLOJİLER



Makine ya da ekipman üzerinden alınan verilerle uygulamalara özel ölçülebilir kestirimci bakım yöntemleri oluşturulabilir.

- Motor-şaft hizalama
- İzolasyon direnç testi
- Valf açma kapanma süreleri
- Kayışlı bantlı sistemlerde hız kontrolü
- Hidrolik sistemler için debi kontrolü
- Pnömatik sistemler için basınç kontrolü



2. BAKIM YÖNETİMİ

Bakım Yönetimi, bir şirketin varlıklarını ve kaynaklarını korurken, zaman ve maliyetleri kontrol ederek üretim sürecinin maksimum verimliliğinin sağlanabilmesidir.

Fabrikalardaki başarı kriterlerinden birisi de uygulanmakta olan bakım yöntemlerin ne kadar verimli olduğudur. Birçok işletmede operasyonel verimlilik için bakım kilit bir rol oynamaktadır.

Bakım yönetiminin amacı maliyetleri, süreleri ve kaynakları kontrol ederek, şirketlerin varlıklarını ve kaynaklarını daha uzun süre korumaya çalışmaktır. Fabrikaların en önemli varlıkları olan makine ve ekipmanların işleyişi düzenli olarak kontrol edilerek, olası duruşların önüne geçmek sureti ile işletmenin verimliliği artırılmaya çalışılmaktadır.

Bu yüzden bakım yönetimi, işletmelerdeki beklenmeyen durumlar karşısında tüm süreçlerin kontrol edilebildiği bir sistemi oluşturmak ve çalıştırma üzerine kurulu olmalıdır. Bakım ekibinin en önemli görevlerinden birisi de doğru zamanlama ile doğru programlamadır. Bu yüzden fabrikalar kendi işleyişlerine paralel en uygun bakım stratejisini oluşturmak zorundadırlar. Oluşturulacak olan bu stratejilerle teknik arızlar ve duruşlar önlenerek ilgili makine ve ekipmanın düzenli olarak çalışması sağlanmaktadır. Oluşturulacak olan bakım yönetimi ile ;

Bakım yönetiminin amacı maliyetleri, süreleri ve kaynakları kontrol ederek, şirketlerin varlıklarını ve kaynaklarını daha uzun süre korumaya çalışmaktır. Fabrikaların en önemli varlıkları olan makine ve ekipmanların işleyişi düzenli olarak kontrol edilerek, olası duruşların önüne geçmek sureti ile işletmenin verimliliği artırılmaya çalışılmaktadır.

Günümüz dünyasında bakım yönetimi için yazılımlar geliştirilmiş olup süreçler Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemi (CMMS) altında takip edilebilmekte, gerekli bilgilerin tamamının bir merkezde toplanmış olması süreç yönetimini kolaylaştırdığı gibi maliyetleri de oldukça azaltmaktadır.

Operasyonel Verimlilik Artar: Doğru bakım yöntemi sayesinde ilgili makine ve ekipmanın en ideal çalışma şartları sağlanmasının yanı sıra ekonomik ömrü de uzatılmaktadır.

Zaman Tasarrufu Sağlanır: Planlı bakım çalışmaları ile makine/ekipman arızalarının duruş süreleri azaltılabilir, bu sayede onarım ve acil duruma bağlı parça değişimleri için gerekli olan zamandan tasarruf etmek mümkündür.

Güvenlik: Bakım planlaması yapılan makine(ekipmanın) çalışma koşulları ile birlikte hem çalışan operatörün hem de ilgili makine/ekipmanın güvenliği sağlanmaktadır.

Günümüz dünyasında bakım yönetimi için yazılımlar geliştirilmiş olup süreçler Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemi (CMMS) altında takip edilebilmekte, gerekli bilgilerin tamamının bir merkezde toplanmış olması süreç yönetimini kolaylaştırdığı gibi maliyetleri de oldukça azaltmaktadır.

Fabrikalardaki başarı kriterlerinden birisi de uygulanmakta olan bakım yöntemlerin ne kadar verimli olduğudur. Birçok işletmede operasyonel verimlilik için bakım kilit bir rol oynamaktadır.





3. DİJİTAL DÖNÜŞÜM

Son dönemde yaşamakta olduğumuz dijital dönüşüm, işletmeler için hayati önem taşıyan varlıkları için gerekli bakım süreçlerinin çok daha verimli ve doğru bir şekilde planlamasını sağlamaktadır. İşletmelerdeki dijital dönüşüm çalışmaları derinleştikçe diğer operasyon alanları da dahil olmak üzere, bakım çalışmaları dahil edilmektedir. Yöneticilerin, rekabetin yoğun yaşandığı sektörlerde ayakta kalabilmeleri için sahip oldukları varlıkların yönetimi ve sağlığının korunması öncelikli konulardan birisidir.

Varlık yönetimin dijitalleştirilmesi, işlerin planlanması, sarf malzemesi ve yedek parça depolarının yönetimi, olası sorunların zamanında ve doğru olarak belirlenmesi, toplanan verilerin analiz edilerek sürecin tamamının yönetilmesini sağlamaktadır.

Bakımını doğru yapan işletmeler bunu rekabet avantajı olarak kullanabilmektedirler. Bakım yapılan işletmelerde optimum performans değerlerine , minimum sorunla ulaşılabilmekte bu da verimlilik rakamlarına yansımaktadır. Geçmiş dönemlerde bakım denildiği zaman, herhangi



Varlık yönetimin dijitalleştirilmesi, işlerin planlanması, sarf malzemesi ve yedek parça depolarının yönetimi, olası sorunların zamanında ve doğru olarak belirlenmesi, toplanan verilerin analiz edilerek sürecin tamamının yönetilmesini sağlamaktadır.

bir tezgah/ekipmanda oluşan arızanın en hızlı şekilde giderilmesi anlaşılırken günümüz üretim sektöründe verimlilik, güvenlik, çevre, enerji tasarrufu, sürdürülebilirlik, maliyet, kalite ve müşteri hizmetleri yönetimini de içine alacak şekilde genişlemiştir.

Her bir fiziksel varlığın yaşam döngüsü üzerine kurulan bakım yönetimi, üretim faaliyetlerinin maliyetini azaltıp, ilgili varlığın düzenli çalışmasını, insana ve çevreye yönelik risklerin azaltılmasının yanı sıra işletmenin optimizasyon hedeflerine de katkı sağlamaktadır. Tüm aşamaları içeren bakım iş döngüsü sürecinde ;

- **İşin tanımlanması:** Sorunu ve çözümü belirleyip, işin yürütülmesi için önceliğin belirlenmesi,
- **Planlama:** Yapılacak işin tanımlanarak, uygun bir şekilde planlanması,
- **Çizelge oluşturulması:** Planlanan işle ilgili sürenin tanımlanması,
- **Yürütme:** Planlama ve programın yapılması, işin kolayca yürütülmesini sağlamaktadır,
- **Tamamlanma:** İşin bitmesi sonrasında gerekli bilgilerin toplanarak kaydedilmesi,
- **Analiz:** Geçmiş verilerin analiz edilerek iyileştirme fırsatlarının araştırılması,

Dijital Dönüşüm Varlık Bakım Sürecini Nasıl İyileştiriyor?

Günümüz teknolojileri insanların analiz kapasitesinin çok üzerindeki verileri işleyerek önleyici ve proaktif bakım stratejileri oluşturabilmektedir. Bu yüzden büyük veri, yapay zeka, artırılmış gerçeklik gibi teknolojilerin kullanımı teknik ve finansal bilgilerle bir araya geldiğinde işletmelere katma değer sağlamaktadır. Dijitalleşme ile birlikte kullanılan platformların sayesinde, daha uygun maliyetlerdeki çözüm alternatifleri üretildiği gibi, sürelerde de iyileştirmeler görülmüyor. Elde edilen büyük veri ile darboğazlar, verimsiz alanlar tespit edilebilmekte, bakım maliyetlerini azaltıcı destek sağlamaktadır.

Birkaç örnek verecek olursak;

Gecikmelerin kontrolü: Bakım süreçlerindeki olası gecikmeler maliyetleri yükseltmektedir. Teknoloji ile birlikte görev ve sorunların görünürlüğü arttığı için, işlerin zamanında yapılması sağlanmaktadır.

Etkin şekilde sorun giderme: Herhangi bir verinin olmadığı tezgah/ekipmanda oluşan arızanın çözüm süreci çok fazla bilinmezlik içermektedir. Dijitalleşme ile elde edilen büyük veri sayesinde bilinmezlikler giderilmekte olup, doğru zamanda doğru planlama imkanı yaratmaktadır.

Öngörücü bakım: Dijital dönüşüm, işletmelerin bakım süreçlerini çok daha verimli bir şekilde planlamasına olanak sağlar. İşletmedeki varlıkların ortalama % 70'i tezgâh/ekipman oluşturduğu için bunların maliyeti de oldukça önemlidir.

Enerji tüketiminin azaltılması: Dijitalleşme, bakım programlarının karşılanması





ve çevre üzerindeki etkileri sınırlarken, tezgah/ekipmanın optimum durumda muhafaza edilmesini sağlar,

Uzaktan çalışma: Yeni teknolojilerle birlikte destek masalarından verilen hizmetler çözüm süresini kısaltmasının yanı sıra seyahat maliyetlerini de azaltmaktadır.

Dijital envanter: Sarf malzemesi ve yedek parça ile ilgili envanterin dijitalleşmesi fazla siparişleri önlediği gibi gereksiz olan ürünlerin iadesi sürecine de katkı sağlar.

Dijital dönüşüm, işletmelerin tamamını kapsayan ve entegre olan, geri dönüşümü olmayan bir süreç içerisine girmiştir. Bu dönüşüm işletmeden, çalışanlarına, süreçlerden bakıma kadar her alana uygulanmalıdır.

İnsan kaynakları alanında yaşanan dijital dönüşüm, teknik yöneticileri de etkileyecek bir kültürel değişimi tetikleyerek iyileştirilmesi gereken alanlar ve entegrasyon için gerekli bilgi ve beceri sağlanacaktır.



4. YARDIMCI TESİSLER VE EKİPMANLAR

4.1 DOĞAL GAZ SANTRALLERİ

Doğal gaz güç santralleri, doğal gazı yakıt olarak yakarak elektrik üretimini gerçekleştirirler. Doğal gaz güç santralleri kullanım amaçlarına göre çok çeşitlidir. Tüm doğal gaz santralleri bir gaz türbinine, yanma odasına, jeneratöre ve kompresöre sahiptir. Doğal gaz sıkıştırılmış hava ile birlikte yakılarak, açığa çıkan yüksek enerjili sıcak gaz ile türbin-jeneratör sistemi ile elektrik üretilir. Termodinamiğin 2. yasasının bir sonucu olarak bu işlemde atık ısı açığa çıkar. Kombine doğalgaz çevrim santrallerinde bu ısı kullanılır.

4.1.1 Doğal Gaz Santrallerinin Çalışma Prensibi

- Dışarıdan alınan hava kompresörde sıkıştırılır.
- Sıkıştırılan hava yanma odasına iletilir.
- Yanma odasına doğal gaz verilir.
- Yanma odasında yakılan sıcak yüksek enerjili yakıt-hava karışımı gaz türbinine iletilir.

Doğal gaz güç santralleri kullanım amaçlarına göre çok çeşitlidir. Tüm doğal gaz santralleri bir gaz türbinine, yanma odasına, jeneratöre ve kompresöre sahiptir. Doğal gaz sıkıştırılmış hava ile birlikte yakılarak, açığa çıkan yüksek enerjili sıcak gaz ile türbin-jeneratör sistemi ile elektrik üretilir.

- Bu gaz karışımı enerjisini türbinde mekanik enerjiye dönüştürerek dış ortama atılır.

Doğal gaz santrallerini basit çevrimli doğal gaz santrali ve birleşik çevrimli doğal gaz santrali olmak üzere iki gruba ayırabiliriz.

Doğal Gaz Santrallerinin Bileşenleri

- Yanma Odası
- Gaz Türbini
- Buhar Türbini (Birleşik ve ısı güç santrallerinde bulunur.)
- Yoğuşturucu
- Buhar Üretici
- Kompresör
- Jeneratör

4.1.2 Doğal Gaz Santrallerinin Bakımları

Doğal gaz santrallerinin bakımları sırasında gaz türbini, buhar türbini, rotor soğutma fanı, fan, yağlama yağı, soğutma fanı, globe valf, üç yollu valf, çek valf, emniyet valfi, sürgülü valf, kelebek valf, küresel valf, motorlu valf, pnömatik valf, eşanjör, filtre, santrifüj pompa, tank gibi araçların bakımları ve revizeleri gerçekleştirilir.



4.2 TRAFOLAR



Trafonun tam adı transformatördür. Elektrik enerjisinin niceliklerini dönüştürmeye yarar. Elektriksel bir devre elemanına verilen isimdir aynı zamanda. İngilizce bir terim olan “transformer” kelimesinden günümüze trafo olarak evrilmiştir.

Trafonun tam adı transformatördür. Elektrik enerjisinin niceliklerini dönüştürmeye yarar. Elektriksel bir devre elemanına verilen isimdir aynı zamanda. İngilizce bir terim olan “transformer” kelimesinden günümüze trafo olarak evrilmiştir. Transformer kelimesinin Türkçe anlamı “dönüştürücü”dür. İsminden de anlaşılacağı üzere trafolar elektrik enerjisinin niceliklerini istenilen değere dönüştürmeye yarar. Trafolar gerilim seviyesini frekans değiştirmeden manyetik indüksiyon yolu ile dönüştürmek için kullanılan devre elemanlarıdır. Hareketli bir parçası bulunmaz; sabit bir çeşit elektrik makinesidir diyebiliriz.

4.2.1 Trafonun Çalışma Prensibi

Trafolar ince ve silisli saclardan oluşan kapalı bir manyetik gövdeye sahiptir. Bu manyetik gövdenin üzerine sarılan yalıtılmış iletken sargılardan meydana gelir. Ototransformatörler dışında trafolar iki sargı vardır; Bunlar birincil sargı ve ikincil sargıdır. Bu sargıların bir diğer adı primer ve sekonderdir. Primer ile sekonder sargıların elektriksel bir bağlantısı mevcut değildir. Trafolar halk arasında bilinenin tam tersine elektrik enerjisi üretmezler ya da aynı şekilde elektrik enerjisinin tüketimi de söz konusu değildir. İdeal bir trafo, elektrik enerjisini bir kayıp olmaksızın ikincil sargısına taşıyabilme kapasitesine sahip olmalıdır. Ancak kimi zaman sargı iletkenlerinin elektriğe olan direncinden dolayı küçük bir miktar güç trafo içerisinde kaybedilebilir. Ancak sözünü ettiğimiz gibi burada amaç tüm bu kayıpları en aza indirmektir.

4.2.2 Trafo Çeşitleri Nelerdir?

- Kuru tip ve yağlı tip trafolar
- Akım trafoları
- İzolasyon trafoları
- Oto-trafolar
- İç ihtiyaç gerilim trafoları

4.2.3 Trafoların Arızaları

- Transformatörün Aşırı Isınması
- Dış Devreden İleri Gelen Elektrik Arıza
- Manyetik Devre Arızaları
- Elektriksel Devre Arızaları
- Yalıtım ve Soğutma Maddesi

Yağ Kaçağı		
Yer	Muhtemel Nedenler	Düzeltilici Eylem
Vida bağlantılarından	Dişlerde yabancı madde	Yabancı malzemeyi çıkarın
	Zayıf konu	Dişleri kontrol edin ve gerekirse değiştirin
	Yanlış montaj	Uygun montajı sağlayın
Conta bağlantılarından	Yetersiz veya düzensiz sıkıştırma	Sıkı conta bağlantıları eşit şekilde sağlayın
	Contaların ve conta yüzeylerinin yanlış hazırlanması	Uygun contalar sağlayın
	Eski contalar	Yeni contalar sağlayın
Kaynak derzlerinden	Nakliye suçları, kusurlu kaynak	Uygun prosedürü izleyerek kaynakları onarın
Kavramalardan ve derzlerinden	Kaplinlerde çatlaklar	Kaplinleri değiştirin ve boru hatlarını kaplinlerin yakınında düzgün şekilde sabitleyin
	Arızalı bağlantı derzleri	Uygun kavrama eklemlerini ve sıkı vidaları yapın
Tahliye tapalarından	Arızalı diş kısmı	Dişli kısmı kontrol edin
	Arızalı yağ keçesi	Yağ keçesini değiştirin ve tahliye tapasını sıkın

Düşük Bozulma Gerilimi (BDV)		
Yer	Muhtemel Nedenler	Düzeltilici Eylem
Düşük BDV	İnaktif silika jelden dolayı trafo yağında nem kirliliği (pembe renk)	Silika jel kristallerini yeniden etkinleştirin veya değiştirin. Dielektrik dayanımını artırmak için transformatör yağını temizleyin
	Kapak aksesuarları etrafındaki sızıntılar	Sızıntılara dikkat edin, gerekirse contayı değiştirin. Dielektrik dayanımını artırmak için transformatör yağını temizleyin
	Yağışlı mevsimde nemli atmosfer	Dielektrik dayanımını eski haline getirmek ve BDV ve su içeriğini kontrol etmek için transformatör yağını temizleyin.

Burç Arızası

Yer	Muhtemel Nedenler	Düzeltilici Eylem
YG Burç flashover	Yıldırım deşarjı veya aşırı gerilim	Dönüşlerde veya uçta bir kopukluk, uç bobinde parlama izleri ve buna yakın topraklanmış parçalar olabilir
	Kirli burç	Her muayene sırasında porselen burcun temizlenmesini sağlayın
HV Burç porselen izolatör kombinezon kırık/çatlak	Dış isabet	Her muayene sırasında porselen burcun uygun temizliğinin ve görsel kontrolünün yapıldığından emin olun

Sargı Arızası

Yer	Muhtemel Nedenler	Düzeltilici Eylem
Primer sargı ucu açık devre / topraklı	Aşırı yüklenme veya sert lehimleme nedeniyle	Dönüşlerde veya uçta bir kopukluk, uç bobinde parlama izleri ve buna yakın topraklanmış parçalar olabilir
Şişkin ve dönüş arası kısa, ara tabaka kısa veya ara bobinler kısa	Bobinler büzülüyor yalıtım arızası arasında	Aşırı yükleme için araştırın ve buna göre düzeltici önlem alın
LV ve HV bobinleri arasında kısa devre	Yalıtım hatası	Transformatörün üretimi / geri sarılması sırasında, bobin yüksekliği sabitlenene kadar bobinler aşağıya doğru bastırılmalı, ısıtılmalı ve soğutulmalıdır.
Çekirdekte flaş desteği ve destek	Bobinin yanıl ya da yer değiştirmesi nedeniyle ölü kısa devre	Nomex kağıt yalıtım levhası sağlanmalıdır. H.V. ve L.V. yalıtım seviyesini güçlendirmek için bobinler. Bu yalıtım tabakasının yağ akışında herhangi bir tıkanmaya neden olmadığından emin olun
	Çekirdekte gevşek sarma	İyice kontrol etmek için kaldırılacak transformatörü ve çekirdeği değiştirin ve buna göre düzeltici önlem alın Mümkünse sarımı onarın

Yağın Aşırı Isınması

Yer	Muhtemel Nedenler	Düzeltilici Eylem
Transformatör yağının sıcaklık artışı	Kısa devre göbeği, göbek cıvataları / kelepçelerin izolasyon arızası vb. gibi dahili	İyice kontrol etmek için kaldırılacak transformatörü ve çekirdeği değiştirin. Gözlemlere ve yağ test raporuna göre düzeltici önlem alın.
	Koruyucuda düşük yağ seviyesi	Koruyucudaki yağ seviyesini kontrol edin ve gerekirse tamamlayın
	Slugged yağ	Çamuru gidermek için yağın saflaştırılması işlemini gerçekleştirin
	Fazla yükleme	Yükü ayarlayın

Düşük İR Değeri		
Yer	Muhtemel Nedenler	Düzeltilici Eylem
Düşük İR Değeri	Yağdaki nem	Yağı yüksek vakum tipi yağ arıtma tesisi ile arındırın ve yağı elektriksel dayanım ve su içeriği açısından test edin
	Sarım ve karot arasındaki izolasyon hatası	Transformatörü değiştirin. Aktif parçayı kaldırın ve sargının yalıtım hasarı olup olmadığını iyice kontrol edin ve buna göre düzeltici önlem alın.
	Dahili bağlantı izolasyon hasarına yol açar	Aktif parçayı kaldırarak ve hasarlı parçanın izolasyon kağıdını tekrar bantlayarak iç bağlantı kablolarını kontrol edin.
	Zayıf lehimleme	Ekleme temizleyin ve sert lehimleyin

Yağın Aşırı Isınması		
Yer	Muhtemel Nedenler	Düzeltilici Eylem
Uğultu sesi	Gevşek çekirdek	Aktif parçayı kaldırın ve tüm basınç cıvatarlarını ve sıkma cıvatarlarını sıkın.
	Bobinlerin büzülmesi nedeniyle gevşeme	Transformatörün üretimi / geri sarılması sırasında, bobin yüksekliği sabitlenene kadar bobinler aşağıya doğru bastırılmalı, ısıtılmalı ve soğutulmalıdır.
		Sarma basıncı cıvatarları ve göbek sıkma cıvatarları, büzölmeye dikkat etmek için devreye alındıktan sonra ilk periyodik revizyon sırasında sıkılmalıdır.

4.2.4 Trafo Bakımları

Trafo bakımları; trafonun genel dış temizliği, trafo merkezinin temizliği, yağlı tip trafolarla yağdan örnek olarak yağ üzerinde yapılacak testler, kesici-ayırıcı hücrelerin kontrolleri, koruma rölelerinin kontrolleri gibi birçok çalışmayı içerisinde barındırır. Ancak bu çalışmalardan daha önemlisi iş güvenliğidir. Çalışmaya başlamadan önce kesme, ayırma, topraklama gibi adımlar uygulanmalı son olarak enerjinin olmadığından emin olunduktan sonra çalışmaya başlanmalıdır. Yapacağımız işlem ne olursa olsun, ilk işimiz iş güvenliği olsun.

- Trafo çevirme oran testi (Ratio Test),
- Trafo izolasyon testi (YG/AG ; YG/Tank ; AG/Tank arası) ve polarizasyon indeksinin çıkarılması,
- Primer ve Sekonder sargı dirençlerinin ölçülmesi,
- AG ve OG bara ve kablo bağlantılarının kontrol edilmesi,
- Buchholz rölesi fonksiyon testi ve sahadan panoya gelen alarmların (Kesici açtırılarak test edilmesi) kontrolü,
- Yağ sıcaklık termometresi fonksiyon testi ve sahadan panoya gelen alarmların (Kesici açtırılarak test edilmesi) kontrolü,
- Yağ seviye rölesi fonksiyon testi ve sahadan panoya gelen alarmların (Kesici açtırılarak test edilmesi)kontrolü,

- Yağ delinme gerilimi testi,
- Yağ rutubet testi,
- Yağ kayıp faktör testi,
- Yağ iç yüzey gerilimi testi,
- Yağ asidite testi (PH ölçümü)
- İzolatör temizliğinin yapılması,
- Eklatör aralıklarının ayarlanması,
- Silika jellerin kontrolü, (gerekli ise değişimi)
- Yağ seviyesinin kontrolü,
- Yağ kaçaklarının contaların sıkılarak giderilmesi,
- Contaların tahrip olması durumunda onayınız halinde contaların değişimi,
- Yapılan bakım hizmetlerinin ve yağ analizlerinin ayrı ayrı raporlanması,
- Gerekli düzenleyici bakımların belirlenmesi,
- Trafo odasının genel temizliğinin yapılması

4.2.5 OG Kesiciler

- Kesici açma kapama zamanının ölçülmesi
- Motor kurma zamanı ve akımının ölçülmesi
- Bobin akım ve tepki süresi ölçülmesi
- Kontakların eşzamanlı kapanma testi
- Kontak geçiş dirençlerinin ölçülmesi
- Kesici mekanizmasının temizliği ve yağlanması
- Çekmeceli kesicilerde parmak kontakların özel kontak yağı ile yağlanması
- Tüm testlerin sonucunun, motor-bobin ve kutup karakteristiklerinin grafiksel dökümü ve ekipmanınız hakkında genel expertizi içeren bir bakım raporu hazırlanması.

4.2.6 OG Koruma Röleleri

- Sistemin yardımcı AC/DC beslemesinin kontrolü
- Röle koruma fonksiyonlarının akım gerilim enjeksiyonu ile kontrolü ve röle-kesici kombinasyonunun fonksiyon testinin yapılması
- Röle input-output değerlerinin kontrolü

4.2.7 OG Akım Röleleri

- Trafo oran testi
- Polarite testi
- Epoksi görsel kontrolü
- Primer bağlantı sıkılığının tork anahtarı ile kontrolü

4.2.8 OG Gerilim Trafoları

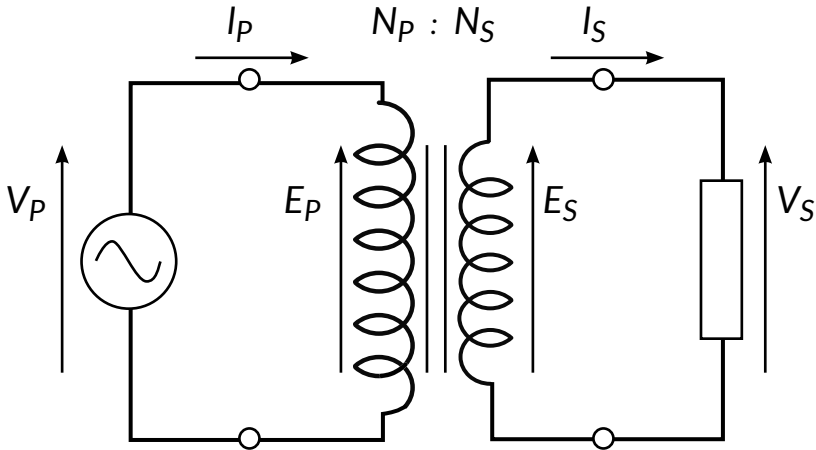
- Trafo oran testi
- Sigortaların kontrolü
- Epoksi görsel kontrolü
- Primer bağlantı sıkılığının tork anahtarı ile kontrolü

4.2.9 OG Sigortalar

- Sigorta dirençlerinin ölçümü ve analizi

4.2.10 OG Hücreler

- Hücrelerin kesici kompartımanlarının temizliği
- Toprak devamlılığı kontrolü
- İndikatörlerin ve ölçüm cihazlarının kontrol edilmesi
- Varsa hücre ısıtıcı fonksiyonlarının kontrol edilmesi
- Hücrelerin Topraklama ayırıcılarının kontrolü ve fonksiyon testleri
- OG Kablolarının ve kablo başlıklarının kontrolü
- Hücrelerin mekanik ve elektriksel kilitleme kontrolleri



$$\frac{V_P}{V_S} = \frac{I_S}{I_P} = \frac{N_P}{N_S}$$

4.3 JENERATÖRLER



■
Temel bir jeneratör, motor, yakıt deposu (veya yakıt kaynağı), voltaj regülatörü, hız regülatörü ve akü ve marş motoru gibi başlatma mekanizmasını içerir.

Fransızca “générateur” üretici, “elektrik üreten motor” sözcüğünden alıntı olup, Fransızca sözcük Latince generator “doğuran, üreten” sözcüğünden gelmektedir. Latince generare “üretmek” fiilinden türetilmiştir.

Bugün bildiğimiz jeneratör, 1830’larda Michael Faraday ve Joseph Henry’nin çalışmalarından evrildi. Bu iki mucit, şimdi “Faraday yasası” olarak bilinen elektromanyetik indüksiyon fenomenini keşfetti ve belgeledi. Prensip, çok teknik olmamakla birlikte, değişen bir manyetik akıyı çevreleyen bir elektrik iletkeninde bir elektromotor kuvvetinin üretildiğini belirtir. Buna dayanarak, Faraday ayrıca ilk elektromanyetik jeneratörü, yani Faraday diskini yaptı.

Faraday kanunu yayıldı ve 1832’de Fransız Hippolyte Pixii ilk dinamo jeneratörünü yaptı. Modeli, akım olmadan ayrılmış elektrik darbeleri yarattı. Kazara, ilk alternatörü de yarattı. Değişen akımla ne yapacağını bilmiyordu, bu yüzden DC gücü elde etmek için alternatif akımı ortadan kaldırmaya çalışmaya odaklandı.

1800’lere gelindiğinde, motorlar geliyordu. Genellikle benzin ve gaz-yağı ile çalışacak şekilde yapılmıştır. 1860’larda AC ve DC jeneratörler icat edildi. 1870’lerde, AC ve DC jeneratörler, Jablochhoff Candle adı verilen bir dış aydınlatma sistemini çalıştırmak için üretildi. 1879’da Thomas Edison ampülü icat etti. Edison ayrıca ilk kez 1882’de New York’ta kurulan bir DC jeneratörü icat etti.

Dinamo, endüstri için güç sağlayabilen ilk elektrik jeneratörüken, sonraki 30 yıl boyunca pil, elektrik sağlamanın en güçlü yolu olmaya devam etti. Ve pil bile sorun yaşıyordu. Washington DC'den Baltimore'a giden pille çalışan bir elektrikli tren arızalandı ve yeni elektrik alanı için büyük bir utanç kaynağı oldu.

Antonio Pacinotti'ye gidin. 1860 yılında Pacinotti ilk kez sürekli DC güç sağlayan bir dinamo yarattı. Birkaç yıl sonra, Werner Von Siemens ve Charles Wheatstone, zayıf kalıcı mıknatıs yerine kendi kendine çalışan bir elektromıknatıs kullanarak daha güçlü ve kullanışlı bir dinamo yarattı.

Elektrik için işler daha parlak görünüyordu ve 1871'de bir dönüm noktasına ulaşıldı. Zenobe Gramme, manyetik alanı, manyetik akı için daha iyi bir yol oluşturan bir demir çekirdekle doldurdu. Bu, birçok ticari uygulama için kullanılabilir olduğu noktaya kadar dinamonun gücünü artırdı. Gramme'nin icadı, dinamolarda yeni tasarımların patlamasına yol açtı, ancak yalnızca birkaçı verimlilik açısından üstün olarak öne çıktı. En güvenilir ve verimli dinamo tasarımı, 1876'da Amerikan Charles F. Brush'a verildi. Buluşu Telegraph Supply Company aracılığıyla satıldı.

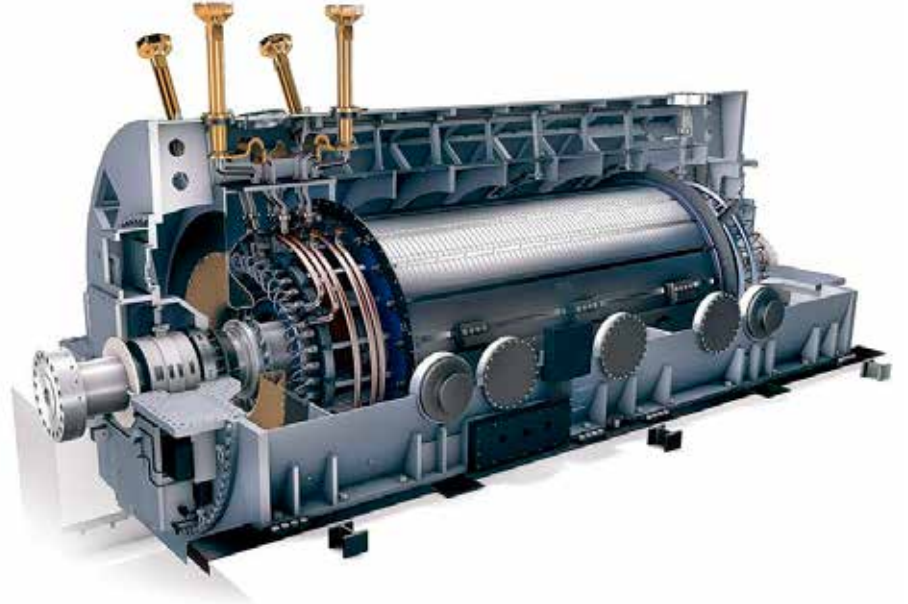
Yüzyılın sonunda, ABD, Almanya, İtalya ve diğerleri, daha iyi kontrol ve sonunda AC'nin rekabet etmesine izin veren güçlü elektrik motorlarına sahip AC sistemleri geliştirdiler. Bu, 1891'de Frankfurt'taki Uluslararası ElektroTeknik Sergisinde, üç fazlı AC gücünün, güç üretimi ve dağıtımı için en iyi sistem olduğunu kanıtladığı resmi hale getirildi. Mevcut ticari ilgi ve mali destek, Westinghouse, Siemens, Oerlikon ve General Electric'in başı çektiği jeneratör tasarımının geliştirilmesine yardımcı oldu.

Temel bir jeneratör, motor, yakıt deposu (veya yakıt kaynağı), voltaj regülatörü, hız regülatörü ve akü ve marş motoru gibi başlatma mekanizmasını içerir.

Şebeke elektriğinin kesildiği durumlarda, herhangi bir elektrikli cihaza enerji sağlamak üzere tasarlanmış makineye jeneratör denir.

4.3.1 Çalışma Prensibi

- Jeneratörlerin temel çalışma prensibi, mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürmek şeklindedir. Şebeke elektriğinin kesildiği durumlarda otomatik transfer anahtarı aracılığıyla çalışarak devreye girmektedir.



4.3.2 Jeneratör Bakımı

15 Günlük ve 3 aylık kontrollerde aşağıdaki işlemler yapılmaktadır.

- Yakıt seviyesi kontrolü
- Jeneratör Otomatik Durum Kontrolü
- Jeneratör Uyarı Kontrolleri
- Soğutma suyu kontrolü
- Yağ, su ve yakıt kaçak kontrolü
- Akü ve ünitesinin kontrolü
- Yağ seviyesi kontrolü
- Blok suyu ısıtıcısı çalışması kontrolü
- Bilgi ekranından Akü voltajı kontrolü
- Jeneratörün devreye giriş ve çıkış zamanları kontrolü
- Motor su seviyeleri ve su sıcaklığı bilgi ekranından kontrolü
- Senkronizasyon menüsü kontrolü

3 aylık jeneratör kontrollerinde ise yukarıdaki kontrollere ek olarak aşağıdaki kontroller yapılabilir.

- Antifriz, Hava filtresi ve göstergesi kontrolü
- Hava emiş sistemi kontrolü
- Yakıt ve havalandırma deliği kontrolü
- Akümülatör gözleri gaz çıkış delikleri kontrolü
- Radyatör peteklerinin temizliği
- Boru ve hortumların kontrolü

Periyodik ve bakım ekibi tarafından gerekli görüldüğü takdirde yapılması gereken bakım işlemleri;

- Titreşim amortisörleri kontrolleri
- Motor yağ değişimi ve filtre değişimi (200 saat)
- Yakıt filtresi değişimi (200 saat)
- Su filtresi değişimi, Hava filtresi değişimi (hava filtresi göstergesine göre)
- Enjektör ve valf ayarları
- Soğutma donanımı kontrolü ve temizliği
- Marş motoru ve şarj alternatörü, Turbo şarj kompresör çarkı difüzörü temizliği, Turbo şarj yatak boşluğu, Su pompası kontrolleri
- Motor üzerindeki musluklar açılarak soğutma suyu boşaltılması (2 yıl)
- Sisteme temiz su ve antifriz konulması (2 yıl)

4.4 KOMPRESÖRLER



Gaz, elektrik ve su ile birlikte basınçlı hava, çoğu modern endüstriyel ve ticari operasyon için gereklidir. Aletleri ve makineleri çalıştırır, malzeme taşıma sistemleri için güç sağlar ve kirli ortamlarda temiz, solunabilir hava sağlar.

Hava kompresörleri, birçok uygulama için sıkıştırılmış ve basınçlı hava sağlamak için çeşitli endüstrilerde kullanılmaktadır. Bu cihazlar artık inşaat ve üretim ekipmanlarına güç sağlamak ve kontrol sistemi valflerini çalıştırmak için bile kullanılıyor; önceki kompresörler çok daha az yönlüydü. Hava kompresörlerinin ortaya çıkışı binlerce yıl öncesine dayanmaktadır.

En eski hava kompresörü aslında insan akciğeri idi. İnsan vücudu oksijeni soluyabildiğinden, insanlar bir zamanlar nefeslerini ateş yakmak için kullanırlardı. Kendi hava basıncımızı sağlama eğilimi, metalurji pratiği yaygınlaştıkça MÖ 3000 civarında kayboldu. Metal ustaları altın ve bakır gibi çeşitli malzemeleri eritiyordu ve kısa sürede daha yüksek sıcaklıklara ihtiyaç olduğunu anladılar. Zaman ilerledikçe daha güçlü hava kompresörlerine olan talep artmaya başladı.

1500'de körük adı verilen yeni bir hava kompresörü türü icat edildi. Bu cihaz, daha yüksek sıcaklıklı yangınlar elde etmek için ideal olan konsantre bir hava patlaması üreten, elde tutulan (ve daha sonra ayakla kontrol edilen) esnek bir çantaydı. Yıllar sonra, 1762'de profesyonel mühendis John Smeaton, körüğü yavaşça değiştiren su çarkı ile çalışan bir üfleme silindiri tasarladı.

Smeaton'ın cihazı verimli olmasına rağmen, yerini 1776'da John Wilkinson tarafından icat edilen patlatma makinesi aldı; Wilkinson'ın patlatma makinesi, daha sonraki mekanik hava kompresörleri için arketip oldu.

Hava kompresörleri o günlerde metal işlemeden daha fazlası için kullanılıyordu; ayrıca madencilik ve metal imalatında ve yeraltı alanlarına

havalandırma sağlamak için kullanıldılar. İtalya-Fransa demiryolu sisteminin 1857 yapımı sırasında, büyük hava hacimlerini 8 millik inşaat tüneline taşımak için genellikle kompresörler kullanıldı. Kısa bir süre sonra, insanlar teknolojiyi kullanmanın daha fazla yolunu kavramsallaştırdı.

1800'lerde insanlar enerjiyi iletmek için hava kompresörlerini kullanmaya başladılar. Avusturyalı mühendis Viktor Popp, 1888'de Paris'te ilk kompresör fabrikasını kurdu; sadece üç yıl içinde Popp'un 1.500 kW'lık kompresör tesisi 18.000 kW'a ulaştı. Hava sıkıştırmasında daha fazla yenilik, süreci geliştirmeye devam etti ve kısa süre sonra elektrik ve pnömatik enerjiyi birleştirmeye başladı.

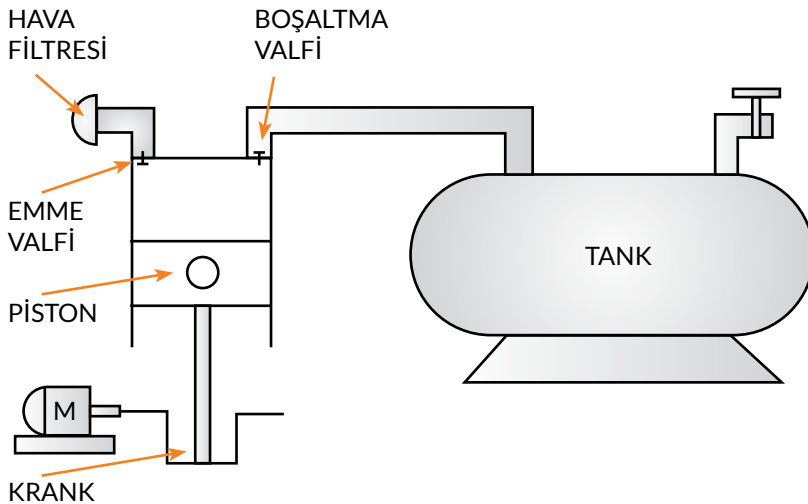
Bugün, dikkate alınması gereken çok çeşitli modern hava kompresörleri vardır. Basınçlı Hava Sistemleri, özel gereksinimlerinize bağlı olarak pistonlu, yağsız, araca monteli ve diğer hava kompresörlerini içeren geniş bir ürün yelpazesi sunar.

Gaz, elektrik ve su ile birlikte basınçlı hava, çoğu modern endüstriyel ve ticari operasyon için gereklidir. Aletleri ve makineleri çalıştırır, malzeme taşıma sistemleri için güç sağlar ve kirli ortamlarda temiz, solunabilir hava sağlar. Uçak ve otomobillerden mandıralara, balık yetiştiriciliğine ve tekstile kadar hemen hemen her endüstriyel segment tarafından kullanılmaktadır.

Bir tesisin basınçlı hava için yaptığı harcama, genellikle yalnızca ekipmanın maliyeti olarak düşünülür. Ancak enerji maliyetleri, basınçlı hava üretimindeki toplam harcamanın %70'ini temsil eder. Ülke genelinde elektrik fiyatları artıkça ve bakım ve onarım maliyetleri artıkça, en verimli ve güvenilir kompresörün seçilmesi kritik hale gelir.

4.4.1 Çalışma Prensibi

Elektrik motor gücünü kullanarak atmosferdeki havayı vakumlayarak çalışan kompresörler, içine çektiği havayı yüksek oranda tüpün içinde sıkıştırır.



4.4.2 Dıştan Görülebilir Arızalar

- Kompresör kayışlarının kayması veya kopması
- Kompresörün çalışmaması (dönmemesi)
- Pompanın çalışmaması (dönmemesi)
- Fanın çalışmaması (dönmemesi)

4.4.3 İç Arızalar

İç arızalar genellikle, sistemin çalışma basınçlarının ve sıcaklık derecelerinin izlenmesi ile teşhis edilebilirler. Mekanik arızaların çoğu görerek, sesle ve dokunma ile ve hiçbir özel cihaza gerek olmadan teşhis edilebilir.

- Hasarlı kompresör valfleri veya pistonları
- Genleşme valfi ayar elemanları arızaları

4.4.4 Elektrik Arızaları

- Soğutucu akışkanın kullanıldığı sistemde bir soğutucu tesis arızasına neden olan üç etki söz konusudur.
- Sistemde yetersiz düzeyde soğutucu akışkan vardır. (az yükleme)
- Sistemde aşırı düzeyde soğutucu akışkan varsa (aşırı yükleme)
- Soğutucu akışkan; yağ nem hava ve diğer gazlarla kirlenmiştir. (Suyu boşaltılması 2 yıl)
- Sisteme temiz su ve antifriz konulması (2 yıl)

Günümüz teknolojisinde kompresörler sensör ve algılama sistemleri ile donatılmıştır. Fakat çalışma sistemi sürekli geliştirilse de oluşan arıza tipleri aynı kalmaktadır. Aşağıdaki tablolarda oluşan arıza tiplerine göre bir kompresör sisteminde hangi kısımların kontrol edilmesi gerektiğine yönelik yönlendirici ipuçları verilmiştir. Ya da bu ipuçlarını bakım planına ekleyerek bu arızaların oluşma nedenlerin büyük bir kısmını önlemiş oluruz.

Kompresörden Boşalan Gaz Basıncının Yükselmesi	
Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Soğutucu gaz içine havanın karışması	Karışan hava boşaltılır.
Kondenser suyu sıcaklığının yüksek, miktarının az olması	Su sisteminde meydana gelen tıkanıklıklar temizlenir.
Kondenser borularının kireçlenmesi, su dağıtan sistemin bozulması	Borular temizlenir, su dağıtan sistem onarılır.
Yoğunlaşan soğutucu maddenin kondansörde toplanması	Kondansörde toplanan fazla sıvı alınır.

Kompresörde Emilen Gaz Basıncının Düşük Olması

Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Soğutucu madde boruları ve borudaki filtrelerin tıkanması	Filtreler ve tıkanmış borular temizlenir.
Sistemde sıvı akma hızının azalması	Selenoid valfler ayarlanır.
Soğutucu madde miktarının azalması	Soğutucu maddenin sızıntı kontrolü yapılır.
Genişleme supabının yeterince açık olmaması	Genişleme supabı yeterince açılır.
Kompresör çıkış vanasının tam açık olmaması	Söz konusu vana tamamen açılır.

Kompresörde Basılan Gaz Basıncının Düşük Olması

Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Soğutucu su miktarının fazla sıcaklığının düşük olması	Kondenserin su giriş ve çıkışındaki vanalar ayarlanır.
Kompresöre sıvı soğutucu maddenin girmesi	Genişleme supapları ayarlanır.
Sistemdeki soğutucu madde miktarının azalması	Soğutucu maddenin sızıntı kontrolü yapılır.
Kompresörde boşaltma supabının gaz sızdırması	Boşaltma supabı onarılır veya değiştirilir.

Kompresörde Emilen Gaz Basıncının Yükselmesi

Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Depolanan maddenin fazla olması	Depolanan madde miktarı ayarlanır.
Genişleme supabının çok açık olması	Genişleme supabı ayarlanır.
Kompresörde giriş supabı ve segmanlarının aşınması	Giriş supabı ve segmanlar onarılır veya değiştirilir.
Yağ ayırıcısından kompresöre sıkıştırılmış gazında yağla dönmesi	Yağın kompresöre dönüş sistemi kontrol edilir.

Çift Kontrol Sisteminin Durdurduğu Kompresörün Normal Basınca Erişildiği Halde Çalışmaması

Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Voltajın düşük olması	Voltaj kontrol edilir.
Kompresörün çalışmaya başlayacağı ayar basıncının yüksek olması	Sistem yeniden ayarlanır.
Çalıştırma düğmesinin kapalı olması	Düğme açılır.
Düşük basınç kontrol sisteminin bozuk olması	Sistem onarılır.
Yağ basıncı kontrol sisteminin bozuk olması	Sistem onarılır.
Soğutucu madde miktarının yetersiz olması	Sızıntı kontrolü yapılır. Soğutucu madde ilave edilir.

Çift Kontrol Sisteminin Durdurduğu Kompresörün Normal Basınca Erişildiği Halde Çalışmaması

Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Kompresörü zemine bağlayan cıvataların gevşek olması	Cıvatalar sıkıştırılır.
Volan kayışının gevşek olması	Kayış ayarlanır.
Krank mili doğrultusunun ayarsız olması	Doğrultu yatay düzleme paralel olarak ayarlanır.
Kompresöre sıvı soğutucunun girmesi	Genişleme supabı kontrol edilir. Çok açık ise kapatılır.
Piston kolu krank mili bağlantısının gevşemesi	Gevşeyen parçalar sıkıştırılır.
Kompresör çıkış vanasının tam açık olmaması	Vana tamamen açılır.

Yağ Sıcaklığının Yükselmesi

Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Silindirin su ceketine suyun gelmemesi	Su boruları kontrol edilip tıkanıklık varsa giderilir.
Su ceketinin kireçlenmesi	Su ceketi temizlenir.
Sıkıştırılıp, boşalan gazın sıcaklığının değişmesi	Sıkıştırılıp, boşaltılan gazın, kompresöre geri dönüp dönmediğine bakılır.
Karter sıcaklığının yükselmesi	Yağ ayırıcısından kartere yağ getiren boru ve vana kontrol edilir.
Mil yatağının gevşemesi	Mil yatağı sıkıştırılır.

Karterde Su Damlacıkları ve Karlanmanın Görülmesi

Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Kompresöre sıvı soğutucunun girmesi	Genişleme supabı çok açık ise ayarlanır.

Yağ Basıncının Düşük Olması

Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Elektrik motorunun tersine dönmesi	Elektrik fazlarının bağlantısı gözden geçirilir.
Yağ basıncı gösterge ibresinin eğilmiş olması	İbre doğrultulur.
Göstergeye giden borunun tıkanmış olması	Boru temizlenir.
Yağ pompasının arızalı olması	Yağ pompası onarılır.
Yağın dışarıya sızması	Sızıntı yapan yer onarılır.
Sistemde vakum meydana gelmesi	Emilen gaz basıncının düşük olması halindeki önlemler alınır.
Yağ miktarının azalmış olması	Makine yağının sistem içine dağılıp dağılmadığı kontrol edilir. Yağ ayırıcısı onarılır.

Yağ Basıncının Yüksek Olması

Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Yağ basıncı gösterge ibresinin eğilmiş olması	Gösterge ibresi doğrultulur.
Yağ sistemindeki boruların kapalı olması	Borular kontrol edilip açılır.
Yağ sıcaklığının düşük olması	Yağı soğutan sistem, yağ normal sıcaklığa erişinceye kadar durdurulur.

Yüksek Basınç ile Düşük Basınç Arasındaki Farkın Azalması

Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Sıvı soğutucu madde, evaporatörde buharlaşmış adan kompresöre girer.	Genişleme supabı ayarlanır. Sıvı ayırıcısında soğutucu sıvının ayrılması sağlanır.
Yağ ayırıcısında ayrılan yağın kompresöre dönmemesi	Yağın döndüğü sistem kontrol edilip onarılır.
Pistondaki yağ segmanının aşınmış olması	Yağ segmanı değiştirilir.
Sistem çalışmaz durumda iken soğutucu maddenin makine yağı altında sıvı halde basınç oluşturulup soğutucu maddenin bulunması, çalışmaya başlayınca birden buharlaşıp, yağı sürüklemesi	Sistem durdurulurken, karterde düşük gaz halinde bulunması sağlanır.

Yağ Ayırıcısının Anormal Sesler Çıkarması

Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Yağ ayırıcısının sisteme göre küçük olması durumunda, soğutucu gazın gaz ayırıcısına kısa aralıklarla çarpması	Yağ ayırıcısı değiştirilir, kapasiteye uygun büyüklükte yağ ayırıcısı takılır.
Şamandıra sistemi ve gazla yağı ayıran levhaların gevşemesi	Şamandıra sistemi ve levhalar sıkıştırılır.

Yağ Ayırıcısında Yağın Tam Olarak Ayrılmaması

Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Toplanan yağı otomatik olarak boşaltan şamandıra sisteminin arızalanması	Şamandıra sistemi onarılır, onarılamıyorsa değiştirilir.
Şamandıra sistemindeki filtrenin tıkanması	Filtre temizlenir.
Yağı kompresöre götüren borunun tıkanması	Boru temizlenir.
Yağla gazı ayıran delikli levha konumunun bozulması	Levhaların konumu düzeltilir.
Yağ ayırıcısının sistemin kapasitesine göre yetersiz olması	Sistemin kapasitesine uygun büyüklükte yağ ayırıcısı takılır.

Kondensördeki Soğutucu Sıvının Kondenser Borularında Düzenli Akmaması

Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Genişleme supabının büyüklüğü sisteme uygun değildi.	Sistemin büyüklüğüne uygun genişleme supabı takılmalıdır.
Genişleme supabı ve soğutucu borularının tıkanması	Tıkanabilecek noktalar kontrol edilir.

Kondensördeki Normal Basınçta Soğutucu Maddenin Yoğunlaşmaması	
Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Kondensöre hava girmesi	Hava boşaltılır, sistem vakum meydana gelmeyecek şekilde çalıştırılır.
Kondensör borularının kireçlenmesi	Borular temizlenir soğutma suyu olarak deniz suyu kullanılıyor ise boruların oksitlenmemesi için galvanize edilir.
Suyun miktarının yetersiz olması	Su pompası su boruları kontrol edilip gerekli onarımlar yapılır.
Soğutma yüzeyinin yetersiz olması	Sistemde kullanılan soğutucu madde miktarı fazla ise kondenser borularının yüzeyi yetersiz

Evaporatörün Yeterli Soğutma Yapmaması	
Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Soğutucu madde miktarının yetersizliği	Soğutucu madde ilave edilir.
Makine yağının evaporatörde toplanması	Yağ ayırıcısı kontrol edilip bozuksa onarılır.
Evaporatörün karlanması	Oluşan karlar defrost yapılır.
Tuz çözeltisi miktarının yetersizliği	Tuz çözeltisi miktarı artırılır.
Tuz çözeltisi sıcaklığının düşmesi	Tuz çözeltisi miktarı artırılırsa çözeltinin sıcaklığında anormal düşüş gözlenmez.

Kondensördeki Levhali Evaporatörlerde Levhalar Arasında Buzun Oluşması	
Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Evaporatör levhalarının dar olması	Levhalar genişletilir.
Soğutucu maddenin düşük sıcaklıkta buharlaşması	Genişleme supabı ayarlanır.
Depoda oluşturulan hava akımı hızının az olması	Vantilatör ve hava filtreleri kontrol edilerek arıza varsa giderilir.

4.5 KLİMA / HAVALANDIRMA SANTRALLERİ



Klima santrallerinin havayı toz ve parçacıklardan arındırması ve gerekli nem ayarlamalarını doğru bir biçimde yaparak aralıksız olarak çalışmasını sürdürebilmesi için yapılan işlemlere klima santrali bakımı denir.

Atmosferden alınan bir hava kütesinin, farklı koşullandırmalar neticesinde gerekli ortama aktarılmasına yardımcı olan cihaza, klima santrali adı verilmektedir. Klima santrallerinin, birbirinden farklı birçok çeşitte üretildiğini görebilmek mümkündür. Aspiratör, vantilatör, soğutma serpantini, filtre, ısıtma serpantini ve damper motoru, bilinen klima santrali çeşitleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak bunların dışında da klima santralleri görülebilmektedir. Bu santraller, cihaza ve kullanım amacına göre farklılık gösterebilmektedir.

Klima / havalandırma santrallerinin çalışma prensipleri her sistem için farklıdır. Genel olarak bütün sistemlerde; damper motoru, filtre, ısıtma ve soğutma serpantini, vantilatör ve aspiratör bulunur. Bunlar dışında kalan parçalar sistemin türüne göre değişiklik gösterir.

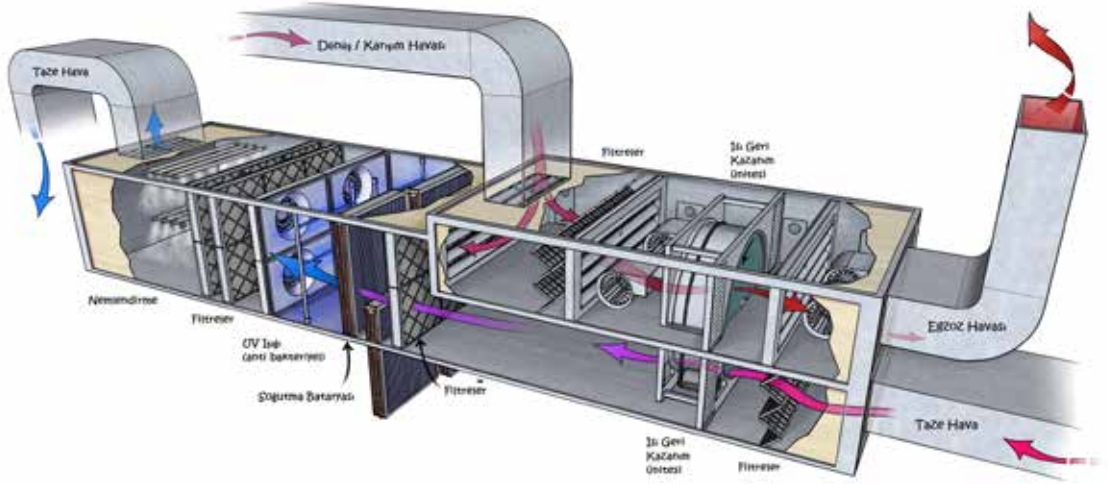
4.5.1 Klima /Havalandırma Santralleri Çeşitleri

Karışım Havalı Klima Santralleri: Egzoz havasını istenen miktarda taze hava ile karıştırabilen santrallerdir. Hücre üstünde bulunan egzost damperi vasıtası ile mahalden bir miktar hava egzost edilir ve bu oranda diğer damperden taze hava alınan sistemlerdir.

Isı Geri Kazanımlı Klima Santralleri: Mahalden alınan taze havanın egzoz havası yardımı ile ön ısıtılmasını (soğutulmasını) sağlayarak, taze havanın entalpi ve sıcaklığını, iç hacim şartlarına yaklaştıran sistemlerdir.

Taze Havalı Klima Santralleri: Atmosferden alınan temiz havayı, şartlandırılmış bir şekilde ilgili alana gönderen sistemlerdir.

Hijyenik Klima Santralleri: Hastaneler, laboratuvarlar, ilaç sanayi ve benzeri steril mahal uygulamalarında isteğe bağlı olarak havalandırma, ısıtma, soğutma, nemlendirme ve çok kademeli filtrasyon fonksiyonlarından birini veya birden fazlasını yerine getiren merkezi sistemlerdir.



4.5.2 Klima / Havalandırma Santralleri Bakımları

Klima santrallerinin havayı toz ve parçacıklardan arındırması ve gerekli nem ayarlamalarını doğru bir biçimde yaparak aralıksız olarak çalışmasını sürdürebilmesi için yapılan işlemlere klima santrali bakımı denir. Periyodik bakım işlemlerinin dışında klima santrali arızası ve tamiri esnasında yapılacak temel işlemler hava filtresi ve kabin anti bakteriyel temizliği, motor ve fan motorları kontrolleri, kayış kasnak eksen balanssızlık testleri, soğutucu akışkan gazı ölçümü, elektriksel ölçümler, PLC modüller ile saha ekipmanlarının haberleşme ve sinyal kontrolü, tüm pano şalterlerin faaliyet kontrolü, DDC ve MCC Elektrik panoları içerisindeki tüm kablo bağlantı vidalarının kontrolü gevşek olanların sıkılması, sisteme ait panolar üzerinde bulunan pano fanlarının faaliyet kontrolü, fark basınç, sıcaklık ve debi sensörlerinin faaliyet kontrolü, klima santrali üzerindeki tüm emniyet elemanlarının faaliyet kontrolü arızalı olanların değişimi ve diğer genel kontrollerdir.

Problem	Belirti	Olası Neden	Çözümler
Gürültü	Kanat, emiş çerçevesine çarpıyor	• Hasarlı kanat • Hasarlı emiş çerçevesi • Rotor şaft üzerinde merkezlenmemiş • Şaft rulman üzerinde gevşek	• Kanadı düzeltin veya değiştirin. • Çerçeveyi düzeltin veya değiştirin. • Rotoru sıkıştırın • Şaftı sıkıştırın
	Kayış kasnak sisteminde gürültü	• Kayışlar çok gevşek • Kayışlar aşınmış • Kasnaklar eksende değil • Motor rulmanları hasarlı	• Kayış gerginliğini ayarlayın • Kayışları değiştirin • Kaynak eksenlerini ayarlayın • Rulmanları değiştirin
	Titreşim	• Titreşen kanallar • Titreşen gövde parçaları	• Kanalları sabitleyin • Parçaları sabitleyin
Hava akışı yok, motor çalışmıyor	Motora akım gitmiyor	• Elektrik kesik • Motor rulmanı sıkışmış	• Arızayı bulun ve giderin • Rulmanları yağlayın
Motor çalışıyor, hava akışı yok	Fan çalışmıyor	• Rotor-şaft bağlantısı gevşek	• Rotoru sıkıştırın, kayışları kontrol edin
Düşük hava akımı	Kayışlar kayıyor	• Kayışlar sıkı değil veya yağlı	• Kayış gerginliğini artırın ve yağı temizleyin
	Sistemin basınç tarafında fazla kaçak	• Kapılar gevşek, kanal bağlantıları izole edilmemiş	• Kapıları ve kanal bağlantılarını kontrol edin
Yüksek hava akımı	Aşırı motor akımı	• Besleme voltajı düşük • Menfezler monte edilmemiş • İlk basınç farkı düşük	• Motor tarafından çekilen akımı ölçün • Menfezleri monte edin • Damperleri kullanarak hava debisini ayarlayın
Isıtma serpantini Isıtma yok	• Boyler kapalı • Isıtma serpantini soğuk	• Enerji kesik • Boyler sıcaklığı düşük	• Pompa, termostat, saat arızalı olabilir. Yakıt borusu tıkalı olabilir. • Termostat ayarını yeniden yapın. Değişmiyor ise boyler gücünü kontrol edin
Nemlendirici Düşük miktarda nemlendirme		• Düşük su debisi	• Sistemde tıkanıklık. Valfler kapalı. Borulamada kaçak var
Soğutucu serpantin Düşük soğutma	Soğutma sıvısı sıcaklığı yüksek	• Soğutma devresi sürekli açılıp kapanıyor.	• Soğutucu kapasitesi yetersiz. Sirkülasyon pompası ve kompresör hatalı.
		• Düşük hava debisi	• Düşük hava debisi bölümüne bakın

Problem	Belirti	Olası Neden	Çözümler
Soğutma serpantini Soğutma yok	Soğuk su kapatma vanaları kapalı	• Termostatik vana kapalı	• Termostat hatası. Sirkülasyon pompası hatası
	Emniyet elemanı kompresörü durduruyor	• Yüksek basınç kesicisi bağlantıyı kesiyor	• Kondenser hatalı. Fanlar veya pompalar durmuş. Kondenser tıkalı. Isı atılmıyor.
Elektronik buhar nemlendiricisi Nemlendirme yok	• Enerji yok • Isıtıcı arızalı • Humidistat ayarı doğru değil • Silindirde su yok	• Enerji elemanlara veya kontrol vanasına gitmiyor • Emniyet kesicisi tutukluk yapmış. • Kontrol arızalı	• Termostatik dişi arızalı • Tankta yetersiz su seviyesi. Tortuyu önlemek için su arıtma gereklidir. • Humidistatı doğru olarak resetleyin
Elektronik buhar nemlendiricisi Düşük nemlendirme	• Isıtıcı arızalı • Buhar silindiri ve ısıtıcı elemanlar tortulu • Termostat ayarı hatalı • Buhar besleme oranı düşük	• Emniyet kesicisi tutukluk yapmış • Su arıtma yetersiz • Humidistat kalibrasyonu doğru değil • Buhar tutucu arızalı	• Besleme suyu kesilmiş veya tankta yetersiz su seviyesi. Tortuyu önlemek için su arıtma gereklidir. • Bakım yapın veya değiştirin • Kontrol vanaları tam açılmıyor • Hatanın yerini bulun ve onarın
Elektrikli ısıtıcı		• Elektrik kesik	• Hataların yerini bulun ve onarın
	Kontrolörde güç yok	• Ana kontaköre tekrar enerji verilmiş	• Emniyet kesicisi tutukluk yapmış. Isıtıcıya çok yakın yerde kanal dizaynının kötü olması eşit olmayan hava hızına ve gövdenin fazla ısınmasına neden olur
	Kontrolörde güç var	• Termostat ayarı çok düşük	• Step termostat arızalı, onarın.
Düşük ısıtma	Isıtıcı eleman arızalı	• Elemanda kaçak var topraklama yapıyor	• Isıtıcı bağlantısı kopmuş/ kablo bağlantısı yanlış/ düşük voltaj
	Termostat ayarı çok düşük	• Termostat potansiyometresi sıkışmış	• Potansiyometre kamı arızalı / kablolama hatalı / ekipman hatalı

4.6 SOĞUTMA KULELERİ



Soğutma kuleleri, çeşitli amaç ve büyüklükteki endüstriyel tesislere soğutma suyu sağlamak için tasarlanmış yapılardır. Ölçüleri değişiklik gösterebilir. 100 metre çapına ve 120 metre yüksekliğe erişen kuleler mevcuttur.

Modern su soğutma kuleleri, endüstriyel çağda, doğal soğutma suyu kaynaklarının bulunmadığı endüstriyel işlemlerden kaynaklanan atık ısıyı dağıtmak için icat edildi. 20. yüzyılın başlarında, soğutma kulelerindeki ilerlemeler, hızla büyüyen elektrik enerjisi endüstrisi tarafından körüklendi.

Elektrik enerjisi üretiminin yarattığı soğutma yükleri, tipik olarak ahsaptan yapılmış büyük, özel yapım yapıların geliştirilmesine yol açtı. Soğutma kulesi gelişimi, günümüzün modüler, bağımsız sertifikalı soğutma kulelerinin geliştirilmesine öncülük eden ticari klima pazarının ortaya çıkmasına kadar bu güç ve proses kullanıcılarının ihtiyaçlarına dayalı olarak devam etti.

20. yüzyılın başlarına gelindiğinde, kurulu bir su kaynağının olmadığı bölgelerde ve ayrıca belediye su şebekelerinin yeterli olmayabileceği kentsel yerlerde soğutma suyunu geri dönüştürmek için çeşitli buharlaşmalı yöntemler kullanılıyordu; talep zamanlarında güvenilir; veya soğutma ihtiyaçlarını karşılamak için yeterli. Arazinin müsait olduğu bölgelerde, sistemler soğutma havuzları şeklini aldı; şehirler gibi sınırlı araziye sahip alanlarda soğutma kuleleri şeklini aldılar.

Soğutma kulesi, ısı transferini etkilemek için iki akışkanın (hava ve su) birbiriyle doğrudan temas ettirildiği özel bir ısı eşanjörüdür. "Püskürtme ile doldurulmuş" bir kulede bu, akan bir su kütlesinin yağmur ben-

zeri bir desene püskürtülmesiyle gerçekleştirilir; bu, içinden bir fan hareketiyle yukarı doğru hareket eden bir soğuk hava kütlesi akışının sağlanmasıyla oluşur.

Soğutma kulesi, birlikte çalışan sistemler topluluğudur. Aşağıda bu sistemlerin nasıl çalıştığına dair genel bir bakış yer almaktadır.

Soğutulmuş su sisteminden gelen sıcak su, dağıtım boruları yoluyla kondenser pompası tarafından soğutma kulesinin tepesine iletilir. Sıcak su, nozullar vasıtasıyla soğutma kulesi içindeki ısı transfer ortamına (dolgu) püskürtülür. Bazı kuleler, nozulları basınçlı borularla besler; diğerleri bir su dağıtım havuzu kullanır ve nozulları yerçekimi ile besler.

Kulenin tabanındaki soğuk su toplama havuzu, soğuk suyu ısı transfer ortamından geçtikten sonra toplar. Soğutma suyu döngüsünü tamamlamak için soğuk su kondensere geri pompalanır.

Soğutma kuleleri, bir HVAC sisteminden atık ısıyı serbest bırakmak için buharlaşmayı kullanır. Kondenserdan akan sıcak su yavaşlar ve ısı transfer ortamına (dolgu) yayılır. Sıcak suyun bir kısmı, dökme suyu soğutan dolgu alanında buharlaştırılır. Soğutma kulesi dolgusu tipik olarak ince oluklu plastik levha paketlerinde veya alternatif olarak ızgara modelinde desteklenen sıçrama çubukları olarak düzenlenir.

Isı transfer ortamından akan büyük hacimli hava, kulenin buharlaşma oranını ve soğutma kapasitesini artırmaya yardımcı olur. Bu hava akımı, elektrik motorları tarafından çalıştırılan fanlar tarafından üretilir. Soğutma kulesi fan boyutu ve hava debisi, sıcak su, soğuk su, su debisi ve yaş termometre hava sıcaklığı tasarım koşullarında istenilen soğutma için seçilir.

HVAC soğutma kulesi fanları, kule tasarımına bağlı olarak pervane tipi veya sincap kafesi üfleyiciler olabilir. Küçük fanlar doğrudan tahrik motoruna bağlanabilir, ancak çoğu tasarım, bir güç kayışı veya redüksiyon dişlileri tarafından sağlanan ara bir hız azaltma gerektirir. Fan ve tahrik sistemi, start/stop ve hız kontrolü sağlayan bir starter ve kontrol ünitesi ile birlikte çalışır.

Soğutma havası dolgu içerisinde hareket ederken, küçük soğutma suyu damlacıkları sürüklenir ve soğutma kulesinden taşınarak veya sürüklenerek çıkabilir. Taşınan su damlacıklarını uzaklaştırmak için sürüklenme giderici adı verilen cihazlar kullanılır. Soğutma kulesinin sürüklenmesi, damlacıklar insanların üzerine düştüğünde ve soğutma kulesinden rüzgar yönündeki yüzeylere düştüğünde can sıkıcı hale gelir. Etkili sürüklenme gidericiler, sürüklenen soğutma suyu damlacıklarının neredeyse tamamını hava akımından uzaklaştırır.

Bakımı düzgün yapılmayan bir soğutma kulesi, daha sıcak soğutma suyu üreterek, uygun şekilde bakımı yapılan bir soğutma kulesinden daha yüksek kondenser sıcaklıklarına neden

Soğutma kulesi, ısı transferini etkilemek için iki akışkanın (hava ve su) birbiriyle doğrudan temas ettirildiği özel bir ısı eşanjörüdür.

“Püskürtme ile doldurulmuş” bir kulede bu, akan bir su kütlesinin yağmur benzeri bir desene püskürtülmesiyle gerçekleştirilir; bu, içinden bir fan hareketiyle yukarı doğru hareket eden bir soğuk hava kütlesi akışının sağlanmasıyla oluşur.

olur. Bu, soğutucunun verimliliğini azaltır, enerji israfına neden olur ve maliyeti artırır. Soğutma grubu, kondenser sıcaklığındaki her bir derecelik artış için %2,5 ila %3,5 daha fazla enerji tüketecektir.

Örneğin, 100 tonluk bir chiller'in çalışması her yıl 20 bin USD'ye mal oluyorsa, kondenser sıcaklığındaki her bir derecelik artış için size yılda 500 ila 700 USD arasında bir ek maliyete mal olacaktır. Bu nedenle, 5°F ila 10°F'lik bir artış için, ek elektrik maliyetlerinde yılda 2 bin 500 ila 7 bin USD ödemeyi bekleyebilirsiniz. Ek olarak, bakımı iyi yapılmamış bir soğutma kulesi daha kısa çalışma ömrüne sahip olacak, daha maliyetli onarımlara ihtiyaç duyacak ve daha az güvenilir olacaktır.

Soğutma kuleleri, çeşitli amaç ve büyüklükteki endüstriyel tesislere soğutma suyu sağlamak için tasarlanmış yapılardır. Ölçüleri değişiklik gösterebilir. Değişik ölçülerde olabilir; 100 metre çapına ve 120 metre yüksekliğe erişen kuleler mevcuttur. Endüstriyel soğutma kuleleri, doğalgaz işleme tesisleri, petrokimya tesisleri, petrol rafinerileri, enerji santralleri ve diğer endüstriyel tesislerde sistemde dolaşan soğutma suyunun sistemden aldığı ısıyı soğutma suyundan uzaklaştırmak için kullanılır.

Soğutma kulesi, sudan aldığı atık ısıyı atmosfere verip, rüzgâr ve hava difüzyonu ile ısı dağılımını geniş bir alana yayar.

Bazı kömürlü ve nükleer enerji santralleri kıyı bölgelerine inşa edilmiştir ve tek geçişli okyanus suyu kullanır. Fakat bu tip tesislerin çevresel riskler yaratmaması için su çıkışının kıyıdan uzakta olması ve tasarımının çok dikkatli yapılması gereklidir.

4.6.1 Soğutma Kulelerinin Sınıflandırılması

- Islak soğutma kuleleri
- Kuru soğutma kuleleri
- Doğal geçiş, uzun bir baca sistemi kullanılır.
- Fan yardımı ile doğal geçiş
- Mekanik(zorlanmış) geçiş

Soğutma kulelerini yapısına göre de ikiye ayırabiliriz:

- Paket tip
- İnşai tip

Birçok modern enerji santralinde, soğutma kulesi atık gazın sistemden temizlenmesi için tesis edilmiş bir baca olarak da kullanılır. Bu tip tesislerde atık gazın sistemden temizlenmemesi, korozyon ile çeşitli problemlere sebep olur.

4.6.2 Soğutma Kulelerinin Çalışma Prensipleri

Yaygın olarak kullanılan soğutma kulelerinde, kulenin içinden geçerken suyun hava ile teması sonucu bir kısmı buharlaşarak atmosfere verilir, bu esnada soğutma suyu üzerindeki ısıнын bir kısmı buharlaşma vasıtası ile atmosfere verilerek suyun soğuması sağlanmış olur. Soğutma kulelerinin çalışma prensibi, suyun hava ile karşılaşma şekline göre ikiye ayrılır.

4.6.3 Karşı Akışlı Soğutma Kuleleri

Su ve havanın 180 derecelik bir açı oluşturacak şekilde karşı karşıya geldiği sistemlerdir. Su dağıtımı oluklu bir sistemle yapılabileceği gibi trake adı verilen basınçlı bir borulama sistemiyle de gerçekleştirilebilir. Nozullar aracılığıyla minimize edilen su dolgu üzerindeyken, kulenin dört bir yanından içeriye hızla nüfuz eden hava ile karşılaşır ve ısı transferi gerçekleştirilir. Soğuk su, alt havuzda bir araya getirilir ve sisteme basılır.

Karşı akışlı kuleler üstten fanlı (cebri çekişli) ve yandan fanlı (cebri itişli) olarak da kendi içinde sınıflandırılırlar.

4.6.4 Çapraz Akışlı Soğutma Kuleleri

Su ve havanın 90 derecelik bir açı oluşturacak şekilde karşı karşıya geldiği sistemlerdir. Su dağıtımı doğal bir şekilde, yerçekiminin gücü ile gerçekleşmektedir. Sıcak su dağıtım havuzu üzerine sistematik şekilde konuşlandırılmış olan nozullar aracılığıyla su minimize edilir ve dolgu üzerine gönderilir. Hava giriş panjurlarından gelen hava ile dolgu yüzeyinde karşılaşan su arasında ısı transferi gerçekleşir ve alt havuzda toplanan soğuk su tekrar sisteme basılır.

Karşı akışlı tip kulelerde su yukarıdan aşağı akarken, havada aşağıdan yukarıya hareket ederek su ile temas eder. Çapraz akışlı tiplerde ise, su yine yukarıdan aşağı akarken, bu kez hava yatay olarak hareket eder.

Karşı ve çapraz akışlı kuleler arasında yıllardan beri süregelen bir rekabet söz konusudur. Buna karşın birinin diğerinden daha üstün olduğu söylenemez. Hangi prensiple çalışırsa çalışsın bir soğutma kulesinden azami verimi alabilmek için ortam koşulları ve su özellikleri dikkate alınmalıdır. Genelde yaygın olarak kullanılan tiplerde, kule üzerinden fışkıran su sistemi ile homojen biçimde kulenin altındaki dolgu alanına püskürtülen su, kule üzerindeki fanlar ile dolgu alanından yukarıya emilen hava ile karşılaşarak soğur ve bir kısmı buharlaşır. Buharlaşma ile nem miktarı artan hava fanların emişi ile kule içinden atmosfere gönderilir. Bu sayede soğuyan su dolgu alanına birikir ve oradan sisteme gönderilir.

4.6.5 Soğutma Kulesi Kullanım Alanları

- Demir & çelik sanayi
- Petro kimya tesisleri
- Enerji sektörü
- Tekstil sektörü
- Otomotiv sanayi
- Klima santralleri
- Cam sanayi
- Oteller ve sosyal tesisler

4.6.6 Soğutma Kuleleri Bakımları

- Kuleleri en az ayda bir kontrol edilmesi gerekmektedir. Tortu, kireç ve balçık birikmeye neden olabilir ve Legionella'nın büyümesine ve gelişmesine yardımcı olabilir. Düzenli denetimler, temizliğin ne zaman programlanacağını belirlenmesine yardımcı olacaktır.
- Kule havzası yüzeylerini temizleyin. Tortu görünüyorsa, havzanın temizlenmesi gerekir ve soğutma kulesi vakumları, sisteminizi kapatmadan veya boşaltmadan kirletici maddelerin temizlenmesini kolaylaştırır.
- Dolguyu kireçten arındırın. Kule dolgusu, özellikle Legionella olmak üzere bakteri üremesi için mükemmel ortamı sağlar. Bir kireç çözücü, Legionella'nın saklamayı sevdiği kireç ve mineral birikintilerini çözerek yüzeyi temizlemeye hazır hale getirir.
- Dolguyu temizleyin. Bir soğutma kulesi dolgu temizleyicisi, uygun biyositlerle birlikte kullanıldığında kiri ve döküntüyü giderecek ve diğer bakterilerin büyümesini engelleyecektir.
- Kuleyi dezenfekte edin. Soğutma kuleleri bakteriler için tehlikeli bir üreme alanı olabilir ve bu da Legionella büyümesi için mevcut olan besin maddelerinin azaltılmasını önemli kılar.

4.6.7 Soğutma Kuleleri Bakımında Dikkat Edilmesi

Gereken Parçalar

- **Su arıtma**

Suyun aylık olarak test edildiğinden ve biyosit ve kireç önleyicilerle işlendiğinden emin olun

- **Motor**

Marş bobinlerini ve kontaklarını inceleyin (üç ayda bir)

Tüm elektrik bağlantılarını (yılda bir) sıkın

Çalışma akımını ve voltajlarını ölçün ve motor isim plakasında (üç ayda bir) bulunan önerilen yönergeleri aşmadıklarından emin olun.

Aşırı titreşimi kontrol edin (aylık). İşaretler, aşınmış yatakları ve dengesiz fan kanatlarını içerir.

Yatakları gerektiği gibi yağlayın

Motor montajı esnekliğini inceleyin (yıllık olarak). Motor kauçuk destekler üzerine oturuyorsa, kurumadıklarından emin olun.

Motorun yalıtımını kontrol edin (yılda bir). Yalıtım bozulursa, motora su girebilir ve kısa devre yapılabilir.

- **Fan**

Bıçakları kontrol edin ve kir birikimini temizleyin (yılda bir)

Yatakları yağlayın ve son oynama ve aşınmayı kontrol edin (üç ayda bir)

Tahrik kaplinlerinin, kasnakların ve kayışların durumunu kontrol edin (üç ayda bir)

Kayışları değiştirin (yılda bir)

Korozyon ve aşınma olup olmadığını kontrol edin (üç ayda bir)

Fanın şaftta hizalanmasını, dengesini ve güvenliğini kontrol edin (yılda bir)

• Su Girişi ve Çıkışı

Sızıntıları inceleyin ve kontrol edin (üç ayda bir)

Gerektiği gibi süzgeci temizleyin

• Püskürtme Nozulları

Gerektiği gibi temizliğini yapın.

• Bölmeler

Korozyon ve aşınma kontrolü yapın (aylık)

Gerektiği gibi temizleyin veya değiştirin

• Hazne

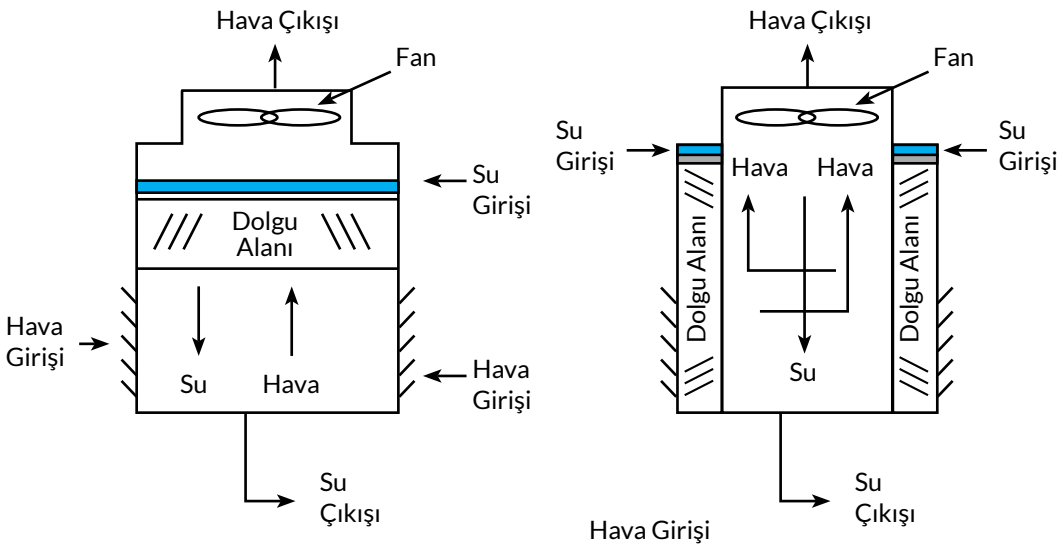
Korozyon muayenesi yapın, temizleyin (yılda bir kez)

• Boşaltma ve Taşma

Engelleri inceleyin, temizleyin (aylık)

• Şamandıralı Vana

Korozyon ve aşınma kontrolü yapın (aylık)



4.7 CHILLER TERMOKONVEKTÖR GRUPLARI



Çeşitli sektörlerde üretim kalitesini artırmak amacıyla veya bina ya da yapılarda çeşitli ihtiyaçlar nedeniyle klima sistemlerinde kullanılması için su hazırlayan sistemlere, genel kapsamda chiller soğutma sistemi adı verilir.

Chiller genellikle suyu soğutan bir soğutma sistemi olarak sınıflandırılabilir. Bir klimaya benzer şekilde, bir chiller soğutmak için bir buhar sıkıştırma veya absorpsiyon döngüsü kullanır. Soğutulduktan sonra, soğutulmuş su, alan soğutmadan proses kullanımlarına kadar çeşitli uygulamalara sahiptir.

1748’de, suni soğutma ilk kez İngiltere’deki Glasgow Üniversitesi’nden William Cullen tarafından gösterildi.

1851’de ilk buz yapma makinesi John Gorrie tarafından icat edildi. Buz banyoları hızla soğutma reaksiyonlarının ve diğer laboratuvar işlemlerinin popüler bir yolu haline geldi ve bu düşük teknolojiye teknik bugün hala sıklıkla kullanılmaktadır.

1876’da, Alman mühendis Carl von Linde tarafından büyük hacimlerde gazın sürekli sıvılaştırılması işlemi icat edildi. Bu buluş nihayetinde evsel ve endüstriyel ölçekte soğutma ve soğutmayı mümkün kıldı ve modern soğutma endüstrisinin gelişimi için zemin hazırladı.

1921’de ilk santrifüjlü su soğutucu, Willis Carrier adlı bir mucit tarafından patentlendi. Bu zamandan önce, soğutucular, soğutucuyu sistem içinde hareket ettirmek için pistonlu bir kompresör kullanıyordu. Santrifüj soğutucunun ana parçası santrifüj kompresördür. İlk santrifüj kompresörün tasarımı, bir su pompasındaki santrifüj kanatlara benziyordu.

Bu süre boyunca, yüksek sıcaklıklar gerektiren laboratuvar işlemleri, doğrudan bir alev üzerinde ısıtılma veya kendisi doğrudan ısıtılan bir su banyosunda gerçekleştirilme eğilimindeydi. Bununla birlikte, şu anda laboratuvarlarda kullanılan çıplak alev sayısı, özellikle ısıtılan solventlerin çoğu oldukça yanıcı olduğu için büyük bir yangın tehlikesi oluşturmuyordu. Bu sorun 1930'larda, bir fiberglas kumaş kılıf içine dokunmuş elektrik direnç tellerine sahip güvenilir ve yanıcı olmayan bir ısıtma cihazı olan ısıtma mantosunu icat eden karı koca ekibi Glen ve Ruth Morey tarafından çözüldü. İlk ısıtma mantosu 1939'da satıldı ve çift, yeni ürünlerini üretmek için Glas-Col Apparatus Company'yi kurdu.

1950 yılında ilk endüstriyel soğutma grubu plastik endüstrisinde kullanılmak üzere tasarlanmıştır.

İngilizce chiller olarak tabir edilen bu sistemler, Türkçe dilimize soğutma sistemleri olarak girmiştir. Pek çok farklı sektörde kendine kullanım alanı bulan chiller çalışma prensibi esasında oldukça basittir. Gelişen teknoloji ile birlikte pek çok farklı türü bulunan chiller, ısıyı bir kaynaktan alıp başka bir kaynağa transfer etmektedir. Bu sayede yaptığı soğutma hamlesi ile enjeksiyon soğutma sistemi olarak adlandırılan bir sisteme sahiptir.

Çeşitli sektörlerde üretim kalitesini artırmak amacıyla veya bina ya da yapılarda çeşitli ihtiyaçlar nedeniyle klima sistemlerinde kullanılması için su hazırlayan sistemlere, genel kapsamda chiller soğutma sistemi adı verilir. Fancoil veya klima santrallerinde kullanılan soğuk hava veya su kullanan bu sistemler farklı amaçlar için tercih edilebilir. Diğer soğutma sistemlerine nazaran bu sistemde daha yüksek kapasiteli bir soğutma verimliliği elde edilebilir.

Soğutma sistemlerinde sık sık karşımıza çıkan chiller terimi, İngilizcede soğutucu veya soğutma sistemi anlamlarına gelmektedir. Bu teknik cihazlar günümüzde soğutma ihtiyacı duyulan herhangi bir sanayi sektöründe veya toplu yaşam alanlarında kendine kullanım ortamı bulabilmektedir. Yüksek kapasiteli soğutma avantajı sunduğu için chiller kullanılan yerlere örnek olarak şunlar verilebilir:

- Fabrikalar,
- Konutlar,
- Diğer yapılar,
- Alışveriş merkezleri,
- Hastaneler,
- İş merkezleri,
- Spor salonları

4.7.1 Chiller Çalışma Prensibi

1. Kompresörde sıkıştırılan ve ısınan gaz, kondansere gönderilir.
2. Kondanser parçasına gelen sıkıştırılmış gaz, soğutulur.
3. Daha sonra genişleme vanasından geçen gazın basıncı dolayısıyla sıcaklığı düşer ve sıvı hale gelir.

4. Evaporatörden geçerek soğutulmak istenen sıvının üzerinden ısı alınır.
5. Alçak basınçta gaz haline döndükten sonra kompresöre gelerek yeniden sıkıştırılır.
6. Çalışma sistemi bu prensibe bağlı olarak devam eder.

Soğutma ihtiyaçları için tercih edilen sistemler arasında chiller su soğutma sistemi de öne çıkar. Çünkü bu sistemler, bir diğer tür olan hava soğutmalı chiller çalışma mantığından farklı olarak kondanser devresindeki sıcak gazı su yardımıyla soğutur. Gazın soğutulması için hava soğutmalı bataryalar yerine su kullanan shell veya tube ya da plakalı tip ısı değiştiriciler bulunur.

4.7.2 Hava Soğutmalı Chiller

Hava soğutmalı chiller, kondanseri hava ile soğuyan cihazlardır. Üzerinde bulunan fanlar sayesinde, kondanserden geçen soğutucu akışkanı soğutur. Chiller soğutma sistemleri farklı özelliklerine göre gruplandırılır. En büyük ayırım ise ısı kaynağının ne olduğudur. Eğer ısı havaya atılıyorsa hava kaynaklı soğutma grubu, suya atılıyorsa su kaynaklı soğutma grubu olarak adlandırılır. Kompresörde sıkıştırılmış ve yüksek sıcaklıkta gaz halindeki soğutucu akışkan kondansere gönderilir. Fanlar yardımı ile batarya yüzeyinde hava akışı sağlanarak ısı transferi gerçekleşir. Gaz üzerindeki ısının havaya iletilmesiyle soğutma tamamlanır.

4.7.3 Su Soğutmalı Chiller

Su soğutmalı chiller, kondanseri su ile soğuyan cihazlardır. Su soğutmalı chillerlerde kule fanları vardır. Kondanser ünitesindeki borunun içinde ısınmış olan gazın sıcaklığını alan su, kulede soğur.

Chiller cihazlarının bakımlarının düzenli olarak yaptırılması çok önemlidir. Chiller cihazlarının yıllık bakımlarının yapılmasına Mart ayında başlanılabilir. Su soğutmalı chiller modelleri, iç mekanlarda da çalışabilme özelliğine sahip olduğu için soğutma istenen bölgeye en yakın şekilde konumlandırılmak istendiğinde de ideal çözüm sağlamaktadır.

4.7.4 Chiller Soğutma Sistemlerinde Arıza Oluşturabilecek Durumlar

- Bakım ve onarım işlemlerinden önce ortamdaki iş güvenliği esas önemli noktalardan biridir. İş ve ortam güvenliği sağlanıp öyle tamir ve bakım gerçekleştirilmelidir.
- Su soğutmalı chiller ve hava soğutmalı chiller sistemlerinde en çok görülen yüksek basınç arızalarıdır. Bu arızaya kondanser tıkanmaları sebebiyet verir. Bu tıkanmalar, makinalardan çıkan yağ dumanlarını, tozları ve topraklar içine emmesi ile oluşur.
- Güneş ışığını direkt alan sistemlerde performans ve verim düşüklüğü görülür. Zaman içerisinde çeşitli arızalara neden olabilir.
- Yüksek frekanslı cihazlar, sistemlere yakın olduğu takdirde elektronik sorunlar oluşturabilir.
- Havanın akışı bu sistemler için önem arz eder. Kolay hava akışlarının olduğu yerler tercih edilmelidir. Hava değişiminin kolay olduğu yerlerin tercih edilmesi, tamir ve arıza durumlarını aza indirebilir.

- Tamir ve onarım işlemleri gerçekleştirilirken buhardan ve yanıcı gazlardan uzak durulmalıdır. Egzoz fanları ve ısı kaynaklarına uzak olmak oldukça önem arz eder.
- Doğrudan gelen güneş ışınlarından ve sıcaklıktan uzak bölgelerde bu sistem kurulmalıdır.
- Su soğutmalı chiller sistemi, neme maruz kaldıkları takdirde verimliliği düşer. Bu nedenle arıza oluşma olasılığı yüksektir.
- Hava soğutmalı chiller sistemleri, Güneş, jeneratör, egzoz dumanı gibi durumlardan uzak yerlere kurulmalıdır.
- Tamir ve onarım işlemleri chiller bakımı ve tamir servisi tarafından özenle gerçekleştirilmelidir.

4.7.5 Chiller Bakım Servislerinde Yapılması Gerekenler

- Evaporatörün (buharlaştırıcı) ve kondenserin temizliğini yapar. Bu temizleme işlemi basınçlı su ve temizleme ilacı ile yapılır.
- Elektrik tesisatı kontrol edilir.
- Elektrik voltaj değerleri kontrol edilir.
- Fan pervanelerinin temizliği yapılır.
- Hava geçişi sağlayan filtrelerin temizliği yapılır.
- Ünitenin ve çerçevenin kontrolü yapılır.
- Cihazın ihtiyacı var ise gaz şarjı yapılır.

Termokonvektör kapalı sistem kule yani diğer bir adı ile Dry Cooler veya Kuru Soğutucu isimleri ile adlandırılır. Bu sistem ve cihazları, enerji maliyetini yağ soğutmalı uygulamalarında minimuma indirmek için özel olarak tasarlanmıştır. Soğutulması gereken makinaların hidrolik yağ soğutması için son derece idealdir.

Kış aylarında ortam ısısı düştüğünden chiller sistemin yaptığı soğutmayı daha az enerji maliyetiyle yaparak işletmeye artı kazanç sağlar, enerji maliyetini düşürmüştür.

Üzerinde ekstra spreyleme ilave edilerek yaz aylarında da çok yüksek sıcaklarda soğutma suyunu belirli seviyelere düşürmek için nozullara püskürtme yaparak yağ termometreye çok daha yakın bir derece suyu soğutmaktadır. Bu püskürtme işlemi ise tamamen otomatik olarak yapılmaktadır.

Kuru soğutucu cihazlar genel olarak chiller cihazına alternatif olarak daha az maliyetli olduğundan tercih edilebilir, çalışma mantığı ise düşük elektrik kullanarak soğuk su hazırlayan sistemlerdir.

4.7.6 Termokonvektör Grupları

Bu soğutucular, ısı değişim sürecini sürdürmek için soğutucunun dışından hava çeken fanlarla donatılmıştır. Etkili bir proses soğutması sağlamak için, soğutma ortamı ile kuru soğutucu içindeki hava arasındaki uygun bir sıcaklık farkı muhafaza edilmelidir. Minimum 5 °C 'lik bir fark genellikle yeterlidir. Kuru soğutucu sistemlerinde üretilen ısı, doğrudan diğer süreçlere aktarılabilir bu da enerji israfını azaltır ve genel anlamda verimliliği artırır. Bu sistemlerde ilk kurulum sürecinden sonra düşük işletme maliyetleri görülür.

Islak-Kuru Soğutucular, temel prensip olarak Kuru Soğutucular gibi çalışır. Sistemde gerektiğinde ek soğutma sağlayacak bir su püskürtme sistemi bulunmaktadır. Sistemdeki akışkanın dış ortam sıcaklığından daha düşük sıcaklık değerlerine kadar soğutulması gerektiğinde, basınçlı su püskürtme sistemi devreye girerek giriş havasını neme doyurur ve hava sıcaklığını ortam sıcaklığının altına düşürür. Su püskürtme sistemi yıl boyunca yalnız en sıcak günlerindeki belli saatlerde termostat kontrollü olarak devreye girerek ihtiyaç duyulan ek soğutmayı sağlar; diğer zamanlarda sistemde su tüketimi yoktur. Püskürtme sisteminde kullanılan suyun, sertliği alınmış ve filtrelenmiş olması gerekir; aksi halde eşanjör kanatları üzerinde biriken kireç ve tortu, zamanla eşanjörün kapasitesini düşürecek ve ömrünün kısalmasına neden olacaktır. Bu etkiyi önlemek için bir ağ sistemi üzerine su spreyleme yapılan Ecomesh spreyleme sistemli Islak-Kuru Soğutucular geliştirilmiştir. Islak-Kuru Soğutucularda aşındırıcı etkiye karşı ek önlem olarak epoksi kaplı lamel kullanılmalıdır. Epoksi kaplama, ortamdaki tuz ve aside karşı oldukça yüksek dayanıma sahiptir. Çerçevenin paslanmaz çelik olması tercih edilir. Su kulesine kıyasla suyun zararlı etkilerine çok daha az maruz kalmasına karşın, Islak-Kuru Soğutucuların uzun ömürlü olması için bu önlemlerin alınması önemlidir. Islak-Kuru Soğutucular, acil durumlarda su püskürtme sisteminin devreye girdiği Kuru Soğutucular olarak ele alınabilir. Bu sistem sayesinde, hava sıcaklığının Kuru Soğutucu ile istenen soğutma kapasitesinin alınmayacağı kadar yükseldiği özel durumlar için ek bir soğutma sistemine gerek kalmaz.

4.7.7 Kuru Soğutucularda Dikkat Edilmesi Gereken Malzemeler

• Boru

Kuru Soğutucularda performans ve ekonomi göz önüne alındığında en uygun boru malzemesi bakırdır. Borularda kullanılan bakırın kalitesi, Kuru Soğutucunun ömrünü belirleyen en önemli özelliklerden biridir. Zayıf malzeme kullanılması durumunda özellikle büküm ve lehim yerlerinde sorunla karşılaşılır. Dikkat edilmesi gereken diğer bir özellik, borunun et kalınlığıdır.

• Lamel

Kuru Soğutucularda yaygın olarak kullanılan lamel malzemesi alüminyumdur. Kullanım yerine göre, lamel kalınlığının 0,14-0,15 mm olması uygun olacaktır. Özel uygulamalarda, daha kalın lamel kullanımı da mümkündür. Kuru soğutucu uygulamalarında 0,12 mm altında lamel kullanımı düşünülmemelidir.

• Kaset

Kuru Soğutucularda kaset malzemesi, ortam şartlarına göre seçilir. Genel uygulamalarda kaset malzemesi olarak galvanizli sac kullanılır. Galvanizli sac, ek koruma önlemi alınmadığında ihtiyacı karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Sıcak daldırma galvaniz, deformasyona neden olduğu için tavsiye edilmez. Galvanizli sac üzerine toz boya uygulaması,

en avantajlı seçim olacaktır. Daha dayanıklı malzemenin gerektiği yerlerde, paslanmaz çelik kasetleme tercih edilir.

4.7.8 Termokonvektör Bakımları

4.7.8.1 Soğutma Bataryasının Temizlenmesi

- Hafif şekilde tozlanmış soğutma bataryaları bir fırça yardımı ile veya basınçlı hava ile temizlenebilir.
- Kirlenmiş bataryalar, su ve alüminyum veya bakırı aşındırmayan deterjan ile yıkanır. Amonyak kullanılmaz.
- Durulama yapılır ve bataryanın kuruması beklenir.

4.7.8.2 Muhafaza

- Ünite, ambalajı bozulmadan ve dış hava şartlarından (aşırı sıcak ve soğuk, yağmur vs.) etkilenmeyecek bir şekilde muhafaza edilmelidir. Bu şekilde 1 yıl boyunca koruma sağlanabilir.

4.7.8.3 Yedek Parça

- Üretici firmadan başka bir firmadan yedek parçanın tedarik edilmesinin gerektiği durumlarda üretici firmaya danışılıp hareket edilmelidir.

Sorun	Sebebe	Çözüm Önerisi
Ünite çalışmıyor	Güç kaynağı bağlantısı olmayabilir	• Güç kaynağı bağlantısını kontrol edin • Sigortaları kontrol edin
Sızıntı var	Bazı borular yırtılmış veya yan saçlar tarafından kesilmiş olabilir	• Hemen montaj yapan firma ile irtibata geçin
Gürültülü çalışma	Sistemin kurulumu ile ilgili bir hata olabilir	• Sistem kurulumu (fanın pozisyonları vs.) kontrol etmesi için montaj yapan firma ile irtibata geçin
Bir veya daha fazla fan çalışmıyor	Güç kaynağı bağlantısı olmayabilir veya fanın dönmesi engelleniyor olabilir	• Güç kaynağı bağlantısını kontrol edin • Motorların serbestçe dönebildiğinden ve hareketli parçaların herhangi bir şekilde engellenmemiş olduğundan emin olun • Lameli bölgenin temizlik durumunu kontrol edin

4.8 VİNÇ



Motor gücünün dişli çark sistemi yardımıyla mevcut halatın yukarı veya aşağıya hareketi vinçlerin çalışma prensibini oluşturur. Motordan alınan ilk hareket, dişli çark sistemine şaft yardımıyla aktarılır.

İnsan gücünün yeterli olmadığı zamanlarda büyük ve ağır cisimlerin kaldırılmasında kullanılan iş makinelerine vinç denir. Vinçler ağır iş makinelerindendir. Yüklerin, vincin ucuna bağlanıp bir yerden başka bir yere transferine yardımcı olur.

Binlerce yıldır insanlar ağır nesneleri kaldırmanın ve ihtiyaç duyulan yerlere yerleştirmenin yollarını buldu. Stonehenge, Giza Piramitleri ve dünyadaki sayısız antik yerleşim yerinde gösterildiği gibi, vincin tarihi, insanın gücünün sınırlarının tarihi ile yakından uyumludur. Eski Yunanlılar, kaldırma ekipmanı kullanırken dünyanın geri kalanının kilometrelerce önündeydiler. MÖ 515 gibi erken bir tarihte, Yunan tapınaklarının taş blokları üzerinde maşa ve lewis demirlerini kaldırmak için farklı kesimler keşfedildi. Bunlar modern vinçlerimizin ilk planlarıydı.

Vinç kavramı, ilk olarak eski Mezopotamyalılar tarafından MÖ 1500 gibi erken bir tarihte kullanılan makara sistemlerinden kaynaklanmıştır. İlk bileşik makaralar, MÖ 287 – 212 yıllarında Syracuse Arşimet tarafından yaratıldı ve mürettebatıyla birlikte tüm bir savaş gemisini kaldırmak için kullandı. Bileşik bir kasnağın birçok avantajı ve dezavantajı vardır. Beş makaralı bir bileşik makara sisteminin 5:1 avantajı vardır, yani 50 N bir kuvvet uygulayan bir adam 250 N çekebilir. Tuzaklar arasında sabit, hareketsiz ve yavaş kaldırma hızlarına sahip olmak yer alır. Bu tuzaklar, Romalılar tarafından tapınak inşa etmek için kullanılan vinçlerin ve ırgatların geliştirilmesine yol açtı. Dairesel dönmenin gücü hızla yaka-

landı, bu da doğal olarak dişli işlerinin kullanımının artmasına ve vinçlerin gelişmesine yol açtı.

Vinçler yüzyıllardır elle çalıştırılırken, hidrolik teknolojisi geliyordu. Eski Mısır, Çin ve Yunanistan'a kadar uzanan bir geçmişi olan suyla çalışan makineler (çoğunlukla su çarkları) binlerce yıldır kullanılıyordu. Romalılar tarafından geliştirilen su kemerleri gibi eski sulama sistemleri, sifonlama gibi basit hidrolik teknolojiye dayanıyordu.

Ancak Blaise Pascal'ın akışkan hidrodinamiği ve hidrostatiklerini incelemesi, akışkan yoğunluğu, basınç ve sıkıştırılamazlık gibi hidrolik ilkelerin yeni bir anlayışını yaratması 15. yüzyıla kadar değildi. Modern hidroliğin yapı taşı olan hidrolik presi icat etti.

Çok daha sonraları 19. yüzyılda, demircilik ve sanayileşmenin yükselişi, vinçlerin nihayet demirden yapıldığı anlamına geliyordu. İlk dökme demir vinç 1834'te inşa edildi. Ve 1851'de elle çalışan vinçler nihayet buhar gücüyle çalışmaya başladı - gerçek bir hidrolik vince doğru ilk adım.

Bugün, hidrolik vinçler 1800'lerdeki vinçlerden daha iyi teknik özellikler ve malzemelerle inşa ediliyor, ancak yüzyıllar önce geliştirilen aynı mekanik ve hidrolik ilkelere dayanıyor.

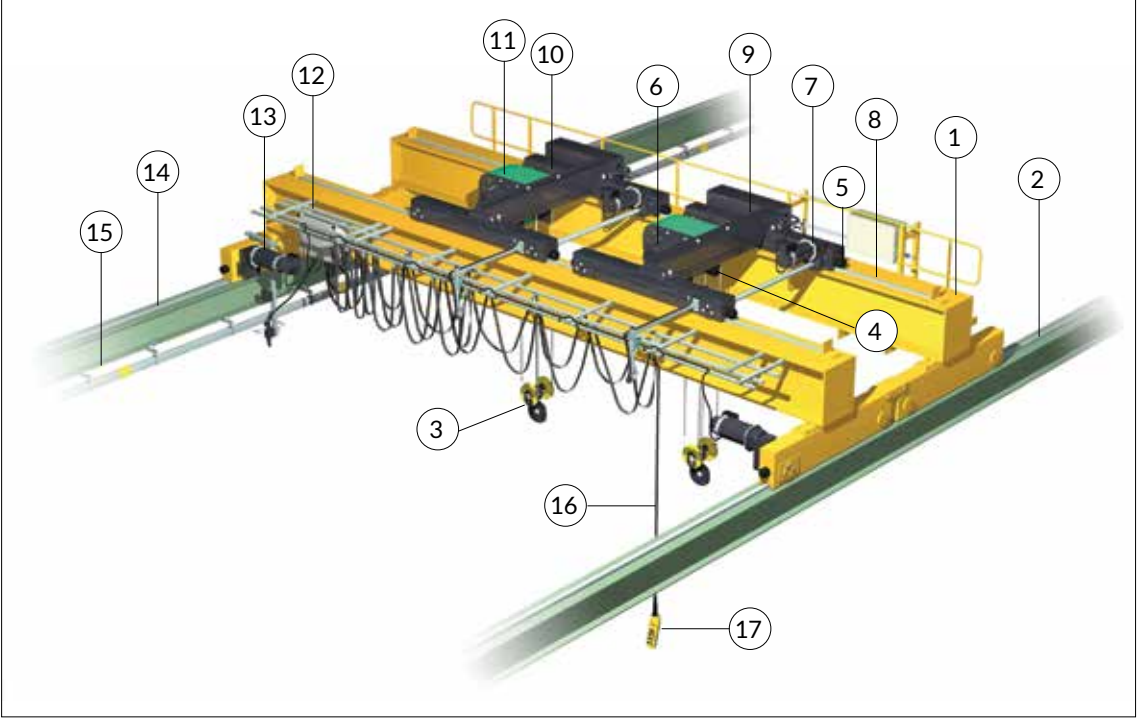
Modern hidrolik vinçler, pistonlar arasında basıncı mükemmel bir şekilde aktaran, genellikle yağ olan sıkıştırılmaz bir sıvı ile doldurulur. Akışkan hareketinin bu basit kullanımındaki varyasyonlar, büyük kapasiteli vinçler tasarlamamızı sağladı.

Vinçlerin kullanım alanı farklıdır. Kullanılacakları iş kollarına bağlı olarak da çalışma prensipleri farklılık gösterebilir. Vinçlerin pek çok çeşidi vardır. Genel yapı itibarı ile birbirlerine benzeseler de kullanım alanlarına ve şekillerine göre farklılık gösterebilirler. İnsan gücünün kaldıramayacağı ağırlıkları kaldırmak ve indirmek üzere çalışan vinçler yeri geldiğinde dönerek de hareket edebilirler. Ağır yükleri yükleme ve boşaltma işlevi gören vinçler, 360 derece dönebilen ve yukarı ya da aşağı kolayca hareket ettirilebilen iş makinelerindendir. Standart bir vinç ortalama 55-60 tona kadar taşıma kapasitesine sahiptir. Bunun yanı sıra 40 metreye kadar uzanabilen yapıları vardır ki bu sayede hayatı kolaylaştırma yönünde önemli bir destekçidir. Vinçler günümüzde pek çok alanda kullanılabilir.

4.8.1 Çalışma Prensibi

Motor gücünün dişli çark sistemi yardımıyla mevcut halatın yukarı veya aşağıya hareketi vinçlerin çalışma prensibini oluşturur. Motordan alınan ilk hareket, dişli çark sistemine şaft yardımıyla aktarılır. Dişli çark sisteminde oluşan güçle makara sistemi hareket ettirilir. Makara üzerinde çelik halat ve halatın ucunda da kanca bulunur.

Çelik halat ucunda bulunan kanca sistemi ise genellikle çelik dökümden elde edilir. Vinçlerin üzerinde maksimum taşıyabilecekleri yük kapasitesi yazılıdır. İş güvenliği açısından bir hususu hatırlatmakta fayda görüyoruz: Vinçler, taşıma kapasitesinden daha fazla yük yüklenerek kesinlikle çalıştırılmamalıdır. Bu durum son derece tehlikelidir ve bu nedenle oluşabilecek iş kazaları insan hayatını tehdit eder niteliktedir.



- | | |
|--------------------|----------------------------------|
| 1. Köprü | 10. Kaldırma makinası motoru |
| 2. Köprü üzeri ray | 11. Araba yürütme motoru |
| 3. Kanca bloğu | 12. Köprü üzeri korniş hat |
| 4. Elektrik panosu | 13. Köprü yürütme motoru |
| 5. Fren grubu | 14. Yürüme kirişi üzeri ray |
| 6. Redüktör grubu | 15. Hol boyu kapalı bara sistemi |
| 7. Araba grubu | 16. Makinadan sarkan push buton |
| 8. Yürüyüş takımı | 17. Uzaktan kumanda |
| 9. Gövde grubu | |

4.8.2 Vinçler Neye Göre Sınıflandırılır?

Vinçlerin sınıflandırılması amacına ve kullanım alanına göre belirlenir. Amaçlarına göre farklı şekillerde üretilirler. Örneğin bazıları rayların üzerinde rahatlıkla manevra yapabilirken bazıları seyyar olarak tabir ettiğimiz kullanıma uygundur. Hareket kabiliyetlerine ve kaldırma kapasitelerine bağlı olarak vinçleri sınıflandırmak mümkündür. Hareket kabiliyetine göre vinç çeşitlerini; sabit vinçler, paletli vinçler, lastik tekerlekli vinçler, köpürülü vinçler, ray üzerinde hareket edebilen vinçler ve kule vinçler şeklinde tanımlamak mümkündür. Kaldırma kapasitesine göre olan vinç çeşitleri ise; hidrolik-halatlı vinçler ve halatlı vinçler olmak üzere ikiye ayrılır. Vinç çeşitleri yukarıda da sözünü ettiğimiz üzere kullanım alanına ve iş koluna bağlı olarak değişiklik gösterir.

4.8.2.1 Kule Vinç

Adından da anlaşılacağı üzere kule tipinde olan vinç çeşididir. Kule vinçler genellikle liman ve şantiyelerde kullanılır. Özellikle inşaat şantiyelerinde konteyner gibi ağır yüklerin taşınmasını kolaylaştırır. Bunun yanı sıra limanlarda da gemilerdeki ağır yüklerin transferinde işe yarar. Kule vinçlerde, vincin ortasında bir cam bölme vardır. Bu bölme komut merkezidir ve vinç operatörü operasyonu buradan yönetir.

4.8.2.2 Pergel Vinç

Vinç isimlerinin çoğu aslında şekliyle bağdaşır. Kule vinçin şekli kule gibidir, pergel vincin şekli de pergel. Kendi ayağı ya da sağlam bir beton kolon üzerine monte edilir. 360 derece dönme kapasitesine sahiptir. Dönme açıları istenilen ölçülerde ayarlanabilir.

4.8.2.3 Sepetli Vinç

Bir diğer vinç çeşidi ise sepetli vinçlerdir. Bu tip vinçlerde, vincin ucunda bir sepet bulunur. Aslında bu sepet şeklinde olan bir platformdur. Merdivenin yetersiz kaldığı yerlerde sepetli vinç kullanılır. Özellikle itfaiyeciler kullanır. Yanı sıra enerji hattı personellerinin de kullandığı iş araçlarındandır. Sokak lambaları, trafik ışıkları, levhalar ya da enerji hatlarının bakım ve onarımında oldukça kullanışlıdır.

4.8.2.4 Gezgin Vinç

Gezgin vinçlerde iki tarafta ray bulunur. Tren gibi ray üzerinde hareket kabiliyetine sahiptir. Bu vinçler gemi makine daireleri ya da elektrik santralleri gibi yerlerde kullanılır. İki tarafında ray bulunan gezgin vinçler belirli bir alanda hareket kabiliyetine sahiptir. Özel üretim vinçlerdendir.

4.8.2.5 Tek Ray Vinç

Tek ray vinç, tek bir ray üzerine konumlanır. Tek bir hat üzerinde hareket kabiliyetine sahiptir. Belirli bir kapasitede yük kaldırmaya yarar.

4.8.3 Vinç Kullanım Alanları Nelerdir?

Vinçler günümüzde pek çok alanda karşımıza çıkar. Yerleşim birimleri ve sanayi açısından vinç kullanımı önemli bir yere sahiptir. Yerleşim alanlarında vinç kullanımı genellikle yol bakım çalışmalarında, yol inşaatlarında, köprü yapımında karşımıza çıkar. İnşaat alanlarında da sıklıkla kullanılır. Bunun yanı sıra gökdelen binalar, yüksek katlı holdingler ya da yüksek apartmanlarda da vinç kullanımı yaygındır. Vinç fiyatları, kullanılacak iş makinesinin özelliklerine bağlı olarak değişir. Bazı durumlarda satın alma değil de vinç kiralama yoluna da gidilebilir. Kiralık vinç fiyatları da yine kullanım alanına ve makinenin özelliklerine bağlı olarak değişiklik gösterecektir.

4.8.4 Dıştan Görülebilir Arızalar

- Yağ kaçaqları
- Aşınan ekipmanlar
- Anormal sesler
- Halat kopukları
- Fren balata aşınmaları
- Kaplin arızaları

4.8.5 İç Arızalar

- Hasarlı hidrolik valfleri veya pistonları
- Hidrolik pompa ve elemanları arızaları

4.8.6 Elektrik Arızaları

Vinçlerde elektriksel arızaları üç gruba ayırabiliriz.

- Yük kaldırma ekipmanları
- Yürüyüş ekipmanları
- Kontrol ekipmanları

Vinçlerde Elektrik Arızaları	
Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Vinç kumandasının çalışmaması.	Buton kontakları ve kablolar kontrol edilir
Vinç kumanda sinyallerinin gelmemesi	Sigortalar ve emniyet sistemleri kontrol edilir
Termik atması ve sürücü hataları	Kablo bağlantı kontrolü, motor sargı kontrolü ve mekanik kontroller yapılır
Vinçte genel elektrik kesintisi.	Faz kontrolü, start sistemi kontrolü, acil stop ve emniyet sistemi kontrolü yapılır
Vinç köprüsünün hareket etmemesi veya tek yönde hareket etmesi	Yön butonları, köprü sürücüsü ve ekipmanları, çarpma emniyet sensörleri ve stop siviçleri kontrol edilir
Vinç ikaz ve uyarı sistemlerinin çalışmaması	Sigortalar ve bağlantılar kontrol edilir, sistem testleri yapılarak incelenir
Vinç hareketlerinin yavaş olması	Hız kontrol röleleri ve sürücüler kontrol edilir
Yük kaldırma esnasında hataya geçmesi	Aşırı yük switchleri, encoder ve sürücüler kontrol edilir
Sürücü topraklama hatası	Motor sargıları ölçülür, kablo kısa devre kontrolü yapılır

Vinçlerde Mekanik Arızalar	
Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Vincin hareket etmemesi	Motor mekanik bağlantıları ve rediktörler kontrol edilir
Hareket esnasında anormal ses gelmesi	Yürüyüş ekipmanları, rediktörler, rulmanlar ve tekerler kontrol edilir
Kablo raylarının yerinden çıkması	Ray stop takozları, Makara cıvata ve somunları kontrol edilir
Yağ kaçaqları	Hidrolik hortumlar, redüktör keçeleri kontrol edilir
Vinç köprüsünün dengesiz kalkması ve durması	Köprü fren balataları, motor mili ve redüktör dişlileri kontrol edilir
Teker rulmanlarından ses gelmesi	Rulmanlar değiştirilir
Teker yanaklarının aşınması	Tekerler değiştirilir
Halatlarda tel kopukları	Halatlar değiştirilir
Vinçlerde Sistem Arızaları	
Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Yük kaldırma esnasında BRH alarmı vermesi.	Fren sistemleri, encoder, sürücü ve emniyet sistemleri kontrol edilir
Yük kaldırma esnasında sistemin alarm vermesi.	Aşırı yük switch'i kontrol edilir
Sürücü haberleşme hataları	Sürücü encoder bağlantıları ve kabloları kontrol edilir
Encoder puls hataları	Encoder kaplini kontrol edilir, encoder değiştirilir

4.8.7 Vinçlerin Bakım ve Kontrol Talimatları

4.8.7.1 Vinçler İçin Genel Talimatlar

Bakım ya da onarım yapılacak vinç için mutlaka vinç elektrik devresi kapatılmalıdır.

Vinç yükte bırakılmamalı, Bakım için vinç altında ve çevresinde gereken önlemler mutlaka alınmalı ve gerekli birimler haberdar edilmelidir. Vinç uzun süre devre dışı kalmış ise devreye alırken mutlaka tüm bakım, yağlama noktalarını ve switch ayarları gözden geçirilmelidir.

Vinç bakımı mutlaka yetkili kişilerce yapılmalıdır...!!



4.8.7.2 Halatlar İçin Genel Talimatlar

Tel halatlar ömürlerinin uzun olması, verimli çalışmaları ve iş emniyeti açısından dikkatli kullanım ve bakım gerektirirler. Bu nedenle aşağıdaki önlemlere dikkat etmek gerekir.

- Doğru halat kullanıldığından emin olunuz.
- Üreticinin kontrol ile ilgili talimatlarına uyunuz.
- Halatı aşırı yüklemeyiniz.
- Halatta aşırı gerilmeler olabileceği için ani yükleme yapmayınız. Halatta hiçbir boşluk olmadığından emin olmak için yüklemeye başlarken gücü düz ve dengeli olarak veriniz ve halatı yavaş olarak kaldırınız.
- Soğuk havalarda ani yüklemelerden kaçınınız.
- Donmuş halatları kullanmayınız.
- Aşağıdaki durumlarda özel önlem alınız ve/veya daha mukavim halat kullanınız.
- Tam yük bilinmiyorsa,
- Ani yükleme durumu var ise,
- Ağır çalışma durumu var ise,
- Çalışanlar için tehlike var ise,
- Halat keskin kenarlardan yastık veya kılavuzlar ile koruyunuz.
- Halatı yüklerin altından çekmekten ve engeller üzerinde sürüklemekten kaçınınız.
- Halatı yüksekte düşürmeyiniz.
- Yükleri halat üzerinden yuvarlamayınız.
- Anormal halat titreşimini kontrol ediniz.
- Halatın tambur üzerine düzgün sarıldığından emin olunuz.
- Tambura gereğinden fazla miktarda halat sarmayınız.
- Halatın çapraz sarılıp üst üste binmesine engel olunuz.
- Halat uçlarının doğru bağlandığından emin olunuz.
- Halatın kasnaklara dolanmasını önleyiniz.
- Tambura sarılan halatın yiv doğrultusu ile yaptığı açı fazla büyük ise tambur yivleri ve halat hızla aşınır ve ömürleri kısalmır.

4.9 ASANSÖRLER



19.yüzyılın başlarında dünyada asansörlerde yapılan teknolojik devrimler sayesinde asansör teknolojisi hızla ivme kazanarak Uluslararası dev firmalar kurulmuş ve asansörde adeta bir teknolojik devrim yaratılmıştır.

İnsanlık tarihinin en eski problemlerinden birisi de düşey kaldırma olmuştur. İnsanlar bu konuda kaldıraç ile işe başlayıp, çıkırık benzeri sistemlerle problemlerini çözmeye çalışmışlardır. Yüzyılımızda yüksek bina yapımına doğan ihtiyaç, düşey taşımacılığında gelişimini berabere getirmiştir. Düşey taşımacılıktaki gelişmeler ve kazanılan teknik başarı, daha yüksek bina yapımında etkili olmuştur. Birbirini etkileyerek büyüyen iki sektör kendi içinde daha ileri teknoloji, güvenlik ve konfor standartlarını geliştirmiş, bugünkü seviyelere gelinmiştir. Bu gün dünyamızda harika bir dikey taşıma aracı olarak kullandığımız ve insanlığın hizmetine sunulan asansörler ilk olarak Avrupa'dan bütün dünyaya yayılmıştır. Günümüzde sadece yüksek binalarda kullanma zorunluluğundan ziyade artık günlük ihtiyaçlar arasında yer alan asansörlerin icadı milattan öncesine dayanmaktadır. Çok eski çağlardan orta çağa 13. yüzyılın başlarına kadar kaldırma araçlarının arkasındaki güç insan ve hayvan gücüydü. Eski Roma İmparatorluğu saraylarında katlar arasında inip çıkan dolapların olduğu bu dönemle ilgili bulunan belgelerin incelenmesinden bilinmektedir. Orta çağ dönemlerinde buna benzer dolapların (asansör) manastırların dış duvarlarına monte edildiği, bu tür asansörlerin dışarıdan çalışarak daha çok savunma ve korunma amacıyla yapıldığı, düşmanların gece baskınları yaparak içeriye girmesinin önlenmesi için kullanıldığı düşünülmektedir.

17. yüzyılın başlarında Velaye adındaki bir Fransız mimar bu ilkel aleti biraz daha geliştirmiş ve karşı ağırlık ile daha iyi dengede çalışması-

nı sağlamıştır. Karşı ağırlık ile çalışan ve elle çevrilerek hareket ettirilen bu alete uçan sandalye adı verilmiştir. Bu dönemlerde Amerika'da daha büyük bir dolap yapılmış ve bu dolap iki katlı bir binada kullanılmıştır. Bu aletin en önemli özelliği ise basınçlı hava ile çalışması ve böylelikle insan gücüne ihtiyaç duyulmaması idi. 1867 yılında Edoux adında bir Fransız mühendis uluslararası Paris sergisi münasebeti ile yeni bir kaldırma makinası yapmış ve adını ASANSÖR koymuştur. Bu makina ziyarete gelen misafirleri en yüksek noktaya kadar çıkartıp indirmiştir. 1880 yılında asansör teknolojisi bir kademe daha ileri gitmiş ve bu kez Alman fizikçi Siemens asansörlerde elektrikten faydalanmıştır. 1889 yılında ise Paris'te açılan bir sergide ünlü Fransız mühendis Eiffel adını verdiği ve ismini ölümsüzleştirdiği kule içerisine birde asansör kurmuştur. Eiffel kurmuş olduğu bu asansör ile insanları zahmetsiz bir şekilde kuleye çıkarmış ve insanlara Paris'i seyrettirmiştir. 1850 yılı ile 1860 yılları arasında İngiltere'deki tekstil fabrikalarında asansör yaygın olarak kullanılmıştır. Asansörlerin bu kullanımı daha sonra endüstriden ticarete ve oradan da halkın kullanımına olacak şekilde yaygınlaştırılmıştır. 1892 yılında Ülkemizde ilk asansör, İstanbul'da Pera Palas'a inşaa edilmiştir. Beyoğlu'nda ilk elektrik kullanan bina olmakla birlikte, Türkiye'nin en eski elektrikli asansörü de Pera Palas otelinde bulunmaktadır. Otelin en güzel köşelerinden birini oluşturan asırlık asansör adeta Pera Palas'la bütünleşmiş, yenilerine taş çıkarırcasına günümüze kadar güzelliğini ve ihtişamını koruyarak gelmiştir. 5 kişi (400)kg'lık bir ağırlık taşıyabilen asansörün günümüzde, haftada bir bakımı ve yılda bir kez de muayenesi yapılmaktadır. 19.yüzyılın başlarında dünyada asansörlerde yapılan teknolojik devrimler sayesinde asansör teknolojisi hızla ivme kazanarak Uluslararası dev firmalar kurulmuş ve asansörde adeta bir teknolojik devrim yaratılmıştır. Teknolojideki bu hızlı gelişme sayesinde bugün bu asansörlerin hızları 8 metre/saniye civarındadır. Ayrıca, 400 metreye kadar olan yüksekliklere günümüzde rahatlıkla çıkılabilmektedir. Günümüzde kullanılan asansörler ihtiyaca göre 20-25 kişiyi taşıyabilmektedirler. Bu sayıda insanı rahatlıkla taşıyan asansörlere günümüzde akıllı asansörler denilmektedir.

4.9.1 Asansör Çeşitleri

4.9.1.1 Elektrikli Asansörler

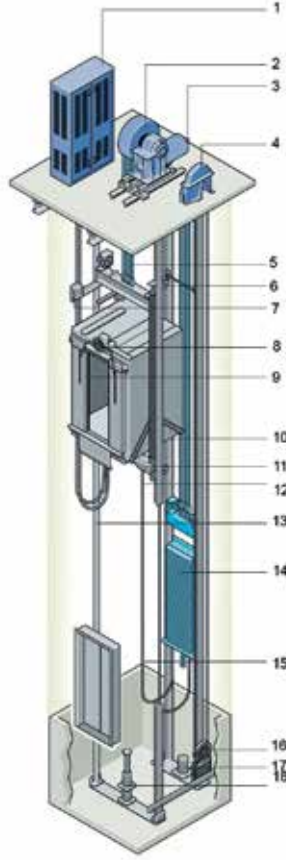
Tahrik motorunun kumanda panosundan aldığı komut vasıtasıyla harekete geçip, kabini istenilen yönde hareket ettirmesi yoluyla çalışırlar. Kabin, karşı ağırlıkla müşterek çalışır. Kabin ve karşı ağırlık çelik halatın tahrik kasnağı ile sürtünmesinden kaynaklanan bir hareket vasıtasıyla aşağı yukarı hareket eder. Kabin ve karşı ağırlık birbirleri ile yaklaşık eşit ağırlıktadırlar.

4.9.1.2 Hidrolik Asansörler

Kaldırma işi, hidrolik sıvısını, kabini doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen bir kaldırıcıya sevk eden ve elektrikle tahrik edilen bir pompa vasıtasıyla gerçekleşen asansörlerdir. Bu asansörlerde aşağı yön hareketi kabinin kendi ağırlığı ile gerçekleşmektedir. Hidrolik asansörlerde makina dairesi genel olarak, ilk duvar seviyesinde bulunur. Burada bir yağ kazanı ve bunun üzerinde hidrolik düzeneği, kumanda panosu ve hidrolik sıvısının içinden geçtiği hortumlar bulunmaktadır. Asansör kuyusu içinde; Kabin, varsa karşı ağırlık, silindir piston sistemi, askı tertibatı ve tamponlar bulunmaktadır.

4.9.1.3 Yük Asansörü

Fabrika, depo ya da otoparklarda kullanılmak üzere tesis edilen asansörlerdir. Bu asansörler ağır ortam Şartlarında başarıyla çalışır. Yalnızca yük taşımak amacıyla yapılan yk asansörlerinin kabin veya platform boyutları ve motor güçleri, taşınması gereken en büyük yük miktarına göre belirlenir. Tesis edildiği binanın en zor Şartlarına göre tasarlanan yk asansrlerimiz, 500 kg'dan 10000 kg'a kadar çeşitli kapasitelerdedir. Tahrik düzeni ise makinalı veya hidroliktir.



- | | | |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1. Asansör rayları | 9. Kasnak koruma sacı | 16. Plastik kelebek |
| 2. Ray konsol takımı | separatör sacları | 17. Halat, pim, civata, yay |
| 3. Hidrolik konsolu | 10. Asansör buton yeri | 18. Fitiller |
| 4. Otomatik kapı konsolu | 11. Servis kilidi | 19. Bağlantı konsolları |
| makine şasesi | 12. Servis anahtarı | 20. Bağlantı eleman ve |
| 5. Kabin süspansiyonu | 13. Muhtelif modeller için | ekipmanları |
| 6. Asansör motorları | kaşık | 21. Panel taşıyıcılar |
| 7. Asansör ağırlık karkası | 14. Panel askı civatası | 22. Eksantirik kollar |
| 8. Hidrolik kasnak | 15. Kilit makara seti | 23. Kilit makara seti |
| | | 24. Rulmanlı kayış kasnağı |

4.9.1.4 Sedye Asansörü

Hastaların konforlu ve sağlıklı bir şekilde taşınmalarını sağlayan asansörlerdir. Bu asansörler 1600 kg, 2000 kg ve 2500 kg 'a kadar taşıma kapasitesine sahiptirler. Bu asansörlerin diğer asansörlerden ayrıcalıklı özelliği; konfor ve güvenlidir. Sedyenin asansöre giriş-çıkışında sarsıntı olmaması için kabin katlara göre hassas ayarlanabilmektedir. Elektrik kesilmelerine karşı önlem, ayarlanmış ışık akışı, antibakteriyel tedbirler, paslanmaz aksam gibi ekstra donanımlar ilave edilmiş asansörlerdir.

4.9.1.5 Araç Asansörü

Binaların üstünün ve bodrum katlarının otopark olarak kullanıma olanak sağlandığı durumlarda kullanılan asansörlerdir. Araç asansörlerinin kapasiteleri 3000 kg olabilmektedir.

4.9.1.6 Panoramik Asansör

Bu asansörler açık havada, alışveriş merkezlerinde, tren istasyonlarında kullanılmaktadır. Bina mimarisine uygun olarak tahrik düzeni elektrik ve hidrolik yapılabilmektedir.

4.9.1.7 Özürlü Asansörü

Yaşlı, engelli ve tekerlekli sandalye kullanıcıları için tasarlanmış asansörlerdir. Bu asansörlerin bir diğer ismi de merdiven asansörleridir. Bu asansörler, daha geniş bir giriş kapısı, standart otomatik kapı, butoniyerlerin daha aşağı seviyede yatay pozisyonda bulunması ve buton düğmelerinin kabartmalı olması gibi özelliklerle diğer asansörlerden farklılık arz eder.

4.9.1.8 Monşarj Asansör

Bu asansörler genelde otel, restaurant ve villalarda mutfaktan yemek yenilen kata, tabak, bardak, tepsi taşınmasında kullanılır. Sadece yük taşıma amaçlı olarak, insanların giremeyeceği boyutlarda tasarlanırlar. Küçük tip yük asansörleri olarak düşünebileceğimiz servis asansörleri 50 kg'dan 250 kg'a kadar değişik taşıma kapasitelerine sahiptir.

4.9.1.9 Yamaç (Yatay) Asansörü

Yatay asansörler, gelişmiş ülkelerde havaalanlarında, hastane ve üniversite komplekslerinde sıkça kullanım imkanı bulan insan taşıma sistemleridir.

4.9.1.10 Makina Dairesiz Asansörler

Makina dairesiz asansörler özellikle yolcu terminalleri, çok katlı mağazalar, alışveriş merkezleri ile eğitim, kültür ve sağlık kuruluşları gibi yerlerde kullanılmaktadırlar. Özellikle daha yoğun yolcu trafiği olan ve daha yüksek ticari binalarda tasarımcılar, inşaatçılar ve bina sahipleri için önemli avantajlar sağlarlar. Bu asansörlerde tahrik makinası asansör kabininin üstünde ya da kuyu içinde bulunmaktadır.

Yük Asansör Arızaları	
Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Kapı kilidi arızası	Kapı kilit kolu, tamponu değiştirilmeli
Asansör hareket etmiyor ise	Yön butonları kontrol edilmeli, arızalı ise değiştirilmeli
Asansöre enerji gelmiyor ise	Kumanda kontrol panosu kontrol edilmeli, Arızalı elektronik kart var ise değiştirilmeli
Asansör kaçırıyor ise	Fren sistemi, Asansör ana taşıyıcı kasknakları, dişli, yatak, ve halatlar kontrol edilerek değiştirilmeli
Asansör aşırı yük hatası veriyor ise	Asansörde aşırı yük varsa malzemeler çıkartılarak asansör hom pozisyona alınmalı
Asansörün start almaması	Kapı switchleri ve emniyet sistemleri kontrol edilmeli
Asansör boş olduğu halde aşırı yük hatası vermesi	Ağırlık switchleri, switchlerin mekanik bağlantıları ve yük kalibrasyonu kontrol edilir
Asansörün zemin seviyesinin üzerinde veya altında durması	Asansör stop sensörleri ve mesafeleri kontrol edilir. Varsa encoder ve yazılım kontrol edilir
Asansörün çalışmaması	Motor ve bağlantılar, fren grubu, faz kontrol rölesi, kontaktör ve röle grubu kontrol edilir
İniş ve çıkış esnasında anormal ses gelmesi	Asansör kızakları, motor ve tambur kısmı kontrol edilir

4.9.2 Asansör Sınıfları

Sınıf I: İnsan taşımak amacıyla tasarlanmış asansörler.

Sınıf II: Esas olarak insan taşımak için tasarımılanan, ancak gerektiğinde yük de taşıyabilen asansörler.

Bu asansörler, Sınıf I, Sınıf III ve Sınıf VI asansörlerinden esas olarak kabin iç donanımı bakımından farklıdır.

Sınıf III: Hastaneler ve bakım evleri dahil, sağlık, bakım amaçları için tasarlanmış asansörler.

Sınıf IV: Esas olarak yüklerin, genellikle şahıslar refakatinde taşınması için tasarlanmış asansörler.

Sınıf V: Servis asansörleri

Boyutları ve şekil itibarıyla insanların girmeyeceği bir taşıyıcı (kabini) olan küçük yüklerin taşınması için tasarlanan asansörlerdir.

Sınıf VI: Özellikle yoğun trafiği olan binalar için tasarımılanmış asansörler, örneğin hızları 2,5 m/s ve daha fazla olan asansörler.

4.10 YÜK TAŞIMA ARAÇLARI



Transpalet; insan kontrolünde, elle veya motor yardımıyla çalışan kaynaklara yüklenmiş yükleri, hidrolik düzeyli pompa ile kaldırarak isteğe göre yatay olarak taşımaya yarayan bir araçtır. iki adet tutma aparatından oluşurlar ve paletlerin üzerindeki boşluklara bu aparatların girmesi ve çatalların yukarı doğrultuda kaldırılmasıyla yükleme yapılmış olur. Basit düzenekli bir krikonun aparatları taşıması için özel dizayn ile zenginleştirilip daha detaylı kullanımı da denilebilir

4.10.1 Transpaletler

Transpalerler, mekanik ve elektrikli olarak ikiye ayrılmaktadır. Mekanik transpaletler daha küçük ve insan gücüne dayalı olarak çalışmaktadır. Elektrikli transpaletler taşıma kapasiteleri artırılmış insan gücünden çok kontrolü ile çalışmaktadır.



4.10.1.1 Mekanik Transpalet Parçaları

Hidrolik transpaletler genel olarak; Kapasitesi 2500 kg, Çatal uzunlukları: 1150 mm, Kaldırma yüksekliği: 210 mm, Poliüretan tekerlekler, Kaldırma pompa ömrü 55.000, az kol hareketiyle hızlı kaldırma tekniği ile tasarlanmışlardır.



Akülü Forklift

4.10.1.2 Elektrikli Transpalet

Elektrikli transpaletlerin kapasiteleri, 1400 kg, 1800 kg, 2000 kg, 2200 kg, 2500 kg, 3000 kg, 5000 kg arasındadır. Motorları yeni nesil bakım gerektirmeyen, az enerji tüketen türdendir. 1150 mm uzunlukta ve değişik açıklıklarda çatallar mevcuttur. -25° C derecede çalışabilir. Elektronik kontrol sistemi, ayarlanabilir hassas yürüyüş hızı, poliüretan tekerlekleri, 24 Volt 240 Ah traksiyoner aküsü ile katlanır platform seçme süresi, koldan kaldırma ve çalışma saati göstergesi ile akü şarj göstergesi mevcuttur. Akülü istifleme makinesi; itiş tekerlekleri, yönlendirme ünitesi, ön/arka koruyucular, kaldırma ünitesi, hidrolik pompa, elektrikli kontrol ünitesi, bağlantı elemanları ve denge tekeri gibi yapıların bir araya gelmesinden oluşmaktadır.

4.10.1.3 Transpaletin Çalışma Şartları

- Kaldırma yüksekliği 1200 mm.
- -25°C < ortam sıcaklığı < +40°C
- Ortam sıcaklığının 40°C ulaşması durumunda bağıl nem % 50'yi aşmamalıdır. Daha düşük sıcaklıklarda nem düzeyi daha yüksek olduğunda da kullanılabilir.
- Düzgün ve sert zeminlerde kullanılmalıdır
- Alev alma riskinin, patlayıcıların veya aşındırıcıların (asitlerin/alkalilerin) bulunduğu ortamlarda kullanılmalıdır

Transpaletleri güvenli ve uzun süreli kullanabilmek için aşağıdaki uyarılara dikkat edilmelidir:

- Çalışma ortamında kaliteli iş ayakkabıları (çelik korumalı) ve iş eldivenleri kullanınız
- Çatalları kaldırmadan önce yükün çatallara tamamen ve dengeli bir şekilde oturduğuna emin olunuz

- Kullanmadan önce tüm vida, somun ve civataların yerine oturduğuna veya hiçbir gevşeklik olmadığından emin olunuz.
- Gerekli bakım ve onarımları yetkili kişilerce yaptırınız.
- Çatalları kullanım dışındayken yere yakın durumda bırakınız.
- Gerektiğinde tranpaletin eğimli ortamlarda kendiliğinden hareket etmesini önlemek için tekerleklerini takoz yardımıyla sabitleyiniz.
- Sağlıklı ve uzun süreli kullanım için bakımlarını düzenli olarak yapınız/yaptırınız.
- Transpaleti durdurmak için asla dümen kolunu sağa veya sola çevirmeyiniz.
- Uygun olmayan yüklerin veya aşırı ağırlıkların taşınması için kullanmayınız.
- Uyarı ve güvenlik etiketlerinin eskimesi durumunda bu etiketleri yenileri ile değiştiriniz.
- Transpaletinizi insanların taşınması için kullanmayınız.
- Aşırı yükleme riski oluşması durumunda transpaletinizi kullanmayınız.
- Transpaletinizi hareketi sırasında kontrol zorluğu riski oluşması durumunda kullanmayınız.
- Transpaletinizin gıda maddeleri ile direkt temasından kaçınınız.
- Patlayıcı madde riski bulunan ortamlarda transpaletinizi kullanmayınız.
- Yüklerinizi uzun süreli olarak transpaletinizin üzerinde bırakmayınız.
- Yüklerini çatalların üzerine aniden bırakmayınız.
- Deneyimi olmayan ve kullanım kılavuzunu okumamış kişilerin transpaletinizi kullanmasına izin vermeyiniz.
- Transpaletinizi kriko olarak kullanmayınız.
- Herhangi bir yükü kaldırmak için asla çatallardan tekini yalnız başına kullanmayınız.
- Belirtilen sınır değerlerin dışında yükleme yapmayınız.
- Eğimli ortamlarda risk oluşabileceği için kullanmayınız.
- Bozuk zeminlerde kullanmayınız.
- Düz, pürüzsüz ve kaygan olmayan zeminlerde kullanınız.
- Eğimli alanlarda transpaletinizi sabitlemeden bırakmayınız.
- İyi aydınlatılmamış alanlarda transpaletinizi kullanmayınız.
- Eğer aşırı yükleme veya başka nedenlerle çalışmasında düzensizlik olursa yetkili kişilerce onarımını sağlayınız.

4.10.1.4 Transpaletlerin Çalışma Prensibi

Üzerinde bulunan hidrolik pompa desteği ile kaldırma kapasitesi kadar yükü kaldırır ve hareket ettirir.

Transpalet Ekipmanları	
Hidrolik sistem	Dümen
Piston	Yük kaldırma indirme kumandası
Arka tekerler	Çatal kolları
Ön tekerler	Şasi
Çatal kolları	Akü (elektrikli ise)

Mekanik ve Hidrolik Arızaları	
Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Pompa kol bağlantısının kırılması	Pompa değişimi yapılmalıdır
Hidrolik pompa yağ kaçağı	Keçe değişimi yapılır
Tekerlerin aşınması ve kırılması	Tekerler yenisi ile değiştirilmelidir
Transpalet gövdesinin hasar görmesi	Hasar küçükse iyileştirilebilir.Emniyetsiz bir durum teşkil ediyorsa değiştirilmelidir
Hidrolik yağ seviyesi eksik	Uygun standartlarda yağ ilave edilmelidir
Transpalet indirmiyor	İndirme kolundaki zincir yerinden çıkmış ise takılır. Çıkmamış ise bağlı olduğu somunu biraz daha sıkılır
Elektriksel Arızalar	
Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Transpalete enerji gelmiyor	Akü yoğunluğu ve voltajı ölçülür
Transpalet hareket etmiyor	Kumanda ünitesi kabloları ve switchleri kontrol edilir

4.10.1.5 Bakım

Akülü transpalet eğitimli kişilerce kullanılmalıdır. Akülü transpaletin kullanım ömrü ve verimliliği düzenli bakımlarının zamanında yapılmasına bağlıdır. Bakımların aksatılması durumunda istem dışı kaza ve zararlara neden olunabilir. Gözlemleri cihazınızın normal çalışma koşullarında yapınız. Akülü transpaletin bakımı üç kademeli olarak gerçekleştirilmelidir.

- Mekanik sistemin bakımı: 6 ayda bir yapılmalıdır. Transmisyon ünitesi, ilerleme tekeri yatağı, bağlantı noktaları yağlanmalıdır. Çatalların düzgün yükselip alçalması kontrol edilmelidir. Normal koşullarda çalışması durumunda gürültü düzeyi 70 dB'in altında olmalıdır.
- Hidrolik sistemin bakımı: 6 ayda bir yapılmalıdır. Yağ silindiri ve herhangi bir sızıntı olmadığı kontrol edilmelidir. Hidrolik yağı temiz tutulmalı ve yılda bir değiştirilmelidir. Sıcaklık -5~ 40°C arasındaysa HL-N46 veya HL-N68, -35~ -50°C arasındaysa HV-N46 veya HV-N68 numaralı yağlar kullanılmalıdır. Artık yağı şehir kanalizasyon sistemine dökmeyiniz.
- Elektrikli aksamın bakımı: 3 ayda bir yapılmalıdır. Akülerin asit yoğunluğu ve kutup başlarının temizliği kontrol edilmelidir. Akü suyu eklenmeli uygun yoğunluğa getirilmelidir. Kutup başları sıkıştırılmalı ve vazelin sürülmelidir. Elektrik devresi ile transpalet gövdesi arasındaki şönt direnci 0,5 M" olmalıdır.



4.10.2 Forkliftler

Forklift İngilizce “çatal kaldırıcı” sözcüğünden alıntıdır. İngilizce sözcük İngilizce fork “çatal” ve İngilizce lift “kaldırıcı” sözcüklerinin bileşimidir.

Günümüzün forkliftinin kökleri 1900’lerin başlarındaki orijinal forkliftlere dayanmaktadır. Standardizasyon ve akü iyileştirmeleri dahil olmak üzere teknolojik gelişmeler sayesinde, günümüzde forkliftler deponuzun gelişmesine yardımcı olabilir. Her gün 500.000’den fazla kişi forklift kullanıyor ve bu da iş dünyasına doğrudan ve ölçülebilir bir fayda sağlıyor. Bu araçlar, küresel ekonomide hayati bir çarktır ve dünya çapında ticaretin güçlenmesine yardımcı olur.

Forkliftin uzun ve hikayeli bir geçmişi var. Yüzyılı aşkın bir süredir insanlar, erken yük taşıyan araçlarda iyileştirmeler yapıyorlar. Günümüzde forkliftler verimli ve güçlüdür ve depo operasyonlarının sorunsuz bir şekilde akmasına yardımcı olur. Ancak bu her zaman böyle değildi. İlk günlerde, şimdi depolarda dolaşanlardan çok daha farklı görünüyorlardı ve performans gösteriyorlardı.

1913 gibi erken bir tarihte, malzeme işleyicileri yükleri kaldıracak bir kamyon fikriyle oynadılar. Dikey ve yatay taşıma özelliğine sahip bir forklift ve araca bağlı küçük bir vinç tanıttılar. Bununla birlikte, dönüm noktası olayı 1917’de gerçekleşti. Clark Material Handling Company, genellikle orijinal forklift olarak kabul edilen Truactor’ı dünyaya tanıttı. Bu araç, depolar ve fabrikalar için özel olarak tasarlanmıştı ve ilk oturan karşı ağırlıklı kamyondu. Daha fazla insan bu forkliftten haberdar oldukça, şirket talebi karşılamak için üretimini artırmaya başladı. Modern forkliftin selefi gelmişti.

Forkliftlerin popülaritesi arttıkça, mühendisler onlara daha fazla özellik eklemeye ve gücü artırmaya başladı. Orijinal forkliftler zayıftı. Çözümlerden biri hidrolik parçaları

dahil etmekte. 1920'de bu bileşenlerin eklenmesi forkliftlerin gücünü artırdı. 1923'te tanıtılan dikey kaldırma konsolu ile ilk modern forklift geldi. Depolar, tek yüzlü paletlerle birlikte operasyonlarını daha önce hiç olmadığı kadar kolaylaştırabilir. 1920'ler boyunca tasarımcılar, gücü ve verimliliği artırmak için daha fazla elektronik, devirme direkleri, kısaltılmış dingil mesafeleri ve kaynaklı bağlantılar içeriyordu.

O zamandan bu yana geçen on yıllarda, forklift teknolojisi güvenlik ve verimlilikte birçok ilerleme kaydetti. Birçok forkliftte kullanıcıları korumak için kafesler ve direklerde sırtlıklar bulunur, böylece yükler geriye doğru devrilmez. Bir diğer önemli gelişme de forkliftin güç kaynağında. İlk kamyonların çoğu, propan veya benzinle çalışan içten yanmalı motorlardı. 1950'lerden itibaren akülü kamyonlar, gazla çalışan forkliftlere son derece uygun bir seçenek olarak yerlerini almaya başladı. Birçoğu, kısmen şarj edilebilmeleri, tehlikeli emisyonlar üretmemeleri ve asansörünüzü çalıştırmak için yeterli güç sağlamaları nedeniyle değerlerini lanse etti. Daha yakın zamanlarda, lityum iyon pillerin icadı, elektrikli forkliftlere tamamen yeni bir verimlilik boyutu ekledi. Bununla birlikte, endüstrinin birçok segmentinde, içten yanmalı motorlar, I.C. Toyota'nın 4-Y modeli gibi motorlar hala popülerliğini koruyor. Ek olarak, birçok kamyonun birime eklenmiş bilgisayar sistemleri de vardır ve kullanıcılar doğrudan koltuklarının rahatlığından envanteri yönetebilir. Forkliftler günümüzde daha kolay manevra yapabilir, bu da koridorların daralmasına ve depolama kapasitesinin artmasına neden olur. Bu makineler, Toyota gibi büyük şirketlerle birlikte, forklift teknolojisine araştırma ve enerji (amaçlanan) ayrılarak gelişmeye devam ediyor.

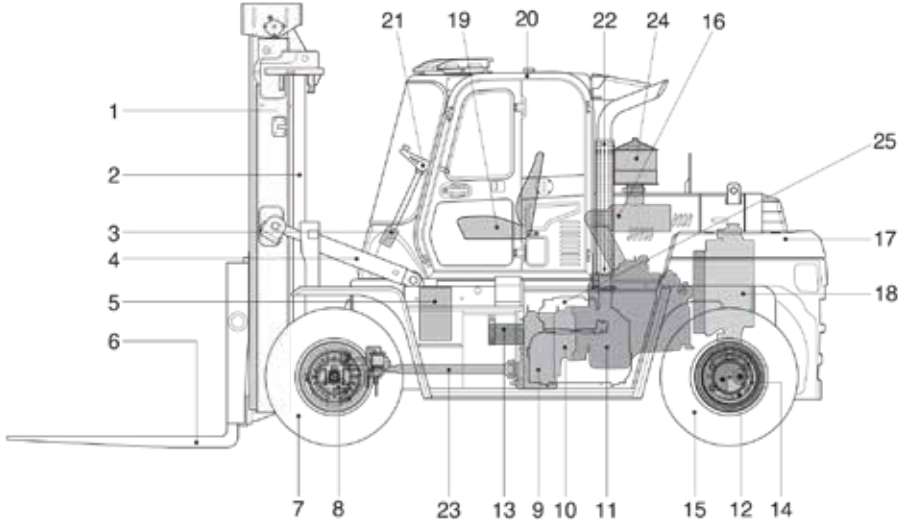
Forklift (istif makinesi), bir yükü çatallı kolları vasıtasıyla alıp kaldırıp, belirli bir mesafeye taşımaya, yüklemeye veya taşıyıp istif etmeye yarayan, elektrik motoru ve/veya içten yanmalı motor ile hareket edebilen hareketli kaldırma makineleridir. Karayolu taşımacılığında yükleme ve boşaltma büyük zaman kaybına yol açmaktadır. Zaman kaybını ortadan kaldırmak üzere geliştirilen forkliftler yükleme ve boşalma süresini en aza indirir. Daha çok küçük hacimli yükler için forklift, daha büyük hacimli yükler içinse vinçler kullanılmaktadır. Aynı zamanda depo alanında da malların istiflenmesi ve depolanmasında büyük rol oynar. Yakıt olarak elektrik, dizel ve lpg ile çalışan modelleri mevcuttur. Forkliftleri kullanmak için forklift iş makinaları kullanma ehliyeti almak gerekmektedir. Depolama ve fabrika alanlarında kullanıldığından dolayı plaka zorunluluğu da yoktur.

Hareket edebilen ürünleri kısa mesafelerde taşımaya yarayan pratik ve popüler bir kaldırma makinesidir. Modern zamanların en önemli endüstriyel icatlarından biridir.

4.10.2.1 Forkliftlerin Çalışma Şartları

Forkliftlerin yük kaldırma kapasiteleri 1,5-40 ton arasında değişir. Genelde yük kaldırma yükseklikleri 3-4 m'dir. Özel maksatla asansör sistemlerinde yapılan değişikliklerle 9 m yüksekliğe yük kaldırabilir. Dolgu veya şişme (pnömatik) lastik tekerlekli olur. Direksiyon donanımı arka tekerleklerle müdahale eder. Yani dönme işlemi arka tekerleklerden yapılır.

Basıncılı hidrolik yağ ile döndürülen hidrostatik motorlar direkt olarak tekerlekleri döndürür. Basıncı oluşturan hidrostatik yağ pompası ana motordan tahrik alır. Elektrikli modellerde, pompa dönüşü bir elektrik motoru ile sağlanır.



Forklift Ekipmanları

- | | | |
|------------------------|------------------------|--------------------|
| 1. Direk | 9. Transmisyon | 17. Karşı ağırlık |
| 2. Kaldırma silindiri | 10. Tork dönüştürücüsü | 18. Radyatör |
| 3. Direksiyon ünitesi | 11. Motor | 19. Koltuk |
| 4. Eğim silindiri | 12. Hidrolik sistemi | 20. Kabin |
| 5. Ana kontrol sistemi | 13. Hidrolik pompa | 21. Direksiyon |
| 6. Çeki kancası | 14. Direksiyon aksı | 22. Susturucu |
| 7. Ön tekerlekler | 15. Arka tekerler | 23. Tahrik mili |
| 8. Tahrik tekeri | 16. Hava temizleyici | 24. Ön temizleyici |

4.10.2.2 Forkliftin Sınıflandırılması

Forkliftler sınıflandırılırken birkaç ölçüte göre değerlendirilir.

• Güç kaynağı yönünden Forkliftler güç kaynağı yönünden sınıflandırma

Dizel, benzinli, LPG'li (Likit Petrol Gazı), akülü (bataryalı) olarak sınıflandırılmaktadır.

Dizel forkliftler:

Dizel motorları ile çalışır. Kaldırma kapasiteleri yüksek makinelerde tercih edilir, ekonomiktir, zararlı egzoz gaz emisyonları ve gürültü nedeniyle açık alanlarda kullanılır. Konteyner taşımacılığında kullanılanların kapasiteleri 40 tona kadar çıkar.

Benzinli forkliftler:

Benzin motorları ile çalışan forkliftlerdir. Ekonomik olmamaları sebebiyle son zamanlarda kullanılma oranları azalmıştır.

LPG'li forkliftler:

Benzin motorlarının yakıt sistemlerindeki bazı değişikliklerle sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) kullanan motorlarla çalışır. Kapasiteleri dizel forkliftlere nazaran düşüktür. Egzoz

gaz emisyonları benzin ve dizel forkliftlere nazaran çok azdır. Yakıt tankının doldurulması ve değiştirilmesi pratik olmadığından ağır iş koşullarında çalıştırılmaları uygun değildir. Buna karşılık çevreyi %35 az kirletmesi ve ekonomik olması nedeniyle uygulama alanı oldukça fazladır.

Akülü (bataryalı) forkliftler

Şarj edilebilir akülerle çalışan elektrik motorlarıyla çalışırlar. Kaldırma kapasiteleri nispeten küçüktür. Sessiz çalışır, egzoz gazı çıkarmadıklarından özellikle kapalı alanlarda ve insanların çalıştığı yerlerde, gıda işi yapan işletmelerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Buna karşın tozlu ve yağışlı dış ortamlarda kullanılmaz. Kaldırma kapasiteleri 500 kg' dan 5000 kg'a kadar değişir. Yarı iletken elektroniğin sağladığı olanaklarla bu forkliftler şarj edilmeden 18 saat aralıksız olarak çalıştırılabilirler. Genel olarak çalışma süreleri 8-10 saattir. Kurşunlu akümülatör, forkliftin dengelenmesini sağlayan karşı ağırlığın büyük bölümünü oluşturur.

• Hareket iletme sistemi yönünden sınıflandırma

Forkliftler hareket iletme sistemine göre ise debriyajlı, tora konverterli, hidrostatik ve elektrik motorlu olarak sınıflandırılır.

Debriyajlı forkliftler

Bu forkliftlerin yürüyüş sistemlerinin motordan alınan dönme hareketini, debriyaj dişli kutusu (Şanzıman), şaft, diferansiyel ve aks aracılığıyla tekerleklerle iletmesinden ibarettir. Makinelerin çalışması sırasında çok sık debriyaj problemleri olduğundan üretici firmalar artık bu tip forkliftleri üretmemektedir.

Tora konverterli forkliftler

Yürüyüş sistemlerinin, motordan alınan dönme hareketini, tora konverter, şanzıman, şaft, diferansiyel ve aks aracılığıyla tekerleklerle iletilmesinden oluşur. Dizel, benzinli, LPG'li forkliftlerde yaygın olarak kullanılır. Tork konverterli kavrama sistemi genel olarak tüm iş makinelerinde kullanılır. Debriyajlı forkliftlere nazaran operatör yönünden kullanım kolaylığı vardır. Bu tip forkliftlerin aynı zamanda şanzımanları da hidroliktir.

Hidrostatik forkliftler

Klasik yürüyüş sistemi bu forkliftlerde yoktur. Yani kavrama (tork konverter veya debriyaj), şanzıman, şaft, diferansiyel gibi hareket iletim elemanları kaldırılmış, bunların yerine hidrostatik pompa ve hidrostatik motor konulmuştur. Basınçlı hidrolik yağ ile döndürülen hidrostatik motorlar direkt olarak tekerlekleri döndürür. Basıncı oluşturan hidrostatik yağ pompası ana motordan tahrik alır. Elektrikli modellerde, pompa dönüşü bir elektrik motoru ile sağlanır. Operatör, hidroliğe yön veren valfleri kumanda ederek aracın ileri ve geri hareketini sağlar.

Elektrik motorlu forkliftler:

Elektrikli forkliftlerde yürüyüş, akü grubundan beslenen elektrik motorlarının tekerleklerle akupile bağlanmasıyla sağlanır. Bu şekilde makine elektrik motorlarının döndürme hareketi ile yürüyüş yapmaktadır.

- **Kullanıldıkları yere göre sınıflandırma**

Kullanıldıkları yere göre forkliftler genel amaçlı ve sık depolama forkliftleri olarak ikiye ayrılır.

Genel amaçlı forkliftler

Klasik forklift tipidir. Dengeli forkliftler diye de adlandırılır. Çünkü yükün ağırlığı ile dengelenir.

Sık depolama forkliftleri

Yerden kazanma amacıyla malların elden geldiğince yükseklerle istiflenmesi gereken yerlerde çalışmak için tasarlanmıştır. Dar açıklıklıdır. Sık depolama forkliftleri tekerlek genişliği az olan forkliftlerdir. Yerden kazanmak için kaldırma sütununun araç gövdesine kadar içeri çekilebilen çeşidi mevcuttur. Bu tip forklifte yüksek istifleyici (uzatmalı) forklift denir. Çok dar bir alanda manevra yapabilir. Operatör çoğunlukla yan oturur. Sık depolama forkliftlerinin çatallı 90° sağa ve sola dönüş yapabilir. Bu dönüş bir taret tarafından sağlandığı için taretli istifleyici de denilmektedir. Çoğunlukla dar koridorlu alanlarda raylar üzerinde hareket ettirilerek operatöre manevra kolaylığı sağlanır. 9 metre yüksekliğe kadar yük kaldırabilir.

Özel forkliftler

Bu forkliftler belli bir işi yapmak amacıyla imal edilmişlerdir. Bunlar konteynerleri istif etme ve taşıma amacıyla kullanılmaktadır. Yandan ve üstten kavramak suretiyle konteyner alabilen tipleri mevcuttur.

4.10.2.3 Bir Forkliftte Bulunan Parçalar

Şasi:

Arka ağırlık, motor, operatör kabini gibi ana elemanları üzerinde bulundurur ve karoserini taşır.

Operatör kabini ve koltuğu:

Kabin siperliği, operatör koltuğunun üzerinde olup çalışma sırasında forklift üzerine düşebilecek parçaların meydana getirebileceği tehlikelerden operatörü korur. Operatör koltuğu ayarlandığında aynı zamanda akü ana devre anahtarı görevi de görür.

Karşı ağırlık (denge ağırlığı):

Forkliftin kaldıracağı maksimum yüke göre hesaplanmış ve arka tarafa şasi üzerine yerleştirilmiş veya yekpare gövdeye civatalarla bağlı döküm bloklardır.

Asansör donanımı:

Asansör donanımı, kızaklar, kaldırma pistonu, zincir donanımı, çatallar ve aynadan (çatal taşıyıcı) oluşmaktadır. Asansör sistemleri kullanım yerine göre iki kızaklı, üç kızaklı ve hatta dört kızaklı olabilir. Tek veya iki adet kaldırma pistonludur. Konteyner için ve gemi ambarları gibi yerler için özel üretilen forkliftlerin asansör sistemleri üç pistonlu ve serbest kaldırma donanımlı olabilmektedir.

Direksiyon donanımı:

Direksiyon forkliftin sevk ve idaresini sağlar. Direksiyonun sağa sola döndürülmesi ile basınçlı hidrolik yağının dönüş silindirlerine gönderilmesi temin edilir. Direksiyona rahat kullanım için topuz ilave edilmiştir. Sağ elin, levyelerin kullanımı için boşta olması gerekir. Normal olarak dönüş tekerlekleri arka tekerleklerdir. Ancak bazı özel durumlar ve dar yerler için dört tekerlekten dönüş yaptırılabilen forkliftler mevcuttur.

Forklift atışmanları (taşıyıcıları):

Forkliftler sadece çatalları aracılığıyla paletli yüklerin kaldırılıp taşınmasında kullanılmaz. Çatalın bağlandığı ayna sistemine farklı çeşit atışman monte edilerek çok değişik yükler kaldırılıp taşınabilir. Balya, torbalanmış çimento grupları, rulo kâğıt, varil, çöp kovası, büz, briket gibi tek taşınabilen ve paketlenmemiş yükler için geliştirilmiş atışmanlar vardır. Gün geçtikçe yaygınlaşan forklift kullanımı, özel amaçlara yönelik atışman kullanımını da yaygın hâle getirmiştir. Bunun en belirgin örneği sideshifter (hidrolik yana kaydırma) olarak verilebilir. Atışmanlar yapılan işin daha emniyetli ve kısa zamanda yapılmasına yardımcı olur. Düzgün bir istifleme için gerekli olan, ataşmansız makine manevraları sırasında harcanan yakıt, zaman kaybı ve lastik aşınması bedellerinin yaklaşık bir yıllık karşılığı bu atışmanın maliyetini sıfırlamaktadır.

Bugün forklift atışmanı deyince çatal atışmanı, çift yönlü çatal, balya, kâğıt veya selüloz balyası, tuğla, varil, karton veya kutu, ayarlı çatal, 2/3/4/6 palet atışmanı, döndürme, kâğıt rulo veya bobin, palet döndürücü, halı, vinç, yük dengeleyici, boşaltıcı, kepçe, yük itme/çekme, lastik, pota tutucu, uzatma, 3 yön hareketli çatal tipinde atışmanlar artık genel kullanımda sık karşılaşılr hâle gelmiştir.

Forkliftin emniyet sistemleri:

Forkliftlerde bazı emniyet sistemlerinin bulunması zorunludur. Bunlar çarpma ve devrilmelere karşı geliştirilen üst korkuluktur (rops). Üst korkuluk devrilme anında operatörün forklift altında ezilmesini engellemek amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca üst korkuluk kaldırılan yükün çatal üzerinden düşmesi ihtimaline karşı operatörü korumaktadır. Bu sebeple forkliftlerde mutlaka üst korkuluk bulundurulmalıdır.

Bunun yanında forklifte çarpmalara karşı ön korkuluk takılabilir. Ön korkuluk ise hem forklifti hem operatörü darbelere karşı korur. Forkliftlerde operatör emniyeti için emniyet kemeri bulunabilir. Özellikle devrilme durumlarında operatörün forkliftten dışarı düşmemesi için emniyet kemeri kullanılmaktadır.

Forkliftlerde, geri vitese takıldığında ses veren düzenekler kullanılması iş kazalarını azaltmaktadır. Ses etrafta bulunabilecek kişiler tarafından rahatlıkla duyulacak kadar güçlü olmalıdır.

Çalışma esnasında dikkat çekmek ve diğer çalışanları uyarmak için korna bulunmalıdır. Operatörün yanları ve arkayı rahat görüşü için forkliftte yan ve gerektiğinde iç aynalar da bulunmalıdır.

Mekanik Arızalar

Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Tekerleklerde çatlak yada aşınma	Tekerlekler değiştirilmeli
Asansör zincirinde aşınma yada kopma	Zincir değiştirilmeli
Direksiyon simidi hasarlı	Tamir edilemiyorsa değiştirilmeli
Forklift kaputu hasarlı	Tamir edilebilir, Operatörün kullanımını etkiliyorsa değiştirilmeli
Ataçman çatalları paralel değil	Çatallar preslenerek düzeltilmeli
Ataçman çatalları bağlantı kulakları aşınmış	Çatallar değiştirilmeli
Ataçman civataları gevşek	Deformasyon varsa değişmeli, Loctite ile sıkılmalı
Ataçman yatak pedleri aşınmış	Yenileri ile değiştirilmeli
Asansör yatak pedleri aşınmış	Yenileri ile değiştirilmeli
Asansör rulmanları dağılmış	Rulmanlar yenileri ile değiştirilmeli
Teker rulmanlarından ses geliyor	Teker sökülerek rulmanlar değiştirilmeli
Forklift frenleri tutmuyor	Fren mekanizması kontrol edilmeli
El freni tutmuyor	El fren teli kopmuş ise değiştirilmeli
Hidrolik pompa aşırı sıcak	Sıcaklık sensörü ve hidrolik pompa sökülerek sargılar kontrol edilmeli
Aks teker rulmanlardan ses geliyor	Tekerler sökülerek rulmanlar değiştirilmeli



Forklift Ataçman



Forklift Yürüyüş Takımı

Hidrolik Arızalar

Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Hidrolik yağ seviyesi düşük	Yağ seviyesi tamamlanmalı,Yağ kaçağı tespit edilerek problem giderilmeli
Ön ve arka aks teker üzerinde yağ mevcut	Aks porya dişli keçesi deforme ise değiştirilmeli
Hidrolik pompa voltaj geldiği halde asansör silindirler çalışmıyor	Valf içersinde hidrolik kaçak olabilir,Valf temizlenmeli yada değiştirilmeli
Direksiyon simidi çok sert dönüyor	Direksiyon valfinde kaçak olabilir değiştirilmeli



Forklift Valf Grubu



Forklift Asansör Piston Grubu

Elektriksel Arızalar

Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Hidrolik yağ seviyesi düşük	Yağ seviyesi tamamlanmalı,Yağ kaçağı tespit edilerek problem giderilmeli
Ön ve arka aks teker üzerinde yağ mevcut	Aks porya dişli keçesi deforme ise değiştirilmeli
Hidrolik pompa voltaj geldiği halde asansör silindirler çalışmıyor	Valf içersinde hidrolik kaçak olabilir,Valf temizlenmeli yada değiştirilmeli
Direksiyon simidi çok sert dönüyor	Direksiyon valfinde kaçak olabilir değiştirilmeli



Forklift Görsel İkazı



Forklift Kontrol Kartları

4.10.3 Towtrucklar

Yükü çekerek bir yerden başka bir yere taşımaya yarayan makinalardır. Diğer bir adı da elektrikli çekicidir.



4.10.3.1 Towtruckların Çalışma Prensipleri

Elektrikli römorkör, ağır yükleri tekerlekler üzerinde taşımak için kullanılan akü ile çalışan bir makinedir. Fiziksel yük ihtiyacını ortadan kaldırır. Bu, çalışanın ergonomisini korur ve aynı anda birkaç ağır yük hareket ettirilebildiğinden daha verimli çalışmaya olanak tanır.

Towtruck Ekipmanları

1.Tepe lambası	9.Tahrik tekerleği	17.Operator platformu
2.Ayarlanabilen koltuk	10.Düşürücü şanzıman	18.Operator algılama
3.Kablo (isteğe bağlı)	11.Asenkron çekiş motoru	19.Çekiş kontrol modülü
4.Acil durdurma butonu	12.Elektromanyetik fren	20.Direskiyon ünitesi
5.Çekici arkası ışıklar	13.Direskiyon ünitesi	21.Fan
6.Akü	14.Bağlantı düğmeleri	22.Ön lamba
7.Korna	15.Kanca	23.Akü kapağı
8.Stabilizör tekerleri	16.Yükleme tekerleri	24.Arıza tespit cihazı

Towtruck Arızaları

Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Dişli yağı eksik	Dişli yağı tamamlanmalı, Dişliler ve keçeler kontrol edilmeli
Tekerlerde aşınma ve çatlama mevcut	Tekerler yenileri ile değiştirilmeli
Joystick ileri geri hareket etmiyor	Joystick kart üzerindeki switchler kontrol edilmeli arızalılar değiştirilmeli
Ayak gaz pedalı çalışmıyor	Gaz pedalına gelen kablo tesisatı kontrol edilmeli
Towtruck'a enerji gelmiyor	Akü ve acil stop kontrol edilerek problem giderilmeli
Fren açma kapama yapmıyor	Kontaktör ve fren grubu kontrol edilerek değiştirilmeli
Towtruck geç fren yapıyor (sn)	PLC üzerinden fren sistemi kontrol edilmeli

4.11 AYDINLATMALAR (İÇ – DIŞ)



Son araştırmalar, ülkenin elektrik tüketiminin %20 'sinden fazlasının çeşitli aydınlatma ürünleri ve sistemleri tarafından emildiğini ortaya koyuyor. Konut, ticari ve endüstriyel sektörlerde, ileri aydınlatma teknolojilerinin enerji tasarrufu üzerindeki potansiyel etkisi büyüktür .

Işık hayattır. Yaşamımızın her kısmında ışık vardır. Işık temel gereksinimlerimizden biridir. Çevremizi diğer duyularımızla da algılayabilir, tanımlayabiliriz kuşkusuz; ama gözümüz ile bu algılama ve tanımlama, çok daha kolay ve ayrıntı düzeyinde kesin olabilmektedir. Ancak, görebilmek için öncelikle ışık ve onun yansıyabildiği yüzeylerin olması şarttır. Günlük yaşamımızda, herhangi bir eylemi gerçekleştirmek için ışık yayan, yansıtan ya da geçiren bir nesnenin varlığı çoğunlukla yeterli olmamaktadır. Kısaca, bir mekânı herhangi bir kaynakla ışıklandırmak, aydınlatma olmamakta; sadece insanın sağa sola çarpıp geçmesi ya da çoğu kez, bir görsel eylemi büyük bir rahatsızlık duyumu içinde ve yalnızca kısa bir süre için gerçekleştirmesine olanak vermektedir. Ama, aydınlatma biliminin temel ilkeleri göz önüne alınarak düzenlenmiş bir çevrede, kullanıcının çoğunlukla insandır görsel konfor gereksinimleri yerine getirilmiştir. Bir çevrenin doğru aydınlatılması ile fizyolojik ve psikolojik açılardan görsel konfor koşullarına ulaştırılması önemlidir.

Işık Akısı Tanımı; Işık akısı Lümen (lm) bir ışık kaynağının her doğrultuda verdiği toplam ışık miktarıdır. Işık kaynağına verilen elektrik enerjisinin, ışık enerjisine dönüşen kısmıdır. Buna kullanılan armatürün verimi de diyebiliriz. Işık akısı ϕ harfi ile gösterilir.

Aydınlık Şiddeti Tanımı; Birim yüzeye düşen ışık akısı toplamına aydınlık şiddeti denir. Bir ışık kaynağının her doğrultuda verdiği ışık seviyesini belirtir. Aydınlık şiddetinin birimi lükstür.



Yüksek Tavan Aydınlatma



Floraslan Armatür



Dış Aydınlatma Armatürü



Led Florasan Armatür



3x18 WOfis Tavan Aydınlatma

Işık üretimleri açısından ışık kaynakları şunlardır;

- Birincil ışık kaynakları; kendi kendilerine ışık yayabilen nesnelerdir, (güneş, mum, akkor telli lamba,)
- İkincil ışık kaynakları; birincil ışık kaynaklarından aldıkları ışığı yansıtarak ya da geçirerek ışık yayan nesnelerdir, (ay, atmosfer, pencere, duvar yüzeyi, vb.) Bir diğer sınıflandırma, ışık kaynaklarının geometrik biçimlerine göre yapılmaktadır;
- Noktasal ışık kaynakları,
- Çizgisel ışık kaynakları,
- Yüzeysel ışık kaynakları olarak sıralanmaktadır.
- Işığın kökenine göre ışık kaynakları sınıflandırıldığında;
- Doğal ışık kaynakları, güneş, gökyüzü, pencere, v.b.,
- Yapma (yapay) ışık kaynakları, mum, akkor telli lamba v.b.olarak iki ana grupta toplan-
dığını görmekteyiz.
- Gözün görme yeteneği artar (görüş keskinliği, görme hızı artar).
- Göz sağlığı korunur, görme bozuklukları önlenmiş olur.
- Görsel performans artacağından, yapılan işin verimi artar böylece ekonomik yarar sağlanır.
- Psikolojik açıdan da görsel konfor sağlanır. Yararlanıcı içinde bulunduğu ortamda kendini daha mutlu hisseder.
- İyi görememe ya da görme yanılgılarından doğabilecek kazalar azalır.
- Güvenlik duygusu sağlanır.

4.11.1 Aydınlatmanın Türleri

- Doğal Aydınlatma: Ana kaynağı güneş olan gün ışığının, görsel konfor gereksinimlerini karşılamak üzere tasarlanan aydınlatma sistemi olarak tanımlanabilmektedir.
- Yapma (Yapay) Aydınlatma: Yapma ışık kaynaklarından üretilen ışığın, görsel konfor gereksinimlerini karşılamak üzere tasarlanan aydınlatma sistemi olarak tanımlanabilmektedir,
- Bütünleşik Aydınlatma: Görsel konfor gereksinimlerini karşılamada, gün ışığının yetersiz kaldığı durumlarda takviye edici olarak yapma ışığın kullanıldığı aydınlatma sistemi olarak tanımlanabilmektedir.
- Aydınlatılan yere göre sınıflandırmada ise, aydınlatmanın iki türde ele alındığını görüyoruz ki bu konuda yazılmış birçok kaynakta bu sınıflandırmayı görmemiz olasıdır.
- İç Aydınlatma: Çeşitli yapısal öğelerle dış çevreden ayrılmış, iç mekânların aydınlatma sistemini konu alır.
- Dış Aydınlatma: Bina dışı çeşitli ölçekteki yapma çevrenin aydınlatma sistemini konu alır.

4.11.1.1 İç Aydınlatma

Çeşitli yapısal öğelerle dış çevreden ayrılmış, iç mekânların aydınlatma sistemini konu alır.

Atölye İç Aydınlatma Armatürleri büyük açıklıklı sanayi yapılarında aydınlığın yeterli olmayışı, hemen hemen bütün alanlarda, çalışma hızının düşmesi, hatalı imalatın artması (malzeme ve enerji israfının artması), iş hastalıkları ve iş kazalarının artması, kaliteli işçilerin kısa sürede yıpranması ve benzeri sonuçlarla, genel olarak, randımanın ve kalitenin düşüklüğünün önemli nedenlerinden birini teşkil etmektedir. Gereğinden fazla aydınlığın ise, nitelik bakımından, tekniğine uygun olmak şartıyla, aşırı yüksek değerlere ulaşılmadıkça, aydınlatma giderlerinin artmasından başka sakıncası olmamaktadır.

Değişik endüstri alanlarında gerekli olan minimum aydınlık değerleri çeşitli sanayi kollarının değişik çalışma birimleri ve buradaki çeşitli çalışma şekilleri için gerekli minimum aydınlıklar hesaplanarak geniş çizelgeler düzenlenmiştir.

Otomotiv Sektörü:

- Şasi montaj hatları 400 - 200 lüks
- Montaj hatları 800 - 400 lüks
- Döşeme hatları 800 - 300 lüks
- Genel birleştirme 800 - 400 lüks
- Test ve denetleme 1500 - 750 lüks
- Fabrika depoları 50 - 100 lüks
- Üretim hatları 300 - 150 lüks
- Form verme 300 - 150 lüks
- Laboratuvar ve test mekanları 2000 - 1000 lüks
- İnce detay işçilik gerektiren alanlar 1500 - 750 lüks

Diğer endüstri alanları:

- Boya fabrikası genel aydınlatma 150 - 300 lüks
- Seramik sanayi öğütme 100 – 200 lüks
- Renklendirme 400 – 800 lüks
- Kimya sanayi elle yapılan işler 150 – 300 lüks
- Nitrasyon ve elektroliz grupları 150 – 300 lüks
- Depolar, mağaza depoları 25 - 50 lüks

4.11.1.2 İç Aydınlatmanın Hesaplanması

Doğru aydınlatma için çeşitli veriler ve hesaplamalar kullanılmaktadır. Burada size verilen tablolar örnekleme şeklindedir. Bu verilerle yetinmeyip, daha özel uygulamalar yapabilirsiniz. Bir mekânın aydınlatılması hesapları ve etkenleri aşağıda aşama aşama açıklanmıştır.

Oda indeksi

$$k = \frac{a.b}{H.(a+b)}$$

k= Oda indeksi

a= Odanın kısa kenar uzunluğu

b= Odanın uzun kenar uzunluğu

H= Armatürle, çalışma yüzeyi arasındaki yükseklik

Bazı Malzeme ve Duvar Renklerinin Yansıma Katsayısı

Malzeme	%	Boya malzemesi	%
Koyu Kahverengi	1,10-0,20	Meşe açık renk	0,25-0,35
Açık Sarı	0,60-0,70	Sunta krem rengi	0,50-0,60
Açık Yeşil	0,45-0,55	Alçı sıva	0,90
Açık Kırmızı	0,30-0,50	Eloksallı alüminyum	0,85
Gök Mavisi	0,35-0,45	Beton	0,10-0,50
Beyaz	0,70-0,90	Cam-gümüş-ayna	0,85-0,90
Pembe	0,45-0,55	Granit	0,20-0,25
Açık Gri	0,40-0,60	Beyaz mermer	0,60-0,65
Kahverengi	0,20-0,30	Kireç badana	0,40-0,45

4.11.1.3 Dış Aydınlatma

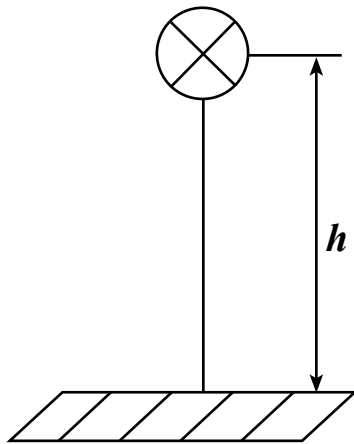
Bina dışı çeşitli ölçekteki yapma çevrenin aydınlatma sistemini konu alır.

- Yol, sokak, meydan ve kavşakların aydınlatılması
- Tünel ve alt geçitlerin aydınlatılması
- Açık endüstri ve inşaat alanlarının aydınlatılması
- Açık spor alanlarının aydınlatılması
- Anıt ve yapıların dış aydınlatılması (ışıklandırma)
- Bahçe, park, havuz ve fiskiyelerin aydınlatılması
- Işıklı işaret ve reklamlar
- Gar ve rıhtımların aydınlatılması

Yukarıdaki konuları kapsamına alan aydınlatma bölümüne dış aydınlatma denir. İç aydınlatmada olduğu gibi duvarla ve tavanla sınırlı bir ortam olmadığı için dış aydınlatma tekniğinde farklar vardır.

4.11.1.3.1 Dış Aydınlatmanın Hesaplanması

Meydan, cadde veya sokakların aydınlatılmasında kullanılacak araçlar, direkler veya gergi telleri üzerine monte edilirler. Bunlar aydınlatmanın yer düzlemi üzerinde eşit dağılımlı olabilmesi için yeterli yükseklikte ve aralıklarda sıralanırlar. Bu değerler ise kullanılacak ışık kaynakları ile aydınlatma araçlarının tipine göre değerler alır. Dış aydınlatma hesaplarında noktasal aydınlatma hesabı görüşü uygulanır. Aydınlatma aracının yolun en uzak bir noktasına ulaştırdığı ışık ışını ile sağladığı şiddeti, standarttan az olmamalıdır. Bu değer hesabında da yol üzerindeki bu noktanın ışık kaynağı ile dik eksen arasında yaptığı açı bulunur. Aydınlatma aracı ışık eğrisinin bu açıdaki ışık şiddeti (I) alınarak hesaplama yapılır. Dış aydınlatma hesaplarında aydınlatmanın ters kare kanunu uygulanır. Aydınlatma değeri, kaynağın şiddeti ile doğru ve alanın kaynağa olan mesafesi ile ters orantılıdır. Işık şiddeti I ile gösterilip, yarıçapı r olan bir kürenin alanı $S = 4\pi r^2$ olduğu için ışık akısı da $\Phi = 4\pi I$ olur. $E = \Phi / S = 4\pi I / 4\pi r^2 = I / r^2$ bulunur. Aydınlık değeri, ışık şiddeti ile doğru ve aradaki uzaklığın karesi ile ters orantılıdır. Buna aydınlatmada ters kare kanunu denir. Işık, aydınlatılacak alana dik olarak yönlendiği yerlerde aydınlık değeri aşağıdaki formüle göre bulunur.



E= Aydınlık Şiddeti (lüks)

I= Işık Şiddeti

h= Işık kaynağı ile aydınlatılacak yüzey arasındaki yükseklik

$$E = I/h^2$$

Aydınlatma değeri hesaplanacak nokta kaynağın dik eksen ile (α) açısı farklı ise (B noktasında) aydınlatma bu açı dikkate alınarak cosinüs teoremi ile bulunur.

4.11.1.3.2 Dış Aydınlatma Lüks Değerleri

• Avlular	20 lüks
• Açık alanlar	0 lüks
• Dış yollar	20 lüks
• Geçitler ve benzeri yerler	20 lüks
• Kaba malzemenin taşınması, aktarılması, depolanması	50 lüks
• Kaba işlerin yapıldığı yerler	50 lüks
• İç geçit, koridor, yol ve merdivenler	50 lüks

4.11.1.4 İyi Bir Aydınlatmanın Sağlayacağı Faydalar

- Standartlara uygun, doğru aydınlatma yapıldığında:
- Gözün görme yeteneği artar (görüş keskinliği, görme hızı artar).
- Göz sağlığı korunur, görme bozuklukları önlenmiş olur.
- Görsel performans artacağından, yapılan işin verimi artar böylece ekonomik yarar sağlanır. Ticari potansiyel artar.
- Psikolojik açıdan da görsel konfor sağlanır. Kullanıcı içinde bulunduğu ortamda kendini daha mutlu hisseder.
- İyi görememe ya da görme yanılgılarından doğabilecek kazalar azalır.
- Güvenlik duygusu sağlanır

4.11.1.5 Armatürler

Lamba Armatür Çeşitleri

- Akkor Flamanlı ve Gazlı Deşarj Ampul Armatürleri
- Tijli (Sarkıtlı) Armatür
- B1 Tavan Armatürü
- B2 Tavan Armatürü
- Porselen Kaideli Armatür
- Çelik Telli Kafesli Etanş Armatür
- Çift Duyulu Tijli (Sarkıtlı) Armatür
- Atölye Armatürü
- Asma Tavan Armatürü
- Etanş Armatür
- Avize Armatür
- Aplik Armatürü
- Akkor Flamanlı veya Gazlı Deşarj Ampul Armatürü
- Projektör Armatürler
- Acil Aydınlatma Armatürleri

Aydınlatmada kullanılan armatürlerin ışık dağılım özellikleri önemlidir. Atölyelerin özelliğine göre yapılacak aydınlatma direkt, yarı direkt, eşit dağılımlı, yarı endirekt ve endirekt olabilir. İş yeri aydınlatma metodu, dekorasyon ile de ilişkilidir.

Armatürlerde ışık ne şekilde yönlendirse yönlensin göz kamaştırmamalıdır. Görmede yorgunluk, baş ağrıları ve önemli kazalara sebep olabilir. Oluşturulan aydınlatma sonucunda gölge oluşması, aydınlatılan iş yerinde ışık dağılımının zayıf olduğunu gösterir. Bunun için atölyelerin birkaç noktadan, gölge meydana gelmeyecek şekilde aydınlatılması faydalı olur. Bu çalışmada rahatlık ve en az yorulmayı sağlar. Endüstride binadaki eşit olmayan aydınlatmalar önemli iş kazalarına sebep olmaktadır.

Çeşitleri ve yapıları, bağlantı prensip şekilleri iyi bir aydınlatma yapabilmek için, aydınlatma şiddeti, aydınlatma şekli ne kadar önemli ise tesiste kullanılacak armatürlerin seçimi de o kadar önemlidir. Aydınlatma tesislerinde kullanılan armatürler Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca belirlenmiş ve özellikleri saptanmıştır. Armatür tipleri harflerle sembolize edilmiştir. Proje üzerinde de harflerle gösterilir. Aydınlatmada kullanılan armatürlerin içerisindeki lambaların çeşitleri, bunların güçleri, ışık akıları, kullanıldıkları duylar ve ömürleri tabloda verilmiştir.

Çeşitli Lamba Güç ve Lüks Değerleri				
Normal Ampul	15	90	E 27	1000
	25	230		
	40	430		
	60	730		
	75	960		
	100	1380		
	150	2220		
	200	3150		
Floresan Ampul	18	1000	G 13	12000
	36	2350		
	58	3750		
Simit (Dairesel) Floresan	22	840	G 10q	12000
	32	1670		
	40	2480		
	60	3400		
Metal Halide Ampul	70	6600	Rx7s	6000
	150	14000	Rx7s-24	
Alçak Basıncılı Sodyum Ampul	18	1800	BY22d	60000
	35	4700		
	55	7800		
Kompakt Floresan (Tasarruflu Ampul)	9	400	E 27	8000
	13	600		
	18	900		
	25	1200		
Halojen Ampul	150	2100	R7s	2000
	300	5600		
	500	9500		
	1000	21000		

Aydınlatma Arızaları	
Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Dış aydınlatmaların belirlenen sürede yanmaması veya kapanmaması	Aydınlatma astronomik zaman saati, sistem yazılımı ve elektrik panoları kontrol edilir
Tavan armatürlerinin yanmaması	Sistem enerjisi kontrol edilir, armatürde enerji varsa ampul veya balast değiştirilir
Dış aydınlatmaların bir bölümünün yanmaması	Sistem besleme fazları kontrol edilir
Armatürlerin lüks değerinin ilk halinden düşük olması	Ampuller değiştirilir
Ampullerin sık arızalanması	Balast değiştirilir
Aydınlatmaların çalışmaması	Ana besleme ve lokal besleme panoları kontrol edilir
Balastların aşırı ısınması	Kablo bağlantıları, akım ve gerilim kontrol edilir

4.11.2 Işık

Işık dalga şeklinde yayılan ve parçacık etkili, göze tesir eden özel enerji şeklidir. Dalga ve foton teorileriyle açıklanır. Bu iki teori birbirini tamamlar ve ışık enerjisinin iki farklı özelliğini açıklar. Elektromanyetik dalgalar, dalga boylarına göre sıralanacak olursa elektromanyetik spektrum (tayf) elde edilir. Bu tayfın 380 nm-780nm dalga boyu, kısmi görünür ışık olarak adlandırılan bölgedir.

4.11.2.1 Işık Akısı (Φ), birim: lümen (lm)

Işık kaynağından çıkan ve normal gözün gündüz görmesine ait spektral duyarlık eğrisine göre ışık olarak değerlendirilen enerji akısıdır.

4.11.2.2 Parıltı (L), $L_a = \Phi/S_n$, birim: cd/m²

Aydınlatma kaynaklarından veya ışık yayan bir yüzeyden göze gelen ışık şiddeti miktarıdır.

4.11.2.3 Işık Şiddeti (I), $I_a = \Phi/\Omega$, birim: candela (cd)

Noktasal ışık kaynakları için tanımlanır ve doğrultuya bağlı bir büyüklüktür. Noktasal bir ışık kaynağının herhangi bir a doğrultusundaki ışık şiddeti, bu doğrultuyu içine alan bir uzay açıdan çıkan ışık akısının bu uzay açığa bölümüdür.

4.11.2.4 Aydınlatma Düzeyi (E), $E = \Phi/s$, birim: lüks (lx)

Ortalama aydınlık seviyesi birim yüzeye düşen ışık akısının dik bileşenidir.

4.11.2.5 Uzay Açı (Ω), birim: steradyan (sr)

İçinden kısmi ışık akısı geçen koni veya piramit şeklindeki uzay parçasına denir. Bir foot-kandela 10.764 lüks'e eşittir.

4.11.2.6 Kamaşma

Sağlam bir gözün dış etkilerle geçici olarak etrafındaki cisimleri göremez hale gelmesine kamaşma denir. Görüş alanı içindeki bütün ışık kaynakları kamaşmaya neden olur. UGR ile ifade edilir. Aydınlatmada kamaşma, psikolojik kamaşma ve fizyolojik kamaşma olarak ikiye ayrılır.

4.11.2.7 Renk Sıcaklığı , birim: Kelvin (°K)

Bir cismin gerçek sıcaklığı yerine renk sıcaklığı adı verilen bir sıcaklık konduğu zaman o sıcaklıktaki siyah cisim gibi ışık yaydığı sıcaklığa renk sıcaklığı denir.

Işık kaynakları ışık rengi bakımından üç gruba ayrılır.

(21.02.2013 tarihli TS EN 12464-1 numaralı standard)

Renk Sıcaklığı (°K)	Işık Rengi
< 3300	Sıcak (kırmızımsı beyaz)
3300-5300	Orta sıcak (beyaz)
>5300	Soğuk (mavimsi beyaz)

Renksel geriverim endeksi (Ra) Işık kaynaklarının aydınlattıkları cisimlerin renklerini ayırt ettirebilme özelliklerine renksel geriverim endeksi denir.

TS-EN 12464 Standardına Göre Kategoriler	Renksel Geriverim
1A	90-100
1B	80-90
2A	70-80
2B	60-70
3	40-60
4	20-40

4.11.2.8 Armatür Verimi (η_{arm})

Armatürden çıkan toplam ışık akısının armatürün içindeki lambaların toplam ışık akısına oranıdır.

4.11.2.9 Etkinlik Faktörü (e) , Birim: lm/W

Bir ışık kaynağından çıkan toplam ışık akısının kaynağın gücüne oranıdır.

4.11.2.10 Kırpışma (Flicker)

Aydınlatma aygıtlarındaki ışık titremeleri fotometrik flicker olarak adlandırılır, Işık kaynağındaki anlık ışık yoğunluğu değişimi olarak tanımlanabilir. Ledler doğru akım elemanlarıdır. A.C. devrelerde sürücülerle birlikte kullanılırlar. Led sürücüsünün çıkış akımı tam doğru akım olmadığında oluşur. Kırpışma sinir sistemimiz tarafından algılanarak göz yorulmaları, yanmaları ve baş ağrılarına sebep olur.

4.11.2.11 Aydınlatma Hesabı Denklemleri

Aydınlatılacak bölgenin ortalama aydınlık düzeyi (şiddeti) değeri, aydınlatılacak yerin amacına uygun olarak ilgili tablodan alınır ve diğer veriler yardımıyla armatür ve lamba sayısı hesaplanır. Hesap yöntemi ve denklemler aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Denklemler		
Denklem	Sembolü	Açıklama
$n = \Phi_T / \Phi_1$	n	Lamba sayısı
	Φ_T	Gerekli toplam ışık akısı (lm)
	Φ_1	Bir lambanın verdiği ışık akısı (lm)
$k = [axb] / [hx(a+b)]$	k	Oda endeksi (oda boyutlarına bağlı olarak)
	a	Kısa kenar (m)
	b	Uzun kenar (m)
	h	Işık kaynağının çalışma düzlemine olan yüksekliği (m)
	H	Işık kaynağının yerden yüksekliği (m)
	h_{cd}	Çalışma düzleminin zeminden yüksekliği
$\Phi_T = [E_{\alpha} \times S] / [\eta \times d]$	E_o	Gerekli ortalama aydınlık düzeyi değeri (lx) (Tablodan seçilir)
	S	Aydınlatılacak bölgenin alanı (m ²)
	d	Bakım Faktörü (Kirlenme faktörü) (Tablodan seçilir)
	$\eta = \eta_R * \eta_L$	Odanın aydınlanma verim faktörü, odanın ışığı yansıtma verimi. Aydınlatma sahasını sınırlayan tavan, duvar ve zeminin yansıtma faktörlerine, oda indeksine ve seçilen lamba tipine bağlı olarak tablodan seçilir. (η_R Oda verimi η_L Seçilen armatürün verimi)

4.12 FABRİKA LED OTOMASYONU



4.12.1 Led Nedir?

Led kelimesi Light Emitting Diode'un kısaltması olarak kullanılmaktadır. Di-limize Işık Yayan Diyot olarak çevrilebilir. Yapay ışık kaynaklarından en son bulunanıdır. Ampul veya floresanların yaydığı ışıktan bambaşka bir yöntemle ışık oluşturmaları ve bazı avantajlı yanları ledleri günümüz aydınlatma sektöründe çok önemli konularından biri yapmıştır, bu nedenle Avrupa ve Rusya yalnızca led kullanmaktadır.

4.12.1.1 Neden Led Tercih Edilmeli

1. Enerji tasarrufu

Mevcut aydınlatma teknolojilerine göre, aydınlatma seviyelerinde değişim olmadan %40-%50 enerji tasarrufu sağlayabilir.

2. Uzun Ömür Beklentisi

LED aydınlatma armatürleri doğru tasarlandığında 50.000-60.000 hatta 100.000 saat kullanım ömrüne sahip olabilir.

3. Çevre Dostu

- LED aydınlatmalar zehirli kimyasallar içermez. Çevre için tehlikeli değildir. Karbon ayak izini üçte bir oranında azaltır.
- Mevcut aydınlatma teknolojilerine göre, aydınlatma seviyelerinde değişim olmadan %40-%50 enerji tasarrufu sağlayabilir.

4. Dayanıklılık

LED ve LED aydınlatma armatürleri zorlu koşullarda çalışmaya uygundur. Şok, titreşim ve diğer dış etkenlere karşı dayanıklıdır.

5. Işık Verimi

LED'ler yönlü ışık kaynakları olduğundan yalnızca aydınlatılması istenen yüzeyi aydınlatır. Daha verimlidir ve ışık kirliliği yaratmaz.

6. Hızlı Açılma

Anında %100 parlaklığa ulaşabilir bu sayede kontrol sistemleriyle daha etkin çalışabilir.

4.12.1.2 Akıllı Aydınlatma Otomasyon Sistemi

Otomasyon sistemi, bir verici ve önceden adreslenmiş alıcılardan oluşmaktadır. Busbar çıkış fişi içerisinde bir alıcı modül olup, bu sayede aydınlatma ve benzeri elektriksel cihazlar beslenebilir, motor-kontaktör-şalter kontrol edilebilir. Bu fonksiyonlar açma, kapama, dimleme olabileceği gibi, cihazlara bilgi gönderme veya ısı, nem, elektriksel değerler vb. tüm geri beslemeleri alma olabilmektedir.

Bir sistem üzerindeki alıcı sayısı sadece sistemin toplam yük akımı ile sınırlıdır. Bilgisayar yazılımında gruplar ve zamanlandırılmış görevler oluşturularak ilgili alıcıların istenilen zamanda fonksiyonları gerçekleştirmesi sağlanır. Ayrıca hem yerel ağ üzerinden hem de internet üzerinden otomasyon sistemine erişim mümkündür. Bu şekilde sunucuya, bilgisayar ara yüzünün yüklü olan her bilgisayardan kullanıcı adı ve şifresi ile bağlanarak sistemdeki cihazların kontrolünü uzaktan gerçekleştirmek mümkündür.

Avantajları:

- Aydınlatma Seviyelerinin Kademeli Olarak Düşürülmesi
- Aydınlatmanın Yalnızca İhtiyaç Anında Devreye Girmesi
- Bulut Tabanlı Sistem Takibi ve Kontrolü
- LED Dönüşümüne Ek %40-%60 Enerji Tasarrufu
- Toplam %70-%80 Enerji Tasarrufu İmkânı
- Şehir Aydınlatmaları İçin Enerji Verimliliği
- Daha Hızlı Yatırım Geri Dönüş Süresi

Led ve Sistem Arızaları	
Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Aydınlatmanın titreşimli çalışması	Aydınlatma güç kaynağı kontrol edilir
Uzaktan erişim sağlanamaması	Server bağlantıları kontrol edilir
Uzaktan erişim olduğu halde sistemin işlem yapılamaması	Haberleşme sistemi, röle ve kablo bağlantıları kontrol edilir
Mobil üzerinden erişim sağlanamaması	Mobil veri sağlayıcısı ve server kontrol edilir
Sistemin sensör üzerinden otomatik işlem yapmaması	Sensörler, analog giriş ve çıkışlar, yazılım kontrol edilir
Kontrol panelinde enerji olmaması	Sistem güç kaynağı ve sigortalar kontrol edilir
Aydınlatmanın sağlanamaması	Aydınlatma besleme panoları kontrol edilir, sistem ve erişim ekipmanları kontrol edilir, yazılım kontrol edilir

4.13 ENERJİ VERİMLİLİĞİ



Binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının düşüşüne yol açmadan, birim veya ürün miktarı başına düşen enerji tüketiminin azaltılmasıdır.

- En kısa geri ödeme süresine sahip yatırım
- Enerji verimliliğine yapılan 1 TL yatırım enerji üretimine yapılacak 3 TL'ye eşit kazanım sağlıyor
- Enerji verimliliğine yapılan yatırımlarla, enerji üretim tesislerine göre kısa vadede %20 uzun vadede %70 daha fazla istihdam sağlanıyor
- Enerjinin üretiminde ve tüketiminde atmosfere salınan sera gazlarının eko sistemin bozulmasında oynadığı rol büyüktür
- Enerji verimliliği artan enerji ihtiyacımızın karşılanmasında en temiz ve en ucuz enerji kaynağıdır
- İklim değişikliği ve yoksullukla mücadele edebilmektir
- Cari açığın azaltılması noktasında önemli bir unsurdur
- Üretkenlik ve daha fazla istihdam demektir

4.13.1 Enerji Yöneticiliği

- Sanayi tesislerinde enerji tüketimi yıllık 1000 TEP üstü işletmelerin Enerji Yöneticisi bulundurma zorunluluğu vardır.
- Enerji yöneticiliği için ya dış firmadan hizmet almanız ya da en az 1 personelin Enerji Yöneticiliği eğitimini tamamlayıp Enerji Bakanlığı'nın yapmış olduğu sınavda başarılı olunması gerekmektedir.
- Her yıl Mart ayında işletmenin bütün enerji tüketimlerini Enerji Bakanlığı'na raporlama yapılmaktadır.

4.13.2 ISO 50001:2018

- ISO 50001:2018 Enerji Yönetim Sistemi kuruluşlara etkin bir enerji yönetim sistemi geliştirebilmek için tanımlanmış bir standarttır.

4.13.2.1 İşletme Gözüyle ISO 50001

- Öncelikle, işletmede enerji politikası oluşturulmalı.
- Enerji ile ilgili bölümlerden seçili bir enerji takımı oluşturulmalı.
- ISO 50001 Enerji Yönetim Standardı ile işletmelerde bütün enerji tüketen ekipmanların analizi yapıp, major enerji tüketen ekipmanlar belirlenmeli.
- Enerji takımı ile birlikte major enerji tüketen ekipmanlara yönelik enerji kaizenleri belirlenmeli.
- Buna yönelik bir enerji hedefi belirlenip, belirlenen zaman diliminde (haftalık, aylık vb.) enerji hedefindeki durum takip edilmeli.
- Enerji tasarrufluluğu ve enerji verimliliği ile ilgili çalışanlarda farkındalık oluşturacak eğitimler verilmeli.

4.13.3 VAP Projeleri

- Endüstriyel işletmelerde; enerji etüt çalışması ile belirlenen önlemlerin uygulanması ve enerji tasarruf potansiyelinin geri kazanılması için hazırlanan projeler Verimlilik Artırıcı Proje (VAP) olarak ifade edilmektedir.
- VAP çalışmaları ve zorunlu enerji etüt çalışmaları Enerji Bakanlığı'nın enerji verimlilik danışmanlık firmalarından (EVD) gerçekleştirilir.

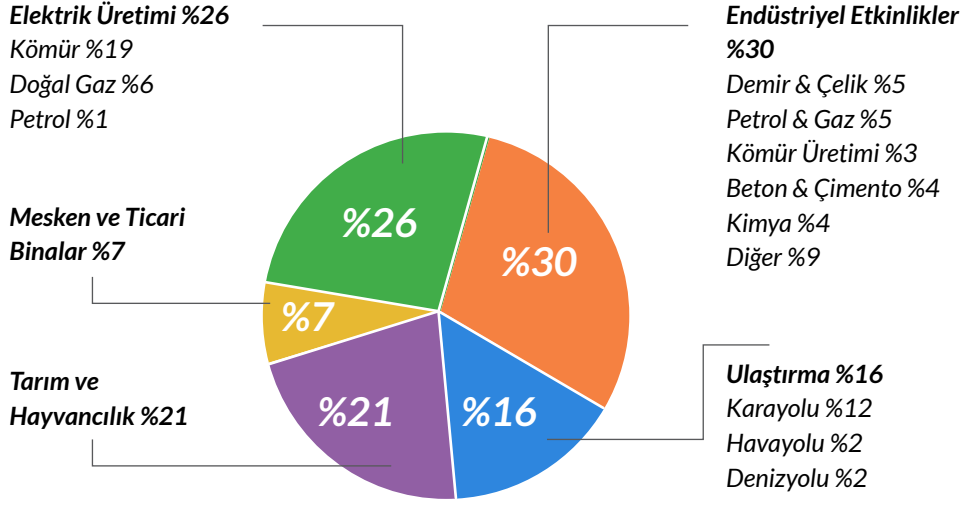
Verimlilik artırıcı projeler desteği almak için gerekenler:

- ISO 50001 (başvuru yapmak yeterli)
- Enerji yöneticisi
- 500 TEP üstü enerji kullanımı
- Enerji bakanlığı veri tabanına kayıt
- Enver portalına giriş
- EVD firması ile başvuru

VAP Başvurusu Yapılabilecek Sistemler

- Basınçlı sistemler
- Soğutma sistemleri
- Aydınlatma sistemleri
- Fan sistemleri
- Proses ve yardımcı işletmeler
- Isıtma sistemleri
- Pompa sistemleri
- Havalandırma sistemleri
- Elektrik sistemleri

Sektörlere Göre Küresel Emisyon
Sera Gazı Emisyonlarının Payı (%) - 2019



Kaynak: Rhodium Grup

Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri



4.14 BİNA OTOMASYONU



4.14.1 Neden Binalarda Otomasyon Sistemlerine İhtiyaç Duyulur?

Bina otomasyon sistemleri insandan bağımsız olarak, önceden belirlenmiş acil durum senaryolarını çalıştırmak, talep edilen konfor koşullarını ve enerji verimliliğini sağlamak amacı ile tesis edilir.

Bu amaçla; iklimlendirme ve havalandırma cihazları, iç ve dış ortam aydınlatmaları, motorlu perde, panjur ve gölgeleme sistemleri; enerji analizörü, kalorimetre ve su sayaçları gibi ölçüm cihazları, trafo, jeneratör, kesintisiz güç kaynağı ve benzeri cihazlar, otopark egzoz gazı algılama, açılır / kapanır cephe gibi sistemlerin tek bir merkezden izleme, kontrol ve raporlanmasını sağlar.

4.14.2 Binalarda Otomasyon Sisteminin Faydaları Nelerdir?

- Tüm tesisat tek bir merkezden izlenip, kontrol edilir
- Enerji ve aydınlatma verimliliği sağlanır
- Personel kaynaklı hatalar en aza düşer
- İşletim maliyeti azalır
- Maksimum oranda tasarruf sağlanır
- Değişen koşullara en kısa sürede adaptasyon sağlanır
- İnsan gücünden tasarruf sağlanır. İş gücü maliyeti düşer
- Önleyici bakım faaliyetleri gerçekleşir



Bina Güvenlik ve Otomasyon Sistemlerinin Üst Düzey Entegrasyon ve Yönetimi

4.14.3 Bina Otomasyonlarında Kullanılan Yazılımların Genel Özellikleri

- Gerçek zamanlı çalışabilme
- Esneklik
- Hızlı yazılım geliştirebilme
- Kolayca ve hızlıca yeni özellikler ekleyebilme, çıkarabilme, değiştirebilme
- Kolayca yapay zeka kısımlarını, algoritmalarını değiştirebilme
- Donanımdan bağımsız olma
- Çok sayıda sensör çeşidiyle çalışabilme

4.14.4 Binalarda Otomasyon Sistem Öğeleri

Nokta: Bina otomasyon sisteminin en uç elemanıdır.

- Sayısal giriş (DI) • Sayısal çıkış (DO) • Analog giriş (AI) • Analog çıkış (AO)

Cihaz-Sistem: Bina otomasyon sistemini içinde bulunan noktalardan oluşan bütündür.

- Klima santrali • Isıtma sistemi • Soğutma sistemi vb.

Saha İstasyonu: Sahada cihazların veya sistemlerin toplu olarak bulunduğu yerlerdir.

- Isıtma merkezleri • Tesisat odaları • Soğutma grup mahalleri vb

Saha Elemanı: Cihazlar üzerindeki fiziksel değerleri okuyabilme veya onları kumanda edebilmek için kullanılan uç elemanlardır.

- Damper motoru • Vana motoru • Donma termostatu • Fark basınç anahtarı vb.

Modül: Bina otomasyon sistemine saha elemanındaki bilgileri aktaran bina otomasyon sisteminin komutlarını saha elemanlarına aktaran ara giriş çıkış elemanlarıdır.

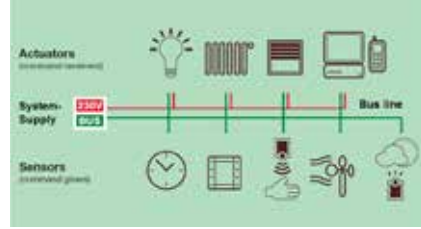
- Sayısal giriş modülü • Sayısal çıkış modülü • Analog giriş modülü • Analog çıkış modülü • Kombine modüller



Sensör



Hareket Sensörü



Örnek Otomasyon Şeması



Mod Bus
Çevirici



Mod Bus Güç
Kaynağı



Sensör Modülü



Enerji Analizörü

Binalara uygulanan enerji verimliliği ve acil durumlar için oluşturulan otomasyonlar

- Aydınlatma otomasyonu
- Isıtma otomasyonu
- Güvenlik otomasyonu
- Kompresör otomasyonu
- Pompa otomasyonu
- Yardımcı işletmeler otomasyonu
- Gaz tesis otomasyonu
- Enerji izleme otomasyonu
- Pandemi önlemi otomasyonları
- Kapı otomasyonu
- Yangın söndürme otomasyonu
- Egzoz fan otomasyonu
- Uyarı ve ikaz otomasyonları

4.15 YANGIN SÖNDÜRME SİSTEMİ

Manuel olarak müdahale edilemeyecek büyüklükte yangınların ortaya çıkma riski bulunan yerlerde, yangını hızlı bir şekilde algılama özelliği sayesinde daha başlamadan söndüren ve çevreye uyarı gönderen sistemlere yangın söndürme sistemleri denir.

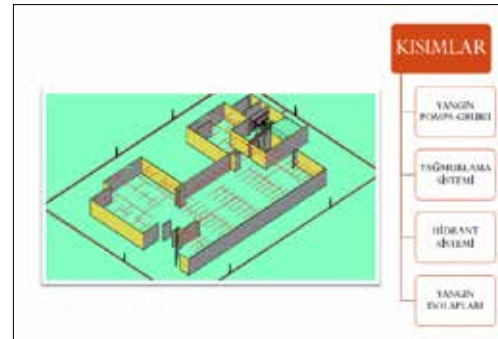
4.15.1 Çalışma Prensibi

Alarm panelleri, mekanik algılayıcılar vasıtası ile veya manuel olarak tetiklendiğinde yangın mahaline otomatik veya manuel olarak müdahale edilmesini sağlayan söndürme sistemleridir.

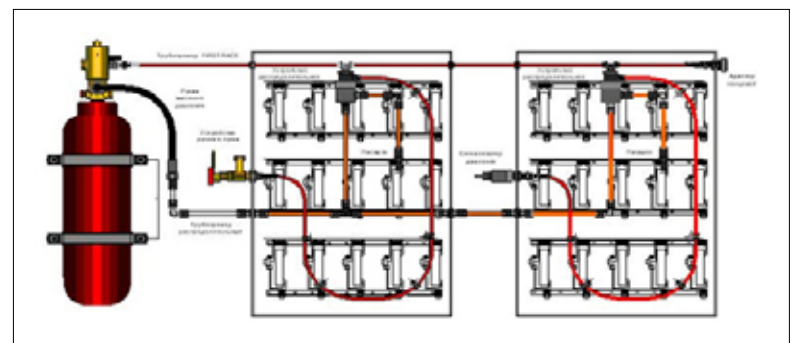
Bu sistemler;

- Sulu söndürme sistemleri
 - Gazlı söndürme sistemleri
 - Köpüklü söndürme sistemi
 - Kimyasal söndürme sistemleri,
- olarak dört kısma ayrılmaktadır.

4.15.2 Sulu Söndürme Sistemi



4.15.3 Gazlı Söndürme Sistemi



4.15.3.1 FM200 Gazlı Söndürme Sistemi

FM200 gazlı söndürme sistemi sabit nozullar kullanılarak gaz dağıtım tesisatının tasarlandığı bir sistemdir. FM200 gazlı sistemlerinde kullanılan gazın adı HFC227ea olup sistemin tasarımı TS EN 15004-5 standartlarına göre yapılır. Bu sebeple sistemin tasarımı, kurulum, test, bakım ve tadilatlarının yangın söndürme sistemleri konusunda yetkin kişiler tarafından yapılmalıdır.

FM200 gazlı söndürme sistemi tüm temel yangın sınıflarını korur ve söndürür, ayrıca güvenli, temiz ve yalıtıcıdır. Sistem tasarımında ilgili standartlara uyulduğundan insanlar için zararsızdır.



FM 200 Söndürme Sistemi Örnek Şema

FM200 Gaz Sisteminin Kullanıldığı Yerler

Server, bilgisayar odaları	Müzeler
Orta ve büyük çaplı veri merkezleri	Kütüphaneler
Elektrik dağıtım odaları ve merkezleri	IT odaları
Enerji santralleri	Telefon santral odaları
Kontrol ve operasyon odaları	Medikal ekipman depoları
Transformatör odaları	Kimyasal depoları
Akü odaları	Gemi ve motoryat makine daireleri
Arşivler	Lokal elektrik kabinetleri

FM200 Gaz Söndürme Sisteminde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Gaz miktarı standartlara göre hesaplanmalıdır.
Borulama hidrolik hesap programında doğrulanmış projelere göre yapılmalıdır.
Basınç sınıfına uygun boru ve fittings kullanılmalıdır.
İşi ehli kişiler tarafından montajı yapılmalıdır.
Boru hattı sızdırmaz olmalıdır. Azot gazı ile belirli aralıklarda test edilmelidir.

4.15.3.2. Aerosol Gazlı Söndürme Sistemi

Yoğunlaştırılmış aerosol söndürücü maddeler(jeneratörlerin uygulanması sonucu) al-kalin metal tuzlarının ince katı parçacıklarından ve çoğunlukla N₂, CO₂ ve buhar olmak üzere gazdan (üretilen aerosolün ağırlığının yaklaşık %60'ı) oluşur.

Aerosol, kimyasal işlemler ile serbest radikalleri (artık tutuşmayı azaltmak için kullanılabılır değiller) uzaklaştırıp tutuşmanın zincirleme reaksiyonuna müdahale ederek yangını söndürür. Fiziksel olarak, aerosol tutuşma bölgesindeki enerjiyi alır (soğutma faaliyeti). Bu iki reaksiyon esas olarak katı aerosol parçacıklarının yüzeyinde meydana gelir, bu yüzden parçacıklar ne kadar küçükse, reaksiyon yüzeyi o kadar büyük ve söndürme faaliyeti o kadar etkili olur.



Yangın söndürmedeki hız ve zararın minimuma indirilmesi sebebi ile iyi bir seçenektir. En fazla 10 saniye olacak şekilde yangını çabuk ve etkili bir şekilde söndürebilir.

Aerosol Söndürme
Örnek Uygulama

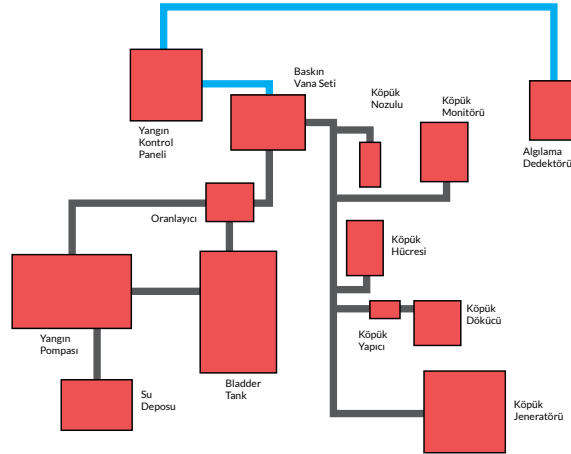
Aerosol Gaz Sisteminin Kullanıldığı Yerler	
Bilgi işlem ve ups odaları	Yanıcı sıvı depolama
Telekomünikasyon merkezleri	Açık deniz sondaj platformları
Kayıt ve veri arşivleri	Robotic ekipmanlar
Test/görüntüleme ekipmanları	Tekstil üretimi
Referans gereçleri	Elektrik tesisleri
Kimyasal laboratuvarlar	Madde depolama
Temizlik odaları	Askeri araçlar
Kontrol odaları	Sanat/eser/tarihi koleksiyonlar

Aerosol Gaz Söndürme Sisteminde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar
Boru hatları sızdırmaz olmalıdır.
Sorumlu kişiler tarafından bakımları ve kontrolleri yapılmalıdır.
Basınç standartlarına uygun dizayn edilmelidirler.
Gaz miktarı standartlara uygun olmalıdır.

4.15.4 Köpüklü Söndürme Sistemleri

Köpüklü söndürme sistemleri ,özellikle yayılma riski olan sıvı yangınlarında kullanılır. Pompalanan su sabit yada değişken aralıklı bir oranlayıcı yardımıyla köpük konsantresi ile karışır.Sonrasında köpük jeneratörü, nozul veya monitörler içersinde yüksek basınçta hava ile karışarak genleşir ve bu boşaltma ekipmanından yangın mahaline gönderilir.Köpük hem yangını soğutma hemde sıvının üzerinde oluşturacağı film tabakası yardımıyla sıvının buharlaşmasını ve oksijenle temasını keserek yangını durdurur. Bu sırada önemli olan film tabakasının yırtılmamasıdır. Bunun sağlanması için yanıcı malzemenin cinsine uygun köpük konsantresinin seçilmesidir. Mesela,mahalde alkol çeşidi bir yanıcı bulunuyorsa köpüğünde alkole dayanıklı seçilmesi gerekmektedir.

Köpüğün depolanmasına göre iki çeşit sistem vardır. Birincisi diyaframlı tank (bladder tank) içerisinde tutulur. Basınçlı yangın suyunun diyaframı dışarıdan itmesi ile diyafram içerisindeki köpük harekete geçirilerek bladder tank çıkışındaki oranlayıcıda köpüğün su ile buluşmasını sağlar. Bir diğer sistemde ise köpük atmosferik tank içerisinde tutulur. Köpük pompaları yada sabit tip oranlayıcıların ventüri etkisiyle köpüğün su ile istenen konsantrasyonda karışması sağlanır.



Köpüklü Söndürme Sistemlerinin Kullanıldığı Yerler

Yanıcı ve parlayıcı sıvıların depolama alanları	Jet motoru test tesisleri
Üretim alanları	LNG depo/üretim tesisleri
Yükleme ve boşaltma alanları	Depolar
Taşma havuzları	Limanlar
Uçak hangarları	Tersaneler
Helikopter hangarları	Boya üretim tesisleri

Köpüklü Söndürme Sistemlerinde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

En az yılda bir kez bakımlarının yapılması ve göz kontrolü
Köpük konsantre tanklarının ve tüplerinin muayenesi
Sistem akış testlerinin yapılması
Köpük konsantre örneklerinin alınıp analizlerinin yapılması

4.15.5 Kuru Kimyevi Yangın Söndürme Sistemleri

Günümüzde var olan kuru kimyasal yangın söndürme maddelerinin, üretiminde kullanılan kimyasal maddeler, etkili oldukları yangın sınıflarına göre farklı kimyasal bileşimlerde olup, "BC", "ABC", "D" tipi olarak gruplandırılır. Bu maddelere akış ve suya dayanıklılık özelliklerini, artırıcı ve muhafazayı kolaylaştırıcı çeşitli ilaveler karıştırılır. Kuru kimyevi tozlar, düşük ve normal sıcaklıklarda kararlı bir maddedir. Ancak yüksek sıcaklıklarda bazı ilaveler eriyip yapışkanlığa neden olacağından, muhafaza sıcaklığının 50 °C'yi aşmaması tavsiye edilir. Yangın sıcaklıklarında, kuru kimyasal toz içindeki aktif maddeler, söndürme görevlerini yaparken bozulmaya uğrarlar. Kuru kimyevi toz parçacıkları 10-75m boyutlarında olabilirler. Parçacık boyutu, söndürme kapasitesi üzerinde oldukça etkilidir ve bu yüzden parçacık boyutu, ortalama 40 m 'da en iyi sonuç elde edilir.

4.15.5.1 Kuru Kimyevi Yangın Söndürme Toz Tipleri

Kuru Kimyevi Yangın Söndürme Tozları, BC Sınıfı , ABC Sınıfı , D Sınıfı Yangınlarda etkili olarak kullanılmak amacı ile üç değişik tipte üretilmektedirler.



Kuru Kimyevi Söndürme Sistemlerinin Kullanıldığı Yerler

Petrol rafinerleri	Uçak hangarları
Kimyasal madde üretimi yapan tesisler	Pompa bölümleri
Boya kabinleri	Jeneratör bölümleri
Kaplama odaları	Yanıcı sıvı depoları
LNG pompa istasyonları	Parlayıcı sıvı depoları
Helikopter hangarları	Boya üretim tesisleri

Kuru Kimyevi Söndürme Sistemlerinde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Farklı tipteki kimyasallar ile karışımı yapılmamalıdır.
Çok nemli ortamlarda kullanıldığında kısa sürede temizlenmezse paslanma etkisi yapabilmektedir.
Kısa sürede temizlenmese hassas yüzeylerde aşındırıcı etkisi gözlenebilir.
Sıradan yangınların içten içe yanmaya devam edebildiği ortamlarda kuru kimyevi yüzeyde kalacağı için etkili olmayabilir.
Tozdan etkilenebilecek elektrik kontaklarının açıkta bulunduğu cihazların korunması için kuru kimyevi uygun bir söndürücü olmayabilir.
ABC tozu ile BC tozu hiçbir zaman karıştırılmamalıdır. Karıştırmak tehlikelidir.

4.15.6 Yangın Alarm Sistemleri

Yangın Algılama Sistemi; bir ortamdaki yangın tehlikesine karşı konumlandırılmış olan duman, ısı ve kombine (duman ve ısı) dedektörleri sayesinde algılama yaparak ortamdaki insanları olabildiğince hızlı bir şekilde uyarmayı amaçlar. Bu sayede can ve mal kaybının büyük ölçüde önüne geçilmiş olur.

Yangın alarm sistem ekipmanları;

Yangın kontrol panelleri, yangın dedektörleri ve yangın ihbar sirenleri olmak üzere üç ayrı grupta toplanmaktadır.

Sistem dahilinde şu ekipmanlar kullanılır:

- Duman Dedektörleri
- Isı Dedektörleri.
- Beam Dedektörleri
- Yangın Butonları
- Yangın Sirenleri
- Yangın Flaşörleri

Yangın sistemleri çalışma prensibi; genel olarak duman dedektörlerinin dumanı ve ya ısı sensörlerinin ısı değişimini algılamasıdır. Yangını ya da ısı değişimini algılayan dedektörler sesli uyarı mekanizmasını çalıştırır ve sesli uyarı sistemleri ile durumdan yangın çıkan alandaki herkesin haberi olur.

4.15.6.1 Yangın Alarm Butonu Nasıl Çalışır?

Yangın alarm butonlarının görevi, yangın esnasında insanların bu butona basması veya camını kırması ile birlikte bu butonlar panellere sinyal gönderir ve alarmın çalmasını sağlar. Yangın alarm butonları kaçış noktalarına, çıkış kapısı yakınlarına ve büyük alanlarda ortak noktalara takılmalıdır.

Sireni duyduğunuzda öncelikle tüm odaları kontrol ederek yangın çıkıp çıkmadığından emin olmalısınız. Hatalı siren çaldıysa yangın alarmını kapatmak için alarm panelinden şifrenizi girmeniz gerekir. Ardından da dedektörleri iptal etmeye yarayan, alarm sistemi-nize özel numara ya da işaretleri tuşlamalısınız.

4.15.6.2 Konvansiyonel Yangın Alarm Sistemleri

Belirli bir bölgedeki yangının tespit edilmesi üzerine çalışan sistemlerdir. Zon ismi verilen bölgesel tespit mantığıyla işleyen Konvansiyonel Yangın Alarm Sistemleri, bu zonlara bağlanmış yangın algılama dedektörlerinin sinyalleriyle yangını algılar ve bölgesel uyarı verir.

4.15.6.3 Yangın Alarm Sistemi Nerelerde Kullanılır?

Birbirinden değişik algılama elemanları ile, her uygulama için çözüm üretmenin mümkün olduğu yangın alarm sistemleri, ev, ofislerde, fabrika, alışveriş merkezleri, okullar, hastaneler ve tüm benzer alanlarda kullanılmaktadır.

Yangın sisteminde dıştan görülebilir arızalar;

- Gaz, ısı ve duman dedektörlerinin kirlenmesi
- Alarm ekipmanlarının deformasyonu
- Kontrol paneli üzerindeki ikaz ışıkları
- Saha ekipmanları üzerindeki durum belirleyici ışıkların durumu
- Siren seslerinin zaman içinde azalması, ses gelmemesi
- Söndürme sisteminde oluşan deformasyonlar
- Sistem basıncının durumu
- Gaz ve su tankı durumları
- Su kaçakları

Yangın sisteminde iç arızalar;

- Çalışma anında su basıncının yetersizliği
- Motorlarda yetersizlik
- Sistem dedektörleri algılamama
- Panel akü problemleri
- Gaz valflerinin açılmaması

Elektrik Arızaları

Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Kontrol panelinde kayıp cihaz hatası	Dedektör, buton ve sirenler kontrol edilir. Kablolar ve bağlantılar kontrol edilir
Panelin yanlış alarm vermesi	Dedektör ve algılayıcılar kontrol edilir, temizlenir veya değiştirilir
Elektrik kesintilerinde panelin kapanması	Akü kontrol edilir, akü şarj sistemi kontrol edilir. Akü değiştirilir
Elektrik pompalarının devreye girmemesi	Kumanda panosu kontrol edilir
Motorların termik attırması	Motor kablo bağlantıları, kontaktör veya sürücüler kontrol edilir
Pompaların sebepsiz çalışması	Basınç şalterleri, pompa kontrol sistemleri kontrol edilir
Diesel pompanın devreye girmemesi	Akü, marş motoru ve elektrik tesisatı kontrol edilir

Mekanik Arızalar

Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Pompaların yeterli akışı sağlamaması	Motorlar kontrol edilir, pompa tamir edilir veya değiştirilir
Joker pompanın sürekli devreye girmesi	Sistem kontrol edilir, kaçak takibi yapılır
Saha ve pompa ekipmanlarında su kaçağı oluşması	Tamir edilir veya değiştirilir
Diesel motorun çalışmaması	Yakıt pompası, enjektörler, hava ve yakıt filtreleri kontrol edilir
Diesel motorun aşırı ısınması	Soğutma sistemi kontrol edilir
Yangın hortumlarında oluşan deformasyonlar	Hortum yenisi ile değiştirilir
Gaz tüplerindeki paslanma veya valflerdeki kaçaklar	Değişimi yapılır

4.16 ANONS SİSTEMİ



4.16.1 Anons Sistemi Nedir?

Anons sistemi denince akla hemen acil anons sistemi gelse de bu sistemler aslında genel seslendirme sistemleri olarak da adlandırılır. İşyerleri, alışveriş merkezleri, fabrikalar, stadyumlar, okullar, hastaneler, tiyatro ve sinema salonlarının yanı sıra daha pek çok alan ve mekanda kullanılan anons sistemleri büyük kalabalıkları bilgilendirme, gerektiğinde yönlendirme amaçlıdır. Bir statta yapılan gol anonsu da, herhangi acil bir durumdaki tahliye anonsu da bu sistemlerin kullanılmasıyla yapılabilir.

4.16.2 Acil Anons Sistemi Yönetmelikleri ve Standartları

Acil anons sistemi dendiğinde ise anonsun kapsamı diğerlerine oranla biraz değişir. Zira bu duyuruda amaç tamamen farklıdır. Acil anonsun amacı kalabalıkların yönlendirilmesi, olası acil durumlarda, kamu kurum ve kuruluşları, okul, yurt, hastane, stadyum, askeri alanlar, tatil köyleri, iş merkezleri, fabrikalar, sanayi siteleri gibi mekanlarda bulunan çok sayıda insanın önce bilgilendirilmesi sonra da tahliye edilmesidir.

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik'e göre 200 yataktan fazla kapasiteli tüm oteller, 5000 metrekareden büyük yapı inşaat alanı olan veya kullanıcı sayısı 1000 kişiyi aşan tüm yapılarda ve yüksekliği 51.5 metreyi geçen tüm binalarda acil anons sistemi olması zorunluluğu vardır.

Söz konusu binalarda yaşanacak yangın, sel ve ya deprem gibi afet durumlarında bu sistemler devreye girer ve can kaybının önüne geçilmesi için insanlar binadan bir plan dahilinde tahliye edilirler. Bu sistemde önceden kaydedilmiş mesajlar, tahliyesi yapılmak istenen kişilere belli bir merkezden iletilebileceği gibi anonsların canlı yapıldığı durumlar vardır.

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik'e göre 200 yataktan fazla kapasiteli tüm oteller, 5000 metrekareden büyük yapı inşaat alanı olan veya kullanıcı sayısı 1000 kişiyi aşan tüm yapılarda ve yüksekliği 51.5 metreyi geçen tüm binalarda acil anons sistemi olması zorunluluğu vardır.

Burada önemli olan nokta sesin iyi duyulması ve anonsun anlaşılır olmasıdır. Bu nedenle doğru projelendirme ve uygulama çok önemlidir. Aksi durumda en gerekli zamanda sistemden sadece gürültüden ibaret sesler duyulur.

4.16.3 Anons Sistemi Nasıl Kurulur?

Birinci adım;

- Acil anons sistemi ile donatılacak alanlardaki mevcut risklerin değerlendirilmesi
- Tahliye stratejisi
- Acil anons sisteminin diğer sistemler ile etkileşimi

İkinci adım; Planlama

- Acil anons sisteminin planlama ve tasarımıdır. Bu adım aşağıdaki konu başlıklarını içermektedir.
- Gerekli olması durumunda, bina bölümleri içerisinde acil anons zonlarının belirlenmesi
- Acil anons sistemi bileşenlerinin seçilmesi ve yerlerinin belirlenmesi
- Acil anons sisteminin kontrolünün ve göstergelerin görüntülenmesinin sağlanması
- Mekanların özelliği ile büyüklüğünün, kullanılacak cihazların ve cihaz sayısının, hatta akustiğinin tespiti gerekir.
- Yeterli sayıda hoparlör, doğru yerlerde kullanılarak, sistemin kurulduğu yerin tamamında yeterli duyulabilirlik sağlanmalıdır.
- Güç kaynaklarının sağlanması
- Ara bağlantı kablolarının seçimi, güzergâhı ve korunması

Üçüncü adım; Kurulumdur.

- Donanımların birbirleri ile olan ilişkileri ve montaj sürecidir.

Dördüncü adım; Acil anons sistemini devreye alma.

- Doğru çalışmasının kontrolü ve son kullanıcı tarafından kabul edilmesidir

4.16.4 Acil Anons Sistemi Çalışma Prensibi

Bu sistemler genel olarak yangın algılama ve ihbar sistemleri ile beraber çalışmaktadır. Bu sistemlerin olmazsa olmazı tabi ki acil anons modülüdür. Acil anons modülü yangın ve diğer acil anonslar dışında gerekli olan her alanda kullanılabilir.

Acil anons sistemleri çalışma prensibi genel olarak sistemin kurulduğu alandan yayın yapılmasına dayanır. Ana kumanda olarak nitelendirebilecek bu alandan belirli bölgelere yerleştirilmiş hoparlörlere bağlantı kurulur ve anonsların yapılması sağlanır. Sistemin içinde amfi, hoparlör, ses kayıt cihazı, mikrofon gibi ekipmanlar da kullanılır. Anons sistemlerinde genellikle masa mikrofonları, kürsü mikrofonları ya da gişe mikrofonu türündeki mikrofonlar kullanılmaktadır.

Sistem genel olarak mikrofon aracılığı ile verici sistemlerden, alıcı sistemlere iletim sağlanması üzerine kuruludur.

Anonsun canlı yapıldığı sistemler olduğu gibi, kayıttan anons ya da müzik yayınının yapıldığı durumlar da vardır. Yaşanan acil bir durumda mevcut kayıtlı anons devreye girer ve tehlike altındakiler uyarılır ve tahliye işlemi başlatılır.

Bir bölgede anlaşılabilir bir kapsama alanı sağlamak için çeşitli yollar vardır. Hoparlör tipinin seçimi, adedi, yerleşimi ve yönü acil anons sistemi tasarımı için önemli unsurlardır.

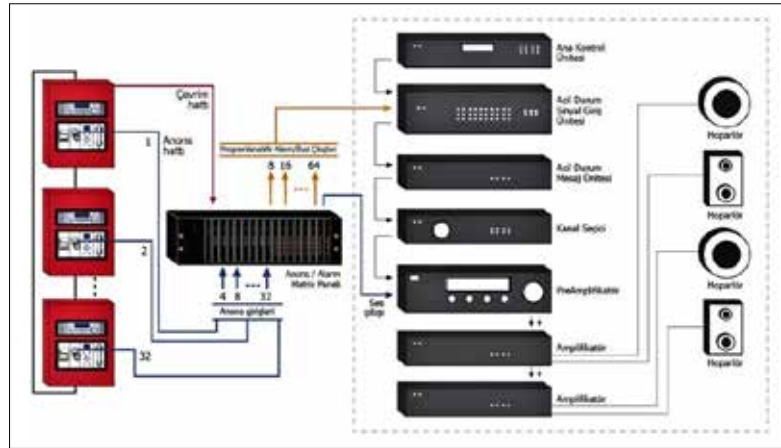
Geleneksel tasarım metodunu bir bölgede kullanabilmek için aşağıdaki bilgiler elde edilmelidir;

- 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz ve 4 kHz oktav bantlarında yankılanma süresi 1,3 sn den daha büyük olmamalı.
- Ortam gürültü seviyesi ve sinyalin arasında en az + 10 dB fark olmalı.
- İkaz tonları ve ilave mesajların ses basınç seviyesi 75 dB den büyük olmalı ve en az bir mesaj döngüsü boyunca ölçülebilmeli.
- Herhangi bir erişilebilir noktada normal olarak ikaz ton ve mesajının maksimum ses basınç seviyesi 120 dB LAfmax daha büyük olmamalı.
- Hoparlörlerin merkezleri arasındaki mesafe aşağıdakilerden fazla olmamalı

1. Tek yönlü hoparlörler için 6 m
2. Çift yönlü hoparlörler için 12 m

4.16.5 Anons Sistemi Ekipmanları

1. Amfikatör
2. Hoparlör
3. Ses kayıt cihazı
4. Mikrofon
5. Ses kontrol üniteleri



Acil Anons Sistemi Arızaları	
Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Sistem devreye girmemesi	Güç kaynağı kontrol edilir
Hoparlörde parazitlenme olması	Arızalı hoparlör tespit edilerek problem giderilir
Hoparlörde sesin kısık yada yüksek oluşu	Ses frekans kontrolü yapılmalı
Seslerin parazitlenmesi	Kablo bağlantıları ve soketler kontrol edilir, sistem topraklaması kontrol edilir
Sesin kesik gelmesi	Ses kontrol ünitesi kontrol edilir
Kontrol paneli aşırı ısınması	Soğutucu sistemi kontrol edilir
Hoparlörler arası ses farkı	Kablolar ve bağlantılar kontrol edilir



5. ÜRETİM EKİPMANLARI

5.1 MOTORLAR

5.1.1 Endüstriyel Uygulamalarda Kullanılan Temel Motor Tipleri

Gelişen teknolojiyle birlikte ortaya çıkan farklı ihtiyaçlara yeni çözümler üretiliyor. İhtiyaçların değişiklik göstermesiyle de üretimde kullanılan motor tipleri de değişiklik gösteriyor.



Motor Yapısı



21. yüzyılda, AC ve DC elektrik motorları artık dünya çapında endüstrilerde yaygın olarak kullanılmaktadır ve birçok uygulamanın ayrılmaz bir parçasıdır. Elektrikli tekerlekli sandalyeler ve merdiven asansörlerinden endüstriyel otomasyona, taşıma ve güneş panellerine kadar çeşitli alanlarda ve endüstrilerde kullanılmaktadır.

5.1.2 Taşınacak Olan Akışkanın Dış Ortamdan Yalıtılması

Üretimde motorların kullanılmasıyla birlikte kaçınılmaz olarak sürücülerin kullanımı da zorunlu hale geliyor. Hemen hemen her endüstriyel ya da ticari girişimciler de elektrik sürücülerini mekanik sürücülere tercih ediyorlar çünkü elektrik sürücülerinin avantajları mekanik sürücülere göre oldukça fazla. İşte o avantajlar:

- İnşası basit ve daha az bakım gerektiren bir yapıya sahipler,
- Hız kontrolü kolay ve sorunsuz şekilde yapılabilir,
- İstenilen uygun yerlere monte edilebilecek şekilde tasarlanabiliyorlar ve böylelikle bir düzen oluşumunda sorun yaratmıyorlar,
- Uzaktan kontrol edilebiliyorlar,
- Kompakt bir yapıya sahipler ve böylelikle daha az yer gerektiriyorlar,
- Herhangi bir zaman kaybı olmadan çalışmaya başlayabiliyorlar,
- Karşılaştırıldıklarında daha uzun ömre sahipler,

Bu gibi avantajlara rağmen elektrik sürücülerinin de bazı dezavantajları bulunmakta. İşte elektrik sürücülerinin dezavantajları:

- Elektrik beslemelerinde herhangi bir arıza tespit edildiği anda en kısa sürede durdurulmaları gerekir. Aksi takdirde sistemler kalıcı hasar görebilirler
- Sistem için gerekli olan elektrik besleme kaynaklarının sunulmadığı bölgelerde kullanılamazlar
- Dezavantajların sayılarının avantajların sayılarıyla kıyaslandığında oldukça az olması elektrik sürücülerini öncelikli tercih sebebi olmasını sağlamaktadır.

5.1.3 Endüstriyel Alanlarda Kullanılan 12 Temel Motor Tipi

1) DC Seri Motorlar

DC seri motorlar elektrik lokomotifler, çelik haddeleme imalathaneleri, yük asansörleri, teleferikler ve vinçler gibi yüksek tork ve değişken hızların gerekli olabileceği yerlerde kullanılan bir motordur.

2) DC Şönt Motorlar

DC şönt motorlar orta güçte bir başlangıç torku gerektiren ve hemen hemen sabit hızla çalışması gereken uygulamalarda kullanılır. Kullanım alanı olarak sabit hızla sürülen ara shaftlar, torna tezgahları, elektrikli süpürgeler, ahşap işleme makineleri, çamaşır makineleri, asansörler, konveyör sistemler, öğütücü makineler, küçük baskı presleri vb. örnekler verilebilir.

3) Kümülatif Bileşik Motorlar

Kümülatif bileşik motor yüksek başlangıç torku ve durmadan değişken hızlar gerektiren uygulamalarda kullanılan motor tipleridir. Bu uygulamalara örnek olarak kompresörler, döner presler, değişken başlı santrifüj pompaları, asansörler, sürekli konveyör sistemleri vb. sistemler örnek verilebilir.

4) Üç Fazlı Senkron Motorlar

Üç fazlı senkron motorlar değişken yük altında sabit hızla çalışması gereken uygulamalarda kullanılır. Bu uygulamalara hava kompresörleri, motor jeneratör setleri, devamlı haddehaneler örnek olarak verilebilir. Ayrıca üç fazlı senkron motorlar kağıt ve çimento endüstrisinde de sıkça kullanılırlar.

5) Sincap Kafesli Asenkron Motorlar

Sincap kafesli asenkron motorlar basit, fakat oldukça sağlam bir yapıdadır. Aynı zamanda aşırı yük kapasitesine de sahiptirler. Uygulama olarak hemen hemen sabit hızı gerektiren ve düşük başlangıç torklarının yeterli olduğu uygulamalarda kullanılırlar. Bu motorlar hız kontrolünün gerekli olmadığı düşük ve orta güçlü su pompalarında, borulu kuyularda, torna tezgahlarında, matkaplarda, taşlama makinelerinde, parlatıcılarda, ağaç rendelerinde, fanlarda, vantilatörlerde, çamaşır makinelerinde ve kompresörlerde vb. uygulama alanlarında kullanılırlar.

6) Çift Sincap Kafesli Motorlar

Çift sincap kafesli motorlar yüksek başlangıç torku, sabit hız gerektiren büyük yük kapasiteli uygulamalarda kullanılırlar. Çift sincap kafesli motorlar genellikle kompresör pompaları gibi yüksek başlangıç torku gerektiren yerlerde kullanılır. Bu yerlere örnek olarak pistonlu pompalar, büyük soğuk hava depolarındaki soğutucular, darbeli kırıcılar, sondaj milleri, tekstil makineleri, vinçler, matkaplar ve torna tezgahları örnek olarak verilebilir.



Çift Sincap Kafesli Motor

7) Bilezikli Asenkron Motorlar

Bilezikli asenkron motorlar yüksek başlangıç torkuna ve büyük yük kapasitelerine sahiptirler. Bu motorlarda hız normal hızdan %50 oranına kadar yükselme gösterebilir. Bilezikli asenkron motorlar, teleferikler, sarma makineleri, baskı makineleri, ara şartlar, asansörler ve kompresörler gibi yüksek başlangıç torku ve hız kontrolü gerektirebilecek olan endüstriyel uygulamalarda kullanılırlar.



Asenkron motor
kullanım örneği

8) Tek Fazlı Senkron Motorlar

Tek fazlı senkron motorlar yazı makineleri, saatler, her türlü zamanlama cihazları, kayıt cihazları, ses kayıt ve çoğaltma sistemleri gibi sabit hızların gerekli olduğu sistemlerde kullanılırlar.

9) Tek Fazlı Motorlar

Tek fazlı motorlar yüksek tork gerektiren sistemlerde kullanılırlar ve bu motorların hızları geniş bir hız skalasında kontrol edilebilir. Kullanım alanları olarak ise buzdolabı ve elektrikli süpürge gibi küçük ev aletleri örnek olarak verilebilir.

10) Geri Tepmeli Motorlar

Repulsion motor olarak bilinen geri tepmeli motorlar yüksek başlangıç torku ve geniş bir değişken hız skalası gerektiren uygulamalarda kullanılabilen motorlardır. Ayrıca bu motorlar büyük yükler altında yüksek hızlara çıkabilme yeteneğine de sahiptirler. Geri tepmeli motorlar yaygın olarak değişken ve yüksek başlangıç torkları gerektiren fakat aynı zamanda bobin sarma makineleri gibi sabit hızla çalışan uygulamalarda kullanılırlar.

11) Kalkış Kondansatörlü Daimi Asenkron Motorlar

Kalkış kondansatörlü asenkron motorlar sabit hızda çalışan ve kısmen yüksek başlangıç torku gerektiren uygulamalarda kullanılırlar. Bu motorlarda hız kontrolünün yapılması mümkün değildir. Bu motorlar genellikle kompresörler, buzdolapları ve küçük taşınabilir yük asansörlerinde kullanılırlar.

12) Kondansatör Yol Vermeli Daimi Motorlar

Kondansatör yol vermeli daimi motorların çalışma karakteristiği daha iyi güç faktörü ve yüksek verime sahip olması dışında kalkış kondansatörlü daimi asenkron motorlara benzer. Bu nedenle kondansatör yol vermeli daimi motorlar yaygın olarak sessiz işlemlerin gerçekleştirilmek istendiği yerlerde kullanılırlar.



Geri Tepmeli Motor

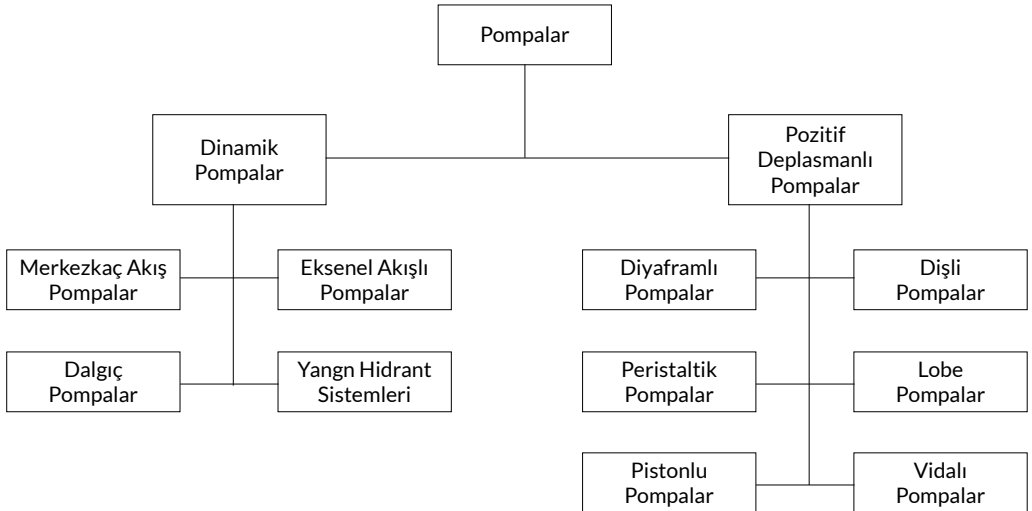


5.2 POMPALAR



Pompalar, bir sistemde sabit bir kaynaktan belirli bir basınçta belirli bir hacimdeki sıvıyı nihai varış noktasına aktarmak için kullanılan ekipmanlardır. Kullanım alanlarına göre farklı tiplerde üretilmiş olan pompalar evlerden ağır sanayilere kadar oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptirler. Üzerlerinde bulunan sızdırmazlık elemanları ve döner ekipmanlar nedeni ile periyodik olarak bakıma ve takibe ihtiyaç duymaktadırlar.

5.2.1 Pompaların Türlerine Göre Sınıflandırılması



5.2.2 Taşınacak Olan Akışkanın Dış Ortamdan Yalıtılması

Sanayide yaygın olarak kullanılan pompalar bakım açısından değerlendirildiğinde ilk olarak ele alınması gereken konu akışkanın dış ortamdan yalıtılması konusudur. Bu konu hakkında geçmişten günümüze kadar birçok farklı sistem kullanılmıştır. Bunlardan başlıca olanları salmastralardır (Seals). Salmastralar kendi içlerinde yumuşak ve mekanik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

5.2.3 Yumuşak Salmastra (Soft Seal)

Pompalarda transfer edilen akışkanın pompa gövdesi ile dönen mil arasındaki aralıktan dışarıya sızmasını önlemek veya kontrol etmek, dışarıdan hava emilmesini engellemek için kullanılmaktadır. Yumuşak salmastralardan beklenen en önemli özelliklerden biri, sürtünme katsayısının düşük olması ve mil ile salmastranın sürtünmesi ile oluşan ısıyı üzerinden gövdeye iletebilmesi için ısı iletkenlik kabiliyetinin yüksek olmasıdır.

Çalışma prensipleri gereği az miktarda akışkanın dışarıya çıkmasına izin verilmelidir. Bu uygulamanın başlıca nedeni salmastranın sarılı olduğu milin bozulma süresinin uzatması ve sürtünme ile oluşacak enerji kayıplarının engellenmesidir. Yumuşak salmastralar sık bakıma ihtiyaç duymaları ve çalıştıkları yüzeye mekanik salmastralara nazaran daha fazla zarar vermeleri nedeni ile kritik proseslerde kullanıma uygun değildir.



5.2.4 Mekanik Salmastra (Mechanical Seal)

Mekanik salmastralar akışkanın dış ortamdaki yalıtılması için kullanılan daha gelişmiş yalıtım elemanlarıdır. Yumuşak salmastralarla karşılaştırıldığında bakım gereksinimleri oldukça düşüktür ve çalışmaları için kayda değer miktarlarda ürün kaçığına ihtiyaçları yoktur. Yumuşak salmastra kullanılan pompaların salmastralarının mekanik salmastra ile değiştirilmesiyle pompanın verimi artırılabilir.

Türkiye için sanayi, tarım ve ülke genelindeki salmastra kullanım oranları grafikte görülmektedir. Kullanılan akışkanda kayıpların kabul edilebilir olması ve maliyetinin daha uygun olması nedeni ile tarım alanlarında çok büyük oranlarda yumuşak salmastra kullanılmaktadır.



5.2.5 Pompalarda Arıza Tespiti ve Onarımı

Sanayide yaygın olarak kullanılan pompaların döner ekipmanlar ile çalışmaları ve basit bir şekilde kontrol edilebilir bir fonksiyonu yerine getirmeleri nedeni ile mevcut arızalar duysal ve fonksiyonel kontroller ile rahatlıkla bulunabilmektedir. Arızanın meydana gelmeden tespit edilmesi gerektiği durumlarda vibrasyon analizi yöntemi kullanılabilir. Hatanın tespit edildiği donanıma gerekli bakım prosedürleri uygulanır ve kök neden analizi yapılır.

Sanayide yaygın olarak kullanılan pompaların döner ekipmanlar ile çalışmaları ve basit bir şekilde kontrol edilebilir bir fonksiyonu yerine getirmeleri nedeni ile mevcut arızalar duysal ve fonksiyonel kontroller ile rahatlıkla bulunabilmektedir. Arızanın meydana gelmeden tespit edilmesi gerektiği durumlarda vibrasyon analizi yöntemi kullanılabilir. Hatanın tespit edildiği donanıma gerekli bakım prosedürleri uygulanır ve kök neden analizi yapılır.

Ani bir hidrolik pompa arızasının üretim yoluna girmesini istemez. Bunu önlemek için, pompanın belirlenen periyotlarda temizlenmesi, değiştirilmesi veya onarılması gerektiğini gösteren dört güçlü gösterge arayabilirsiniz:

- Olağandışı sesler
- İç veya dış sızıntılar
- Başarısız mühürler
- Yüksek sıcaklıklar

5.2.5.1 Olağandışı sesler

Bir araçta olduğu gibi, parçalar zamanla yıpranır ve sonunda bir arızaya yol açar. Ek olarak, contalar bozulur ve bu da sonunda sızıntılara ve mekanik arızalara yol açar.

Pompalar doğru çalıştıklarında sessiz çalışırlar. Parçalar ve contalar dağılmaya başladığında, garip sesler çıkarmaya başlayabilir. Vurma veya vurma seslerine dikkat edin. Bunlar, muhtemelen yetersiz basınçtan kaynaklanan sistemdeki havayı veya kavitasyonu gösterir.

Yetersiz basınç, aşırı ısınmış bir arabaya benzer şekilde ciddi hasara neden olabilir. Sorunun derhal düzeltilmesi gerekiyor. Genellikle havanın sisteme girdiği noktayı bularak ve bu bölümü onarmak için adımlar atarak çözülebilir.

5.2.5.2 Pompada İç ve Dış Kaçaklar

Pompayı periyodik olarak incelediğiniz, üniteye sızıntı veya yağ aradığınız sürece dış sızıntıları tespit etmek kolaydır. Ancak makinenin içinde birçok sızıntı meydana gelir ve dışarıdan hiçbir sorun belirtisi görünmez. Bunun yerine, düşük performans ve ani basınç düşüşleri, bir iç sızıntı belirtilerini sağlar. Çoğu durumda, bir valf veya contanın sıkılması veya değiştirilmesi sorunu çözebilir. Yalnız bırakılırsa, sızıntılar sonunda sistemik bir arızaya yol açacaktır.

5.2.5.3 Pompada Yanlış Montajlar

Sürekli olarak sızan veya arızalanan contalar, pompanın eğilmiş veya yanlış hizalanmış bir çubukla çalıştığını gösterebilir. Sorun erken tespit edilirse, genellikle mevcut ekipmanı onarmak mümkündür. Bu, en uygun maliyetli çözümdür. Sorun çok uzun sürerse, yeni parçalar gerekebilir.

5.2.5.4 Sistemde Yüksek Sıcaklıklar

Bir pompa, onarılması gerektiğinde daha yüksek bir sıcaklıkta çalışmaya başlayacaktır. Pompalar ısıyı düzgün bir şekilde dağıtmalıdır, aksi takdirde bozulurlar. Dağıtma işlemi kesintiye uğradığında, aşırı ısınmış bir motora benzer şekilde iç parçalara zarar verebilir.

Sistemde kir ve döküntü yakalandığında, ısı dağılımını engellerler. Sıcaklığın yükselmesi ile birlikte contalar zarar görür. Sıcaklık 180° F'nin üzerine çıktığında, kesinlikle bakım zamanıdır. Isı eşanjöründe herhangi bir hava akışı engeli olup olmadığını kontrol edilmelidir.

5.3 HİDROLİK

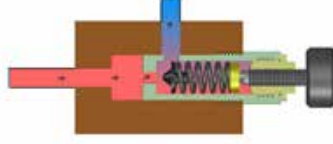


Hidrolik sistemler sıkıştırılamaz akışkanlar kullanılarak enerji transferi yapmak için kullanılan sistemlerdir. Hidrolik enerji, pistonlar kullanılarak doğrusal harekete veya hidrolik motorlar kullanılarak dairesel harekete dönüştürülebilir.

Hidrolik sistemler basıncı akışkan ihtiyacını pompalar yardımıyla sağlar bu nedenle bir hidrolik sistemde bir veya birden fazla pompa bulunmaktadır. Hidrolik sistemde bulunan pompaların bakımları için standart prosedürler uygulanabilir.



Hidrolik sistemlerde sistemi fazla basınçtan korumak için tahliye valfleri kullanılmaktadır. Kullanılan valflerin ayarları ve kontrolleri belirli aralıklarda yapılmalıdır. Özellikle emniyet valfinde çıkabilecek olan arızalar sisteme ciddi zararlar verebilir.



Hidrolik sistemlerde kullanılan hortumlar yüksek basınca dayanacak şekilde özel olarak üretilmiştir. Fakat gerekli zamanlarda bakımı (gerekliyse değişimi) yapılmazsa mevcut sistemi durdurabilir, bozabilir ve iş kazalarına neden olabilir.



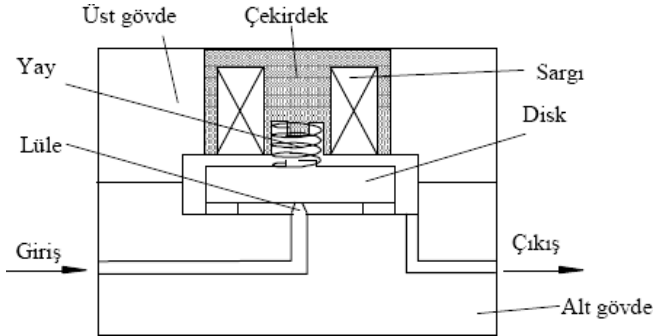
Hidrolik Sistemleri İzlemek: Hidrolik sistemlere doğrudan bakarak sistemin nasıl çalıştığı anlayamazsınız. Sistemin nasıl çalıştığını anlayabilmek için sisteme ait hidrolik devre diyagramına ihtiyaç duyulur.

Birçok sisteme ait birçok diyagram çeşidi mevcuttur. En çok kullanılanları;

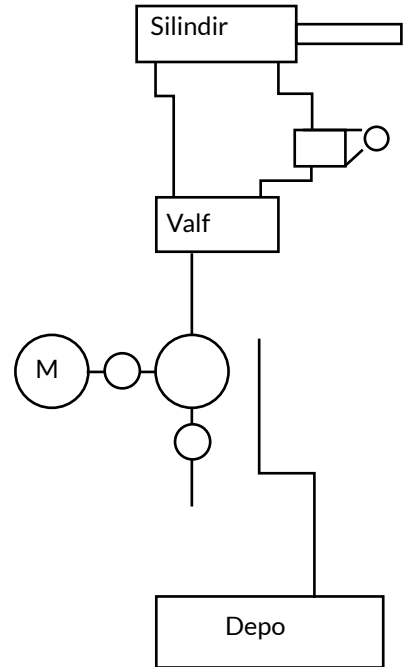
- Blok diyagram
- Kesit Resimler
- Resimli veya kesit diyagram

Blok Diyagram: Sistem elamanlarının bloklarla ifade edildiği basit çizimlerdir.

Kesit Resimler: Ustaların işine yarayan, daha çok tamir bazlı bakım işlerinde yararlı detaylı teknik çizimlerdir.



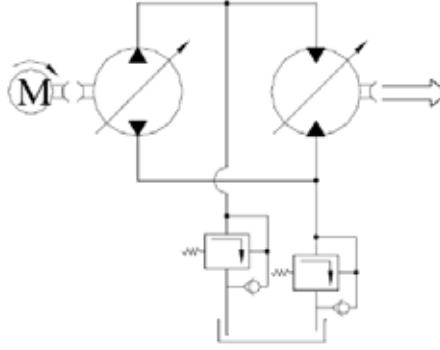
Disk valf modeli kesit resmi



Blok Diyagram

Şematik Diyagramlar

Sistem elemanlarını şembole edildiği diyagram çeşidir. Bu sembolizasyonda uluslararası standartlaşmış (JIC – Ulusal Endüstri Konferansı gibi...) semboller kullanılır. Hidrolik sistemlerin sembolize edilmesi, ortak bir di kullanımı gibidir. Hidrolik sistemler spesifik tasarlanır. Sisteme müdahale edebilmek için ,şematik çizmelerinin okunması mecburidir.



Örnek Sembolik Diyagram

Şematik diyagramlar okunurken ilk önce akış çeşitleri tespit edilir. Şematik çizimlerde Yer alan kılavuz çizgilere çok dikkat edilir. Eğer sistem çok karışık ise sistem lokal olarak incelenip bütüne doğru gitmek iyi bir yöntemdir.

Hidrolik Elemanların Montajı

Temizlik; Hidrolik sitemler toza kire karşı oldukça hassastır. Filtre edilmeyen toz parçacıkları tonlarca yükün altında elemanları üzerinde zımpara etkisi yaratmaktadır.

Emniyet; Hidrolik sitemlerde güvenliği göz ardı etmek rulet oynamak gibidir. Sistem çalıştırılmadan önce hareketli aktuatör vs elemanlara belli bir mesafede olunmadı üzerinde ve çevresinde anahtar gibi elemanlar bırakılmamalıdır. Eğer sök-tak işlemleri yapıldıysa açık port, ve boşta hortum olamamasına, gevşek rekorların sıkılmasına dikkat edilmelidir. Aksi taktirde sistem yağ kayıplarına uğrayabilir, ve çevreye ciddi zararlar da verebilir. Hidrolik yağın insan cildini tahriş ettiği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Pompa ve tahrik elemanlarının montajı; İlkönce Hidrolik motorun montajı yapılır.

Pompa montajına kaplin kullanılmasına çok dikkat edilmelidir. Pompa tahrik elmanı ile aynı seviyede olmalıdır. Eğer pompanın yanında kurulum bilgilerinin yer aldığı bir rehber kitapçık katalog gibi şeyler varsa bunlarda göz önünde bulundurulmalıdır. Bakımdan yeni gelen -sıfır bir pompa yada hidrolik motor geldiğinde çıkışlarının kapatılmış olarak gönderildiğine dikkat edilmediler. Yeni gelen elemanı milinden el ile rahatlıkla tur attırıldığına dikkat edilmeli, herhangi bir kasıntı göz ardı edilmemelidir. Döner eleman yerine takılırken dönüş yönü göz önünde bulundurulmalıdır.

Takılan eleman pompa veya hidrolik motor ise sistem çalıştıktan sonra depoda eksilen yağ tamamlanmalı, pompanın basınç ayarları gözden geçirilmelidir. Pompalarda basınç ayarı yapılırken motorun tam devrini alması beklenir. Ayar değeri sisteme bağlı bir manometreden okunarak ayarlanmalı. Çalışma basınç değerlerinin üstüne asla çıkılmamalıdır.

Pompa sistem üzerinde ilave yük oluştursa;

- Enerji israfı
- Pompanın erken yıpranması
- Aşırı ısınma problemi
- Makine – Sistem geneli arızalar
- Bazı durumlarda sistem elemanlarının tahribatı gibi problemlerle karşılaşılır.

Hidrolik sistemler en son tamir işlemi üzerinden 1 günlük çalışma(24 iş saati) geçtikten sonra tekrar kontrollere tabi tutulur.

Hidrolik hortum ve motorların montajı

Hidrolik boru –hortumun tipine, et kalınlığına, bağlantı şekline dikkat edilmelidir. Takılan elaman hidrolik boruysa, boru ağzlarındaki havşaların kontrol edilmesinde yarar vardır.

Rekorlar yerine takılırken eğer varsa oring gibi sızdırmazlık elemanları tahrip edilmemelidir. Rekorlar sıkılırken hortum üzerinde kıvrılma olmamalıdır. Hidrolik hortumla çok gerdin olmamalı, yük altında kasılması için biraz serbestliği olmamalıdır. Çalışma esnasında basınç altında oluşan hortum kasılmalarında bir hortum diğerinin üstünde stres oluşturmamalıdır.

Hidrolik akışkan seçimi;

- Yağlama özelliği
- Viskozite
- Korozyon
- Düşük – yüksek çalışma sıcaklık özellikleri
- Sudan arındırılabilirlik
- Pas önleyici özelliği
- Ateşe dayanıklılık.
- Uyumluluk
- Köpüklenme ve havalanma özelliği.
- Isı iletim dayanıklılığı
- Genleşme katsayısı
- Işıma miktarı(Bazı özel uygulamalarda)

Sistem için doğru akışkan yağı seçilmesi çok önemlidir. Hidrolik yağlar yüksek basınç altında küçük boşluklardan geçmeye zorlanır, basınç altında yırtılma etkisine maruz kalırlar. Bir süre sonra yağ fiziksel olarak özelliğini kaybeder. Sıcaklık değerleri söz konusu olunca yağ seçerken 20 C° fazladan tolerans gösterilmesinde yarar vardır.

Kullanılan yağ sistem elemanları ile uyum içinde çalışabilmeli, tepkimeye girmemelidir.

Hidrolik Sitelerde Periyodik Bakımlar

Hidrolik sitemlerin bakımı düzenli olarak yapılmaz ise, yağın filtrelenmesi yetersiz kalır ve aşınmanın kontrol altına alınması zorlaşır. Hidrolik sistemlerde arıza nedenlerinin %80 ni yağın kirlenmesi kaynaklıdır. Hidrolik yağ ve diğer elmanlar depolanırken, ortamın iyi havalandırıldığına dikkat edilmeli, parçalar uygun sıcaklıkta ve koruyucu madde ile kaplanmalıdır.

Periyodik kontroller;

Bakım - kontrol elemanın elinde sistem hakkında bilgi sahibi olabilmesi için bir debi ölçer ve sök tak manometre olmalıdır.

Genel bakım - kontrol kriterleri;

- Depo akışkan seviyesi
- Gözle görülür kaçaklar
- Destekler sıkımı, aksamalar yerindemi
- Filtre durumu
- Depo akışkan sıcaklığı
- Sistem anormal bir titreşim üretiyor mu?
- Depo akışkan seviyesi kontrolü (haftada bir)
- Havalandırmaların kontrolü(haftada bir)
- Filtrenin açılması, temizlenmesi(6ayda bir, 1000 çalışma saati)
- Hidrolik yağı laboratuar kontrolü (6ayda bir, 1000 çalışma saati)
- Hidrolik yağın değiştirilmesi(2yılda bir, 4000 çalışma saati)
- Dış temizlik(her zaman)

Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Hidrolik Sistem Çalışmıyor	Pompanın tahrik almaması
	Pompa sürücüsünün arızalı olması yada dönüş yönünün ters olması
	Sistemde yağ olmaması
	Tankta yağ seviyesinin düşük olması
	Yağ viskozitesinin çok düşük olması
	Kirli filtre
	Emiş hattından havanın girmesi
	Pompanın aşınmış olması
	Basınç hattında yağ sızıntısı
	Emniyet valfinin düşük değerde ayarlanması
	Sistemde aşırı yük olması
	Hidrolik bağlantının yanlış yapılması

Arızanın Nedenleri	Arızanın Giderilmesi
Düşük Basınç	Pompanın yıpranmış ya da hasarlı olması
	Yağın viskozitesinin çok düşük olması
	Soğutucu ayarı hatalı veya soğutucu kapasitesi yetersiz olması
	Elektrik motoru veya kaplinin arızalı olması
	Basınç ayarının yanlış olması
	Basınç emniyet valfinin kirlilik nedeni ile bloke olması
	Valflerden kaynaklı yağ kaçaklarının olması
	Silindir iç yüzeyinin aşınmış olması
	Piston sızdırmazlık elemanlarındaki hasarlar
	Piston sızdırmazlık elemanının yanlış seçilmiş olması
	Deponun küçük seçilmesi sonucu yağın viskozitesinin düşmesi ile meydana gelen iç kaçak
	Yağda havanın varlığı
	Emniyet valfinin arızalı olması
	Akümülatörün bozuk veya gazı kaçmış olması
Aşırı Isınan Pompa	Kavitasyon
	Yağda hava oluşumu
	Emniyet veya boşaltma valfinin ayarının yüksek olması
	Aşırı yük
	Arızalı pompa
	Sıcak yağ
	Yağ miktarının azalması
	Pompanın emişinde tıkanma
Yön Kontrol Valfinin Çalışmaması	Valf sürgüsünün kirlilikten dolayı sıkışması
	Bağlantı cıvatalarının çok sıkı olması
	Yağın soğuk olması
	Bobin arızası veya bobine enerji gelmemesi

5.4 PNÖMATİK



Pnömatik sistemler gaz basıncını mekanik harekete çeviren sistemlerdir. Çalışma prensibi olarak hidrolik sistemlere oldukça yakındırlar. Günümüz yaygın uygulamalarında hava kullanılması nedeni ile sınırsız bir akışkan kaynağına sahiptirler ve geri besleme gereksinimleri yoktur.

Pnömatik sistemlerde hava kullanılmasının avantajları olmasının yanında bazı dezavantajları da vardır. Hidrolik sistemlerde ortaya çıkabilecek olan bir arıza sınırlı sayıda ekipmanı etkilerken pnömatik sistemlerde çıkabilecek olan bir arıza bütün üretim tesisini etkileyebilmektedir. Bu riski ortadan kaldırmak için pnömatik sistemlerin bakımları ve ölçümleri zamanında ve özenle yapılmalıdır. Pnömatik sistemlerde bakıma ihtiyaç duyan başlıca devre elemanları hava kompresörleri, hava tankları, kurutucular, bağlantı ve sızdırmazlık elemanlarıdır.

5.4.1 Kompresörler

Pnömatik sistemlerin temel yapı taşı kompresörlerdir. Bu nedenle kompresörlerin yağ, filtre ve elektrik bakımları periyodik olarak özenle yapılmalıdır.



5.4.2 Hava Tankları

Basınçlandırılmış havanın depolanmasını sağlayan devre elemanlarıdır. Hava tankları korozyona karşı korunmalı ve otomatik tahliye sistemi olsa dahi içlerinde birikebilecek su düzenli olarak el ile tahliye(kontrol) edilmelidir.



5.4.3 Bağlantı ve Sızdırmazlık Elemanları

Pnömatik sistemlerde kaçakların ana kaynağı bağlantı ve sızdırmazlık elemanlarıdır. Mevcut sistemin sağlıklı çalışması ve maddi kayıpların önlenmesi için düzenli periyotlarda kontrol edilmeli ve tespit edilen kaçaklar onarılmalıdır.



5.4.4 Kurutucular

Kurutucular havanın sıkıştırılması ile oluşan suyun sistemden atılması için kullanılmaktadır. Pnömatik sistemin sağlıklı çalışabilmesi için kontrolleri ve bakımları periyodik olarak yapılmalıdır.



5.5 PLC



■
Programmable Logic Controller kelimelerinin baş harfleri alınarak kısaltılması oluşturulan PLC giriş cihazlarının durumunu sürekli olarak izleyen ve çıkış cihazlarının durumunu kontrol etmek için özel bir programa dayalı kararlar veren bir mikro bilgisayardır.

5.5.1 PLC Nedir?

Programmable Logic Controller kelimelerinin baş harfleri alınarak kısaltılması oluşturulan PLC giriş cihazlarının durumunu sürekli olarak izleyen ve çıkış cihazlarının durumunu kontrol etmek için özel bir programa dayalı kararlar veren bir mikro bilgisayardır. Genellikle endüstriyel ortamlarda kullanılmak üzere üretilmiştir. Süreçleri veya sistemleri kontrol etmek ve yönetmek için birçok giriş ve çıkış portu PLC'ye entegre edilmiştir. Buna ek olarak, endüstriyel uygulamada kullanılan bazı iletişim protokolleri PLC'de mevcuttur.

PLC sistemlerinin geliştirilmesi ile otomatik kontrol ünitelerinde hız, kontrol, ürün kalitesi ve güvenlik önemlerindeki artışın yanı sıra, yeni ürünler imal etmek için yeniden kumanda devrelerinin oluşturulması, montajı ve bağlantı aparatlarındaki değişiklikler yerine sadece PLC programlama ile giderilmesi işletmelere çok büyük kullanım kolaylığı ve esnekliği sağlamaktadır. Bu tarz avantajlar endüstriyel otomasyon devrelerinde PLC tabanlı kontrol sistemlerine duyulan ihtiyacın giderek artmasına neden olmuştur.

5.5.2 PLC Kullanım Alanları Nereledir?

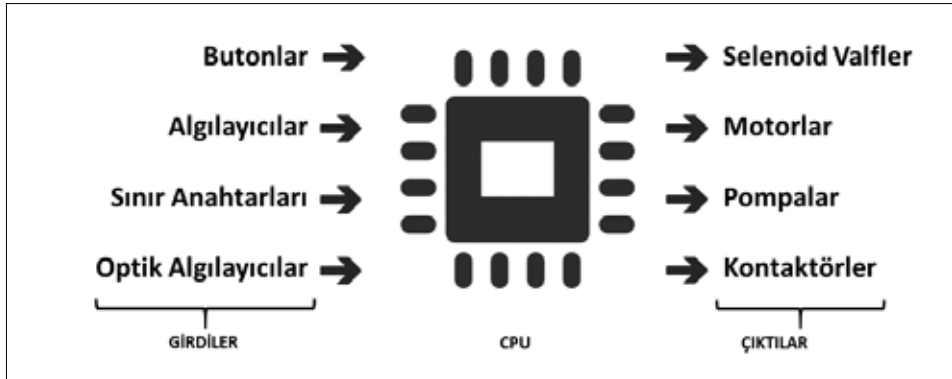
PLC'ler genellikle paketleme ve ambalaj sistemlerinde, taşıma sistemlerinde, tekstil, kimya ve otomotiv endüstrisinde, çimento sanayisinde, havalandırma ve soğutma tesislerinde, gıda endüstrisi vb. alanlarda kullanılmaktadır. PLC'nin genel uygulama alanları şu şekildedir;

- **Sıralı Kontrol:** PLC'nin en büyük özelliğinden birisi de sıralı çalışmadır. Bu nedenle röleli sistemlere yakındır. Genellikle asansör ve paketleme sistemlerinde kullanılır.
- **Hareket Kontrolü:** Doğrusal ya da döner hareket sistemlerinin PLC'de entegrasyonudur. Genellikle kartezyen robotlar, film, kauçuk, kumaş ve tekstil üretiminde kullanılır.
- **Süreç Denetimi:** PLC'nin birkaç parametreyi denetlediği bir adımdır. Bu alana plastik enjeksiyon makineleri, ısıtma fırınları gibi sıcaklık, basınç, debi, ağırlık gibi denetimlerin yapıldığı alanlar verilebilir.
- **Veri Yönetimi:** PLC'ler denetlediği sistemler hakkında veri toplayabilir. Sonra bu verileri, denetleyicinin belleğindeki referans veri ile karşılaştırma yaparak, rapor hazırlamak için bir ağıza veri aktarılabilir. Bu uygulama da stoklama gerektiren büyük işletmelerde kullanılır (Altın, 2011).

5.5.3 PLC'lerin Temel Yapısı Nasıldır?

PLC'ler mikroişlemci tabanlı otomasyon sistemlerinde, kumanda devrelerinde kullanılan yardımcı röle, zamanlayıcı ve sayıcı gibi elemanların yerine kullanılan cihazlardır. Hızlı ve güvenli bir şekilde karmaşık otomasyon problemlerini çözmek bu sistemler sayesinde mümkündür (MEB, 2011a).

PLC, aşağıdaki resimde görüldüğü gibi 3 temel yapıdan oluşmaktadır.

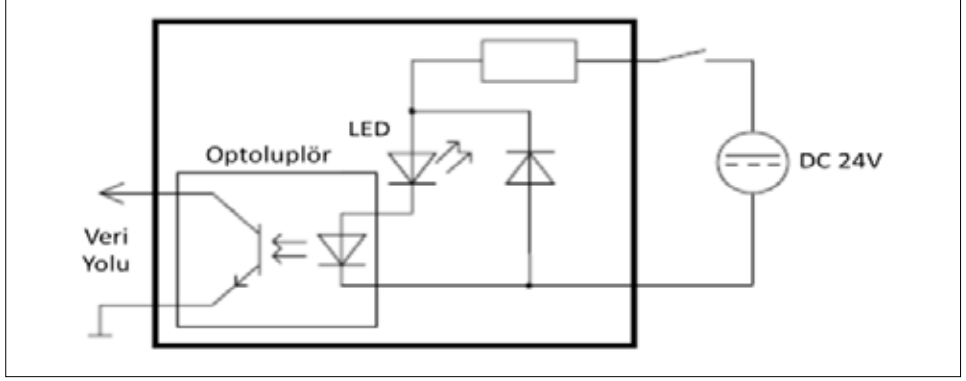


PLC Temel Yapısı

5.5.4 Giriş Belleği

Kontrol edilen sistemin basınç, seviye, sıcaklık gibi değerleri sensörler aracılığıyla okunan, buton ve sınır anahtarları gibi elemanlardan (algılayıcılar) alınan elektriksel değerleri (giriş sinyalleri) lojik değerlere dönüştürerek CPU'ya (Giriş Görüntü Belleği) aktaran birimlerdir (Eminoğlu, 2014). Markalarına ve modellerine bağlı olarak, PLC'ler yalnızca dijital veya hem dijital hem de analog giriş birimlerine sahip olabilir.

PLC'nin giriş belleği, kontaklı girişler olarak tasarlanmıştır. PLC'ye diğer elemanlardan gelen sinyaller optokuplör ile elektriksel olarak yalıtılmıştır. PLC giriş sinyal gerilimleri genelde DC 24V olarak üretilmektedir. Bir giriş PLC tarafından sorgulanırken kontrolörün giriş terminalindeki voltaj ölçülür. Dijital giriş oldukları için yalnızca "1" veya "0" şeklinde iki sinyal değerine sahiptir. Giriş terminalindeki sinyal değişimleri modülün tipine göre değişmektedir (Karayel, 2013).



PLC Giriş Modülü Genel Yapısı (Arı, 2011)

5.5.5 CPU (Merkezi İşlem Birimi)

Merkezi işlem birimleri PLC sistemlerinin beyin kısmını oluşturur. CPU, kontrol röleleri, sayıcılar, zamanlayıcılar ve sıralayıcıların yerine geçen çok işlemcili bir sistemdir. Sayısal verileri işlerken, hesaplamalar, ölçüm, kontrol ve kayıt işlemlerinin yanı sıra ikili koddaki sinyallerin basit işlemde geçirilmesinde PLC işlemcileri kullanılır. CPU, çeşitli algılama aygıtlarından giriş verilerini kabul eder, depolanan kullanıcı programını bellekten yürütür ve kontrol aygıtına uygun komutlar gönderir.

Bu birim, yani CPU (Central Processing Unit) giriş biriminden aktarılan lojik değerleri belleğine yükler ve bu değerlere göre programı yürüterek çıkış birimine aktarır. Bilgisayarların beyini CPU olduğu gibi PLC'lerde de CPU beyin rolünü oynar. Piyasada birbirinden farklı beklentileri karşılayacak CPU modelleri mevcuttur. Bu modeller sayıcı sayısı, zamanlama sayısı, hafıza tutumu, hafıza elaman sayısı, işleme hızı gibi değerlerle birbirinden farklılık göstermektedir.

Merkezi işlem birimi, program belleği, temel yazılım, kullanıcı programı ve veri belleği gibi bellek yapılarından oluşmaktadır.

- **Program belleği**, program adını alan bütün komutları içerisinde bulundurulur. Merkezi işlem biriminin temel yazılım ve kullanıcı program belleği bu alanda yerleşmektedir.
- CPU'nun ikinci bellek yapısı olan **temel yazılım**, Siemens gibi firmalar tarafından verilen PLC'nin programlanabilmesini sağlar.
- **Kullanıcı programı**, isminden de görüldüğü gibi operatör (kullanıcı) tarafından yazılan programlardır. Bu alanın avantajı istenildiği zamanda silinip yeniden tasarlanabilmesidir.
- **Veri belleği** alanıysa program tarafından üretilen önemli verileri ve aynı zamanda giriş/çıkış işaret durumlarını hafızasına kaydeder.

5.5.6 Çıkış Belleği

Bu üniteler, CPU tarafından çıkış görüntü hafızasına yazılan lojik değerleri (0-1 veya analog sinyaller) elektriksel işaretlere dönüştüren birimlerdir. Kontaktör, röle ve solenoid gibi sistemdeki kontrol bileşenlerini sürmeye uygun donanımdadır. Çıkış ünitesi röle, transistör veya triyak çıkışlı olabilir (Özer, 2016).

5.5.7 PLC Haberleşme Modülleri

Profibus, Profinet, RS232, RS485 ve GPRS gibi iletişim modülleri, PLC'ler veya diğer cihazlarla iletişim kurmak için kullanılır. S7-1200 model PLC'lerin bilgisayar ile haberleşmesi için Profinet bağlantı kablosu kullanılır. Profinet kablosu gürültüden etkilenmeyen özelliğe sahiptir ve saniyede 10/100 Mbit'e kadar veri aktarımını desteklemektedir.

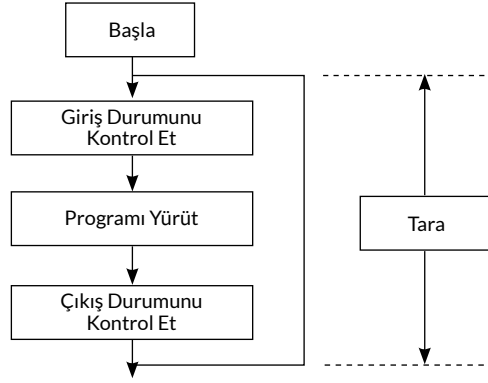


PLC Haberleşme Modülleri

5.5.8 PLC'de Program İşleme Mantığı Nasıl Çalışır?

PLC pasif haldeyken çalışma (RUN) moduna alındığında çıkış hafızasını sıfırlama işlemi yapar. Sonra giriş elemanlarından alınan veriler okunur ve giriş hafızasına kaydedilir. PLC'nin çalışma mantığı, yazılmış olan bir programı sürekli tarayarak gerçekleşmektedir. Tarama döngüsü üç temel adımda gerçekleşir. PLC stop moduna alınıncaya kadar çevrim işlemini sürekli olarak tekrar eder.

- **Adım 1: Giriş Durumunu Kontrol Et:** İlk olarak, PLC hangi girişin açık veya kapalı olduğunu görmek için girişlerin her birini kontrol eder. Başka bir deyişle, bir anahtarın veya sensörün aktif olup olmadığını kontrol eder. İşlemcinin bu adımda elde ettiği bilgi, aşağıdaki adımlarda kullanılmak üzere hafızada saklanır.
- **Adım 2: Programı Yürüt:** Burada PLC, yüklenen programa dayalı olarak ve bir önceki adımda elde edilen verilerin durumuna göre program talimatı yürütür ve uygun eylemi gerçekleştirilir. Eylem bazı çıkışların aktivasyonu olabilir ve sonuçlar bir sonraki adımda kullanılmak üzere belleğe alınır ve saklanır.
- **Adım 3: Çıkış Durumunu Kontrol Et:** Son olarak, çıkış sinyallerini kontrol eder ve gerekli ayarlamaları yapar. Değişiklikler, ilk adımda okunan giriş durumuna ve ikinci adımda program yürütme sonucuna bağlı olarak gerçekleştirilir. Üçüncü adımı uygulanmasının ardından, PLC döngünün başına döner ve bu adımları sürekli tekrar eder. Bir çevrimin süresi PLC'nin çalışma hızına, kullanılan komutlara ve kontrol programının uzunluğuna bağlı olarak değişim göstermektedir. Genelde bir çevrimlik tarama süresi 3 ms ile 10 ms arasında değişmektedir. Eğer çevrim süresi çok uzun olursa girişlerden gelen sinyal değişiklikleri algılanamayabilir (Yılmaz, 2001). PLC'nin çalışma mantığı Şekil 5.5.8a'da gösterilmektedir.



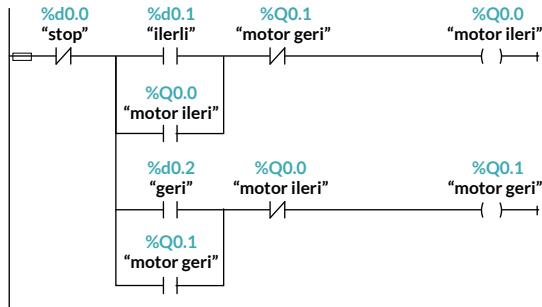
PLC Tarama Çevrimi

5.5.9 Temel PLC Programlama Dilleri Nelerdir?

PLC'ler, sistemlerin kontrol edilmesinde röleler kullanılarak hazırlanan kumanda devrelerinin programsal hale dönüştürülmüş biçimidir. Bu nedenle PLC'nin programlanması gerçekleştirilirken kumanda devrelerine tüm detayları ile hâkim olmak gerekmektedir. PLC birçok programlama diline sahip olsa da en çok Ladder ve FBD programlama dilleri tercih edilmektedir.

5.5.9.1 Merdiven Diyagramı (LADDER)

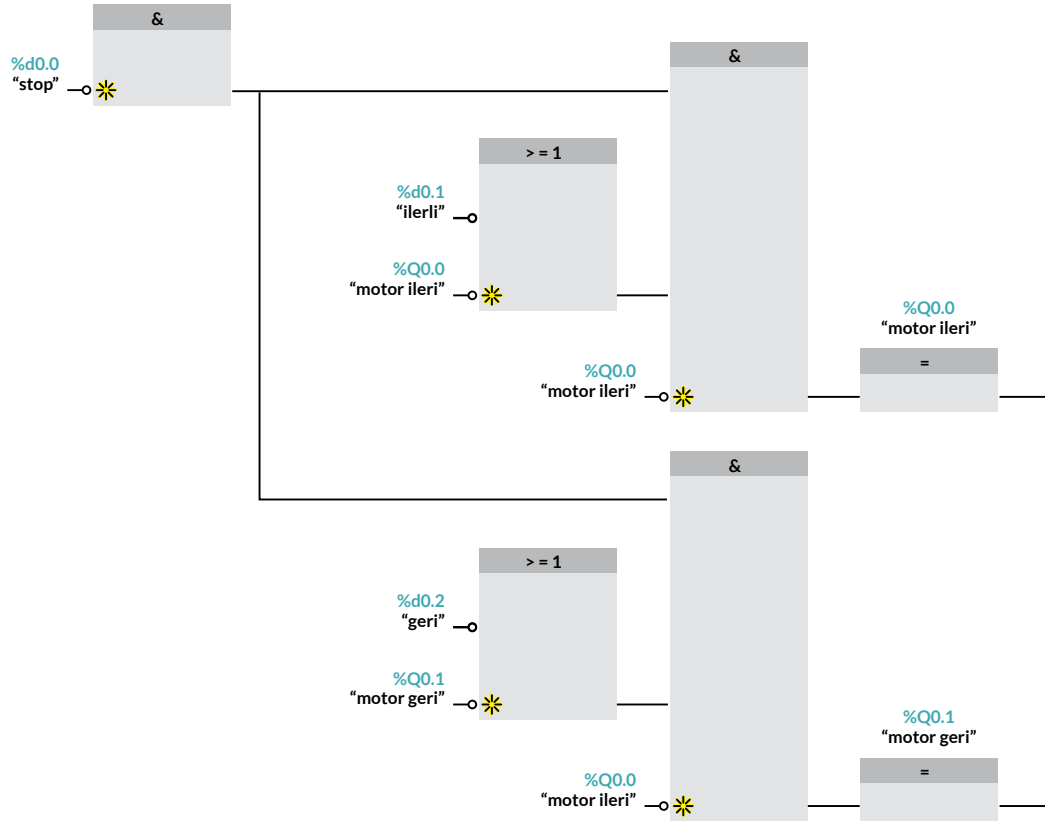
Bu programlama şekli kumanda devrelerinin elektriksel şemasına benzer şekilde sahiptir. Ladder programlamada tıpkı gerçek devrelerde kullanıldığı gibi kontaklar ve röleleri temsil eden çıkışlar kullanılmaktadır. Ladder programlama kumanda devrelerinin aksine devrelerin hazırlanması yatay eksenle yapılmaktadır. Sol taraftan enerjinin alınıp sağ tarafta çıkışa aktarılması esasına dayalıdır. Aşağıdaki şekilde merdiven diyagramı şeklinde yazılan örnek bir mühürleme devresi verilmektedir.



Merdiven (LADDER) Diyagramı

5.5.9.2 Fonksiyon Blok Diyagramı (FBD)

Fonksiyon blok diyagramı, lojik kapılar mantığına dayanan ve görsel bir şekil sunan programlama dilidir. Burada kullanılan lojik terimler sembollerle ifade edilir. FBD dilinde de sol taraf giriş sinyallerini, sağ taraf ise çıkış sinyallerini temsil eder. Kontrol sistemi algoritmaları ve mantığının birbirine bağlanması açısından çok kullanışlıdır. Yukarıdaki mühürleme devresinin fonksiyon blok diyagramı şeklinde gösterimi aşağıda verilmektedir.



Fonksiyon blok (FBD) diyagramı.

5.5.10 PLC'lerin Avantajları Nelerdir?

PLC ile kontrol edilen otomasyon sistemleri endüstride kullanılan en önemli yöntemler arasındadır. Endüstriyel dozajlama işlemi, PLC'nin endüstriyel bir işlemin kontrolüne yönelik çeşitli uygulamalarından birisidir. Şirketlerin; üstün kalite, artırılmış verimlilik ve yüksek kâr gibi isteklerinin karşılanması ve sanayi sektörünün öncelikli diğer hedefleri, otomasyona duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır. Dünya genelindeki tüm tesislerde otomasyon sistemine geçişlere hızla önem verilmektedir. PLC ile yapılan başarılı çalışmalar, mevcut tüm tesislerde ticari olarak otomasyonun uyarlanması için zemin hazırlamıştır.

Endüstriyel kontrol uygulamalarında kullanılan PLC'ler klasik kumanda sistemleri ile karşılaştırıldığında çok büyük avantajlara sahiptir. PLC sistemlerinin endüstride kontrol elemanı olarak yaygın kullanımının avantajlarını şu şekilde sıralayabiliriz (MEB, 2011a);

- Geleneksel kumandalı sistem uygulamalarına göre PLC programlama tekniği çok kolaydır.
- PLC'lerde hata düzeltme olayı oldukça basittir. Program üzerindeki değişiklik ile hatalar giderilebilir.
- Kumandalı sistemlerdeki elemanlarla çözülmesi mümkün olmayan problemler PLC'nin donanımı sayesinde çözümlenir.
- Otomasyon sistemlerinin bulunduğu nemli, tozlu ve kirli ortamlardan etkilenmeden çalışır.
- Montajı kolaydır.
- Dayanıklı ve uzun ömürlüdür.
- Dijital ve analog giriş-çıkış üniteleri ek modüller ile artırılabilir.
- PLC'ler haberleşme portları aracılığıyla birbirleriyle irtibat kurabilir.
- PLC'ler yüksek çalışma hızlarına uyum sağlayabilir.
- Mekanik parçası olmadığından arıza oranı düşüktür ve bakım gerektirmez.
- Elektronik yapılı eleman olduklarından enerji tüketimleri azdır.
- Kullanıcı kontrol sürecini izleyebilir gereken yerlerde müdahalede bulunabilir.
- PLC'ler sınırsız zamanlayıcı, sayıcı ve röle kullanımına imkân sağlamaktadır.

5.6 ENDÜSTRİYEL BİLGİSAYAR



Endüstriyel bilgisayarlar, normal bilgisayarlar ile aynı prensipler doğrultusunda çalışır ve benzer temel bileşenleri (CPU, Bellek, RAM, Ağ arayüzü vb.) içerir.

5.6.1 (IPC) Nedir?

Endüstriyel bilgisayarlar, üretim tesislerinin zorlu koşullarında çalışmaya elverişli olacak biçimde tasarlanan ve buna uygun donanımlara sahip olan bilgisayarlardır.

Endüstriyel bilgisayarlar, normal bilgisayarlar ile aynı prensipler doğrultusunda çalışır ve benzer temel bileşenleri (CPU, Bellek, RAM, Ağ arayüzü vb.) içerir. Bunlara ek olarak çoğu üretici ekran, mouse, klavye, RS-232 cihazları gibi birçok farklı cihaz ve protokol seçenekleri sunarak kendi ekosistemlerini oluşturur.

5.6.2 Endüstriyel Bilgisayarların Endüstrideki Kullanım Amaçları

Endüstriyel bilgisayarların endüstriyel faaliyetlerdeki bazı kullanım amaçları ve rolleri şunlardır:

Üretim: Endüstriyel bilgisayarlar yüksek üretim hacmine sahip olan endüstriyel tesislerde üretim, test gibi süreçleri insani sınırları aşacak biçimde hızlı ve yüksek doğruluk ile tamamlama yeteneğine sahiptirler.

Takip: Endüstriyel bilgisayarların sağladığı en önemli özelliklerden biri de herhangi bir sürecin ya da bir parçanın durumunu takip etme imkanı sağlamasıdır. Barındırdığı doküman ekranlar üzerinden süreçler ya da üretime

ait bileşenler ile ilgili her türlü durumu takip edilebilir böylece gereken müdahaleler zamanında yapılması sağlanır.

Simülasyon ve Görselleştirme: Endüstriyel üretim süreçlerinde olası problemleri tespit etmeye çalışarak süreçlerin kayıpsız bir şekilde tamamlanmasını sağlamak amaçlanır. Bunu gerçekleştirmenin bir yolu da sistemin simülasyonunu oluşturarak çeşitli test koşullarındaki sonuçları görmektir. Böylece belli durumlar ile ilgili oluşabilecek problemler bilgisayar ortamında görülerek çözüm sağlanabilir.

Kestirimci Bakım: Endüstriyel faaliyetlerde sistemin ve ekipmanların sağlığı üretimin sürekliliği açısından oldukça önemlidir. Kestirimci bakım da sistemden ve ekipmanlardan çeşitli verilerin elde edilerek sonuçların değerlendirilmesini ve böylece zamanında bakım imkanı sağlanmasına olanak tanır. Endüstriyel bilgisayarlar sensörler aracılığı ile elde edilen verilerin değerlendirilerek herhangi bir bakımın gerekip gerekmediğine karar vermede ve dolayısıyla zamanında bakım imkanı tanıyarak plansız duruşların yaşanmasının önüne geçmede önemli rol oynar.

5.6.3 Endüstriyel Bilgisayarların Avantajları Nelerdir?

Özellikle endüstriyel otomasyon alanında faaliyet gösteren endüstriyel bilgisayarlar, bu alanda kullanılmak üzere normal bilgisayarlara göre çeşitli avantajlar barındırırlar. Bunlardan bazılarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

- **Geniş Sıcaklık Aralığında Çalışmaya Elverişli Olmak**

Endüstriyel bilgisayarlar genellikle 60-85°C civarındaki ortam sıcaklıklarına kadar faaliyet gösterebilirler. Ayrıca sıfırın altındaki sıcaklık değerlerinde faaliyet göstermeye uygun olarak üretilen türleri de bulunur. Buna karşın normal bilgisayarlar genellikle 10-35°C aralığındaki ortamlarda güvenli bir şekilde faaliyet gösterebilecek biçimde üretilmektedir.

- **Sağlam Dış Koruma Yapısı**

Endüstriyel bilgisayarlar zorlu ortam şartlarında çalışacak biçimde üretildiklerinden oldukça sağlam bir dış koruma yapısına sahiptirler. Ancak normal bilgisayarlar çoğunlukla daha ince olduklarından veya özel bir koruma yapısına sahip olmadığından endüstriyel ortamlarda çalışmak için elverişli değildir.

- **Çarpma, Titreşim Gibi Fiziksel Etkilere Karşı Dayanıklılık**

Endüstriyel bilgisayarlar fabrika ortamlarında faaliyet gösterdikleri gibi bazı hareketli cihazların içerisinde de kullanılabilirler. Özellikle son dönemlerde forklift gibi lazer güdümlü gezgin araçlarda navigasyon ve kontrol amaçlı olarak endüstriyel bilgisayarların kullanımı artmış durumda. Bu gibi araç ve ekipmanların içerisinde kullanılan endüstriyel bilgisayarlar çarpmalara bağlı sarsıntıların ve titreşimlerin, sistemlerine zarar vermesini engellemek adına özel sistemlere sahip olacak biçimde üretiliyor.

- **Elektromanyetik Girişimlere (EMI) Karşı Koruma**

Normal bilgisayarlar, barındırdıkları elektronik devre yapılarından ötürü yüksek gerilim hatları ve büyük motorların bulunduğu yüksek seviyede elektromanyetik girişim barındıran ortamlarda faaliyet göstermeye uygun değildir. Endüstriyel bilgisayarlar ise bu gibi etmenlere karşı elektromanyetik kalkanlama gibi teknolojiler barındırdıklarından

dolayı hem girişimlerin sebep olduğu fiziksel problemler ile karşılaşmazlar hem de iletişim bozulması gibi sorunlardan mümkün olduğunca az etkilenirler. Ayrıca endüstriyel bilgisayarlar aşırı gerilim yükselmelerine karşı da korumalı olarak üretilirler.

• Kirlilik ve Nem Gibi Etmenlere Karşı Koruma

Bazı durumlarda sürecin ya da ortam koşullarının yol açtığı kirlilik ve nem gibi etmenler normal bilgisayarların içerisinde bulunan elektronik devrelerde ve sistemlerde bozulmalara yol açabilir. Havalandırma ve soğutma sistemlerinin de gelişmesi ile beraber endüstriyel bilgisayarlar bu tür ortamlarda sorun yaşamadan ve oldukça az bakım ihtiyacı duyacak biçimde çalışmaya elverişli durumda bulunuyor.

5.6.4 Endüstriyel Bilgisayar Çeşitleri

Büyük çaplı endüstriyel bilgisayar üreticisi firmaların çoğu özel görevlere, ortamlara ve uygulamalara yönelik çözümler sağlamak amacıyla çeşitli ürün ekosistemleri oluşturdu. Bu ekosistemlerin bazıları şöyle:

• Kompakt Endüstriyel Bilgisayarlar

Bu endüstriyel bilgisayarlar kompakt bir biçimde ve raya monte edilebilir yapıda üretilirler. En önemli avantajlarından biri ise modüler olmalarıdır. Bu sayede pano ve benzeri endüstriyel kontrol kabinleri içerisindeki giriş-çıkış benzeri terminaller ile bir bütün haline getirilerek kullanılabilirler.

• Endüstriyel Panel PC

Panel PC basitçe endüstriyel bilgisayarlar ile operatör panellerinin (HMI) bir araya getirilmiş halleridir. Genellikle yer ve maliyet kısıtlamalarının bulunduğu uygulamalarda tercih edilirler. Panel PC'ler çoğunlukla dokunmatik ekranlara sahip olurlar ve bu sayede herhangi bir mekanizma üzerinde ya da yakınında konumlandırılarak çeşitli görselleştirme gereksinimlerini de karşılamak üzere kullanılabilirler.

• Rack PC

Bu bilgisayarlar genelde kompakt bilgisayarlara oranla daha büyüktür ve genelde raya monte edilmezler. Çoğunlukla endüstriyel sunucu uygulamalarında, dayanıklı oluşlarından dolayı verilerin güvenli bir şekilde muhafaza edilmesi amacıyla kullanılırlar.

• Tablet / Monitör

Bu cihazlar otomasyon işlevlerini direkt ya da dolaylı bir şekilde etkileyen uygulamaların çalıştırıldığı cihazlardır. Birçok sistemde bakım ve planlama gibi işlemler için gerekli rapor ve istatistik verileri bu cihazlar aracılığıyla temin edilir.





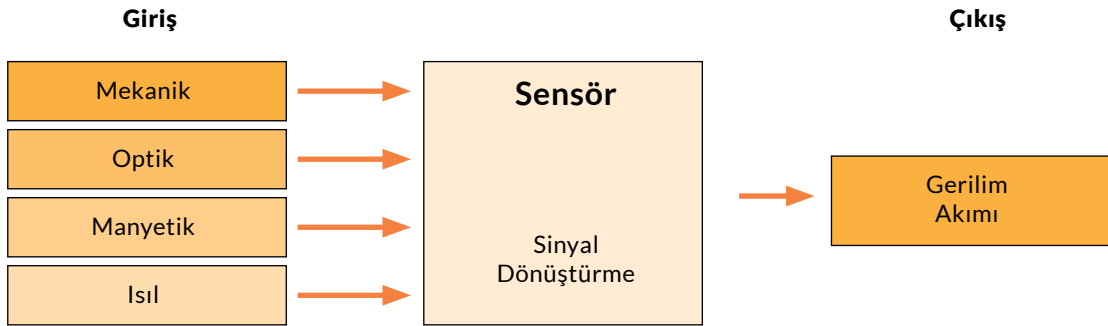
5.7.2 Sensör Teknolojisi Nedir?

Sensör veya sensörlerin birleştirilmesiyle çeşitli otomasyonlar ve akıllı projeler gerçekleştirilmektedir. Günümüzün popüler bir konusu olan Endüstri 4.0 gelişmiş sensör teknolojileriyle ortaya çıkmış ve gelişmeye devam etmektedir. Dolayısıyla, sensör teknolojileri çoğu projenin gelişimine önayak olan ve her gün daha çok önem kazanan bir kavramdır.

Sensör teknolojilerinin çoğalması ve gelişmesi hayatın her noktasını bir şekilde etkilediğinden ciddi önem taşımaktadır.

5.7.3 Sensör Nasıl Çalışır? Çalışma Prensibi Nedir?

Sensör çeşitlerinin detayına girmeden önce bu sensörlerin temel olarak iki tipte var olduklarını bilmemiz gerek: analog ve dijital.



Analog sensörler, algıladıkları fiziksel büyüklüğe orantılı olarak değişen bir akım veya gerilim çıktısı verirler. Bu tipte sensörleri dijital çalışan kontrol kartlarımıza bağlayabilmek için analog-dijital çeviriciler (ADC) kullanılır.

Analog-dijital çeviriciler mikrokontrolcüler içerisinde de yer alacağı gibi (örn. Arduino analog giriş pinleri), sayısının veya hassasiyetinin yetmemesi durumunda harici olarak da bağlanabilirler.

Popüler bir tek kart bilgisayar olan Raspberry Pi ise maalesef dahili olarak analog-dijital çeviriciye sahip değildir. Dolayısıyla analog girişe ihtiyaç duyduğumuzda harici bir entegre kullanmamız gerekecektir.

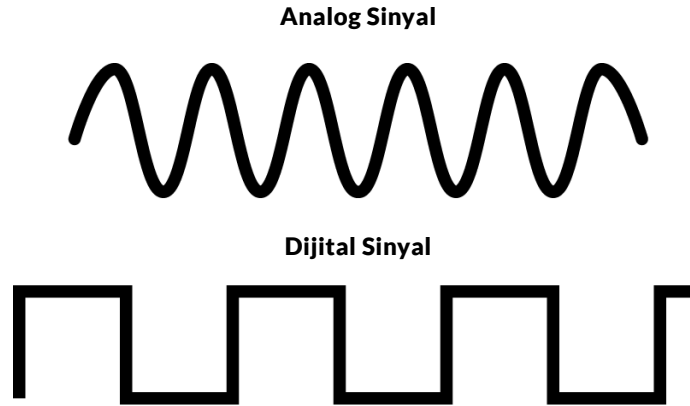
Dijital sensörler ise genellikle I2C, SPI, OneWire vb bir haberleşme protokolü aracılığıyla bilgisayar (mikroişlemci) ile konuşurlar.

Bunun yanı sıra, çoğu analog sensör bir op-amp ile birlikte kullanılarak belirli bir seviye üzerinde lojik 1 (genellikle 5V veya 3.3V) çıkışı verecek şekilde kullanılabilir. Böylelikle analog çıkışlı sensörler, Raspberry Pi gibi ADC'ye sahip olmayan kontrolcüler ile kullanılabilir.

Ayrıca sensörler **aktif sensör** ve **pasif sensör** olarak da ikiye ayrılırlar. Aktif sensörler, kendi sinyallerini ürettikten sonra bu sinyalin ortamdaki değişimini kontrol ederek algılama işlemini gerçekleştirirler.

Ultrasonik ve kızılötesi sensörler bu gruba dahildir. Pasif sensörler ise ortamdan aldıkları sinyalleri kontrol ederek algılama işlemini gerçekleştirirler.

LDR (ışığa duyarlı direnç), NTC/PTC (ısıya duyarlı dirençler), fototransistör (ışığa duyarlı transistör) bu gruba örnek olarak gösterilebilirler.



5.7.4 Sensör Çeşitleri:

Sensörler, giriş büyüklüklerine göre altıya ayrılırlar. Aşağıda bu sensör çeşitleri ve algılama özelliklerini inceleyebilirsiniz.

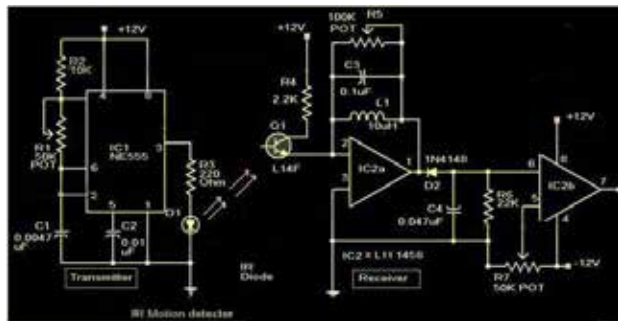
- **Mekanik sensörler** (Uzunluk, alan, miktar, kütleli akış, kuvvet, tork, basınç, hız, ivme, pozisyon, ses dalga boyu ve yoğunluğu)



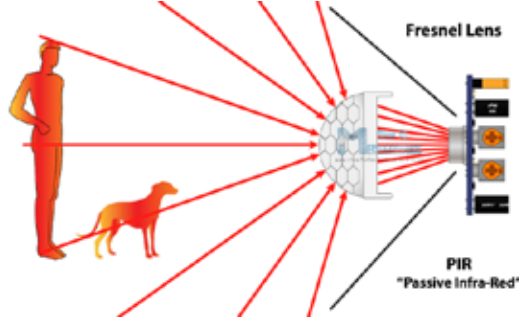
- **Termal sensörler** (Isı akışı ve sıcaklık)



- **Elektriksel sensörler** (Voltaj, akım, direnç, endüktans, kapasitans, dielektrik katsayısı, polarizasyon, elektrik alanı, frekans)



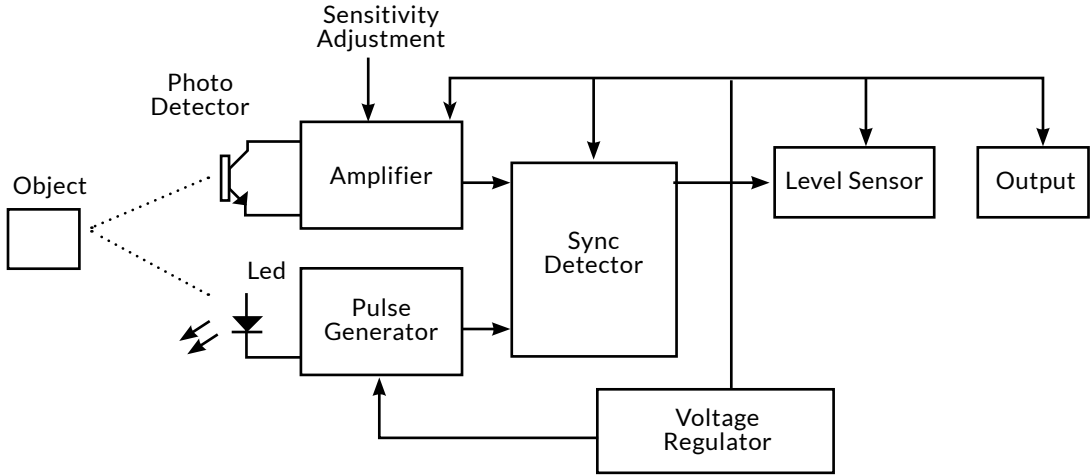
- **Manyetik sensörler** (Alan yoğunluğu, akı yoğunluğu, manyetik moment, geçirgenlik)
- **Işıma sensörleri** (Yoğunluk, dalga boyu, polarizasyon, faz, yansıtma, gönderme)



- **Kimyasal sensörler** (Yoğunlaşma, içerik, oksidasyon/redaksiyon, reaksiyon hızı, pH miktarı)

Bu sensör çeşitleri kendi içlerinde de farklı şekillerde bulunurlar. Robotlarda ve sistemlerde en yaygın kullanılan sensörleri sıralayıp, biraz daha yakından tanıyalım.

- **Mesafe sensörleri** (Ultrasonik, PIR, Kapasitif, Endüktif, Kızılötesi Optik...)



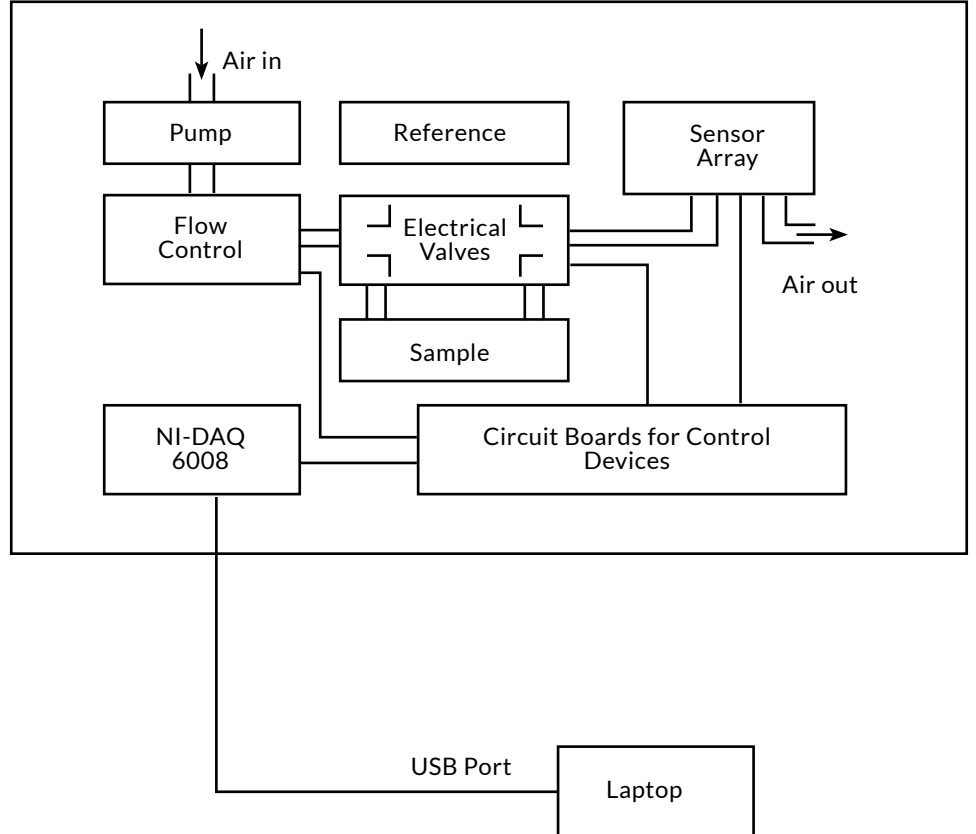
- **Kuvvet/Ağırlık/Basınç sensörleri**
- **Eğim sensörleri** (Flex, Lineer/Esnek Potansiyometre...)
- **Manyetik sensörler** (Hall effect, reed röle...)
- **Sıcaklık/Nem/Su Seviyesi sensörleri** (NTC, PTC, Yağmur Sensörü...)
- **Ses sensörleri** (Dinamik/Kapasitif/Şeritli/Kristal/Karbon Tozlu Mikrofon)
- **Işık/reng sensörleri** (LDR, RGB, UV, Fototransistör, Fotodiyot...)

Bu sensörlerden robotik sistemlerde en yaygın kullanılanlarından bazıları

Arduino sensör çeşitleri:

Arduino ile beraber kullanılabilen pek çok sensör ve çeşidi bulunmaktadır. Bu sensörlerden bazıları şunlardır:

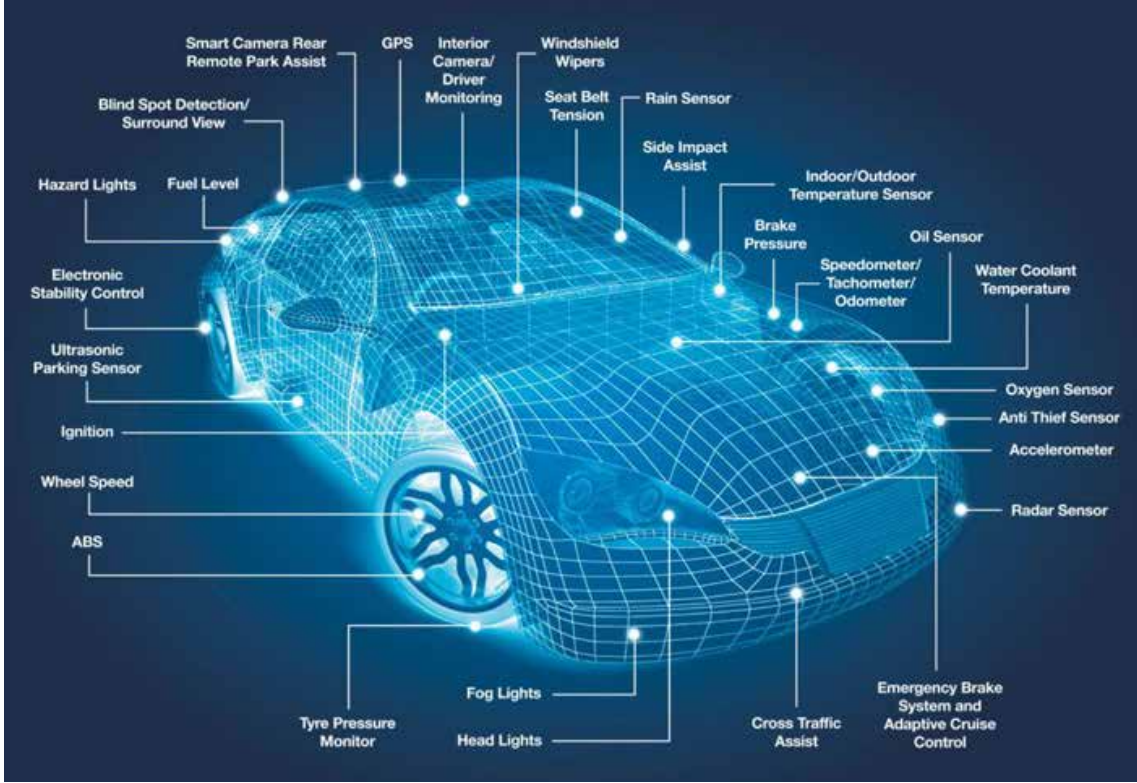
- Ultrasonik Ses Sensörü
- PIR Hareket Sensörü
- NTC/PTC Sensörleri
- Motor Kontrol Kartları
- Yağmur Sensörü
- Isı ve Nem Sensörü
- LDR Işık Sensörü
- Gaz Sensörü
- Bluetooth Bağlantı Modülü



5.7.5 Sensörler Nerelerde Kullanılır?

Sensörler ihtiyaca yönelik üretildiklerinden çeşitli ihtiyaçları karşılayabilir. Tıpkı duyu organlarımız gibi; her sensör çevresindeki fiziki koşulları farklı şekillerde algılar, yine çevredeki fiziksel koşullara göre bizlere bir yanıt sağlar.

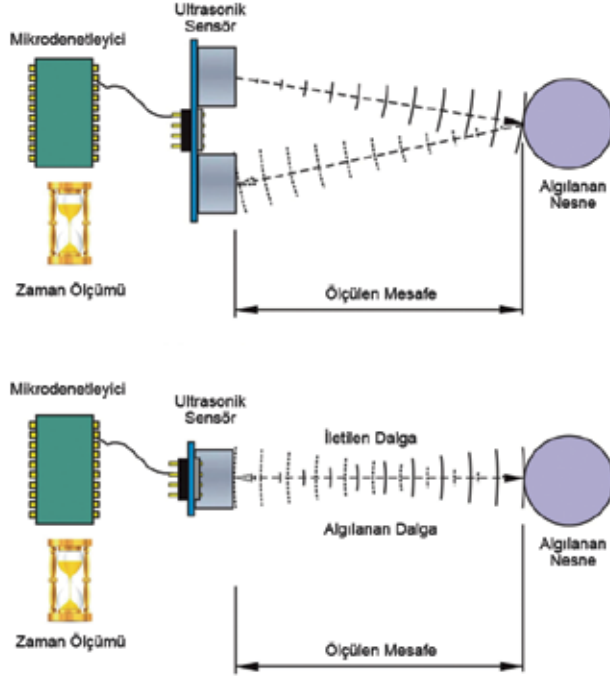
Örnek vermek gerekirse; mesafe veya sesi algılamak için insanlarda kulak vardır. Kulağımızdaki mekanizmadan ilham alınarak üretilen çeşitli ses sensörleri bulunur, bu sensörler sayesinde de sesli uygulamalar – projeler gerçekleştirebiliriz.



5.7.6 Ultrasonik Sensör Nedir? Nerelerde Kullanılır? Ne İşe Yarar?

Ultrasonik sensör ismini “ultra” ve “sonic” kelimelerinin birleşmesinden alır. “Daha yüksek ses” anlamına gelmektedir. Bu sensörler mesafe ölçme amaçlı kullanılmaktadırlar.

Çalışma prensipleri ise şu şekildedir: Ultrasonik sensörler dışarıya bir ses dalgası sinyali gönderirler. Gönderdikleri ses dalgasının bir cisme ulaşp kendisine geri dönmesini beklerler. Sinyalin gönderilip tekrar geri gelme süresi baz alınarak sensörün cisme olan uzaklığı hesaplanır. ($x = v \cdot t$ / Yol = Hız * Zaman)



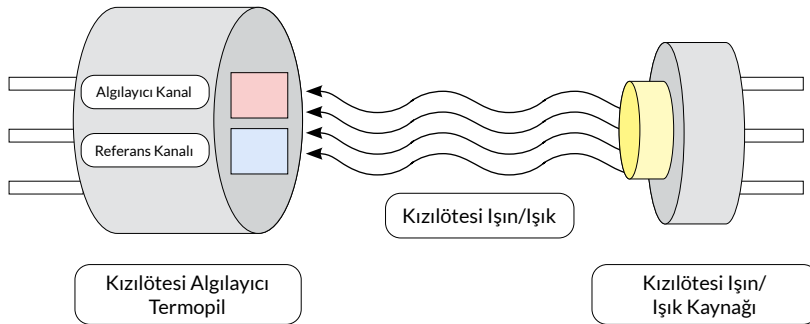
5.7.7 Infra-Red (Kızılötesi) Sensör Nedir?

Kızılötesi sensörler mesafe ve karanlık/aydınlık algılama amaçlarıyla kullanılan sensörlerdir.

Kızılötesi sensörlerin yapısında genellikle kızılötesi ışın yayan bir LED ve bu ışının yansımasını kontrol eden bir foto komponent bulunur (fotodiyot, fototransistör gibi).

Sensörün içinde bulunan LED, kontrol etmek istediğimiz bilgi ile aynı dalga boyuna sahip bir ışın üretir. Bu ışının şiddetini kullanıcı kontrol edebilir (Örneğin, 0-80 cm arasında mesafe ölçümü yapabilen bir sensörün kaç cm'ye kadar ölçüm yapması isteniyorsa ona göre ayarlanabilir).

Cismin üzerine düşen ve geri yansıyan kızılötesi ışınları bir foto komponent denetler ve sensör geri dönen ışın sinyaline göre algılama işini gerçekleştirir.



5.7.8 Passive Infra-Red (PIR) Sensörü Nedir?

PIR sensörleri ortamdaki sıcaklık ve kızılötesi dalga değişimlerine göre hareket algılayan sensörlerdir. Bu yüzden hem kızılötesi hem termal sensör mantığına sahiptir.

Bu sensörler en yaygın olarak alarm sistemlerinde ve otomatik aydınlatmalarda kullanılırlar.

Çalışma prensipleri ise şu şekildedir: Tüm nesneler bulundukları ortama sıcaklık ve kızılötesi dalga yayarlar. PIR sensörlerin yapısında da bir fresnel lens vardır. Bu mercek sayesinde ortamdaki ışınlar sensörün tam üzerine düşüp odaklanmasını sağlar.

Sensör, sabit olan sıcaklık ve kızılötesi dalgalar değiştiğinde bunu algılayarak sisteme bildirir.

Örneğin bir odaya monte edilen PIR sensörü sabit olarak odadaki duvar ve cisimlerin yaydıkları sabit dalga değerlerini kontrol eder. Odaya bir insan girdiğinde bu değerler değişime uğrayacağından sensör algılar ve bağlı olduğu sisteme bilgi verir.

5.7.9 Hall Effect Sensör Nedir?

Hall effect sensörleri, manyetik alan algılayarak sinyal çıkışı sağlayan sensörlerdir. Bu sensörler mesafe, hız, akım algılamada ve konumlandırmada kullanılırlar.

5.7.10 NTC/PTC Sensörleri Nedir?

NTC (Negative Temperature Coefficient) ve PTC (Positive Temperature Coefficient) ısıya duyarlı dirençlerdir. Yukarıda da bahsettiğimiz gibi bu sensörler kendileri bir sinyal üretip geri dönüşünü beklemez, doğrudan ortamdaki etkilenebilirler.

NTC, üzerine düşen sıcaklık arttıkça sahip olduğu direnç değeri düşer. Yani algıladığı ısı değeri ile ters orantılıdır. PTC'nin ise üzerine düşen sıcaklık arttıkça sahip olduğu direnç değeri de artar. Yani ısı ile doğru orantılıdır.

5.7.11 Yağmur Sensörü (Rain Sensor) Nedir?

Bu tip sensörler su seviyesi ölçümü, su damlası tespiti ve yağmur sensörleri olarak kullanılabilirler. Yağmur sensörleri, üzerlerinde su düştüğünde bağlı olduğu kontrolcüye bilgi sinyali gönderirler. Çeşitlerine ve bağlı oldukları devrelere göre analog ve dijital olarak çıkış sağlayabilirler.

TABLOLAR, GRAFİKLER, ŞEMALAR

Bu bölümde yer alan tablolar, grafikler ve şemalar, Mühendis Odaları teknik yayınlarından derlenmiştir.

Metrik Ölçüm Sistemlerinde Önekler

Katsayı	Önek	Simge
10^{-18}	atto	a
10^{-16}	femto	f
10^{-12}	pico	p
10^{-9}	nano	n
10^{-6}	micro	μ
10^{-3}	milli	m
10^{-2}	centi	c
10^{-1}	deci	d
10	deka	da
10^2	hecto	h
10^3	kilo	k
10^6	Mega	M
10^9	Giga	G
10^{12}	Tera	T
10^{15}	Peta	P
10^{18}	Exa	E

Uzunluk Ölçüleri

	cm	m	km	in	ft	yd	mil
1 santimetre	1	10^{-2}	10^{-5}	0.393	3.281×10^{-2}	1.094×10^{-2}	6.214×10^{-6}
1 metre	100	1	10^{-3}	39.37	3.281	1.094	6.214×10^{-4}
1 kilometre	10^5	1000	1	3.937×10^4	3281	1.094	0.621
1 inch	2.540	2.540×10^{-2}	2.540×10^{-5}	1	8.333×10^{-2}	2.778×10^{-2}	1.578×10^{-5}
1 foot	30.48	0.304	3.048×10^{-4}	12	1	0.333	1.894×10^{-4}
1 yarda	91.44	0.914	9.144×10^{-4}	36	3	1	5.682×10^{-4}
1 kara mili	1.609×10^5	1609	1.609	6.336×10^4	5280	1760	1

Alan Ölçüleri

	cm ²	m ²	ha	km ²	in ²	ft ²	mil ²
1 santimetrekare	1	10^{-4}	10^{-8}	10^{-10}	0.155	1.076×10^{-3}	0.386×10^{-10}
1 metrekare	10^4	1	10^{-4}	10^{-6}	1550	10.76	0.386×10^{-6}
1 hektar	10^8	10^4	1	10^{-2}	1.550×10^7	1.076×10^5	0.368×10^{-2}
1 kilometrekare	10^{10}	10^6	100	1	1.550×10^9	1.076×10^7	0.386
1 inch kare	6.452	6.452×10^{-4}	6.452×10^{-8}	6.452×10^{-10}	1	6.944×10^{-3}	0.249×10^{-9}
1 foot kare	929.0	9.290×10^{-2}	9.290×10^{-4}	9.290×10^{-8}	144	1	0.359×10^{-7}
1 mil kare	2.589×10^{10}	2.589×10^6	2.589×10^2	2.589	4.014×10^9	2.788×10^7	1

Basınç Birimleri

	atm	at	psi	torr	bar
1 Standard (atm) (0°C de 760 mm civa)	1	1.0332	14.7	760	1.0133
1 metrik atmosfer (at) (kg/cm ²)	0.9678	1	14.2	735.56	0.9807
1 libre/m2 (pal)	0.068	0.07	1	-	-
1 torr (0°C de 1 mm civa)	1.32×10^{-3}	1.36×10^{-3}	-	1	1.33×10^{-3}
1 bar	0.9869	1.0197	-	750.06	1

Ağırlık Ölçüleri

	g	kg	k	t	ons	lb	b.t
1 gram	1	10^{-3}	10^{-5}	10^{-6}	3.527×10^{-2}	2.205×10^{-3}	0.984×10^{-6}
1 kilogram	1000	1	10^{-2}	10^{-3}	35.27	2.205	0.984×10^{-3}
1 kental	10^5	100	1	0.100	3527	220.5	9.840×10^{-2}
1 ton (metrik)	10^6	1000	10	1	3.527×10^4	2205	0.984
1 ons	28.35	2.835×10^{-2}	2.835×10^{-4}	2.835×10^{-6}	1	6.250×10^{-2}	2.790×10^{-5}
1 libre	453.6	0.453	0.453×10^{-2}	0.453×10^{-3}	16	1	4.464×10^{-4}
1 büyük ton	1.016×10^6	1016	10.16	1.1016	3.584×10^4	2240	1

Hacim Ölçüleri							
	cm ³	m ³	lt	in ³	ft ³	s.ons	gal
1 santimetreküp	1	10 ⁻⁶	10 ⁻³	6.102x10 ⁻²	3.531x10 ⁻⁵	3.382x10 ⁻²	2.641x10 ⁻⁴
1 metrekareküp	10 ⁶	1	1000	6.102x10 ⁴	35.51	3.382x10 ⁴	264.1
1 litre	1000	10 ⁻³	1	61.02	3.531x10 ⁻²	33.82	0.264
1 inch küp	16.39	1.639x10 ⁻⁵	1.639x10 ⁻²	1	5.787x10 ⁻⁴	0.554	4.329x10 ⁻⁸
1 foot küp	2.832x10 ⁴	2.832x10 ⁻²	28.32	1728	1	9.573x10 ²	7.481
1 sıvı ons	29.57	2.957x10 ⁻⁵	2.957x10 ⁻²	1.805	1.045x10 ⁻³	1	7.813x10 ⁻³
1 galon	3.786x10 ³	3.786x10 ⁻³	3.786	231	0.133	128	1

Güç Birimleri						
	kw	hp	m-kgsn	kcal/sn	BTU/sn	ft-lb/sn
1 kilowatt	1	1.341	102	0.239	0.948	738
1 beygir gücü	0.746	1	76.1	0.178	0.707	550
1 m-kgsn	9.81x10 ⁻³	1.31x10 ⁻²	1	2.34x10 ⁻³	9.29x10 ⁻³	7.233
1 kcal/sn	4.19	5.61	427	1	3.97	3087
1 BTU/sn	1.06	1.41	108	0.252	1	778
1 Ft-lb/sn	1.36x10 ⁻³	1.82x10 ⁻³	0.138	3.24x10 ⁻⁴	1.29x10 ⁻³	1

Hız Birimleri Dönüşüm Tablosu							
	metre/saniye (m/sn)	metre/dakika (m/dak)	kilometre/saat (km/saat)	ayak (foot)/saniye (ft/sn)	ayak (foot)/dakika (ft/dak)	mil/saat (mi/saat)	yard/saat (yd/saat)
m/sn		60	3.6	3.281	196.9	2.237	3,937
m/dak	0.0167		0.06	0.0547	3.281	0.0373	65.62
km/saat	0.2778	16.67		0.9113	54.68	0.6214	1,094
ft/sn	0.3048	18.29	1.097		60	0.6818	1,200
ft/dk	0.0051	0.3048	0.0183	0.0167		0.0114	20
mi/saat	0.4470	26.82	1.609	1.467	88		1,760
yd/saat	2.540x10 ⁻⁴	0.0152	9.144x10 ⁻⁴	8.333x10 ⁻⁴	0.05	5.682x10 ⁻⁴	

Kuvvet (Ağırlık) Birimleri Dönüşüm Tablosu							
	newton (N)	kilogram kuvvet (kgf)	pound /libre kuvvet (lbf)	poundal (pdl)	metrik ton kuvvet	uzun ton kuvvet	kısa ton kuvvet
N		0.1020	0.2248	7.233	1.020x10 ⁻⁴	1.004x10 ⁻⁴	1.124x10 ⁻⁴
kgf	9.807		2.205	70.93	0.001	9.842x10 ⁻⁴	0.0011
lbf	4.448	0.4536		32.17	4.536x10 ⁻⁴	4.464x10 ⁻⁴	5.0x10 ⁻⁴
pdl	0.1383	0.0141	0.0311		1.410x10 ⁻⁵	1.388x10 ⁻⁵	1.554x10 ⁻⁵
metrik ton kuvvet	9,807	1,000	2,205	70,932		0.9842	1.102
uzun ton kuvvet	9,964	1,016	2,240	72,070	1.016		1.12
kısa ton kuvvet	8,896	907.2	2,000	64,348	0.9072	0.8929	

Yoğunluk Birimleri Dönüşüm Tablosu

	kilogram/ metreküp (kg/m ³)	gram/feetküp (gr/ft ³)	pound/inçküp (lb/in ³)	pound/feetküp (lb/ft ³)	pound/galon impéryal (lb/gal)	Pound/ galon (US) (lb/gal)	metrik ton/ metreküp (ton/m ³)
kg/m ³		437	3.613x10 ⁻⁵	0.0624	0.01	0.0083	0.001
gr/ft ³	0.0023		8.267x10 ⁻⁸	1.429x10 ⁻⁴	2.293x10 ⁻⁵	1.910x10 ⁻⁵	2.288x10 ⁻⁶
lb/in ³	27.680	12,096,000		1,728	277.4	231	27.68
lb/ft ³	16.02	7,000	5.787x10 ⁻⁴		0.1605	0.1337	0.0160
lb/gal (imp)	99.78	43,602	0.0036	6.229		0.8327	0.0998
lb/gal (US)	119.8	52,364	0.0043	7.481	1.201		0.1198
mt/m ³	1,000	436,996	0.0361	62.43	10.02	8.345	

Akış Birimleri Dönüşüm Tablosu

	metreküp/ dakika (cm/min)	metreküp/ saat (cm/h)x10 ³	metreküp/ gün (cm/d)x10 ³	ayak (foot)küp/ dakika (cf/min)	ayak (foot)küp/ saat (cf/h)x10 ³	ayak (foot)küp/ gün (cf/d)x10 ³
cm/min		0.06	1.44	35.31	2.119	50.85
cm/hx10 ³	16.67		24	588.6	35.31	847.6
cm/dx10 ³	0.6944	0.0417		24.52	1.471	35.31
cf/min	0.0283	0.0017	0.048		0.06	1.44
cf/hx10 ³	0.4719	0.0283	0.6796	16.67		24
cf/dx10 ³	0.0197	0.0012	0.0283	0.6944	0.0417	

Sıcaklık Birimleri Dönüşüm Tablosu

°C	-50	-40	-30	-20	-10	0.0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
°F	-58	-40	-22	-4	14	32	50	68	86	104	122	140	158	176	194	212

-den	-a	bağıntı
°C	°F	[(9/5)x°C] + 32
°F	°C	(°F-32)x5/9
°C	K	°C+273.15
K	°C	°C-273.15

İngiliz-Amerikan Ölçü Birimlerinin Metrik Sistemdeki Ölçü Birimlerine Çevrilmesinde Yararlanılacak Cetveller

Uzunluk	in	ft	yd	Kara Mili	Deniz Mili	cm	m	km
1 inch	1	0.08333	0.02778	1.58×10^{-5}	1.37013×10^{-5}	2.54	0.0254	2.54×10^{-5}
1 foot (ayak)	12	1	0.3333	0.00019	1.64416×10^{-4}	30.48	0.3048	0.3048×10^{-4}
1 yarda	36	3	1	0.00057	4.93248×10^{-4}	91.44	0.9144	9.14×10^{-4}
1 kara mili	63360	5280	1760	1	0.868976	160934.4	1609.344	1.609344
1 deniz mili	72913	6076.12	2025.37	1.15071	1		1852	1.852
1 m	39.3701	3.28084	1.09361	6.21371×10^{-4}	5.39422×10^{-4}	100	1	0.001
1 km	39370.1	3280.84	1093.61	0.621371	0.539957	100000	1000	1

1 kulaç = 6 ayak = 1.8288 m. 1mil = 0.001 pus

Alan	in ²	ft ²	yd ²	Mil Kare	cm ²	m ²	Alan	ha	km ²
1 inch kare	1	0.006944	7.716×10^{-4}	2.49×10^{-10}	6.4516				
1 foot kare	144	1	0.1111	3.587×10^{-3}	929.030	0.0929030			
1 yarda kare	1296	9	1	3.228×10^{-7}	8361.27	0.836127			
1 mil kare	4.015×10^9	2.788×10^9	3.098×10^9	1		2.590×10^9		258.999	2.58999
1 m ²	1550	10.7639	1.196	3.861×10^{-7}	10000	1	0.01		
1 a (ar)		1076.39				100	1	0.01	
1 ha (hektar)						10000	100	1	0.01
1 km ²				0.3861			10000	100	1

1 Dairesel mil (CM) = $TT/10^6 \text{ in}^2 = 0.7854 \cdot 10^6 \text{ in}^2 = 5.067 \cdot 10^6 \text{ cm}^2$

Hacim ve Sıvı Ölçüleri	in ³	ft ³	yd ³	Amerikan Sıvı Onzu	İngiliz Sıvı Onzu	Amerikan Galonu	İngiliz Galonu	İngiliz Pint	cm ³	dm ³ (Litre)
1 inch küp	1	5.787×10^{-4}	2.143×10^{-3}	0.5541	0.5768	0.004329		0.0288	16.3871	
1 foot (ayak) Küp	1728	1	0.03704	957.5	996.6	7.4805	6.2288	49.381		28.3166
1 yard küp	46566	27	1	1	1.041	202.2	168.18	1345.43		764.56
1 Amerikan sıvı onzu	1.805								29.574	
1 İngiliz sıvı onzu	1.7339			0.96075	1			0.05	28.413	
1 Amerikan galonu	231	0.1337	0.004951	128	133.23	1	0.8327	6.662	3785.43	
1 İngiliz Galonu	277.42	0.1605		153.72	160	1.201	1	8	4546.09	
1 İngiliz pin'i	34.68	0.02		19.215	20	0.1501	0.125	1	568.261	
1 cm ³									1	0.001
1 dm ³	61.204	0.035	0.0013	33.814	35.195	0.2642	0.2180	1.7575	1000	1

Kütle	oz	lb	ShCwt	Shtn	Ton	Longton	g	kg	t
1 onz (ağırlık)	1	0.0625			3.12×10^{-5}	2.790×10^{-5}	28.35	0.02835	2.825×10^{-5}
1 libre	16	1	0.01	0.01	0.0005	4.464×10^{-4}	453.5924	0.45359	4.5359×10^{-4}
1 short hundredweight									
100 lb		100	1	1	0.050	0.0446		45.3592	
1 hundredweight 112 lb		112	1.12	1.12	0.056	0.05		50.823	
1 short ton	32000	2000	20	20	1	0.8929		907.185	0.907185
1 long ton	35840	2240	22.40	22.40	1.120	1		1016.05	1.01605
1 g							1	0.001	

Birim Dönüşüm Tabloları

Özgül Isı	J/m ³ C	kWh/m ³ C	kcal/m ³ C	BTU/in ³ F	BTU/ft ³ F	Özgül Isı	J/kg C	kWh/kg C	kcal/kgf C BTU/ lb F
1 J/m ³ C	1	2.77778 · 10 ⁻⁷	2.38846 · 10 ⁻⁴	8.62885 · 10 ⁻⁹	1.49107 · 10 ⁻⁵	1 J/kg C	1	2.77778 · 10 ⁻⁷	2.38846 · 10 ⁻⁴
1 kWh/m ³ C	3.6 · 10 ⁶	1	859.845	3.10639 · 10 ⁻²	53.67838	1 kWh/kg C	3.6 · 10 ⁶	1	859.845
1 kcal/m ³ C	4168.8	1.163 · 10 ⁻³	1	3.61273 · 10 ⁻⁵	6.2428 · 10 ⁻²	1 kcal/kgf C =	4168.8	1.163 · 10 ⁻³	1
1 BTU/in ³ F	1.1589 · 10 ⁸	32.19173	2.76788 · 10 ⁻⁴	1	1728	1 BTU/lb F			
1 BTU/ft ³ F	6.70661 · 10 ⁴	1.86295 · 10 ⁻²	16.01847	1/1728	1				

1 kJ/kg C = 0.2388 Kcal/kgp

Isı Akısı	W/m ²	kcal/m ² h	BTU/in ² sec	BTU/ft ² sec	BTU/ft ² hr	Isıl Değer	J/kg	kcal/kp	BTU/lb
1 W/m ²	1	0.859845	6.11494 · 10 ⁻⁷	8.80551 · 10 ⁻⁵	0.316998	1 J/kg	1	2.38846 · 10 ⁻⁴	4.299232 · 10 ⁻⁴
1 kcal/m ² h	1.163	1	7.11167 · 10 ⁻⁷	1.02408 · 10 ⁻⁴	0.368669	1 kcal/kp	4.168.8	1	1.8
1 BTU/in ² sec	1.63534 · 10 ⁶	1.40614 · 10 ⁶	1	144	5.184 · 10 ⁵	1 BTU/lb	2326	0.55556	1
1 BTU/ft ² sec	1.13565 · 10 ⁴	9764.86	1/144	1	3600				
1 BTU/ft ² hr	3.15459	2.71246	1.92901 · 10 ⁻⁶	1/360	1				

SI Sistemindeki Temel Birimler

Büyüklik	Birimi	Sembolü (TSE)	Açıklama
Uzunluk	Metre	m	M. mt. yanlış
Kütle	Kilogram	kg	Kg yanlış
Zaman	Saniye	s	sn yanlış
Elektrik akım şiddeti	Amper	A	-
Termodinamik sıcaklık	Kelvin	K	-
Madde miktarı	Mole	mol	-
Işık şiddeti	Kandela (candela)	cd	-

Temel Birimlerden Üretilmiş Diğer Birimler

Büyüklik	Birimi	Sembolü (TSE)	Açıklama
Uzunluk	Santimetre	cm	cm. yanlış
	Kilometre	km	Km. yanlış
	Milimetre	mm	mm. yanlış
Alan	Metrekare	m ²	
	Kilometrekare	km ²	
	Milimetrekare	mm ²	
Hacim	Metreküp	m ³	
	Kilometreküp	km ³	10 ⁹ m ³ veya milyar m ³ 'e tercih edilmeli
	Hektometreküp	hm ³	10 ⁶ m ³ veya milyon m ³ 'e tercih edilmeli
Hız	Santimetre/saniye	cm/s	
	Metre/saniye	m/s	
	Kilometre/saat	km/h	
	Milimetre/saniye	mm/s	
İvme	Metre/saniyekare	m/s ²	
Yoğunluk (kütle yoğunluğu)	Kilogram/metreküp	kg/m ³	
Özgül hacim	Metreküp/kilogram	m ³ /kg	
Işık Şiddeti	Kandela/metrekare	cd/m ²	
Kütle	Gram	g	
	Miligram	mg	

Temel Birimlerden Üretilmiş Diğer Birimler (Devam)			
Büyüklik	Birimi	Sembolü (TSE)	Açıklama
Kuvvet	Newton	N	
	Kilonewton	kn	
Basınç	Pascal	Pa	1 PA=1 N/ m ²
	Kilopascal	kPa	
Akış (debi)	Metreküp/saniye	m ³ /s	m ³ /sn, m ³ /sec yanlış
	litre/saniye	l/s	
Debi ve Verim	Metreküp/gün	m ³ /d	
	Metreküp/yıl	m ³ /a	
İş ve Enerji	Terajoule	TJ	Terawatt-saat (TWh da kabul edilir.)
	Megajoule	MJ	Gigawatt-saat (GWh da kabul edilir.)
	Kilojoule	kJ	Megawatt-saat (MWh da kabul edilir.)
	Joule	J	Kilowatt-saat (kWh da kabul edilir.)
Güç	Megawatt	MW	
	Kilowatt	kW	
	Watt	W	
Frekans	Megahertz	Mhz	
	Kilohertz	kHz	
	Hertz	Hz	
Vizkozite Dinamik	Pascalsaniye	Pas (Ns/m ²)	
Vizkozite Kinematik	Metrekare/saniye	m ² /s	
Sıkıştırılabilirlik	Milimetrekare/Newton	mm ² /N	
Sağlamlaştırma	Metrekare/yıl	m ² /a	
Güç momenti	Newton metre	N.m	
Yüzey gerilimi	Newton/metre	N/m	
Isı kapasitesi, Antropy	Joule/kelvin derecesi	J/K	
Özgül ısı kapasitesi-Antropy	Joule/kilogram kelvin derecesi	J/(kg.K)	
Özgül enerji	Joule/kilogram	J/kg	
Termal iletkenlik	Watt/metre kelvin derecesi	W/(m.K)	
Enerji yoğunluğu	Joule/metreküp	J/m ³	

Birimler-Ölçüler-Formüller

SI Temel Birimler (17.01.2010 tarihli, 27465 sayılı Resmi Gazete'den alınmıştır)

Büyüklik	Birimler		
	İsmi	Sembolü	Tarifi
Uzunluk	Metre	m	1 m, vakum içerisindeki ışığın 1/299792468 saniyede kat ettiği hattın uzunluğudur
Kütle	kilogram	kg	1 kg uluslararası kilogram prototipinin kütlesine eşittir.
Zaman	saniye	s	1 s, Cs-133 atomunun temel enerji durumunda, aşırı iki ince yapı durumu arasındaki geçişe karşı gelen ışımının (dalga boyunun) 9 192 631 770 periyodik süresidir.
Elektrik akım şiddeti	Amper	A	1 A, doğrusal sonsuz uzunlukta, ihmal edilebilir dairesel enine kesitte ve birbirinden bir metre uzaklıkta, boşluğa yerleştirilmiş paralel iki iletkenin geçirildiğinde, bu iletkenler arasında beher metre başına 2.10(-7) Newton' luk bir kuvvet meydana getiren sabit elektrik akımıdır.
Termodinamik sıcaklık	Kelvin	K	1 K, suyun üçlü noktasının termodinamik sıcaklığının 1/273,16'lık kesridir. Bu tanımda yer alan su, aşağıda bileşimi verilen izotopik sudur. Her mol 1H için 0,00015576 mol 2H, her mol 16O için 0,0003799 mol 17O ve her mol 16O için 0,0020052 mol 18O.
Madde miktarı	mol	mol	1 mol, 0,012 kg C-12 içindeki atomların sayısı kadar olan bir sistemdeki madde miktarıdır. Mol, kullanıldığında temel maddeler belirtilmeli ve bunlar atomlar, moleküller, iyonlar, elektronlar, başka parçacıklar veya böyle parçacıkların belirli grupları olabilir.
Işık şiddeti	kandela	cd	1 cd, verilen bir yönde 540.10(12) Hz frekanslı monokromatik ışın yayan ve bu yöndeki enerji şiddeti 1/683 W/st (sr = steradyan) olan bir kaynağın ışık şiddetidir.

İsim ve Sembolleri de İçeren SI Üretilmiş Birimler

(17.01.2010 tarihli, 27465 sayılı Resmi Gazete'den alınmıştır)

Büyüklik	Birim		İstisna	
	İsim	Sembol	Diğer SI Birimleri	Temel SI Birimleri
Düzlem açısı	radian	rad		m.m ⁻¹
Uzay açısı	steradian	sr		m ² .m ⁻²
Frekans	hertz	Hz		s ⁻¹
Kuvvet	newton	N		m.kg.s ⁻²
Basınç, gerilim	pascal	Pa	N.m ⁻²	m ⁻¹ .kg.s ⁻²
Enerji, iş, ısı miktarı	joule	J	N.m	m ² .kg.s ⁻²
Güç ⁽¹⁾ , ısıma akısı	watt	W	J.s ⁻¹	m ² .kg.s ⁻³
Elektrik yükü, elektrik miktarı	coulomb	C		s.A
Elektrik potansiyeli, potansiyel farkı, elektromotor kuvveti	volt	V	W.A ⁻¹	m ² .kg.s ⁻³ .A ⁻¹
Elektrik direnci	ohm	Ω	V.A ⁻¹	m ² .kg.s ⁻³ .A ⁻²
Elektrik iletkenliği	siemens	S	A.V ⁻¹	m ² .kg ⁻¹ .s ³ .A ²
Elektrik kapasitesi	farad	F	C.V ⁻¹	m ² .kg ⁻¹ .s ⁴ .A ²
Manyetik akı	weber	Wb	V.s	m ² .kg.s ⁻² .A ⁻¹
Manyetik akı yoğunluğu, Manyetik indüksiyon	tesla	T	Wb.m ⁻²	kg.s ⁻² .A ⁻¹
İndüktans	henry	H	Wb.A ⁻¹	m ² .kg.s ⁻² .A ⁻²
Işık Akısı	lumen	lm	cd.sr	cd
Aydınlatma	lux	lx	lm.m ⁻²	m ⁻² .cd
Bir radyoaktif atomun aktivitesi	becquerel	Bq		s ⁻¹
Absorbe edilen doz, dışarıdan alınan özel enerji, kerma, absorbe edilen doz indeksi	gray	Gy	J.kg ⁻¹	m ² .s ⁻²
Eşdeğer doz	sievert	Sv	J.kg ⁻¹	m ² .s ⁻²
Katolitik aktivite	katal	kat		mol.s ⁻¹

⁽¹⁾ Güç birimleri için özel isimler: alternatif elektrik akımının görünen gücünü açıklamakta kullanıldığında Volt-amper (sembol 'VA') ve reaktif elektrik gücünü açıklamak için kullanıldığında var (sembol 'var'). 'var' GCPM (Ölçüler ve Tartılar Genel Konferansı) kararında yer almaz.

Birimler-Ölçüler-Formüller

Fiziksel Sabitler		
Sembolü	Adı	Değeri
H	Avagadro Sayısı	$6,025 \times 10^{23}$ atms/gm-mole
h	Planck Sabiti	$6,625 \times 10^{-34}$ j/s
F	Faraday Sabiti	$9,652 \times 10^4$ coulomb/gm-mole
m	Elektron kütlesi	$9,108 \times 10^{-28}$ atoms gm
e	Elektron yükü	$1,602 \times 10^{-19}$ coulomb
c	Boşluktaki ışık hızı	$2,998 \times 10^{10}$ cm/sec
h/mc	Compton elektronunun dalga boyu	$2,426 \times 10^{-10}$ cm
ao	Bohr elektronunun ilk yörünge yarıçapı	$5,292 \times 10^{-9}$ cm
o	Stefan-Boltzman sabiti	$5,669 \times 10^{-8}$ watts/meter. ² (°K) ⁴
	<i>proton kütlesi / elektron kütlesi</i>	1836
k	Boltzman Sabiti	$1,380 \times 10^{-23}$ joule-mole-K
R	Genel Gaz Sabiti	$8,317$ joule/gm-mole-K
To	Mutlak Sıcaklık	-273,12°C; -459,72°F

Elektroteknik

$$İş = \text{Güç} \times \text{Zaman} \quad A = P \times t = U \times I \times t = (U^2 / R) \times t = I^2 \times R \times t \quad [Ws]$$

Kuvvet Birimleri

	kg	Dyn	Joule/cm	N=Kg.m/s ²
kg	1	$9,807 \cdot 10^5$	0,0981	9,871
Dyn	$10,2 \cdot 10^{-7}$	1	10^{-7}	10^{-5}
Joule/cm	10,2	10^7	1	10^2
N=Kg.m/s ²	0,102	10^5	0,01	1

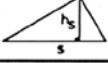
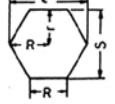
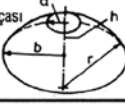
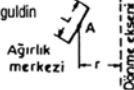
Güç Birimleri

	Watt=joule/s	kW	Ps	kgm/s	kcal/h=WE/h
Watt=joule/s	1	10^{-3}	0,00136	0,102	0,860
kW	1000	1	1,36	102	860
Ps	736	0,736	1	75	631
kgm/s	9,81	0,00981	0,0133	1	0,860
kcal/h=WE/h	1,16	$1,16 \cdot 10^{-3}$	$1,58 \cdot 10^{-3}$	0,118	1

Sinüsel İşaretlerin Dönüştürme Çarpanları

BİLİNEN	ORTALAMA	RMS	TEPE	TEPEDEN TEPEYE
ORTALAMA	1,0	1,11	1,57	3,14
R.M.S.	0,9	1,0	1,414	2,828
TEPE	0,637	0,707	1,0	2,0
TEPEDEN TEPEYE	0,32	0,535	0,5	1,0

Alan ve Hacimler

	Alanlar F	Cisim	Hacim V, Toplam yüzey O, Yanal yüzey M, Çevre U, Taban alanı G
Üçgen 	$F = \frac{s \cdot h_s}{2}$	kare sütun, dikdörtgen sütun prizma	$V = G \cdot h; M = U \cdot h; O = M + 2G$
Trapez 	$F = \frac{a+b}{2} \cdot h$	Silindir: 	$V = \frac{\pi d^2}{4} h = 0.785 d^2 h = \pi r^2 h$ $M = \pi d h = 2 \pi r h \quad O = \pi d \left(\frac{d}{2} + h \right)$
Paralelkenar 	$F = s h_s = s \cdot a \sin \gamma$	Kesik Silindir: 	$V = \pi r^2 h \quad M = 2 \pi r h \quad h = \frac{1}{2} (h_1 + h_2)$
Daire 	$F = \frac{\pi d^2}{4} = 0.785 d^2 = \pi \cdot r^2$ Çevre U = πd $d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = 1.127 \sqrt{F}$	Koni 	$V = \frac{1}{3} G h = \frac{\pi d^2 h}{12} = 0.2618 d^2 h = \frac{\pi}{3} r^2 h$ $M = \frac{\pi d s}{2} = \frac{\pi d}{4} \sqrt{d^2 + 4h^2} = 0.785 d \sqrt{d^2 + 4h^2}$ $M = \pi s r = \pi r \sqrt{r^2 + h^2} \quad S = \sqrt{r^2 + h^2}$
Daire Halkası 	$F = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = \frac{\pi}{2} (D+d) t$	Kesik Koni 	$V = \frac{\pi h}{12} (D^2 + Dd + d^2) = 0.2618 h (D^2 + dD + d^2)$ $V = \frac{\pi}{3} h (r_1^2 + r_2^2 + r_1 r_2) \quad M = \frac{\pi (D+d) s}{2}$ $M = \pi s (r_1 + r_2) \quad S = \sqrt{(r_1 - r_2)^2 + h^2}$
Daire Dilimi 	$F = \frac{\pi r^2 \varphi}{360} = 0.08727 r^2 \varphi = \frac{b \cdot r}{2}$ Yay Boyu b = $\frac{\pi r \varphi}{180} = 0.0175 r \varphi$	Küre d küre çapı	$V = \frac{\pi d^3}{6} = 0.5236 d^3 = \frac{4}{3} \pi r^3$ $O = \pi d^2 = 4 \pi r^2$
Daire Parçası 	$F = \frac{r^2}{2} \cdot \frac{\pi \varphi}{180} \sin \varphi = \frac{h}{6s} (3h^2 + 4s^2)$ Kesen boyu s = $2r \sin \frac{\varphi}{2} = 2\sqrt{h(2r-h)}$ Yay yüksekliği h = $r \cdot \left(1 - \cos \frac{\varphi}{2} \right) = \frac{s}{2} \tan \frac{\varphi}{4}$ $= r \cdot \sqrt{1 - \frac{s^2}{4r^2}}$ $= 2r \sin^2 \frac{\varphi}{2}$	Küre parçası 	$V = \frac{\pi h}{6} (3a^2 + h^2) = \frac{\pi h^2}{3} (3r-h)$ $M = 2 \pi r h = \pi (a^2 + h^2)$
Düzgün Altıgen 	$F = \frac{\sqrt{3}}{2} s^2 = 0.866 s^2; F = \frac{\sqrt{3}}{2} R^2$ $= 2.598 R^2$ Köşeböyü e = $\frac{2s}{\sqrt{3}} = 1.1547 s; R = 0.577 s$	Kesik küre parçası 	$V = \frac{\pi h}{6} (3a^2 + 3b^2 + h^2)$ $M = 2 \pi r h \quad r = \text{Küre yarı çapı}$
Sekizgen	$F = 0.828 s^2 \quad \text{Köşeböyü } e = 1.0824 s$	Silindir Halkası 	$V = \frac{\pi}{4} D d^2 = 2.46 D d^2 \quad V = 2 \pi c r^2$ $O = \pi^2 D \cdot d = 9.896 D d \quad O = 4 \pi^2 c r$
Elips 	$F = \frac{\pi}{4} D d = 0.785 D d$ Çevre U = $\frac{\pi}{2} (D+d) = 1.5709 (D+d)$	Dairesel Fıçı D Gövdenin en geniş çapı d Tabanların çapı h Tabanlararası	$V = \frac{\pi h}{12} (2D^2 + d^2) = 0.26 h (2D^2 + d^2)$
Alanlar için guldin teoremi 	Döner şeklin alanı [Döndürülen yay boyu] x [Yay ağırlık merkezinin çizdiği daire yayı uzunluğu] $F = 2 \pi r L$	Cisimler için Guldin teoremi 	Döndürülen cismin hacmi [Döndürülen alan] x [Alan ağırlık merkezinin çizdiği daire yayı uzunluğu] $V = 2 \pi r F$

Kimyasal Elementlerin Fiziksel Özellikleri

İsim	Sembol	Atom Ağırlığı	Atom Sayısı	Kafes Tipi	Yoğunluk 2) (20°C'de gr/cm ³)	Erime Sıcaklığı (°C)	Kaynama Noktası (1 Bar'da °C)	Ortalama Isıl Genişleme Katsayısı (10 ⁻⁶ /m(m.K))	Isıl İletkenlik (W/(m.K))	Özgül Isı Kapasitesi (0°C'da (J/kg.K))	Elektrik İletkenliği (20°C'de m/Ω mm ²)	Elastisite Modülü (10 ³ N/mm ²)
actinium	Ac	227.0	89	-	2.69808	6.59	2447	-	222	930	37.6	-
aluminum	Al	26.9815	13	f.c.c	-	-	-	(0-100°C) 23.86	-	-	-	69.6
americium	Am	(243)	95	-	-	-	-	-	-	-	-	-
antimony	Sb	121.75	51	rhombohedral	6.69	630.5	1637	-	19	205	5.4	54.4
argon	Ar	39.94	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
arsenic	As	74.9211	33	rhombohedral	5.72	815 (56 bar)	613 (subl.)	(0-100°C) 19	-	343	2.86	-
astatine	At	(210)	85	-	-	-	-	-	-	-	-	12.85
barium	Ba	137.34	56	b.c.c	3.61	710	1637	-	-	285	-	-
berkelium	Bk	(249)	97	-	-	-	-	-	-	-	-	-
beryllium	Be	9.0122	4	hex.	1.86	1283	2477	(0-100°C) 12.3	159	2177	16.9	286
bismuth	Bi	208.980	83	rhombohedral	9.79	271	1560	(0-100°C) 13.5	9	142	0.94	33.8
boron	B	10.811	5	orthorhombic	2.33	2030	3900	(20-750°C) 8.3	-	1294	-10 ¹⁰	-
bromine	Br	79.909	35	rhombic	3.14	-82.5	58.2	(1-100°C) 29.4	92	230	14.6	62.3
cadmium	Cd	112.40	48	-	8.642	321	765	(20-100°C) 25.2	126	624	29.2	19.5
calcium	Ca	40.08	20	f.c.c	1.540	850	1487	-	-	-	-	-
californium	Cf	(251)	98	-	-	-	-	-	-	-	-	-
carbon	C	12.01115	9	orthorhombic	2.2	3800	-	-	24	720	0.03	-
cassiopeum (lutetium)	Cd (Lu)	175.0	71	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cerium	Ce	140.12	58	-	6.768	797	3470	(0-25°C) 8.5	11	188	1.3	30
cesium	Cs	132.91	55	-	1.873	28.64	685	-	-	-	-	-
chlorine	Cl	35.46	17	rhombic	1.56	-103	2642	(0-100°C) 6.6	67	468	6.7	-
chromium	Cr	51.996	24	b.c.c	8.99	1903	-	(0-100°C) 12.6	69	415	16.1	209
cobalt	Co	58.9332	27	hex.	8.85	1083	2595	(0-100°C) 16.8	394	385	60	129.4
copper	Cu	63.54	29	f.c.c	8.99	-	-	(0-25°C) -8.6	-	-	-	-
cerium	Cm	(247)	96	-	-	-	-	(0-25°C) 9.2	-	-	-	-
dysprosium	Dy	162.5	66	-	8.559	1407.1500	-2330	(-200-780°C) -26	-	-	-	-
einsteinium	E	(254)	99	-	-	-	-	-	-	-	-	63.1
erbium	Er	167.26	68	-	9.062	1497	2420	(0-25°C) 9.2	-	-	-	73.3
europtium	Eu	151.96	63	-	5.24	826	-1430	-	-	-	-	-
fermium	Fm	(253)	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
fluorine	F	19.0	9	-	1.96	-223	-188	-	-	754	-	-
francium	Fr	223	87	-	-	-	-	-	-	-	-	-
gadolinium	Gd	157.25	64	-	7.886	1312±15	2800	(0-25°C) 6.4	-	-	-	56.3
gallium	Ga	69.72	31	-	5.91	29.76	2227	(0-20°C) 5.2	-	-	-	9.81
germanium	Ge	72.59	32	-	-	937.2	2830	-	-	-	-	81.4
gold	Au	196.967	79	f.c.c	19.3	1063	2707	(0-100°C) 14.2	297	130	45.7	77.5
hafnium	Hf	178.49	72	-	13.36	2220	5200	(20-200°C) 6.6	-	-	-	137.9
helium	He	4.002	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
holmium	Ho	164.930	67	-	8.799	1461	2490	-	-	-	-	67.1
hydrogen	H	1.008	1	-	0.089	-252.8	-252.8	-	-	14445	-	-
illitium (promethium)	II (Pm)	147	61	-	-	-	-	-	-	-	-	-
indium	In	114.82	49	-	7.3	156.17	2047	(0-100°C) 30	-	-	-	10.69
iodine	I	126.9044	53	rhombic	4.93	113.7	184.35	(0-100°C) 6.5	-	218	-	-
iridium	Ir	192.2	77	-	22.4	2443	4350	(0-20°C) 11.5	75	461	10.3	528
iron	Fe	55.847	26	b.c.c	7.87	1536	3070	(0-25°C) 4.9	-	-	-	211
krypton	Kr	83.7	36	-	-	920	3470	-	-	-	-	-
lanthanum	La	138.91	57	-	6.162	-	-	-	-	-	-	38.4
lawrencium	Lw	-	103	-	-	-	-	-	-	-	-	-
lead	Pb	207.19	82	f.c.c	11.337	327.4	1751	(0-100°C) 29.4	35	130	482	15.9
lithium	Li	6.939	3	b.c.c	0.534	180.5	1317	(0-95°C) 56	-	-	-	4.9
magnesium	Mg	24.312	12	hex	1.741	649.5	1120	(0-100°C) 26	154	1047	22.2	44.5
manganese	Mn	54.9380	25	cubic or tetragonal	7.43	1244	2095	(0-100°C) 23	50	482	0.54	196

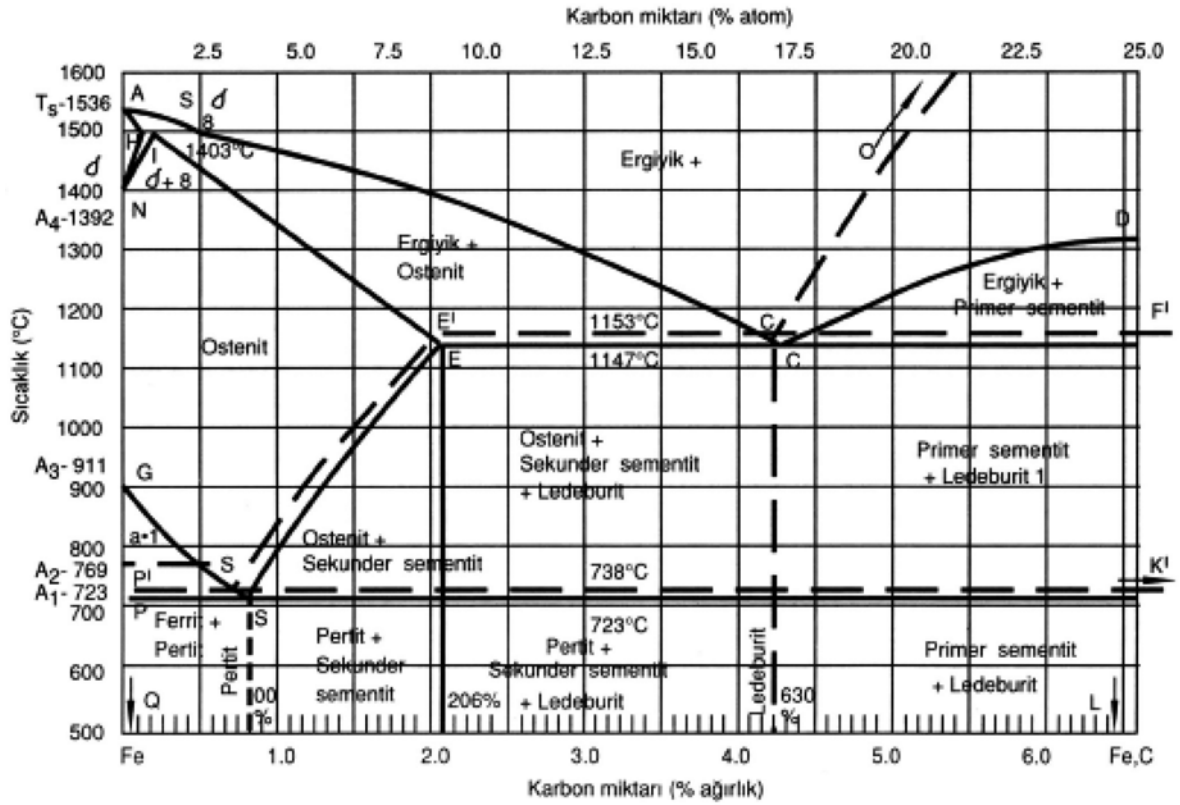
Kimyasal Elementlerin Fiziksel Özellikleri

İsim	Sembol	Atom Ağırlığı	Atom Sayısı	Katı Tipi	Yoğunluk 2) (20°C'de gr/cm ³)	Erime Sıcaklığı (°C)	Kaynama Noktası (1 Bar'da °C)	Ortalama Isıl Genişleme Katsayısı 10 ⁻⁶ m/(m.K))	Isıl İletkenlik (W/(m.K))	Özgü Isı Kapasitesi (0°C'da (J/kg.K))	Elektrik İletkenliği (20°C'de m/Ω mm ²)	Elastisite Modülü (20°C'de 10 ⁹ N/mm ²)
mandelyum	Mv	(256)	101	hex	13.5	-38.86	356.73	-	82	138	10.2	-
mercury	Hg	200.61	80	b.c.c.	10.22	2620	4800	(0-100°C) 5.1	142	255	19.4	330
molybdenum	Mo	95.94	42	b.c.c.	7.007	1020	3210	(0-25°C) 6.7	-	-	-	37.9
neodymium	Nd	144.24	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
neon	Ne	20.18	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
neptunium	Np	(237-239)	93	-	-	-	-	-	-	-	-	-
nickel	Ni	58.71	28	f.c.c.	8.91	1455	2800	(0-100°C) 13	92	440	14.6	220
niobium (columbium)	Nb (Cb)	92.906	41	rhombical	8.55	2468	4900	(0-100°C) 7.37	-	-	-	104.4
nitrogen	N	14.01	7	-	1.25	-209.86	-195.8	-	-	1034	-	-
nobelium	No	-	102	-	-	-	-	-	-	-	-	-
osmium	Os	190.2	76	-	22.48	-2700	-4400	(0-100°C) 6.58	-	-	-	559
oxygen	O	16	8	-	1.43	-218.4	-182.96	-	-	130	-	-
palladium	Pd	106.4	46	-	12.1	1550	3560	(0-100°C) 11.9	-	754	0.02	121
phosphorus	P	30.9738	15	f.c.c.	1.83	44.2	281	-	-	-	-	-
platinum	Pt	195.06	78	-	14.21	-	-	-	-	-	-	-
plutonium	Pu	(242)	94	-	-	-	-	-	-	-	-	-
polonium	Po	(210)	84	-	-	-	-	-	-	-	-	-
potassium	K	39.102	19	b.c.c.	0.862	63.2	753.8	(0-50°C) 84	101	741	15.9	3.53
praseodymium	Pr	140.907	59	-	6.769	935	3017	(0-25°C) -4.8	-	-	-	35.2
protactinium	Pa	(231)	91	-	-	-	-	-	-	-	-	-
radium	Ra	226.05	88	-	-	-	-	-	-	-	-	-
radon	Rn	222	86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
rhodium	Re	186.2	75	-	21.04	3180	-5600	(20-100°C) 6.6	-	-	-	466
rhodium	Rh	102.905	45	f.c.c.	12.5	1960	3960	(0-100°C) -8.5	88	247	1.06	2.35
rubidium	Rb	85.47	37	-	1.53	38.7	701	-	-	-	-	-
rutenium	Ru	101.07	44	-	12.3	2500	4110	(0-100°C) 9.63	-	-	-	431
samarium	Sm	150.35	62	-	7.53	1072	1670	-	-	-	-	34
scandium	Sc	44.956	21	-	2.99	1538	2730	-	-	-	-	-
seleleni	Se	78.96	34	-	4.7924	217.4	684.9	(0-20°C) 49.27	84	678	-	58
silicon	Si	28.086	14	cube	2.3263	1423	2355	-	-	-	-	-
silver	Ag	107.870	47	f.c.c.	10.50	961.3	2180	(0-100°C) 19.3	419	235	10 ⁻³	81.9
sodium	Na	22.9898	11	-	0.971	97.82	890	(0-95°C) 71	134	1235	23.8	6.8
strontium	Sr	87.62	38	-	2.67	770	1367	-	-	-	-	15.7
sulfur	S	32.064	16	rhombical	2.07	115.18	444.6	-	54	142	8.1	184.7
tantalum	Ta	180.948	73	b.c.c.	16.6	2996	5400	(0-100°C) 6.5	-	-	-	-
technetium	Tc	99	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
tellurium	Te	127.60	52	-	6.25	449.5	989.8	-	-	-	-	47.1
terbium	Tb	158.92	66	-	8.253	1356	2800	(0-25°C) 7.6	-	-	-	57.5
thallium	Tl	204.37	81	-	11.85	303.5	1457	(0-100°C) 29.4	-	-	-	7.83
thorium	Th	232.038	90	-	11.7	1695	4200	(0-100°C) 10.5	-	-	-	78.5
thulium	Tm	168.93	69	-	15.45	-1720	-1720	-	-	-	-	-
tin	Sn	118.69	50	tetragonal	7.29	231.9	-2687	(0-100°C) 27	63	226	12.9	53
titanium	Ti	47.90	22	hex	4.505	1668	3280	(0-100°C) 8.35	63	519	1.25	102
tungsten	W (T)	183.85	74	b.c.c.	19.3	3390	5500	(0-100°C) 4.5	166	134	18.2	407
uranium	U	238.03	92	orthorhombical	19.1	1130	3930	(0-100°C) 15.3	30	117	1.67	178.5
vanadium	V	50.942	23	b.c.c.	6.12	1890	-3380	(23-100°C) 8.3	31	498	3.84	127.5
xenon	X	131.13	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-
yttrium	Yb	173.04	70	-	6.959	824	1520	(0-25°C) 25	-	-	-	18.93
yttrium	Y	88.905	39	-	4.472	-1500	3630	-	-	-	-	66.3
zinc	Zn	65.37	30	hex	7.13	419.5	907	-	113	385	16.9	92.7
zirconium	Zr	91.22	40	hex	6.5	1855	-4380	-	88	276	2.44	67.7

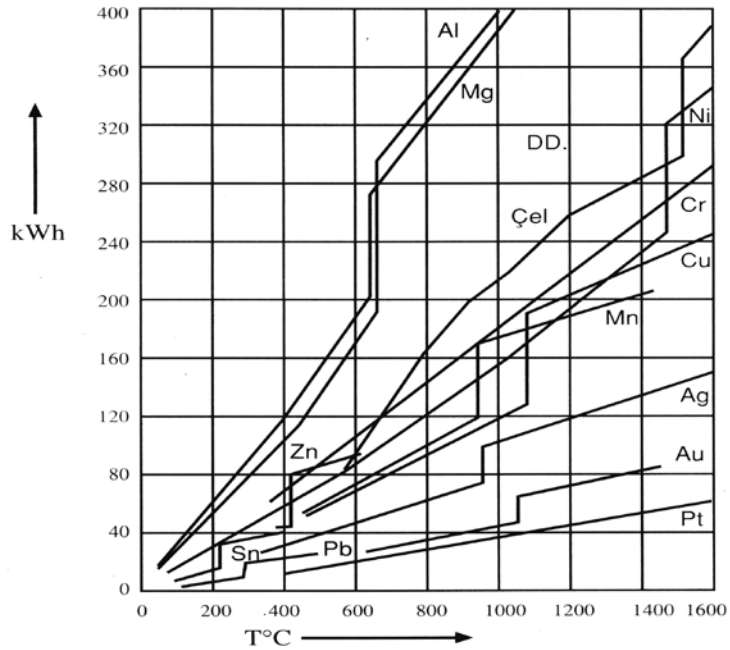
1) Paranez içerisindeki atom ağırlıkları hesaplanmıştır.

2) Gazlar için 0°C'de ve bir bar (=0.1 MPa) basınçta, kg./m³.

Demir Karbon Denge Diyagramı



Metallerin Ergime Özgöl Isıları



Metod	Simge	Batıcı Uç	Deney Yüğü	Prensip	Uygulama
Brinell	HB, BSD	LC mm çaplı veya tungstenkarbür bilya	3000 kg (Fe-C alaşımları) 500 kg (Demir dışı metaller)	Uygulanan yükün, malzeme yüzeyinde oluşan izin yüzey alanına oranı, birimi genellikle kg/mm ²	Dökme demir, çelikler ve demir dışı alaşımlar
Rockwell	A	Tepe açısı 120° olan elmas konik uç	60 kg	Batıcı ucun malzemeye batma derinliği	Çok sert malzemeler
	C		150 kg		Yüksek muvaketli çelikler
	D		300 kg		Yüksek muvaketli çelikler
	B		100 kg		Düşük ve orta C'lu çelikler, pirinç ve bronz
	F	1/16 inç çapında çelik bilya	60 kg		Çok yumuşak malzemeler, tavllanmış pirinç ve bakır
	o		150 kg		Yumuşak malzemeler ve alüminyum
	E		LC0 kg		Yumuşak malzemeler ve alüminyum
	15N		15 kg		Rockwell C, A, B ve F'nin uygulanmadığı durumlarda, özellikle çok ince veya küçük numunelere uygulanır. Daha çok jilet gibi ince sacarın, yüzeyleri az miktarda karbürize veya dekarbürize edilmiş veya nitratasyonla yüzeyi sertleştirilmiş çeliklerin sertliklerini ölçmede kullanılır.
	30N	N Konik	30 kg		
	45N		45 kg		
Vickers	15T JUL 4)1	1/16 inç çapında çelik bilya	15 kg JU kg 4) kg		
	HV, VSD		10-30 gr 25-10000 gr	Uygulanan yükün, malzeme yüzeyinde oluşan izin yüzey alanına oranı, birimi genellikle kg/mm ²	Çok düştikten çok yüksek sertlikte mi kalın ve ince numunelere uygulanır. Mikroyapısal bileşenlerin ve yüzey sertliğini ölçmede kullanılır.
Knoop Mikrosertlik	KHN	Tepe açısı 172° 30' olan elmas piramit	25-10000 gr	Uygulanan yükün, malzeme yüzeyinde oluşan izin yüzey alanına oranı, birimi genellikle kg/mm ²	Yapıyı oluşturan bileşenler, nitritize edilmiş parçalar, elektrolitik olarak kaplanmış malzemeler

Alaşım Elementlerinin Çeliklerin Özelliklerine Etkileri

ALAŞIM ELEMENTİ	SERTLİK	MUKAVEMET	AKMA NOKTASI	UZAMA	KESİT BÜZÜLMESİ	DARBE DİRENCİ	ELASTİSİTE	YÜKSEK SICAKALIĞA DAYANIM	SOĞUTMA HIZI	KARBÜR OLUŞUMU	AŞINMA DİRENCİ	DÖVÜLEBİLİRLİK	İŞLENEBİLİRLİK	OKSİTLENME EĞİLİMİ	KOROZYON DİRENCİ
Si	↑	↑	↑↑	↓	~	↓	↑↑↑	↑	↓	↓	↓↓↓	↓	↓	↓	-
Mn*	↑	↑	↑	~	~	~	↑	~	↓	~	↓↓	↑	↓	~	-
Mn**	↓↓↓	↑	↓	↓↓↓	~	-	-	-	↓↓	-	-	↓↓↓	↓↓↓	↓↓	-
Cr	↑↑	↑↑	↑↑	↓	↓	↓	↑	↑	↓↓↓	↑↑	↑	↓	-	↓↓↓	↓↓↓
Ni*	↑	↑	↑	~	~	~	-	↑	↓↓	-	↓↓	↓	↓	↓	-
Ni**	↓↓	↑	↓	↑↑↑	↑↑	↑↑↑	-	↑↑↑	↓↓	-	-	↓↓↓	↓↓↓	↓↓	↑↑
Al	-	-	-	-	↓	↓	-	-	-	-	-	↓		↓↓	
W	↑	↑	↑	↓	↓	-	-	↑↑↑	↓↓	↑↑	↑↑↑	↓↓	↓↓	↓↓	-
V	↑	↑	↑	~	~	↑	↑	↑↑	↓	↑↑↑	↑↑	↑	-	↓	↑
Co	↑	↑	↑	↓	↓	↓	-	↑↑	↑↑	-	↑↑↑	↓	~	↓	-
Mo	↑	↑	↑	↓	↓	↑	-	↑↑	↓↓	↑↑↑	↑↑	↓	↓	↑↑	-
S	-	-	-	↓	↓	↓	-	-	-	-	-	↓↓↓	↑↑↑	-	↓
P	↑	↑	↑	↓	↓	↓↓↓	-	-	-	-	-	↓↓↓	↓↓↓	↓↓	↑↑

* Perlitik Çeliklerde
**Ostenitik Çeliklerde

↑
Arttırır

↓
Azaltır

~
Değişmez

-
Önemsiz ya da bilinmiyor

Alaşım Elementlerinin eliklerin zelliklerine Etkileri

Alüminyum

Ergime Noktası = $660 \pm 1^\circ \text{C}$

Yoğunluk a) 25°C (katı) = 2.698 gr / cm^3
b) 660°C (sıvı) = 2.368 gr / cm^3

Akışkanlık, 662°C ta = 0.01378 poise

Sertlik, % 99.99, 25°C = 12-16 BHN

Çekme Dayanımı, % 99.99 = 4.57 kg / mm^2

İletkenlik a) Hacimsel direnç = $2.6548 \text{ mikro-ohm-cm}$ (20°C ta)
b) Hacimsel İletkenlik = 64.94% IACS (International Annealed Copper Standart)

Isısal Genleşme Katsayısı = $22.5 \times 10^{-6} \text{ cm / cm}^\circ \text{C}$

	Fe	Si	Mg	Mn	Cu	Zn	Ti	Cr	Ni	Li	Zr	V	Sn	B	Bi	Pb
Yoğunluk	↑	↓	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↑	↑	↓	↑	↑
Akışkanlık	↓	↑	↑	↓	↓	~	↓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sertleşme	↑	↑	↑	↑↑	↑↑↑	↑↑↑↑	↑	↑	-	-	-	-	↓	-	-	↓
Mukavemet Sürtürme Muk.*	↑	↑	↑	↑*	↑↑*	↑↑↑	↑↑	-	↑*	-	-	-	↑*	↑	-	-
Elektrik İletkenliği	↓	↓↓	↓↓	↓↓↓	↓↓↓	↓	↓↓↓	↓↓↓	↓	↓↓↓	↓↓	↓↓	~	↑↑↑	~	-
Korozyon Mukavemeti	-	↑	↑↑↑	↑↑	↓	↓	-	-	↓	-	-	-	↓	-	↓	↓
Isısal Genleşme katsayısı	-	↓	↓	↓	↓	↑	↓	↓	↓	-	↓	↓	-	-	-	-

Açıklamalar



Yükselme



Azalma



Değişmez



Karakteristik değil veya bilinmiyor

Birçok ok : Daha kuvvetli etki

Çinko Ürünleri Spesifikasyonları

ÜRÜN CİNSİ	ÜRÜN KODU	%ZN min	%Pb max	%Fe max	%Cu max	%Cd max	%Sn max	%Al max	Safsızlıklar Toplamı max	Kullanım Alanı
ELEKTROLİTİK KÜLÇE ÇİNKO	ÇK-1-2	99.99	0.006	0.003	0.002	0.003	0.001	0.005	0.010	Derin Çekme piring, çinko levha şerit tel galvanizleme
ELEKTROLİTİK KÜLÇE ÇİNKO	ÇK-1-1	99.95	0.03	0.02	0.002	0.02	0.001	0.005	0.050	Derin Çekme piring, çinko levha şerit tel galvanizleme
RAFINE METAL KADMIYUM	ÇK-2-1	%Cd. Min 99.95	0.02	0.001	0.02	%Zn 0.006Max	0.0001	%Ni 0.005Max	%Co 0.001Max	%Sb 0.001Max
ÇİNKO ALAŞIMLARI	ÇK-1-3	-	% Al	% Mg	% Cu	% Pd+Cd	%x Fe	% Cu	% Sn	% Ti+In
ZAMAK-3	ÇK-1-3/Z-3	-	3.9-4.3	0.03-0.06		0.006	0.03	0.03	0.001	Basıncılı Döküm
ZAMAK-5	ÇK-1-3/Z-5	-	3.9-4.3	0.03-0.06	0.50-1.25	0.006	0.03	-	0.001	Basıncılı Döküm
PİL ALAŞIMI (Pb ve Cd'lu)	ÇK-1-4	-	%Pb 0.6-1.0	%Fe Max 0.002	%Cu Max 0.001	%Cd 0.40-0.07	%Mg Max 0.0001	%Al Max 0.0001	-	Talebe Göre
Pil Alaşımı (Düşük Pb'li)	ÇK-1-4	-	0.05-0.08	0.005	0.001	0.001Max	-	-	-	Pil İmalı İçin

* ÇK 1-2 Pres dökümde kullanılacaksa: Pb Max. 0.003 olmalıdır.
Elektrolitik Külçe Çinko (1-2, ÇK 1-1 Rafine Kadmiyum, Çinko Alaşımı) (ÇK 1-3/Z3 ve ÇK 1-3/Z-5)
TSE İşareti aşağıdaki gibidir.

- 1- Külçe Çinko : TS 951
 - 2- Yassı Külçe, Çubuk Kadmiyum : TS 6277
 - 3- Çinko Alaşım kütükleri : TS 413
- Zn A14
-Zn A14CU1

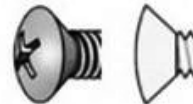
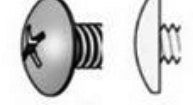
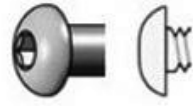
Periyodik Cetvel

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18

Atom #	Sembol	İsim	Ağırlık	C	Katı	Hg	Sıvı	H	Gaz	Rf	Bilinmeyen
1	H	Hydrogen	1.008								
2	He	Helium	4.0026								
3	Li	Lithium	6.94								
4	Be	Beryllium	9.0122								
5	B	Boron	10.81								
6	C	Carbon	12.011								
7	N	Nitrogen	14.007								
8	O	Oxygen	15.999								
9	F	Fluorine	18.998								
10	Ne	Neon	20.180								
11	Na	Sodium	22.990								
12	Mg	Magnesium	24.305								
13	Al	Aluminium	26.982								
14	Si	Silicon	28.085								
15	P	Phosphorus	30.974								
16	S	Sulfur	32.06								
17	Cl	Chlorine	35.45								
18	Ar	Argon	39.948								
19	K	Potassium	39.098								
20	Ca	Calcium	40.078								
21	Sc	Scandium	44.956								
22	Ti	Titanium	47.867								
23	V	Vanadium	50.942								
24	Cr	Chromium	51.996								
25	Mn	Manganese	54.938								
26	Fe	Iron	55.845								
27	Co	Cobalt	58.933								
28	Ni	Nickel	58.693								
29	Cu	Copper	63.546								
30	Zn	Zinc	65.38								
31	Ga	Gallium	69.723								
32	Ge	Germanium	72.630								
33	As	Arsenic	74.922								
34	Se	Selenium	78.971								
35	Br	Bromine	79.904								
36	Kr	Krypton	83.798								
37	Rb	Rubidium	85.468								
38	Sr	Strontium	87.62								
39	Y	Yttrium	88.906								
40	Zr	Zirconium	91.224								
41	Nb	Niobium	92.906								
42	Mo	Molybdenum	95.95								
43	Tc	Technetium	(98)								
44	Ru	Ruthenium	101.07								
45	Rh	Rhodium	102.91								
46	Pd	Palladium	106.42								
47	Ag	Silver	107.87								
48	Cd	Cadmium	112.41								
49	In	Indium	114.82								
50	Sn	Tin	118.71								
51	Sb	Antimony	121.76								
52	Te	Tellurium	127.60								
53	I	Iodine	126.90								
54	Xe	Xenon	131.29								
55	Ba	Barium	137.33								
56	La	Lanthanum	138.91								
57	Fr	Francium	(223)								
58	Ce	Cerium	140.12								
59	Pr	Praseodymium	140.91								
60	Nd	Neodymium	144.24								
61	Pm	Promethium	(145)								
62	Sm	Samarium	150.36								
63	Eu	Europium	151.96								
64	Gd	Gadolinium	157.25								
65	Tb	Terbium	158.93								
66	Dy	Dysprosium	162.50								
67	Ho	Holmium	164.93								
68	Er	Erbium	167.26								
69	Tm	Thulium	168.93								
70	Yb	Ytterbium	173.05								
71	Lu	Lutetium	174.97								
72	Hf	Hafnium	178.49								
73	Ta	Tantalum	180.95								
74	W	Tungsten	183.84								
75	Re	Rhenium	186.21								
76	Os	Osmium	190.23								
77	Ir	Iridium	192.22								
78	Pt	Platinum	195.08								
79	Au	Gold	196.97								
80	Hg	Mercury	200.59								
81	Tl	Thallium	204.38								
82	Pb	Lead	207.2								
83	Bi	Bismuth	208.98								
84	Po	Polonium	(209)								
85	At	Astatine	(210)								
86	Rn	Radon	(222)								
87	Fr	Francium	(223)								
88	Ra	Radium	(226)								
89	Ac	Actinium	(227)								
90	Th	Thorium	232.04								
91	Pa	Protactinium	231.04								
92	U	Uranium	238.03								
93	Np	Neptunium	(237)								
94	Pu	Plutonium	(244)								
95	Am	Americium	(243)								
96	Cm	Curium	(247)								
97	Bk	Berkelium	(247)								
98	Cf	Californium	(251)								
99	Es	Einsteinium	(252)								
100	Fm	Fermium	(257)								
101	Md	Mendelevium	(258)								
102	No	Nobelium	(259)								
103	Lr	Lawrencium	(260)								
104	Rf	Rutherfordium	(261)								
105	Db	Dubnium	(268)								
106	Sg	Seaborgium	(269)								
107	Bh	Bohrium	(270)								
108	Hs	Hassium	(277)								
109	Mt	Meitnerium	(278)								
110	Ds	Darmstadtium	(281)								
111	Rg	Roentgenium	(282)								
112	Cn	Copernicium	(285)								
113	Nh	Nihonium	(286)								
114	Fl	Flerovium	(289)								
115	Mc	Moscovium	(290)								
116	Lv	Livermorium	(293)								
117	Ts	Tennessine	(294)								
118	Og	Oganesson	(294)								

Kararlı bir izotopu olmayan elementlerin en uzun yarı ömürlü izotopunun kütle sayısı parantez içindedir.

Cıvata Çeşitleri

	Silindir Baş		Bombe Baş
	Havşa Baş		Mercimek Baş
	Düz Silindir Baş		Mantar Baş
	Altı köşe Baş		Altı köşe Flanşlı Baş
	Soket Baş		Bombe Baş
	Kare Baş		Para Baş
	Harici Torx Baş		

Cıvatanın Pratik Seçimi

Seçim statik ve dinamik kuvvet içinde aynıdır.

Kuvvet [kN]	Boyuna işletme kuvveti $F_{i\delta}$												
	Statik	1,6	2,5	4,0	6,3	10	16	20	25	40	63	80	100
	Dinamik	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3	10	16	20	25	40	63	80
Cıvata kalitesi ve çapı [mm]	4.6	6	8	10	14	16	20	24	24	30	---	---	---
	5.6	6	8	10	12	14	20	20	27	27	36	---	---
	6.8	5	6	8	10	12	16	20	20	24	30	36	---
	8.8	4	5	6	8	10	12	14	16	20	24	27	30
	10.9	4	5	6	8	10	12	12	14	16	20	24	27
	12.9	3	4	5	6	8	10	12	12	16	20	24	24

Örnek 1: İşletme kuvveti: 8,2 kN, dinamik, eksen dışı, şaftlı cıvata

Cıvata seçimi, 10 kN, Cıvata kalitesi 8.8

M 12

Örnek 2: İşletme kuvveti: 8,2 kN, dinamik, tam eksenden, şaftlı cıvata

Cıvata seçimi, 10 kN, Cıvata kalitesi 8.8, bir boy küçük

M 10

Örnek 3: İşletme kuvveti: 8,2 kN, dinamik, , eksen dışı, esnek cıvata

Cıvata seçimi, 10 kN, Cıvata kalitesi 8.8, bir boy büyük

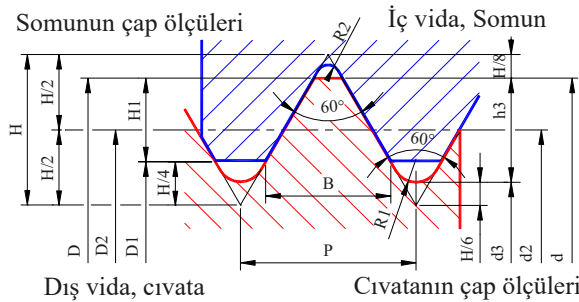
M 14

Örnek 4: İşletme kuvveti: 8,2 kN, dinamik, tam eksenden, , esnek cıvata

Cıvata seçimi, 10 kN, Cıvata kalitesi 8.8, bir boy küçük, bir boy büyük

M 12

Standart metrik dişli vidalar

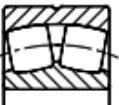


$$\begin{aligned}
 d_2 &= D_2 = d - 0,64952 P & H &= 0,86603 P \\
 D_1 &= d - 1,08253 P & H_1 &= 0,54127 P \\
 d_3 &= d - 1,22687 P & h_3 &= 0,61343 P \\
 R_1 &= H/6 = 0,14434 P & d_s &= (d_2 + d_3)/2 \\
 R_2 &= H/12 = 0,07217 P & \tan \phi &= P/(\pi \cdot d_2)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Matkap çapı } D_M &= d - P \\
 d &= M 12 = \text{Anma çapı } 12 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Anma çapı $d = D$	Hatve (Adım) P	Bölüm çapı $d_2 = D_2$	Diş dibi çapı		Diş yüksekliği		Gerilim kesiti $A_{GE} \text{ mm}^2$	Diş dibi kesiti $A_3 \text{ mm}^2$	Helis açısı ϕ
			d_3	D_1	h_3	H_1			
M 5	0.8	4.480	4.019	4.134	0.491	0.433	14.183	12.683	3.253°
M 6	1	5.350	4.773	4.917	0.613	0.541	20.123	17.894	3.405°
M 8	1.25	7.188	6.466	6.647	0.767	0.677	36.609	32.841	3.168°
M 10	1.5	9.026	8.160	8.376	0.920	0.812	57.990	52.292	3.028°
M 12	1.75	10.863	9.853	10.106	1.074	0.947	84.267	76.247	2.935°
M 14	2	12.701	11.546	11.835	1.227	1.083	115.439	104.706	2.869°
M 16	2	14.701	13.546	13.835	1.227	1.083	156.668	144.121	2.480°
M 20	2.5	18.376	16.933	17.294	1.534	1.353	244.794	225.190	2.480°
M 22	2.5	20.376	18.933	19.294	1.534	1.353	303.399	281.527	2.237°
M 24	3	22.051	20.319	20.752	1.840	1.624	352.504	324.273	2.480°
M 27	3	25.051	23.319	23.752	1.840	1.624	459.406	427.095	2.183°
M 30	3.5	27.727	25.706	26.211	2.147	1.894	560.587	518.988	2.301°

Rulman Adları Boyut ve Simgeleri

Kesit resmi	Adı	Yatak ve boyut simgesi	Kesit resmi	Adı	Yatak ve boyut simgesi
	Bilyalı sabit yatak	160, 161, 60, 618, 62, 622, 623, 63, 64		Tek bilyalı eğik yatak	72B, 73B
				Çift bilyalı eğik yatak	32B, 33B, 32, 33, 33DA
	Bilyalı iğ yatağı (Tandem düzeni, O-düzeni, X-düzeni)	B70, B719, B72, HCS70, HCS719, HSS70, HSS719		Dört nokta yatağı	QJ2, QJ3, N2
	Bilyalı oynak yatak	12, 13, 22, 23, 112, 113		Konik masuralı yatak	302, 303, 313, 320, 322, 323, 329, 330, 331, 332
	Masuralı yatak	NU10, 19, 22, 23, NJ2, 22, 3, 23, NUP2, 22, 3, 23, N2, N3		Masuralı oynak yatak	202, 203
	Çift sıra masuralı oynak yatak	213, 222, 223, 230, 231, 232, 233, 239, 240		İğne masuralı yatak	NA48, NA49
	Tek yönlü eksenel yatak	511, 512, 513, 514, 532, 533		Çift yönlü eksenel yatak	522, 523, 542, 543

Rulman Örnekleri



Silindirik Makaralı Rulman



Oynak Makaralı Rulman



Çift Sıra Eğik Bilyalı Rulman



Tek Sıra Sabit Bilyalı Rulman



Tek Sıra Sabit Bilyalı Rulman



Büte Rulman



Büte Rulman



Bilyalı Rulman



Çift Sıra Bilyalı Rulman



Çift Sıra Bilyalı Rulman



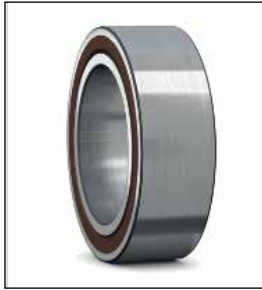
Çift Sıra Bilyalı Rulman



Oynak Makaralı Rulman



Çift Sıra Bilyalı Rulman



Çift Sıra Bilyalı Rulman



Tek Sıra Makaralı Rulman



Oynak Makaralı Rulman



Oynak Makaralı Rulman



Bombeli Rulman



Bombeli Rulman



Çift Sıra Bilyalı Rulman

Rulman Örnekleri



Bombeli Rulman



İğneli Rulman



Kam Makaralı Rulman



Büte Rulman



Kam Makarası



İğneli Rulman



Konik Makaralı Rulman



Konik Makaralı Rulman



Linear Rulman



Vidalı Mil ve Somunlar



Linear Kızak ve Arabalar



Linear Kızak ve Arabalar



Linear Rulman



Linear Kızak ve Araba



Tek Sıra Eğik Bilyalı Rulman



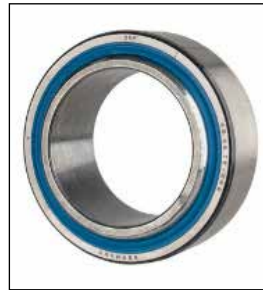
Tek Sıra Eğik Bilyalı Rulman



Mafsal Rulman



Mafsal Rulman



Mafsal Rulman



Mafsal Kafa

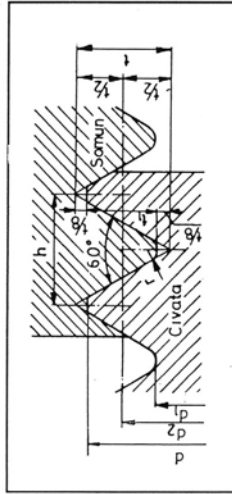
Düz Dişli Çark Formülleri

İsim	İşaret	Formüller	
Modül	m	$t/\pi = dt/Z = da/Z + 2$	
Adım	t	$m \times \pi = dt \times \pi / Z = da \times \pi / Z + 2$	
Diş sayısı	Z	$dt/m = dt \times \pi / t = da - 2m/m$	
Bölüm dairesi çapı	dt	$m \times Z = t \times Z / \pi = da - 2m$	
Diş üstü dairesi çapı	da	$dt + 2m = m(Z+2)$	
Diş dibi dairesi çapı	df	$dt - 2.332m = da - 2h$	
Diş yüksekliği	h	$13/6 \times m = 2.166m$	
Diş üstü yüksekliği	h ₁	$m = t/\pi$	
Diş dibi yüksekliği	h ₂	$7/6 \times m = 1.166m$	
Diş genişliği	b	Kuvvet dişlilerinde 6.....8m Hareket dişlilerinde 8.....12m	
Eksenler arası	a	$dt_1 + dt_2 / 2 = m(Z_1 + Z_2) / 2$	

Konik Dişli Çark Formülleri

İsim	İşaret	Formüller	
		Çeviren dişli	Çevrilen dişli
Eksenler açısı	α	$\alpha_1 + \alpha_2$	
Bölüm dairesi açısı	α_1	$\tan \alpha_1 = dt_1 / dt_2 = Z_1 / Z_2 = n_2 / n_1$	$\alpha_2 = \alpha - \alpha_1$
Modül	m	$t / \Pi = dt_1 / Z_1$	$t / \Pi = dt_2 / Z_2$
Adım	t	$m \times \Pi = dt_1 \times \Pi / Z_1$	$m \times \Pi = dt_2 \times \Pi / Z_2$
Diş sayısı	Z ₁	dt_1 / m	dt_2 / m
Bölüm dairesi çapı	dt ₁	$Z_1 \times m = t \times Z_1 / \Pi$	$Z_2 \times m = t \times Z_2 / \Pi$
Diş üstü dairesi çapı	da ₁	$dt_1 + 2xm \times \cos \alpha_1$	$dt_2 + 2xm \times \cos \alpha_2$
Diş üstü açısı	β_1	$\tan \beta_1 = 2 \times \sin \alpha_1 / Z_1$	$\beta_1 = \beta_2$
Esas koni açısı	γ_1	$\tan \gamma_1 = Z_1 + 2 \times \cos \alpha_1 / Z_2 - 2 \times \sin \alpha_1$	$\gamma_1 = \alpha_1 + \beta_1$
Diş dibi açısı	δ_1	$\tan \delta_1 = 1.166 \times 2 \sin \alpha_1 / Z_1$	$\delta_1 = \delta_2$
Diş genişliği	b	En çok $m \times Z_1 / 6 \times \sin \alpha_1$	
Diş yüksekliği, diş üstü yüksekliği vb. değerler düz dişlilerde olduğu gibidir.		$h = h_1 + h_2$	

Metrik Normal Vida Dişleri



$$t = 0.6680 \cdot h$$

$$t_1 = 0.6495 \cdot h$$

$$d_1 = d - 2 \cdot t_1$$

$$d_2 = d - t_1$$

$$r = 0.1082 \cdot h = 0.08$$

Metrik İnce ve Çok İnce Vida Dişleri

Adım h=1mm			Adım h=0.75mm			Adım h=0.5mm		
Vida çapı d	Diş dibi çapı d ₁	Diş dibi kesiti mm ²	Vida çapı d	Diş dibi çapı d ₁	Diş dibi kesiti mm ²	Vida çapı d	Diş dibi çapı d ₁	Diş dibi kesiti mm ²
8	6.700	35.3	5	4.026	12.7	3.5	2.850	6.39
9	7.700	46.6	6	5.026	19.8	4	3.350	8.81
10	8.700	59.4	7	6.026	28.5	4.5	3.850	11.6
11	9.700	73.9	8	7.026	38.8	5	4.350	14.9
12	10.700	89.9	9	8.026	50.6	6	5.350	22.5
13	11.700	108	10	9.026	64.0	7	6.350	31.7
14	12.700	127	11	10.026	78.9	8	7.350	42.4
15	13.700	147	12	11.026	95.5	9	8.350	54.8
16	14.700	170	13	12.026	114	10	9.350	68.7
17	15.700	194	14	13.026	133	11	10.350	84.1
18	16.700	219	15	14.026	155	12	11.350	101
19	17.700	246	16	15.026	177	13	12.350	120
20	18.700	275	17	16.026	202	14	13.350	140
21	19.700	305	18	17.026	228	15	14.350	162
22	20.700	337	19	18.026	255	16	15.350	185
23	21.700	370	20	19.026	284	17	16.350	210
24	22.700	405	21	20.026	315	18	17.350	236
25	23.700	441	22	21.026	347	19	18.350	264
26	24.700	479	23	22.026	381	20	19.350	294
27	25.700	519	24	23.026	416	21	20.350	325
28	26.700	560	25	24.026	453	22	21.350	358
30	28.700	647	26	25.026	492	23	22.350	392
32	30.700	740	27	26.026	532	24	23.350	428
33	31.700	789	28	27.026	574	25	24.350	466
34	32.700	840	30	29.026	662	26	25.350	505
35	33.700	892	32	31.026	756	27	26.350	545
36	34.700	946	33	32.026	806	28	27.350	587

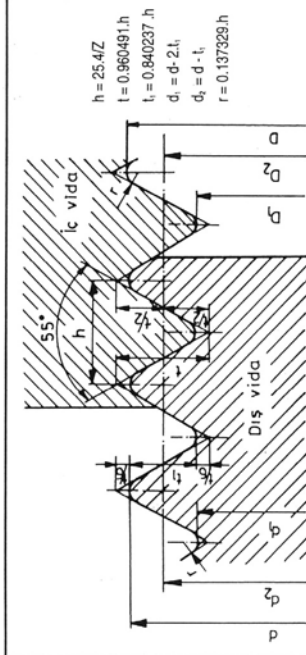
Adım h=0.35mm			Adım h=0.25mm			Adım h=0.2mm		
Vida çapı d	Diş dibi çapı d ₁	Diş dibi kesiti mm ²	Vida çapı d	Diş dibi çapı d ₁	Diş dibi kesiti mm ²	Vida çapı d	Diş dibi çapı d ₁	Diş dibi kesiti mm ²
2	1.546	1.88	1.3	0.976	0.75	1	0.740	0.43
2.3	1.846	2.68	1.4	1.076	0.91	1.2	0.940	0.69
2.6	2.146	3.62	1.7	1.376	1.49	1.4	1.140	1.02
3	2.546	5.09	2	1.676	2.21	1.7	1.440	1.63
3.5	3.046	7.29	2.3	1.976	3.07	2	1.740	2.38
4	3.546	9.88	2.6	2.276	4.07	2.3	2.040	3.27
4.5	4.046	12.9	3	2.676	5.62	2.6	2.340	4.30
5	4.546	16.2	3.5	3.176	7.92	3	2.740	5.90
6	5.046	20.2	4	3.676	10.6	3.5	3.240	8.24
7	5.546	24.2	4.5	4.176	13.7	4	3.740	11.0
8	6.046	28.2	5	4.676	17.2	4.5	4.240	14.1
9	6.546	32.2	6	5.176	21.3	5	4.740	17.6
10	7.046	36.2	7	5.676	25.3	6	5.240	21.3
11	7.546	40.2	8	6.176	29.3	7	5.740	25.9
12	8.046	44.2	9	6.676	33.3	8	6.240	30.7
13	8.546	48.2	10	7.176	37.3	9	6.740	35.7
14	9.046	52.2	11	7.676	41.3	10	7.240	40.7
			12	8.176	45.3			
			13	8.676	49.3			
			14	9.176	53.3			

Withworth Boru Vida Dişleri

Vida çapı Parmak	Diş çap $d = D_2$	Bölüm daresi $d_2 = D_2$	Diş dibi çapı $d_1 = D_1$	Adım h	1"le diş sayısı	Diş Derinliği t_1	Yuvarlaklık r
R 1/8	9.728	9.147	8.566	0.907	28	0.581	0.125
R 1/4	12.301	11.445	10.445	1.337	19	0.856	0.184
R 3/8	16.662	15.806	14.950	1.337	19	0.856	0.184
R 1/2	20.955	19.793	18.631	1.814	14	1.162	0.249
(R 5/8)	22.911	21.749	20.587	1.814	14	1.162	0.249
R 3/4	26.441	25.279	24.117	1.814	14	1.162	0.249
(R 7/8)	30.201	29.039	27.877	1.814	14	1.162	0.249
R 1	33.249	31.770	30.291	2.309	11	1.479	0.317
(R 1 1/8)	37.897	36.418	34.939	2.309	11	1.479	0.317
R 1 1/4	41.910	40.431	38.952	2.309	11	1.479	0.317
(R 1 3/8)	44.323	42.844	41.365	2.309	11	1.479	0.317
R 1 1/2	47.803	46.324	44.845	2.309	11	1.479	0.317
(R 1 3/4)	53.746	52.267	50.788	2.309	11	1.479	0.317
R 2	59.614	58.135	56.656	2.309	11	1.479	0.317
(R 2 1/4)	65.710	64.231	62.752	2.309	11	1.479	0.317
R 2 1/2	75.184	73.705	72.226	2.309	11	1.479	0.317
(R 2 3/4)	81.534	80.055	78.576	2.309	11	1.479	0.317
R 3	87.884	86.405	84.926	2.309	11	1.479	0.317
(R 3 1/4)	93.830	92.351	90.872	2.309	11	1.479	0.317
R 3 1/2	100.330	98.851	97.372	2.309	11	1.479	0.317
(R 3 3/4)	106.880	105.401	103.922	2.309	11	1.479	0.317
R 4	113.030	111.551	110.072	2.309	11	1.479	0.317
(R 4 1/2)	125.730	124.251	122.772	2.309	11	1.479	0.317
R 5	138.430	136.951	135.472	2.309	11	1.479	0.317
(R 5 1/2)	151.130	149.651	148.172	2.309	11	1.479	0.317
R 6	163.830	162.351	160.872	2.309	11	1.479	0.317

Withworth İnce Vida Dişleri

Vida anma çapı	Vida dış çapı D (d)		Diş dibi çapı d1	Bölüm daresi d1	1" la diş sayısı	Vida adımı mm
	Parmak	mm				
1/16"	0.1875	4.763	3.747	4.255	32	0.794
1/32"	0.2188	5.556	4.394	4.975	28	0.907
1/4"	0.2500	6.350	5.100	5.725	26	0.977
9/32"	0.2812	7.142	5.893	6.518	26	0.977
5/16"	0.3125	7.938	6.459	7.199	22	1.156
3/8"	0.3750	9.525	7.899	8.712	20	1.270
1/16"	0.4375	11.113	9.304	10.209	18	1.411
1/2"	0.5000	12.700	10.668	11.684	16	1.588
9/16"	0.5625	14.288	12.256	13.272	16	1.588
5/8"	0.6250	15.875	13.459	14.712	14	1.814
11/16"	0.6875	17.463	15.137	16.300	14	1.814
3/4"	0.7500	19.050	16.336	17.693	12	2.117
13/16"	0.8125	20.638	17.924	19.281	12	2.117
1/8"	0.8750	22.225	19.269	20.747	11	2.309
1"	1.0000	25.400	22.148	23.774	10	2.540
1 1/8"	1.1250	28.575	24.963	26.769	9	2.822
1 1/4"	1.2500	31.750	28.138	29.944	9	2.822
1 3/8"	1.3750	34.925	30.861	32.893	8	3.175
1 1/2"	1.5000	38.100	34.036	36.068	8	3.175
1 5/8"	1.6750	41.275	37.211	39.243	8	3.175
1 3/4"	1.7500	44.450	39.802	42.126	7	3.629
2"	2.0000	50.800	46.152	48.476	7	3.629
2 1/4"	2.2500	57.150	51.730	54.440	6	4.234
2 1/2"	2.5000	63.500	58.080	60.790	6	4.234
2 3/4"	2.7500	69.850	64.430	67.140	6	4.234
3"	3.0000	76.200	69.692	72.946	5	5.080
3 1/4"	3.2500	82.550	76.042	79.296	5	5.080
3 1/2"	3.5000	88.900	81.670	85.285	4 1/2	5.645
3 3/4"	3.7500	95.250	88.020	91.635	4 1/2	5.645
4"	4.0000	101.600	94.370	97.985	4 1/2	5.645
4 1/4"	4.2500	107.950	99.822	103.886	4	6.350



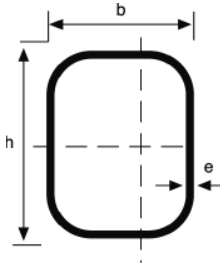
Eşkenar L Profil (Köşebent)

Ölçüler - mm				F		G		Eksen Aralıkları		Ana Eksenler					Yanak Delikleri DIN 997	
a	s	f ₁	f ₂	e	w	v	x	y	z	z ₁	z ₂	z ₃	z ₄	z ₅	w ₁	
Yuvatalanmış kenarlı eşkenar köşebent (sıcak haddelenmiş) DIN 1028																
20 x 3")	3,5	2	1,12	0,68	0,60	1,41	0,85	0,39	0,28	0,59	0,62	0,74	0,15	0,18	0,37	4,3
25 x 3")	4	3,5	1,42	1,12	0,73	1,03	0,79	0,45	0,75	1,27	0,96	0,31	0,30	0,47	6,4	
30 x 3")	5	4	1,85	1,45	0,76	1,77	1,08	1,01	0,58	0,74	1,61	0,93	0,40	0,37	8,4	
35 x 4")	5	2,5	2,27	1,78	0,89	2,12	1,18	1,41	0,65	0,90	2,24	1,14	0,57	0,48	0,57	
40 x 4")	5	2,5	2,27	1,78	0,89	2,12	1,18	1,41	0,65	0,90	2,24	1,14	0,57	0,48	0,57	
45 x 4")	5	2,5	2,27	1,78	0,89	2,12	1,18	1,41	0,65	0,90	2,24	1,14	0,57	0,48	0,57	
50 x 5")	5	3	2,87	2,10	1,00	2,47	1,47	1,78	0,89	1,21	2,59	1,21	0,65	0,53	0,67	
55 x 6")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
60 x 5")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
65 x 7")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
70 x 7")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
75 x 8")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
80 x 8")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
85 x 9")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
90 x 9")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
95 x 10")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
100 x 10")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
105 x 11")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
110 x 11")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
115 x 12")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
120 x 12")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
125 x 13")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
130 x 13")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
135 x 14")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
140 x 14")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
145 x 15")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
150 x 15")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
155 x 16")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
160 x 16")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
165 x 17")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
170 x 17")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
175 x 18")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
180 x 18")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
185 x 19")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
190 x 19")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
195 x 20")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
200 x 20")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
205 x 21")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
210 x 21")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
215 x 22")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
220 x 22")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
225 x 23")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
230 x 23")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
235 x 24")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
240 x 24")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
245 x 25")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
250 x 25")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
255 x 26")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
260 x 26")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
265 x 27")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
270 x 27")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
275 x 28")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
280 x 28")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
285 x 29")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
290 x 29")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
295 x 30")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
300 x 30")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
305 x 31")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
310 x 31")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
315 x 32")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
320 x 32")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
325 x 33")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
330 x 33")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
335 x 34")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
340 x 34")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
345 x 35")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
350 x 35")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
355 x 36")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
360 x 36")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
365 x 37")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
370 x 37")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
375 x 38")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
380 x 38")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
385 x 39")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
390 x 39")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
395 x 40")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
400 x 40")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
405 x 41")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
410 x 41")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
415 x 42")	5	3	3,28	2,57	1,04	2,83	1,64	2,04	1,12	1,45	2,91	1,28	0,70	0,57	0,77	
420 x																

Çeşitkenar L - Profil (Topal Köşebent)

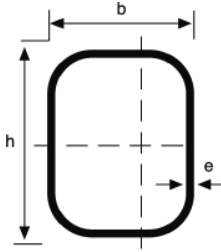
Ölçüler - mm					F cm ²	G kg/m	Ana Eksenler												Yanak Delikleri DIN 997				
a	b	s	r ₁	r ₂			$\eta-\eta$			x-x		y-y		$\zeta-\zeta$		$\eta-\eta$		d ₁	d ₂	w ₁	w ₃		
							θ_x	θ_y	$\tan \alpha$	I _x cm ⁴	W _x cm ³	I _y cm ⁴	I _y cm ⁴	W _y cm ³	I _z cm ⁴	I _z cm ⁴	I _η cm ⁴	I _η cm ⁴	mm	mm	mm	mm	
Yuvarlatılmış kenarlı çeşitkenar köşebent (sıcak haddelenmiş) DIN 1028																							
30 x 20 x 3	4	3.5	2	1.42	1.11	0.99	0.50	0.431	1.25	0.62	0.94	0.44	0.29	0.56	1.43	1.00	0.25	0.42	8.4	4.3	17	12	
40 x 20 x 3	4	3.5	2	1.85	1.45	1.03	0.54	0.423	1.59	0.81	0.93	0.55	0.38	0.55	1.81	0.99	0.33	0.42	11	4.3	22	12	
(40 x 25 x 4)	4	2	2.40	1.93	1.36	0.62	0.381	3.89	1.47	1.26	1.16	0.62	0.69	4.35	1.33	0.70	0.53	11	6.4	22	15		
45 x 30 x 3	4	4.5	2	2.19	1.72	1.43	0.70	0.436	4.47	1.46	1.43	1.60	0.70	0.86	5.15	1.53	0.93	0.65	13	8.4	25	17	
50 x 30 x 4	5	4.5	2	2.87	2.25	1.48	0.74	0.436	5.78	1.91	1.42	2.05	0.91	0.85	6.65	1.52	1.18	0.64	13	8.4	30	17	
50 x 30 x 5	5	4.5	2	3.53	2.77	1.52	0.78	0.430	6.99	2.35	1.41	2.47	1.11	0.84	8.02	1.51	1.44	0.64	13	8.4	30	17	
50 x 40 x 4	4	4.5	2	3.07	2.41	1.68	0.70	0.356	7.71	2.33	1.59	2.09	0.91	0.82	8.53	1.67	1.27	0.64	13	8.4	30	17	
50 x 40 x 5	5	4	2	3.46	2.71	1.52	1.03	0.629	8.54	2.47	1.57	4.86	1.64	1.19	10.9	1.78	2.46	0.84	13	11	30	22	
60 x 30 x 5	5	6	3	4.29	3.37	2.15	0.68	0.256	15.6	4.04	1.90	2.60	1.12	0.78	16.5	1.96	1.69	0.63	17	8.4	35	17	
60 x 40 x 5	5	6	3	4.79	3.76	1.96	0.97	0.437	17.2	4.25	1.89	6.11	2.02	1.13	19.8	2.03	3.50	0.86	17	11	35	22	
(7)	7	6	3	5.68	4.46	2.00	1.01	0.433	20.1	5.03	1.88	7.12	2.38	1.12	23.1	2.02	4.12	0.85	17	11	35	22	
65 x 50 x 5	5	6	3	6.55	5.14	2.04	1.05	0.429	23.0	5.79	1.87	8.07	2.74	1.11	26.3	2.00	4.73	0.85	21	13	35	30	
(9)	9	6	3	7.60	5.97	2.07	1.25	0.583	23.1	5.11	2.04	11.9	3.18	1.47	28.8	2.28	6.21	1.06	21	13	35	30	
70 x 50 x 6	6	6	3	9.58	7.52	2.15	1.41	0.567	38.2	8.77	2.00	19.4	5.39	1.42	47.0	2.22	10.5	1.05	21	13	35	30	
75 x 50 x 7	7	6.5	3.5	8.30	6.51	2.48	1.25	0.433	46.4	9.24	2.36	16.5	4.39	1.41	53.3	2.53	9.56	1.07	23	13	40	30	
(9)	9	7	3.5	10.5	8.23	2.56	1.32	0.427	57.4	11.6	2.34	20.2	5.49	1.39	65.7	2.50	1.9	1.07	23	13	40	30	
75 x 55 x 5	5	7	3.5	6.30	4.95	2.31	1.33	0.530	35.5	6.84	2.37	16.2	3.89	1.60	43.1	2.61	8.68	1.17	23	17	40	30	
(9)	9	7	3.5	8.66	6.80	2.40	1.41	0.525	47.9	9.39	2.35	21.8	5.32	1.59	57.9	2.59	11.8	1.17	23	17	40	30	
80 x 40 x 6	6	7	3.5	8.89	5.41	2.85	0.88	0.259	44.9	8.73	2.55	7.59	2.44	1.05	47.6	2.63	4.90	0.84	23	11	45	22	
80 x 60 x 7	7	8	4	9.38	7.36	2.51	1.52	0.546	59.0	10.7	2.51	28.4	6.34	1.74	72.0	2.77	15.4	1.28	23	17	45	35	
80 x 65 x 8	8	4	11.0	8.66	2.47	1.73	0.645	68.1	12.3	2.49	40.1	8.41	1.91	88.0	2.82	20.3	1.36	23	21	45	35		
(10)	10	4	13.6	10.7	2.55	1.81	0.640	82.2	15.1	2.46	48.3	10.3	1.89	106	2.79	24.8	1.35	23	21	45	35		
90 x 60 x 6	6	7	3.5	8.69	6.82	2.89	1.41	0.442	71.7	11.7	2.87	25.8	5.61	1.72	82.8	3.09	14.6	1.30	25	17	50	35	
100 x 50 x 6	6	9	4.5	11.4	8.96	2.97	1.49	0.437	92.5	15.4	2.85	33.0	7.31	1.70	107	3.06	19.0	1.29	25	17	50	35	
100 x 50 x 6	6	9	4.5	8.73	6.85	3.49	1.04	0.263	89.7	13.8	3.20	15.3	3.86	1.32	95.2	3.30	9.78	1.06	25	13	55	30	
100 x 50 x 6	6	9	4.5	11.5	8.99	3.59	1.13	0.258	116	18.0	3.18	19.5	5.04	1.31	123	3.28	12.6	1.05	25	13	55	30	
100 x 50 x 6	6	9	4.5	14.1	11.1	3.67	1.20	0.252	141	22.2	3.16	23.4	6.17	1.29	149	3.25	15.5	1.04	25	13	55	30	
100 x 65 x 7	7	10	5	11.2	8.77	3.23	1.51	0.419	113	16.6	3.17	37.6	7.54	1.84	128	3.39	21.6	1.39	25	17	55	35	
(11)	11	10	5	14.2	11.1	3.32	1.59	0.415	141	21.0	3.15	46.7	9.52	1.82	160	3.36	27.2	1.39	25	17	55	35	
100 x 75 x 9	9	10	5	17.1	13.4	3.40	1.67	0.410	167	25.3	3.13	55.1	11.4	1.80	190	3.34	32.6	1.38	25	17	55	35	
(11)	11	10	5	11.9	9.32	3.06	1.83	0.553	118	17.0	3.15	56.9	10.0	2.19	145	3.49	30.1	1.59	25	23	55	40	
120 x 80 x 8	8	11	5.5	15.1	11.8	3.15	1.91	0.549	148	21.5	3.13	71.0	12.7	2.17	181	3.47	37.8	1.59	25	23	55	40	
(11)	11	10	5	18.2	14.3	3.23	1.99	0.545	176	25.9	3.11	84.0	15.3	2.15	214	3.44	45.4	1.58	25	23	55	40	
120 x 80 x 8	8	11	5.5	15.5	12.2	3.83	1.87	0.441	226	27.6	3.82	80.8	13.2	2.29	261	4.10	45.8	1.72	25	23	50	80	45
120 x 80 x 8	8	11	5.5	19.1	15.0	3.92	1.95	0.438	276	34.1	3.80	98.1	16.2	2.27	318	4.07	56.1	1.71	25	23	50	80	45
130 x 65 x 8	8	11	5.5	22.7	17.8	4.00	2.03	0.433	323	40.4	3.77	114	19.1	2.25	371	4.04	66.1	1.71	25	23	50	80	45
(12)	12	11	5.5	15.1	11.9	4.56	1.37	0.263	263	31.1	4.17	44.8	8.72	1.72	280	4.31	28.6	1.38	25	21	50	90	35
130 x 65 x 8	8	11	5.5	18.6	14.6	4.65	1.45	0.259	321	38.4	4.15	54.2	10.7	1.71	340	4.27	35.0	1.37	25	21	50	90	35
(12)	12	11	5.5	22.1	17.3	4.74	1.53	0.255	376	45.5	4.12	63.0	12.7	1.69	397	4.24	41.2	1.37	25	21	50	90	35
(130 x 90 x 12)	12	6	25.1	19.7	4.24	2.26	0.468	420	48.0	4.09	165	24.4	2.56	492	4.43	92.6	1.92	25	25	50	90	50	
150 x 75 x 9	9	10.5	5.5	19.5	15.3	5.28	1.57	0.265	455	46.8	4.83	78.3	13.2	2.00	484	4.98	50.0	1.60	28	23	60	105	40
150 x 75 x 9	9	10.5	5.5	23.6	18.6	5.37	1.65	0.261	545	56.6	4.80	93.0	15.9	1.98	578	4.95	59.8	1.59	28	23	60	105	40
150 x 100 x 10	10	12	6.5	24.2	19.0	4.80	2.34	0.442	552	54.1	4.78	1.98	25.8	2.86	637	5.13	112	2.15	28	23	60	105	40
(14)	14	12	6.5	28.7	22.6	4.89	2.42	0.439	650	64.2	4.76	232	30.6	2.84	749	5.10	132	2.15	28	23	60	105	40
(160 x 80 x 12)	12	13	6.5	33.2	26.1	4.97	2.50	0.435	744	74.1	4.73	264	35.2	2.82	856	5.07	152	2.14	28	23	60	105	40
180 x 90 x 9	9	14	7	27.5	21.6	5.72	1.77	0.259	720	70.0	5.11	122	19.6	2.10	763	5.26	78.9	1.69	28	23	60	115	45
(12)	12	14	7	26.2	20.6	6.28	1.85	0.262	880	75.1	5.80	151	21.2	2.40	934	5.97	97.4	1.93	28	25	60	135	50
200 x 100 x 10	10	15	7.5	31.2	24.5	6.37	1.93	0.261	1040	89.3	5.77	177	25.1	2.38	1100	5.94	114	1.92	28	25	60	135	50
(12)	12	15	7.5	29.2	23.0	6.93	2.01	0.266	1220	93.2	6.46	210	26.3	2.68	1300	6.66	133	2.14	28	25	65	150	55
200 x 100 x 10	10	15	7.5	34.8	27.3	7.03	2.10	0.264	1440	111	6.43	247	31.3	2.67	1530	6.36	158	2.13	28	25	65	150	55
(14)	14	15	7.5	40.3	31.6	7.12	2.18	0.262	1650	128	6.41	282	36.1	2.65	1760	6.60	181	2.12	28	25	65	150	55

İnce Etli Kare ve Dikdörtgen Profilleri (TS 6475)



Kenar Uzunluğu			Birim Ağırlıkları (kg/m)							
H Anma Boyutu	B Anma Boyutu	h ve b için toleranslar	1	1.25	1.5	2	2.5	3	4	
15	15	±0.20	0.438	0.537	0.632	0.810				
18	18	±0.20	0.532	0.655	0.773	0.998				
20	10	±0.20	0.438	0.537	0.632	0.810				
	15		0.516	0.635	0.750	0.967				
	20		0.595	0.733	0.868	1.12	-			
25	15	±0.25	0.595	0.733	0.868	1.12	-	-		
	25		0.752	0.930	1.10	1.44	-	-		
30	10	±0.25	0.595	0.733	0.868	1.12	-	-		
	15		0.673	0.831	0.985	1.28	-	-		
	20		0.752	0.930	1.10	1.44	-	-		
	30		0.909	1.13	1.34	1.75	2.15	2.39	-	
34	20	±0.25	0.815	1.01	1.20	1.56	-	-	-	-
	34		1.03	1.28	1.53	2.00	2.46	2.77	-	-
35	20	±0.25	0.830	1.03	1.22	1.59	1.95	-	-	
	25		0.909	1.13	1.34	1.75	2.15	2.39	-	
	35		1.07	1.32	1.57	2.07	2.54	2.86	-	
36	11	±0.25	0.705	0.871	1.03	1.34	-	-	-	
40	20	±0.30			1.34	1.75	2.15	2.39	-	
	25				1.46	1.91	2.34	2.63	-	
	30				1.57	2.07	2.54	2.86	-	
	40				1.81	2.38	2.93	3.33	4.25	
45	45	±0.30			2.05	2.69	3.33	3.80	4.88	-
50	20	±0.30			1.57	2.07	2.54	2.86	-	
	25				1.69	2.22	2.74	3.10	-	
	30				1.81	2.38	2.93	3.33	4.25	
	34				1.90	2.51	3.09	3.52	4.50	
	40				2.05	2.69	3.33	3.80	4.88	
55	50	±0.40			2.28	3.01	3.72	4.28	5.51	-
	50									
60	34	±0.40			2.02	2.66	3.29	3.76	4.82	-
	20					2.38	2.93	3.33	-	-
	30					2.69	3.33	3.80	4.88	-
	40					3.01	3.72	4.28	5.51	-
	50					3.32	4.11	4.75	6.14	-
70	60	±0.50				3.64	4.50	5.22	6.76	8.13
	40					3.32	4.11	4.75	6.14	-
	70					4.26	5.29	6.16	8.02	9.70
80	20	±0.60				3.01	3.72	4.28	-	-
	30					3.32	4.11	4.75	-	-
	40					3.64	4.50	5.22	6.76	8.13
	50					3.95	4.90	5.69	7.39	8.91
	60					4.26	5.29	6.16	8.02	9.70
	80					4.89	6.07	7.10	9.28	11.3
90	90	±0.75				5.52	6.86	8.04	10.5	12.8
100	40	±0.80				4.26	5.29	6.16	8.02	9.70
	50					4.58	5.68	6.63	8.65	10.5
	60					4.89	6.07	7.10	9.28	11.3
	80					5.52	6.86	8.04	10.5	12.8
	100					6.15	7.64	8.99	11.8	14.4
120	40	±0.80				4.89	6.07	7.10	9.28	11.3
	60					5.52	6.86	8.04	10.5	12.8

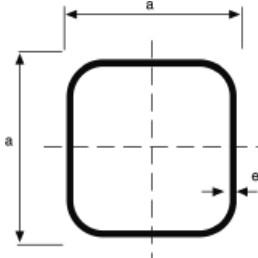
İnce Etli Kare ve Dikdörtgen Profilleri (TS 5317)



Boyutlar a x b	Kalınlığı e	Ağırlık	Kesit Alanı A
mm	mm	kg/m	cm ²
40x20	1.2	1.05	1.33
	1.6	1.36	1.73
	2	1.65	2.10
	2.6	2.05	2.62
50x30	1.2	1.42	1.81
	1.6	1.86	2.37
	2	2.28	2.90
	2.6	2.87	3.66
	3.2	3.42	4.36
	4	4.09	5.21
60x40	1.6	2.36	3.01
	2	2.91	3.70
	2.6	3.69	4.70
	3.2	4.43	5.64
	4	5.35	6.81
	5	6.39	8.14
80x40	1.6	2.87	3.65
	2	3.53	4.50
	2.6	4.50	5.74
	3.2	5.43	6.92
	4	6.60	8.41
90x50	1.6	3.37	4.29
	2	4.16	5.30
	2.6	5.32	6.78
	3.2	6.44	8.20
	4	7.86	10.0
100x60	2	4.79	6.10
	2.6	6.14	7.82
	3.2	7.44	9.48
	4	9.11	11.6
	5	11.1	14.1
120x60	2	5.42	6.90
	2.6	6.95	8.86
	3.2	8.45	10.8
	4	10.4	13.2
	5	12.7	16.1
	6.3	15.5	19.7
120x80	2.6	7.77	9.90
	3.2	9.45	12.0
	4	11.6	14.8
	5	14.2	18.1
	6.3	17.5	22.2
	7.1	19.4	24.7
140x90	3.2	11.00	14.0
	4	13.5	17.2
	5	16.6	21.1
	6.3	20.4	26.0
	7.1	22.7	28.9

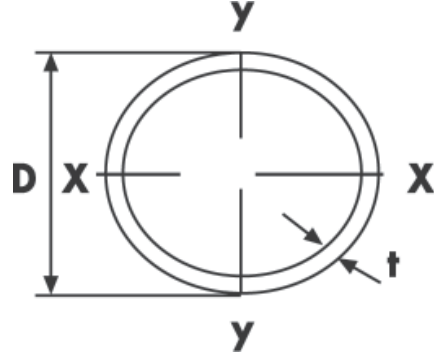
Boyutlar a x b	Et Kalınlığı e	Ağırlık	Kesit Alanı A
mm	mm	kg/m	cm ²
150x100	3.2	12.0	15.2
	4	14.8	18.8
	5	18.2	23.1
	6.3	22.4	28.5
	7.1	24.9	31.8
	8	27.7	35.2
160x80	10	33.4	42.6
	3.2	11.5	14.6
	4	14.1	18.0
	5	17.4	22.1
	6.3	21.4	27.3
	7.1	23.8	30.3
180x100	8	26.4	33.6
	10	31.8	40.6
	3.2	13.5	17.2
	4	16.7	21.2
	5	20.5	26.1
	6.3	25.4	32.3
200x100	7.1	28.3	36.0
	8	31.4	40.0
	10	38.1	48.6
	4	17.9	22.8
	5	22.1	28.1
	6.3	27.4	34.8
220x120	7.1	30.5	38.9
	8	33.9	43.2
	10	41.3	52.6
	4	21.7	21.7
	5	26.8	26.8
	6.3	33.3	33.3
250x150	7.1	37.2	37.2
	8	41.5	41.5
	10	50.7	50.7
	4	24.2	30.8
	5	29.9	38.1
	6.3	37.2	47.4
	7.1	41.6	53.1
	8	46.5	59.2
	10	57.0	72.6
	12.5	69.4	88.4

Kalın Etli Kare Profilleri (TS 5317)



Boyutlar a x b	Et Kalınlığı e	Ağırlık	Kesit Alanı A
mm	mm	kg/m	cm ²
20x20	1.2	0.670	0.853
	1.6	0.855	1.09
	2	1.02	1.30
30x30	1.2	1.05	1.33
	1.6	1.36	1.73
	2	1.65	2.10
	2.6	2.05	2.62
40x40	1.2	1.42	1.81
	1.6	1.86	2.37
	2	2.28	2.90
	2.6	2.87	3.66
	3.2	3.42	4.36
	4	4.09	5.21
50x50	1.6	2.36	3.01
	2	2.91	3.70
	2.6	3.69	4.70
	3.2	4.43	5.64
	4	5.35	6.81
	5	6.39	8.14
60x60	1.6	2.87	3.65
	2	3.53	4.50
	2.6	4.50	5.74
	3.2	5.43	6.92
	4	6.60	8.41
	5	7.96	10.1
70x70	1.6	3.37	4.29
	2	4.16	5.30
	2.6	5.32	6.78
	3.2	6.44	8.20
	4	7.86	10.0
	5	9.53	12.1
80x80	2	4.79	6.10
	2.6	6.14	7.82
	3.2	7.44	9.48
	4	9.11	11.6
	5	11.10	14.1
90x90	2	5.42	6.90
	2.6	6.95	8.96
	3.2	8.45	10.8
	4	10.4	13.2
	5	12.7	16.1
	6.3	15.5	19.7
100x100	2.6	7.77	9.90
	3.2	9.45	12.0
	4	11.6	14.8
	5	14.2	18.1
	6.3	17.5	22.2
	7.1	19.4	24.7

Boyutlar a x b	Et Kalınlığı e	Ağırlık	Kesit Alanı A
mm	mm	kg/m	cm ²
115x115	2.6	8.99	11.5
	3.2	11.0	14.0
	4	13.5	17.2
	5	16.6	21.1
	6.3	20.4	26.0
120x120	7.1	22.7	28.9
	3.2	11.5	14.6
	4	14.1	18.0
	5	17.4	22.1
	6.3	21.4	27.3
	7.1	23.8	30.3
135x135	8	26.4	33.6
	10	31.8	40.6
	3.2	13.0	16.5
	4	16.0	20.4
	5	19.7	25.1
	6.3	24.4	31.1
140x140	7.1	27.2	34.6
	8	30.2	38.4
	10	36.6	46.6
	4	16.7	21.2
	5	20.5	26.1
	6.3	25.4	32.3
150x150	7.1	28.3	36.0
	8	31.4	40.0
	10	38.1	48.6
	4	17.9	22.8
	5	22.1	28.1
	6.3	27.4	34.8
160x160	7.1	30.5	38.9
	8	33.9	43.2
	10	41.3	52.6
	4	19.2	24.4
	5	23.7	30.1
	6.3	29.3	37.4
175x175	7.1	32.7	41.7
	8	36.5	46.4
	10	44.4	56.6
	4	21.0	26.8
	5	26.0	33.1
	6.3	32.3	41.1
180x180	7.1	36.1	46.0
	8	40.2	51.2
	10	49.1	62.6
	4	21.7	27.6
	5	26.8	34.1
	6.3	33.3	42.4
	7.1	37.2	47.4
	8	41.5	52.8
	10	50.7	64.6
	12.5	61.5	78.4



Dış Çap	Et Kalınlığı	Birim Ağırlık	Kesit Alanı	Yüzey Alanı	Atalet Momenti	Atalet Yarı Çapı	Mukavemet Momenti	Plastik Momenti	Burulma Katsayısı	
D mm	t mm	M kg/m	A cm²	AS m²/m	I cm⁴	i cm	Wel cm³	Wpl cm³	It cm⁴	Ct cm³
21,3	2,0	0,95	1,21	0,07	0,57	0,69	0,54	0,75	1,14	1,07
21,3	2,5	1,16	1,48	0,07	0,66	0,67	0,62	0,89	1,38	1,25
21,3	* 3,0	1,35	1,72	0,07	0,74	0,66	0,7	1,01	1,48	1,39
26,9	* 2,0	1,23	1,56	0,08	1,22	0,88	0,91	1,24	2,44	1,81
26,9	* 2,5	1,50	1,92	0,08	1,44	0,87	1,07	1,49	2,88	2,14
26,9	* 3,0	1,77	2,25	0,08	1,63	0,85	1,21	1,72	3,27	2,43
33,7	* 2,0	1,56	1,99	0,11	2,51	1,12	1,49	2,01	5,02	2,98
33,7	* 2,5	1,92	2,45	0,106	3,00	1,11	1,78	2,44	6,00	3,56
33,7	* 3,0	2,27	2,89	0,106	3,44	1,09	2,04	2,84	6,88	4,08
42,4	* 2,0	1,99	2,54	0,133	5,19	1,43	2,45	3,27	10,4	4,90
42,4	* 2,5	2,46	3,13	0,133	6,26	1,41	2,95	3,99	12,5	5,91
42,4	* 3,0	2,91	3,71	0,133	7,25	1,40	3,42	4,67	14,5	6,84
42,4	* 4,0	3,79	4,83	0,133	8,99	1,36	4,24	5,92	18,0	8,48
48,3	* 2,0	2,28	2,91	0,152	7,81	1,64	3,23	4,29	15,6	6,47
48,3	* 2,5	2,82	3,60	0,152	9,46	1,62	3,92	5,25	18,9	7,83
48,3	* 3,0	3,35	4,27	0,152	11,0	1,61	4,55	6,17	22,0	9,11
48,3	* 4,0	4,37	5,57	0,152	13,8	1,57	5,70	7,87	27,5	11,4
48,3	5,0	5,34	6,80	0,152	16,2	1,54	6,69	9,42	32,3	13,4
60,3	* 2,0	2,88	3,66	0,189	15,6	2,06	5,17	6,80	31,2	10,3
60,3	* 2,5	3,56	4,54	0,189	19,0	2,05	6,30	8,36	38,0	12,6
60,3	* 3,0	4,24	5,40	0,189	22,2	2,03	7,37	9,86	44,4	14,7
60,3	* 4,0	5,55	7,07	0,189	28,2	2,00	9,34	12,7	56,3	18,7
60,3	* 5,0	6,82	8,69	0,189	33,5	1,96	11,1	15,3	67,0	22,2
76,1	* 2,0	3,65	4,66	0,239	32,0	2,62	8,40	11,0	64,0	16,8
76,1	* 2,5	4,54	5,78	0,239	39,2	2,60	10,3	13,5	78,4	20,6
76,1	* 3,0	5,41	6,89	0,239	46,1	2,59	12,1	16,0	92,2	24,2
76,1	* 4,0	7,11	9,06	0,239	59,1	2,55	15,5	20,8	118	31,0
76,1	* 5,0	8,77	11,2	0,239	70,9	2,52	18,6	25,3	142	37,3
88,9	* 2,0	4,29	5,46	0,279	51,6	3,07	11,6	15,1	103	23,2
88,9	* 2,5	5,33	6,79	0,279	63,4	3,06	14,3	18,7	127	28,5
88,9	* 3,0	6,36	8,10	0,279	74,8	3,04	16,8	22,1	150	33,6
88,9	* 4,0	8,38	10,7	0,279	96,3	3,00	21,7	28,9	193	43,3
88,9	* 5,0	10,30	13,2	0,279	116	2,97	26,2	35,2	233	52,4
88,9	* 6,0	12,30	15,6	0,279	135	2,94	30,4	41,3	270	60,7
88,9	* 6,3	12,80	16,3	0,279	140	2,93	31,5	43,1	280	63,1
101,6	2,0	4,91	6,26	0,319	77,6	3,52	15,3	19,8	155	30,6

Dış Çap	Et Kalınlığı	Birim Ağırlık	Kesit Alanı	Yüzey Alanı	Atalet Momenti	Atalet Yarı Çapı	Mukavemet Momenti	Plastik Momenti	Bunulma Katsayıları	
D mm	t mm	M kg/m	A cm²	AS m²/m	I cm⁴	i cm	Wel cm³	Wpl cm³	It cm⁴	Ct cm³
101,6	2,5	6,11	7,78	0,319	95,6	3,50	18,8	24,6	191	37,6
101,6	3,0	7,29	9,29	0,319	113	3,49	22,3	29,2	226	44,5
101,6	* 4,0	9,63	12,3	0,319	146	3,45	28,8	38,1	293	57,6
101,6	* 5,0	11,90	15,2	0,319	177	3,42	34,9	46,7	355	69,9
101,6	* 6,0	14,10	18,0	0,319	207	3,39	40,7	54,9	413	81,4
101,6	* 6,3	14,80	18,9	0,319	215	3,38	42,3	57,3	430	84,7
114,3	* 2,5	6,89	8,78	0,359	137	3,95	24,0	31,3	275	48,0
114,3	* 3,0	8,23	10,5	0,359	163	3,94	28,4	37,2	325	56,9
114,3	* 4,0	10,9	13,9	0,359	211	3,90	36,9	48,7	422	73,9
114,3	* 5,0	13,5	17,2	0,359	257	3,87	45,0	59,8	514	89,9
114,3	* 6,0	16,0	20,4	0,359	300	3,83	52,5	70,4	600	105
114,3	* 6,3	16,8	21,4	0,359	313	3,82	54,7	73,6	625	109
114,3	8,0	21,0	26,7	0,359	379	3,77	66,4	90,6	759	133
139,7	3,0	10,1	12,9	0,439	301	4,83	43,1	56,1	602	86,2
139,7	4,0	13,4	17,1	0,439	393	4,80	56,2	73,7	786	112
139,7	* 5,0	16,6	21,2	0,439	481	4,77	68,8	90,8	961	138
139,7	* 6,0	19,8	25,2	0,439	564	4,73	80,8	107	1129	162
139,7	* 6,3	20,7	26,4	0,439	589	4,72	84,3	112	1177	169
139,7	8,0	26,0	33,1	0,439	720	4,66	103	139	1441	206
168,3	3,0	12,2	15,6	0,529	532	5,85	63,3	82,0	1065	127
168,3	4,0	16,2	20,6	0,529	697	5,81	82,8	108	1394	166
168,3	5,0	20,1	25,7	0,529	856	5,78	102	133	1712	203
168,3	* 6,0	24,0	30,6	0,529	1009	5,74	120	158	2017	240
168,3	* 6,3	25,2	32,1	0,529	1053	5,73	125	165	2107	250
168,3	8,0	31,6	40,3	0,529	1297	5,67	154	206	2595	308
177,8	4,0	17,1	21,8	0,559	825	6,15	92,8	121	1650	186
177,8	5,0	21,3	27,1	0,559	1014	6,11	114	149	2028	228
177,8	* 6,0	25,4	32,4	0,559	1196	6,08	135	177	2392	269
177,8	* 6,3	26,6	33,9	0,559	1250	6,07	141	185	2499	281
177,8	8,0	33,5	42,7	0,559	1541	6,01	173	231	3083	347
219,1	* 4,0	21,2	27,0	0,688	1564	7,61	143	185	3128	286
219,1	* 5,0	26,4	33,6	0,688	1928	7,57	176	229	3856	352
219,1	* 6,0	31,5	40,2	0,688	2282	7,54	208	273	4564	417
219,1	* 6,3	33,1	42,1	0,688	2386	7,53	218	285	4772	436
219,1	* 8,0	41,6	53,1	0,688	2960	7,47	270	357	5919	540
219,1	* 10,0	51,6	65,7	0,688	3598	7,40	328	438	7197	657
244,5	5,0	29,5	37,6	0,768	2699	8,47	221	287	5397	441
244,5	* 6,0	35,3	45,0	0,768	3199	8,43	262	341	6397	523
244,5	* 6,3	37,0	47,1	0,768	3346	8,42	274	358	6692	547
244,5	8,0	46,7	59,4	0,768	4160	8,37	340	448	8321	681
244,5	* 10,0	57,8	73,7	0,768	5073	8,30	415	550	10146	830
273,0	* 5,0	33,0	42,1	0,858	3781	9,48	277	359	7562	554
273,0	* 6,0	39,5	50,2	0,858	4487	9,44	329	428	8974	657
273,0	* 6,3	41,4	52,8	0,858	4696	9,43	344	448	9392	688
273,0	* 8,0	52,3	66,6	0,858	5852	9,37	429	562	11703	857
273,0	* 10,0	64,9	82,6	0,858	7154	9,31	524	692	14308	1048
273,0	* 12,0	77,2	98,4	0,858	8396	9,24	615	818	16792	1230
323,9	* 5,0	39,3	50,1	1,020	6369	11,3	393	509	12739	787
323,9	* 6,0	47,0	59,9	1,020	7572	11,2	468	606	15145	935
323,9	* 6,3	49,3	62,9	1,020	7929	11,2	490	636	15858	979
323,9	* 8,0	62,3	79,4	1,020	9910	11,2	612	799	19820	1224
323,9	* 10,0	77,4	98,6	1,020	12158	11,1	751	986	24317	1501
323,9	* 12,0	92,3	118	1,020	14320	11,0	884	1168	28369	1768

Bulunabilirlik Bilgisi: (*) işaretli kesitler Türkiye iç piyasa stoklarda sık bulunabilen ebatlar olup, diğer ebatlar için üretok yerlerine danışılmalıdır.

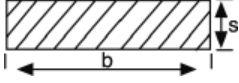
YUVARLAK ve KARE (kg/m)

Ebat (mm)	 d	 a	Ebat (mm)	 d	 a	Ebat (mm)	 d	 a
5	0.15	0.20	47	13.6	17.3	89	48.8	62.2
6	0.22	0.28	48	14.2	18.1	90	49.9	63.6
7	0.30	0.38	49	14.8	18.9	91	51.1	65.0
8	0.39	0.50	50	15.4	19.6	92	52.2	66.4
9	0.50	0.64	51	16.0	20.4	93	53.3	67.9
10	0.62	0.79	52	16.7	21.2	94	54.5	69.4
11	0.75	0.95	53	17.3	22.1	95	55.6	70.9
12	0.89	1.13	54	18.0	22.9	96	56.8	72.4
13	1.04	1.33	55	18.7	23.8	97	58.0	73.9
14	1.21	1.54	56	19.3	24.6	98	59.2	75.4
15	1.39	1.77	57	20.0	25.5	99	60.4	76.9
16	1.58	2.01	58	20.7	26.4	100	61.7	78.5
17	1.78	2.27	59	21.5	27.3	105	68.9	86.6
18	2.00	2.54	60	22.2	28.3	110	74.6	95.0
19	2.23	2.83	61	22.9	29.2	115	81.5	104
20	2.47	3.14	62	23.7	30.2	120	88.8	113
21	2.72	3.46	63	24.5	31.2	125	96.3	123
22	2.98	3.80	64	25.3	32.2	130	104	133
23	3.26	4.15	65	26.1	33.2	135	112	143
24	3.55	4.52	66	26.9	34.2	140	121	154
25	3.85	4.91	67	27.7	35.2	145	130	165
26	4.17	5.31	68	28.5	36.3	150	139	177
27	4.49	5.72	69	29.4	37.4	155	148	189
28	4.83	6.15	70	30.2	38.5	160	158	201
29	5.19	6.60	71	31.1	39.6	165	168	214
30	5.55	7.07	72	32.0	40.7	170	178	227
31	5.92	7.54	73	32.8	41.8	175	189	240
32	6.31	8.04	74	33.8	43.0	180	200	254
33	6.71	8.55	75	34.7	44.2	185	211	269
34	7.13	9.07	76	35.6	45.3	190	223	283
35	7.55	9.62	77	36.6	46.5	195	243	299
36	7.99	10.2	78	37.5	47.8	200	247	314
37	8.44	10.8	79	38.5	49.0	210	272	~46
38	8.90	11.3	80	39.5	50.2	220	298	380
39	9.38	11.9	81	40.5	51.5	230	326	415
40	9.86	12.6	82	41.5	52.8	240	355	452
41	10.4	13.2	83	42.5	54.1	250	286	491
42	10.9	13.9	84	43.5	55.4	260	417	531
43	11.4	14.5	85	44.5	56.7	270	449	572
44	11.9	15.2	86	45.6	58.1	280	483	615
45	12.5	15.9	87	46.7	59.4	290	518	660
46	13.1	16.6	88	47.7	60.8	300	555	707

ALTI ve SEKİZ KÖŞE (kg/m)

Ebat (mm)			Ebat (mm)			Ebat (mm)		
	++ s ++	++ s ++		++ s ++	++ s ++		++ s ++	++ s ++
5	0.17	0.16	39	10.3	9.89	135	123.9	118.5
6	0.25	0.23	41	11.4	10.9	140	133.3	127.4
7	2.33	0.32	43	12.6	12.0	145	142.9	136.7
8	0.44	0.42	45	13.8	13.2	150	153.0	146.3
9	0.55	0.53	47	15.0	14.4	155	163.8	156.2
10	0.68	0.65	50	17.0	16.3	160	174.0	166.4
11	0.82	0.79	53	19.1	18.3	165	185.1	177.0
12	0.98	0.94	56	21.3	20.4	170	196.5	187.9
13	1.15	1.10	58	21.5	21.9	175	208.2	199.1
14	1.33	1.27	60	24.5	23.4	180	220.3	210.6
15	1.53	1.46	62	26.1	25.0	185	232.6	222.5
16	1.74	1.66	64	27.8	26.6	190	245.4	234.7
17	1.96	1.88	65	28.8	27.5	195	258.5	247.2
18	2.20	2.11	66	29.6	28.3	200	272.0	260.0
19	2.45	2.35	68	31.4	30.1			
20	2.72	2.60	70	33.1	31.9			
21	3.00	2.87	72	35.2	33.7			
22	3.29	3.15	74	37.2	35.6			
23	3.60	3.44	75	38.3	36.6			
24	3.92	3.74	76	39.3	37.5			
25	4.25	4.06	78	41.4	39.5			
26	4.60	4.40	80	43.5	41.6			
27	4.96	4.74	85	49.1	47.0			
28	5.33	5.09	90	55.1	52.7			
29	5.72	5.47	95	61.4	58.7			
30	6.12	5.85	100	68.0	65.0			
31	6.53	6.25	105	75.0	71.7			
32	6.96	6.66	110	82.0	78.7			
33	7.41	7.08	115	89.9	86.0			
34	7.86	7.25	120	97.9	93.6			
35	8.33	7.97	125	106.2	101.6			

Sıcak Haddelenmiş Çelik Lamalar (TS 3024)



Kg/mt

Kalınlık (s) mm

Genişlik (b) mm.	5	6	6.5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	20	22	24	27	30	32	34	43	48	53
21.5	-	-	-	-	1.35	-	1.69	1.86	2.03	2.19	2.36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23.5	-	-	-	-	-	-	1.84	-	2.21	2.40	-	2.77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26.5	-	-	-	-	-	1.87	-	2.29	-	-	2.91	-	3.33	-	-	4.58	-	-	-	-	-	-	-	-
31.5	1.24	1.48	-	1.73	-	2.23	-	2.72	-	-	-	-	-	4.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33.5	-	-	-	-	-	-	2.63	-	3.16	-	-	-	-	4.47	5.26	5.79	-	-	-	-	-	-	-	-
36.5	-	1.72	-	2.01	-	2.58	-	3.15	-	-	4.01	-	-	4.87	-	6.30	-	7.74	-	-	-	-	-	-
41.5	-	1.95	-	2.28	-	2.93	-	3.58	-	-	4.56	-	-	5.54	-	7.17	7.82	8.80	-	10.4	11.1	-	-	-
45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.54	-	-	-	-	-	-
46.5	-	2.19	-	2.56	-	3.79	-	4.02	-	-	(5.11)	-	-	6.21	-	8.03	-	9.85	-	-	12.4	-	-	-
48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.6	-	-	-	-
51.5	-	2.43	-	2.83	-	3.64	-	4.45	-	-	5.66	-	-	6.87	-	8.89	-	10.8	(12.1)	12.9	(13.7)	-	-	-
55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.7	-	-	-
56.5	-	-	-	3.10	-	3.99	-	4.88	-	-	6.21	-	-	7.54	-	9.76	-	-	-	-	-	-	-	-
57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.71	-	-	-	-	-	-	-	-	15.2	-	-	-
61.5	-	2.90	-	3.38	-	4.34	-	-	5.79	-	6.76	-	-	8.21	-	10.6	-	13.0	-	15.4	-	20.0	-	-
65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(17.3)	-	-	-
70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.7	-	-	-
72	-	-	-	-	4.52	-	5.65	-	6.78	-	7.91	-	-	9.61	-	12.4	-	15.3	-	18.1	-	-	(24.3)	-
75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(15.9)	-	-	(20.0)	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(17.0)	-	-	(21.4)	-	-	-
82	-	-	-	4.51	5.15	-	6.44	-	7.72	-	9.01	-	-	10.9	-	14.2	-	17.4	-	20.6	-	-	27.7	34.1
85	-	-	(4.34)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(18.0)	-	-	(22.7)	-	-	-
92	-	-	-	-	5.78	-	7.22	-	8.67	-	10.1	-	-	12.3	-	15.9	-	19.5	-	-	-	-	-	-
102	-	-	-	-	-	-	-	-	9.61	-	11.2	-	-	13.6	-	17.6	-	21.6	-	25.6	-	-	(34.4)	(42.4)
122	-	-	-	-	(7.66)	-	(9.58)	-	(11.5)	-	(13.4)	-	-	(16.3)	-	(21.1)	-	(25.9)	-	(30.6)	-	-	-	-

* Parantez içindeki ölçüler zorunluk olmadıkça kullanılmamalıdır.

Metal Sacların Ağırlığı

**Galvanizli (D.K.P.) Sacların
Birim Ağırlıkları**

Kalınlık (mm)	Ağırlık (Kg/m ²)
0.50	3.93
0.60	4.71
0.70	5.50
0.75	5.89
0.90	7.07
1.00	7.85
1.20	9.42
1.50	11.78
2.00	15.70
2.50	19.63
3.00	23.55

Kalınlık (mm)	Ağırlık (Kg/m ²)
3.50	27.48
4.00	31.40
5.00	39.25
6.00	47.10
7.00	55.00
8.00	62.80
9.00	70.65
10.00	78.50
12.00	94.20
15.00	117.75

Not: idarenin mäsadesi ile bilumum sac levhalarda Kg/m² ağırlıkları %5,0 eksik - fazla olabilir.

Kurşun Levhaların Birim Ağırlıkları

Kalınlık (mm)	Ağırlık (Kg/m ²)
1.50	17.10
1.75	20.00
2.00	22.80
2.25	25.60
2.50	28.50
2.75	31.13
3.00	34.20

Bakır Levhaların Birim Ağırlıkları

Kalınlık (mm)	Ağırlık (Kg/m ²)
0.50	4.50
0.56	5.00
0.61	5.50
0.66	6.00
0.72	6.50
0.78	7.00
0.83	7.50
0.94	8.00
0.98	8.50
1.00	9.00

Not: idarenin yazılı mäsadesi ile Kg/m² ağırlıkları %1 eksik olabilir.

**Diğer Metal Sacların Ağırlıkları
(kg/m² olarak)**

Kalınlık (mm)	Alüminyum	Pirinç	Bronz
0,25	0,633	2,138	2,15
0,50	1,365	4,475	4,30
0,75	2,048	6,413	6,45
1	2,73	8,55	8,6
2	5,46	17,10	17,2
3	8,19	25,65	25,8
4	10,92	34,20	34,4
5	13,65	42,75	43,0
6	16,38	51,30	51,6
7	19,11	59,85	60,2
8	21,84	68,40	68,8
9	24,57	76,95	77,4
10	27,30	85,50	86,0
11	30,03	94,05	94,6
12	32,76	102,60	103,2
13	35,49	111,15	111,8
14	38,22	119,70	120,4
15	40,95	128,25	129,0

**Çinko Levhaların
Birim Ağırlıkları**

No	Kalınlık (mm)	Ağırlık (Kg/m ²)
10	0.50	3.50
11	0.58	4.06
12	0.66	4.62
13	0.74	5.48
14	0.82	5.74
15	0.95	6.65
16	1.08	7.56
17	1.21	8.47
18	1.34	9.38
19	1.47	10.29
20	1.60	11.20

Not: %0.5 eksik ve fazla olabilir.

Yardımcı Tablolar

Poliüretan Dolgulu Trapezoidal Kesitli Alüminyum Levhaların (m²) Ağırlıkları

Kalınlık (mm)	Ağırlık (Kg/m ²)
0.50	1.76
0.60	2.11
0.70	2.46
0.90	3.16
1.00	3.51
1.20	4.22

Düz Alüminyum Levhaların (m²) Ağırlıkları

Kalınlık (mm)	Ağırlık (Kg/m ²)
0.50	1.36
0.56	1.51
0.60	1.62
0.70	1.89
0.90	2.43
1.00	2.70
1.20	3.24

Poliüretan Dolgulu Düz Alüminyum Levhaların (m²) Ağırlıkları

Kalınlık (mm)	Ağırlık (Kg/m ²)
0.50	1.47
0.60	1.76
0.70	2.06
0.90	2.65
1.00	2.95

Trapezoidal Kesitli Alüminyum Levhaların (m²) Ağırlıkları

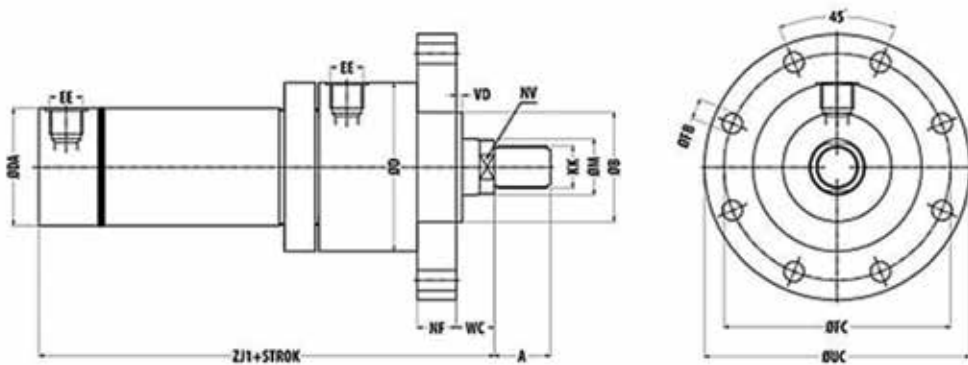
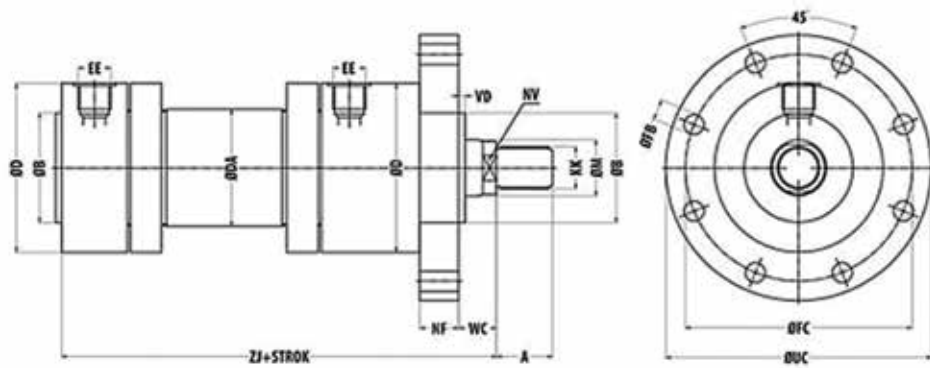
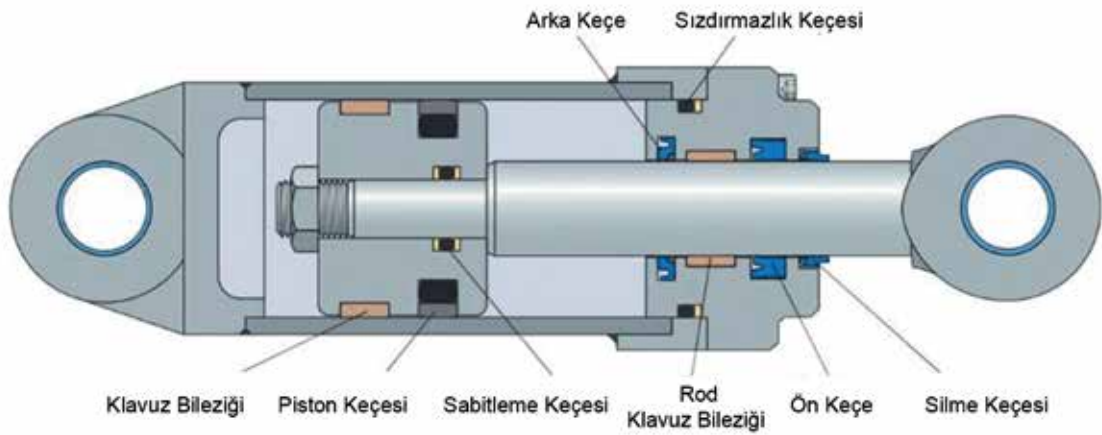
Kalınlık (mm)	Ağırlık (Kg/m ²)
0.50	1.638
0.60	1.965
0.70	2.293
0.90	2.948
1.00	3.276
1.20	3.931

Yağmur Boruları için Çinko Parça Kesme Tablosu

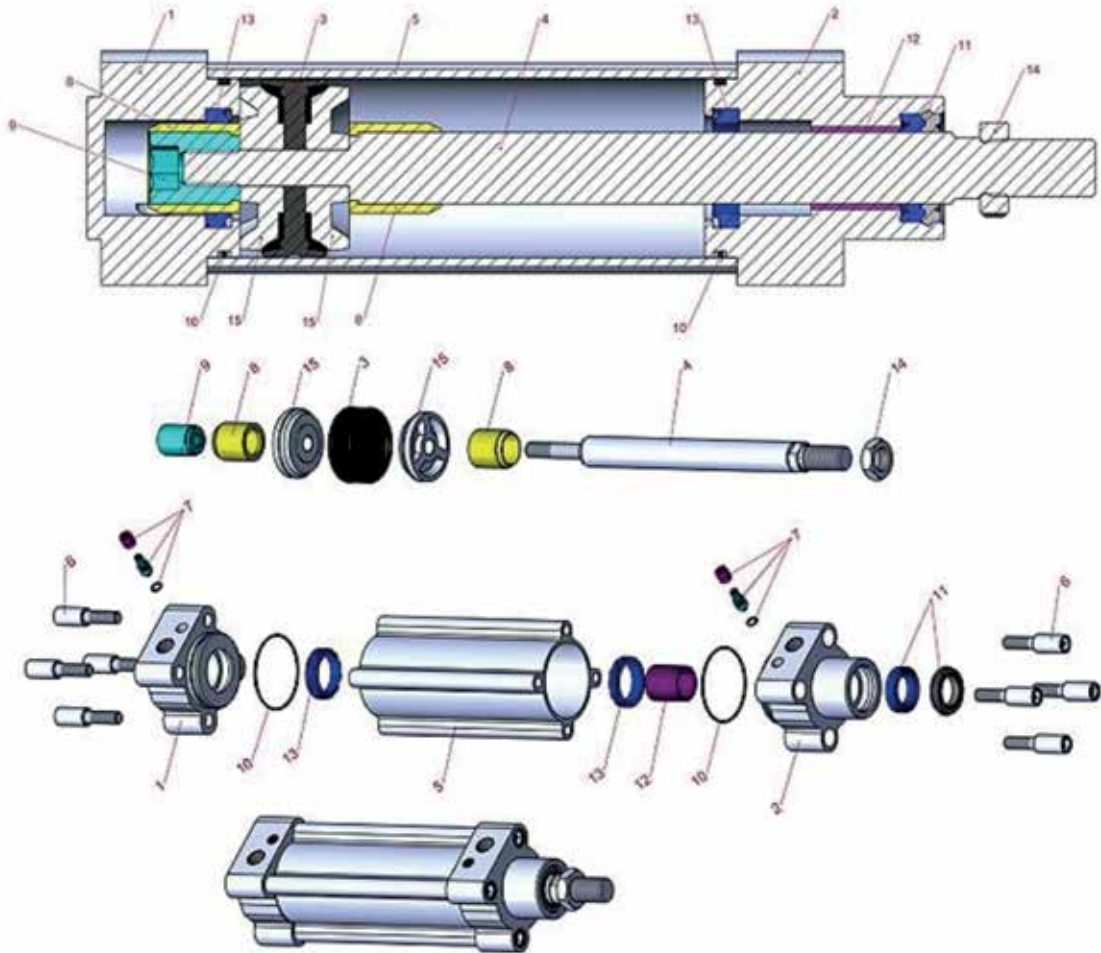
Boruya isabet eden çatı sahası yatay izdüşümde (m ²)	Boru kesiti çapı (mm)	Standart ölçüdeki levhadan kesilecek çinko parçası (mm)	Kullanılacak Çinko No
200 - 300	150	250	12
150-200	125	500	10-10
100-150	100	400	10-12
75-100	80	333	10
50-75	75	285	10
25-50	70	200	-

Yağmur Boruları İçin Çinko Parça Kesme Tablosu

Oluk isabet eden çatı sahası yatay izdüşümde (m ²)	Standart ölçüdeki levhadan kesilecek çinko parçası (mm)	Oluk kesiti alanı (cm ²)	Oluk çapı (mm)	Parça adedi	Çinko Levha No
200 - 300	500	250	240	4	14
150-200	400	150	185	5	12
100-150	333	120	155	6	12
75-100	285	80	130	7	12
50-75	250	60	110	8	12
25-50	200	45	90	10	12



Piston	32	40	50	63	80	100	125	140	160	180	200
M	18/22	22/28	28/36	36/45	45/56	56/70	70/90	80/90	90/110	100/110	110/140
A	18/22	22/28	28/36	36/45	45/56	56/63	63/75	75/85	85/90	90/95	95/100
B	40	50	60	70	85	106	132	145	160	185	200
D	68	78	98	108	129	158	186	210	240	255	296
DA	40	50	60	75	95	115	145	160	180	210	230
EE	R1/4"	R3/8"	R1/2"	R1/2"	R1/2"	R3/4"	R3/4"	R3/4"	R1"	R1"	R1"
FB	9	9	11	13	17	22	22	22	22	26	26
FC	92	106	126	145	165	200	235	260	280	320	340
KK	M14x1,5 M16x1,5	M14x1,5 M20x1,5	M20x1,5 M27x2,0	M27x2,0 M33x2,0	M33x2,0 M42x2,0	M42x2,0 M48x2,0	M45x2,0 M56x2,0	M56x2,0 M64x2,0	M64x3,0 M72x3,0	M72x3,0 M80x3,0	M80x3,0 M100x3,0
NF	16	16	20	25	32	32	32	35	36	40	40
NV	15/17	17/22	22/28	28/36	36/46	46/60	60/75	60/68	75/90	85/95	90/120
UC	110	125	148	170	195	238	272	296	316	365	385
VD	3	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5
WC	16	16	18	20	22	25	28	30	30	35	35
ZJ	170	190	205	224	250	300	325	360	370	425	450
ZJ1	166	196	213	234	235	286	310	325	345	385	400



P – Sistem Çalışma Basıncı (N/mm²)

A1 – Boru İç Çapı (mm)

A2 – Rot (Mil) Çapı (mm)

F itme – İtme Kuvveti (N)

F çekme – Çekme Kuvveti (N)

*1 Bar = 0.1 N/mm²

Hidrolik /Pnömatik Silindir (Piston) İtme Kuvveti Hesaplama

$$F_{itme} = P(\pi A_1^2/4)$$

Hidrolik /Pnömatik Silindir (Piston) Çekme Kuvveti Hesaplama

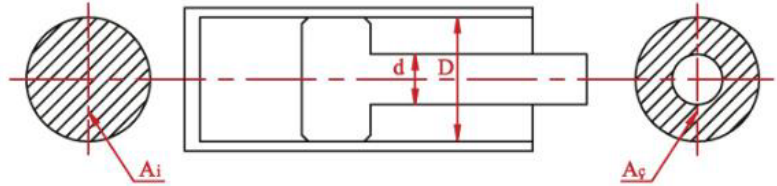
$$F_{çekme} = P(\pi(A_1^2 - A_2^2)/4)$$

Örnek Hesaplama

100 x 120 mm Boru kullanılarak imal edilen, rot çapı 60 mm olan Hidrolik Silindir için itme ve çekme kuvvetini bulunuz.

Kullanılacak Dişli
Pompa = 200 bar

D = 10 cm
d = 6 cm
P = 200 bar



$$\begin{aligned} A_1 &= \pi \times \left(\frac{D}{2}\right)^2 \\ &= \pi \times \left(\frac{10}{2}\right)^2 \\ &= 78,5 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_i &= P \times A_1 \\ &= 200 \text{ bar} \times 78,5 \text{ cm}^2 \\ F_i &= 15700 \text{ kg} \\ &= 15,7 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{\check} &= P \times A_{\check} \\ &= 200 \text{ bar} \times 50,24 \text{ cm}^2 \\ &= 10480 \text{ kg} \\ &= 10,48 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\check} &= \pi \times \left[\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2\right] \\ &= \pi \times \left[(5)^2 - (3)^2\right] \\ &= \pi \times (25 - 9) \\ A_{\check} &= 50,24 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Hidrolik Elemanların Sembolleri

Ana Basınç ya da dönüş hatları	
Pilot ve sızıntı hatları	
Bir grup valf ya da blok	
Sabit deplasmanlı pompa	
Hidrolik açısal döndürücü	
Akümülatör	
Elektrik motoru	
Dizel motor	
Çift etkili astıtklamalı silindir	
Çift etkili silindir	
Tek etkili teleskobik silindir	
2/2 normalde kapalı yön denetim valfi	
2/2 normalde açık yön denetim valfi	
3/2 normalde açık yön denetim valfi	
Ayarlanabilir akış kontrol valfi	
Orifis (hassas kısma kesiti)	
2 yollu basınç kompensatörlü kısma valfi	
2 yollu basınç ve sıcaklık kompensatörlü akış kontrol valfi	
3 yollu basınç ve sıcaklık kompensatörlü akış kontrol valfi	
Çekli kısma valfi	
Sürgülü akış bölücü	
Filtre	
Yağ Soğutucu	
Yağ Isıtıcı	

Kapalı merkez 4/3 yön denetim valfi	
Açık merkez 4/3 yön denetim valfi	
H merkez 4/3 yön denetim valfi	
A ve B hattı tanka açık 4/3 yön denetim valfi	
Yaylı çekvalf	
Pilot kumandalı çek valf	
Veya (mekik) valfi	
Basınç emniyet valfi	
Pilot kontrollü emniyet valfi	
Basıncsız sıfırlamalı tip pilot kumandalı emniyet valfi	
2 yollu basınç düşürücü valf	
3 yollu basınç düşürücü valf	
Manometre	
Debimetre	
Yağ seviye göstergesi	
Termometre	
Takometre	
Torkmetre	
Basınç svici	
Analog dönüştürücü	
Limit svici	

Pnömatik Elemanların Sembolleri

Tek Etkili Silindir (Önden Yaylı)		Şartlandırıcı	
Tek Etkili Silindir (Arkadan Yaylı)		Şartlandırıcı (Basit Gösterim)	
Çift Piston (Rodlu Silindir)		Basınç Regülatörü	
Milsiz Silindir		Filtre	
2/2 Buton Kumandalı, Yay Geri Dönüslü NK		Su Tutucu Filtre (Otomatik Boşaltma)	
4/2 Buton Kumandalı, Yay Geri Dönüslü 1 E Açık		Yağlayıcı	
3/2 Buton Kumandalı, Yay Geri Dönüslü NA		Vakum Jeneratörü	
5/2 Buton Kumandalı, Yay Geri Dönüslü 1 2 Ye Açık		Hava Tankı	
Kısma Valfi (Tek Yönlü)		Kısma Valfi (Çift Yönlü)	
Vakum Geyci		Çabuk Egzost Valfi	
Veya Valfi		Ve Valfi	
Çek Valf		Yaylı Çek Valf	
Pnömatik Zamanlayıcı NK		Pnömatik Zamanlayıcı NA	
Sayıcı		İkazlı Çek Valf	
Çift Etkili Silindir (Yastıklamalı)		Çift Etkili Silindir (Yastıklamasız)	
Salınım Motoru		Hava Motoru	

Koruma Sınıfları

Koruma sınıflarını belirtmek için IPXY kullanılmış. Burada X katı cisimlere karşı korumayı, Y ise sıvı maddelere karşı korumayı gösterir.

IP KORUMA SINIFLARI (04.03.1997 Tarihli TS 3033 EN 60529 numaralı standard.)

Birinci rakam	Katı cisimlere karşı koruma	İkinci rakam	Sıvı maddelere karşı koruma
0	Koruma yok	0	Koruma yok
1	50 mm' den büyük boyutlardaki katı cisimlere karşı koruma	1	Dik düşen su damlalarına karşı koruma
2	12,50 mm' den büyük boyutlardaki katı cisimlere karşı koruma	2	Düşey'le 15° lik açı yapan su damlalarından koruma
3	2.5mm' den büyük boyutlardaki katı cisimlere karşı koruma	3	Düşey'le 60° lik açıdan daha büyük açı oluşturan su damlalarından koruma
4	1 mm' den büyük boyutlardaki katı cisimlere karşı koruma	4	Her yönden gelen su damlalarına karşı koruma
5	Toza karşı koruma	5	Her yönden, hortum marpuçundan püsküren su fişkırtmalarından koruma
6	Toza karşı tam koruma	6	Her yönden şiddetli deniz dalgalarına benzer şekilde çarpan suların etkisine karşı tam koruma
	-	7	Suya gömülme durumunun etkilerinden koruma
	-	8	Belirlenmiş koşullar altında uzun sürelerde suya gömülme durumunun etkilerinden koruma

ELEKTRİK ÇARPMASINA KARŞI KORUMA - TESİSAT VE DONANIM İÇİN ORTAK ÖZELLİKLER (11.07.2016 Tarihli TS EN 61140 numaralı standard.)

Koruma sınıfları	Sembol	Anlamı
I		Elektrik çarpmalarına karşı sadece temel yalıtım ile yetinilmeyerek, tesisatın sabit çekilen hattı içindeki bir koruma iletkenine, açıktaki iletken bölümlerin bağlantısını da içeren bir donanımdır.
II		Elektrik çarpmalarına karşı sadece temel yalıtım ile yetinilmeyerek, ilave yalıtım önlemleri alınmış ancak donanımın açıktaki metal bölümleri ile bir koruma iletkeni bağlantısı olmayan ve tesisatın sabit çekilen hattı üzerinde güvenlik önlemleri alınmamış olan donanımdır.
III		SELV'e göre elektrik çarpmalarına karşı koruma sağlanan ve SELV'de belirtilenden daha yüksek gerilim değerleri oluşmayan donanımdır. (SELV: Çok düşük güvenlik gerilimi.)

İK KORUMA SINIFLARI DIŞ MEKANİK DARBELERE KARŞI ELEKTRİKLİ DONANIMIN MAHFAZASI İLE SAĞLANAN KORUMA DERECELERİ (11.11.2002 tarihli TS EN 62262 numaralı standard.)

İK	Darbe şiddeti (joule olarak)
00	0
01	0,15
02	0,20
03	0,35
04	0,50
05	0,70
06	1
07	2
08	5
(1)	6
09	10
10	20

Koruma Sınıfları

DENKLEMLER

DENKLEM	SEMBOL	AÇIKLAMA
$n = \Phi_T / \Phi_1$	n	Lamba sayısı
	Φ_T	Gerekli toplam ışık akısı (lm)
	Φ_1	Bir lambanın verdiği ışık akısı (lm)
	k	Oda endeksi (oda boyutlarına bağlı olarak)
$k = [axb] / [hx(a+b)]$	a	Kısa kenar (m)
	b	Uzun kenar (m)
	h	Işık kaynağının çalışma düzlemine olan yüksekliği (m)
	H	Işık kaynağının yerden yüksekliği (m)
	$h_{çd}$	Çalışma düzleminin zeminden yüksekliği
$\Phi_T = [E_o \times S] / [\eta \times d]$	E_o	Gerekli ortalama aydınlık düzeyi değeri (lx) (Tablodan seçilir)
	S	Aydınlatılacak bölgenin alanı (m ²)
	d	Bakım Faktörü (Kirlenme faktörü) (Tablodan seçilir)
	$\eta = \eta_k \times \eta_L$	Odanın aydınlatma verim faktörü, odanın ışığı yansıma verimi. Aydınlatma sahasını sınırlayan tavan, duvar ve zeminin yansıma faktörlerine, oda indeksine ve seçilen lamba tipine bağlı olarak tablodan seçilir. (η_k : Oda verimi η_L : Seçilen armatürün verimi)

VERİLER

ODA BOYUTLARI	BAKIM FAKTÖRÜ: 0,81	AYDINLIK ŞİDDETİ ARMATÜR TİPİ	2x28 W/830 T5 floresan lambalı, parabolik lamelli armatürün ışık akısı Φ_1
a=6,20 m	TAVAN: AÇIK (0,8)	Yazma, okuma ve veri işleme amaçlı ofis için	28 W/830 T5 floresan lamba 2900 lm (Üreticiden temin edilir)
b=14 m	DUVAR: HAFİF KOYU (0,5)	$E_o=500$ lx (En az aydınlık düzeyi tablosundan seçilir.)	
H=3 m	ZEMİN: KOYU (0,1)	LAMBA TİPİ	
$h_{çd}=0,85$ m			

HESAPLAMA YÖNTEMİ

SIRA NO	İSTENİLEN	DENKLEM	HESAPLAMA	SONUÇ
1	h	$h = H - h_{çd}$	$h = 3 - 0,85$ m	$h = 2,15$ m
2	k	$k = [axb] / [hx(a+b)]$	$k = [6,20 \times 14] / [2,15 \times (6,20 + 14)]$	k=2
3	$\eta = \eta_k \times \eta_L$	Odanın aydınlatma verim faktörü (Verim faktörü tablosundan seçilir)		$\eta = 0,79$
4	d	Armatür bakım faktörü (d) (Bakım faktörü tablosundan seçilir.)		d=0,81
5	S	Temizlik periyodu: 1 yıl, Çevre koşulları: Normal, Armatür: Tip C için	$S = 14 \times 6,20$	$S = 86,80$ m ²
6	Φ_T	$\Phi_T = [E_o \times S] / [\eta \times d]$	$\Phi_T = [500 \times 86,80] / [0,79 \times 0,81]$	$\Phi_T = 67823$
7	n	$n = \Phi_T / \Phi_1$	$n = 67823 / 2900$	n=23,38 adet
8	T5 28W/830	n=24 adet floresan ampul kullanılacak		
9	2x28w	Bir armatürde 2 adet T5 28W/830 floresan ampul olduğuna göre		
10	N (armatür sayısı)	Büro aydınlatmasında N=24 adet parabolik lamelli 2x28 Wlık armatür kullanılacaktır.		
11	E_o	$E_o = [\Phi_T \times n \times \eta \times d] / [S]$	$E_o = [2900 \times 24 \times 0,79 \times 0,81] / [86,80]$	$E_o = 513$ lx

Bir büro aydınlatmasında $E_o = 513$ lx'lük bir aydınlık düzeyi elde edilir.

VERİM FAKTÖRÜ TABLOSU

2x28 W T5 floresan lambalı, parabolik lamelli armatüre ait verim faktörü (η) tablosu	η									
Tavan Yansıma Faktörü	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30
Duvar Yansıma Faktörü	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10
Zemin Yansıma Faktörü	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Oda endeksi $k = \frac{axb}{h \times (a+b)}$	VERİM FAKTÖRÜ η_1									
0.60	0.52	0.50	0.52	0.50	0.49	0.44	0.44	0.41	0.44	0.40
0.80	0.62	0.58	0.61	0.59	0.58	0.53	0.52	0.49	0.52	0.49
1.00	0.70	0.65	0.69	0.66	0.64	0.60	0.59	0.56	0.59	0.56
1.25	0.77	0.70	0.75	0.72	0.70	0.66	0.65	0.62	0.64	0.62
1.50	0.82	0.74	0.80	0.77	0.74	0.70	0.69	0.67	0.68	0.66
2.00	0.89	0.79	0.87	0.83	0.79	0.76	0.75	0.73	0.74	0.72
2.50	0.93	0.82	0.91	0.86	0.82	0.79	0.78	0.76	0.77	0.76
3.00	0.96	0.84	0.94	0.88	0.83	0.81	0.80	0.79	0.79	0.78
4.00	1.00	0.86	0.97	0.91	0.85	0.84	0.82	0.81	0.81	0.80
5.00	1.02	0.87	0.98	0.92	0.86	0.85	0.83	0.82	0.82	0.81

NOT: Her bir armatüre ait verim tablosu farklıdır. k değeri tabloda verilen değerlerin arasında kalan bir değer ise interpolasyon yöntemi ile ara değere karşılık gelen verim faktörü değeri hesaplanır.

Armatür Bakım Faktörü Tablosu (CIE, 2005)

Temizlik Periyodu (Yıl)	0	1				2				3			
Çevre Koşulları	-	ÇT	T	N	K	ÇT	T	N	K	ÇT	T	N	K
Armatür Tipi													
A	1	0.96	0.93	0.89	0.83	0.94	0.89	0.84	0.78	0.85	0.79	0.79	0.73
B	1	0.95	0.90	0.86	0.83	0.92	0.84	0.80	0.75	0.89	0.79	0.74	0.68
C	1	0.94	0.89	0.81	0.75	0.91	0.80	0.69	0.59	0.87	0.74	0.61	0.52
D	1	0.94	0.88	0.82	0.77	0.91	0.83	0.77	0.71	0.89	0.79	0.73	0.65
E	1	0.96	0.94	0.90	0.86	0.93	0.91	0.86	0.81	0.92	0.90	0.84	0.79
F	1	0.93	0.86	0.81	0.74	0.88	0.77	0.66	0.57	0.85	0.70	0.55	0.45

Çevre Koşulları: ÇT: Çok temiz; T: Temiz; N: Normal; K: Kirlili

Armatür Tipi: Tip A: Çıplak lamba - Tip B: Reflektörsüz açık armatür - Tip C: Reflektörlü açık armatür - Tip D: Kapalı armatür (IP2X) - Tip E: Toza karşı korumalı armatür (IP5X) - Tip F: Endirekt armatür

YANSITMA BİLGİLERİ

YAPI MALZEMELERİ		DUVAR BOYALARI	
Ak ağaç,huş ağacı	0,50	Beyaz	0,30-0,70
Meşe,açık renk,parlatılmış	0,25-0,35	Açık gri	0,40-0,60
Meşe,koyu renk,parlatılmış	0,01-0,15	Orta gri	0,25-0,35
Sunta,krem rengi	0,50-0,60	Koyu gri	0,10-0,15
Granit	0,20-0,25	Mavi	0,15-0,20
Kireç taşı	0,35-0,55	Açık yeşil	0,45-0,55
Mermer,parlatılmış	0,30-0,70	Koyu yeşil	0,15-0,20
Harç,açık renk;kireç badana	0,40-0,45	Açık sarı	0,60-0,70
Sıval(Alçı)	0,90	Kahverengi	0,20-0,30
Kum taşı	0,20-0,40	Pembe	0,45-0,55
Ahşap kaplama (Doğal)	0,20-0,30	Koyu kırmızı	0,15-0,20
Çimento,beton,çıplak	0,20-0,30		
Kiremit,kırmızı,yeni	0,10-0,15		

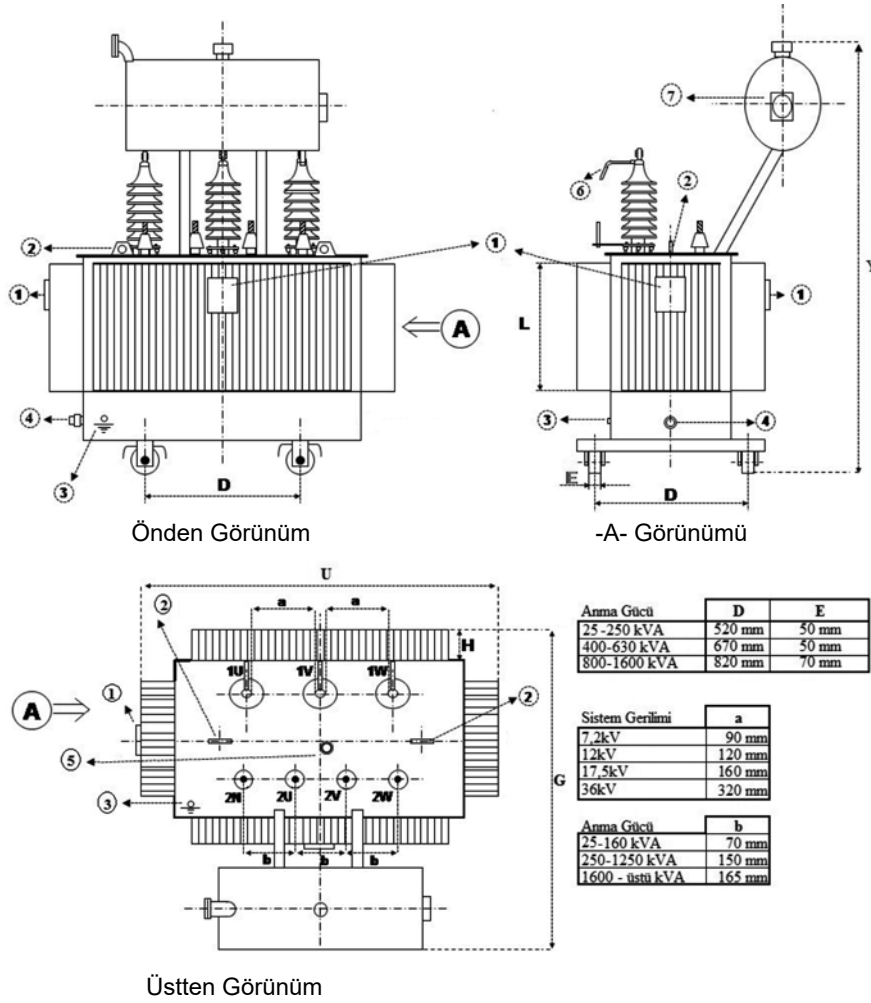
AYDINLATMA DAĞILIMINDA ETKİLİ OLAN YÜZEYLERİN YANSIMA ORANLARI (TS EN 12464)

	Yansıma Oranları*
Tavan	0,6-0,9
Duvarlar	0,3-0,8
Çalışma Yüzeyleri	0,2-0,6
Zemin	0,1-0,5

*Yansıma oranları hesaplanırken siyah rengin 0,1 ve beyaz rengin 1 yansıma oranına sahip olduğu varsayılmıştır.

*Yansıma oranları hesaplanırken siyah rengin 0,1 ve beyaz rengin 1 yansıma oranına sahip olduğu varsayılmıştır.

160 kVA ve daha küçük güçteki dağıtım transformatörlerinde
izolatör, genişleme deposu yerleşimi, bağlantı uçlarının işaretlenmesi ve
tekerlek ara mesafeleri prensip resimleri



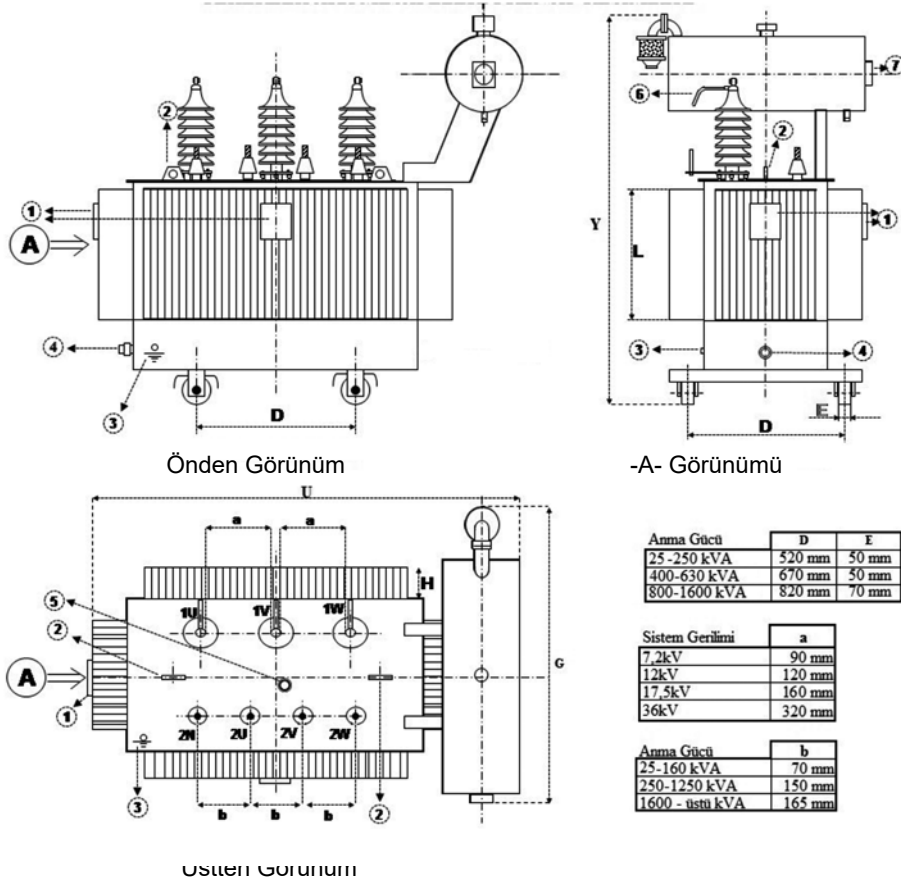
1	İşaret Plakası
2	Kaldırma Halkası
3	Topraklama Terminali
4	Yağ Boşaltma Vanası
5	Kademe Değiştiricisi
6	Ark Boynuzu
7	Yağ Seviye Göstergesi

D	Tekerlek Ara Mesafesi
E	Tekerlek Genişliği
L	Fin Uzunluğu
H	Fin Yüksekliği (Derinliği)
a	Minimum YG Buşing Enerjili Kısımlar Ara Mesafesi
b	Minimum AG Buşing Enerjili Kısımlar Ara Mesafesi

Notlar:

- 1- Fin sayısı ve yerleşimi imalatçı tarafından belirlenecektir.
- 2- Resimler üzerinde trafo gücüne bağlı olarak teknik şartnamede belirtilen koruma teçhizatları ile diğer bazı teçhizatlar gösterilmiştir. Teknik şartnamede yer alan söz konusu teçhizatların yerleştirilmesi imalatçı firma tarafından yapılacaktır.
- 3- G, U ve Y harfleriyle tanımlanan Genişlik, Uzunluk ve Yükseklik bilgileri teknik şartnamenin 2.3.14. Boyutlar maddesinde belirtilmiştir.
- 4- Transformatörün 1000m'den yüksekte çalışması öngörölmüşse a ve b ölçüleri her 100m için %1 artırılmaktadır.

250 kVA ve daha küçük güçteki dağıtım transformatörlerinde
izolator, genleşme deposu yerleşimi, bağlantı uçlarının işaretlenmesi ve
tekerlek ara mesafeleri prensip resimleri



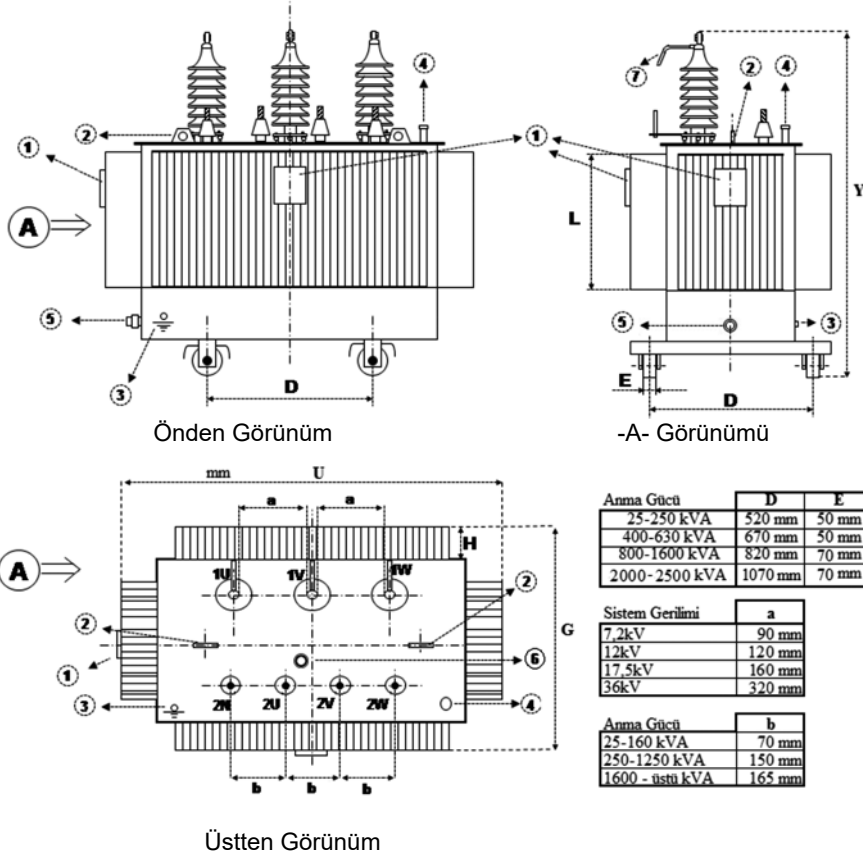
1	İşaret Plakası
2	Kaldırma Halkası
3	Topraklama Terminali
4	Yağ Boşaltma Vanası
5	Kademe Değiştiricisi
6	Ark Boynuzu
7	Yağ Seviye Göstergesi

D	Tekerlek Ara Mesafesi
E	Tekerlek Genişliği
L	Fin Uzunluğu
H	Fin Yüksekliği (Derinliği)
a	Minimum YG Buşing Enerjili Kısımlar Ara Mesafesi
b	Minimum AG Buşing Enerjili Kısımlar Ara Mesafesi

Notlar:

- Fin sayısı ve yerleşimi imalatçı tarafından belirlenecektir.
- Resimler üzerinde trafo gücüne bağlı olarak teknik şartnamede belirtilen koruma teçhizatları ile diğer bazı teçhizatlar gösterilmiştir. Teknik şartnamede yer alan söz konusu teçhizatların yerleştirilmesi imalatçı firma tarafından yapılacaktır.
- G, U ve Y harfleriyle tanımlanan Genişlik, Uzunluk ve Yükseklik bilgileri teknik şartnamenin 2.3.14. Boyutlar maddesinde belirtilmiştir.
- Transformatörün 1000m'den yüksekte çalışması öngörölmüşse a ve b ölçüleri her 100m için %1 artırılmaktadır.

Hermetik tip dağıtım transformatörlerinde
izolatör yerleşimi, bağlantı uçları işaretlenmesi, dalga duvar detay ve
tekerlek ara mesafeleri prensip resimleri



1	İşaret Plakası
2	Kaldırma Halkası
3	Topraklama Terminali
4	Yağ Boşaltma Vanası
5	Kademe Değiştiricisi
6	Ark Boynu
7	Yağ Seviye Göstergesi

D	Tekerlek Ara Mesafesi
E	Tekerlek Genişliği
L	Fin Uzunluğu
H	Fin Yüksekliği (Derinliği)
a	Minimum YG Buşing Enerjili Kısımlar Ara Mesafesi
b	Minimum AG Buşing Enerjili Kısımlar Ara Mesafesi

Notlar:

- 1- Fin sayısı ve yerleşimi imalatçı tarafından belirlenecektir.
- 2- Resimler üzerinde trafo gücüne bağlı olarak teknik şartnamede belirtilen koruma teçhizatları ile diğer bazı teçhizatlar gösterilmiştir. Teknik şartnamede yer alan söz konusu teçhizatların yerleştirilmesi imalatçı firma tarafından yapılacaktır.
- 3- G, U ve Y harfleriyle tanımlanan Genişlik, Uzunluk ve Yükseklik bilgileri teknik şartnamenin 2.3.14. Boyutlar maddesinde belirtilmiştir.
- 4- Transformatörün 1000m'den yüksekte çalışması öngörölmüşse a ve b ölçüleri her 100m için %1 artırılmaktadır.

Çeşitli Güçlerdeki Transformatörlerin A.G. Sigorta Ana Kablo ve Ölçü Karakteristikleri

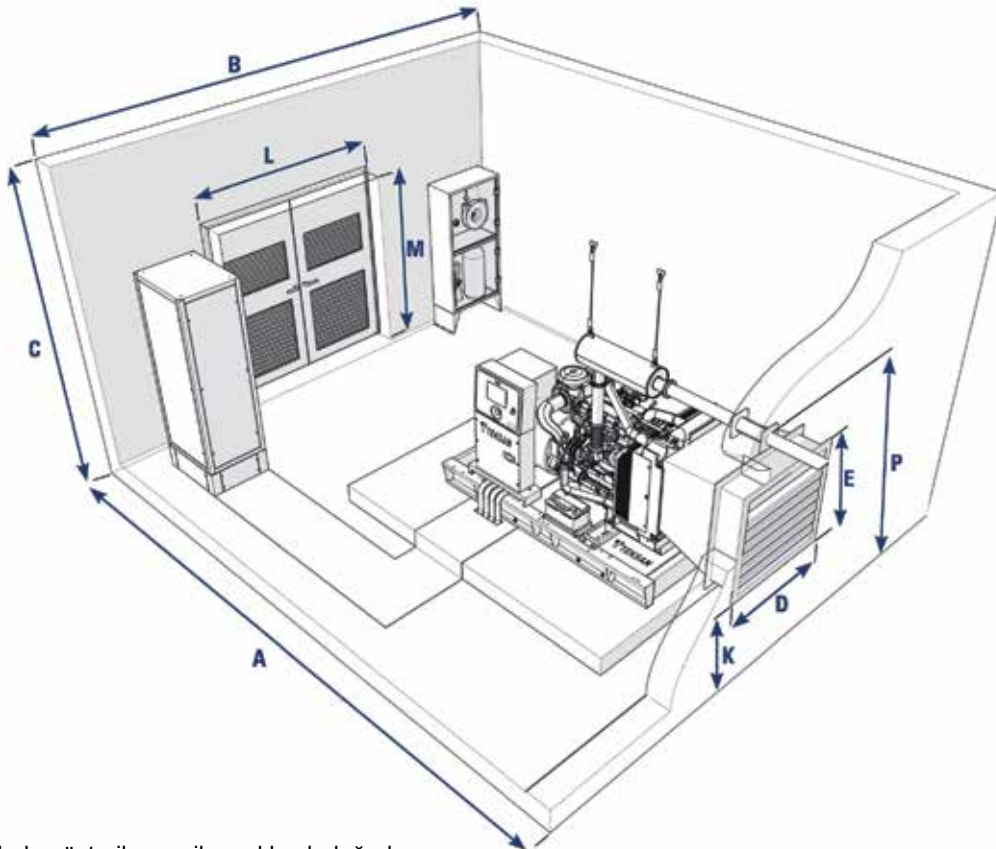
GÜÇ	ANMA AKIMLARI										Y.G. SİGORTA				A.G. mm ²	A.G. ANAKABLO (TRAFO KABLOLARI)				AKIM TRAFOSU VE AMPER METRE [A]	ANA SAYAÇ [A]	SBT. KOND. KVAR				
	0,4 kV					6,3 kV					10,5 kV					15 kV							30 kV			
	0,4 kV	6,3 kV	10,5 kV kV	15 kV	30 kV	6,3 kV A	10,5 kV A	15 kV A	30 kV A	Yeraltı mm ²	Hava mm ²	Cinsi	NOMİNAL AKIM [A]	TERMİK ATYAR [A]												
KVA	50	100	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500											
	72	144	231	289	361	455	578	723	910	1156	1445	1806	2312	2890	3613											
	4,8	9,16	14,66	18,41	22,93	28,9	36,7	45,87	58	73	91,8	114,6	146,7	192	240											
	2,75	5,5	8,8	11	13,76	17,32	22	27,5	34,6	44	55	68,73	88	110	138											
	1,9	3,85	6,16	7,7	9,63	12,13	15,41	19,26	24	30,82	38,53	48,08	61,6	77	96											
	0,95	1,9	3,1	3,8	4,8	6,07	7,7	9,63	12,15	15,4	19,2	24,08	30,8	38,4	48,16											
	10	25	30	40	50	63	75	100	125	160	200	250	315	400	500											
	6	16	20	20	20	25	30	40	50	63	80	100	125	160	200											
	6	10	16	16	16	20	25	30	40	50	63	80	100	125	160											
	20x3	4x16	4x16	4x16	4x16	4x16	4x16	4x16	4x16	4x16	4x16	4x16	4x16	4x16	4x16											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6(1x150)+2(1x150)	9(1x150)+2(1x70)	15(1x120)+5(1x70)	18(1x120)+3(1x240)											
	40x3	4x30	3x70+35	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x120+70	3x150+1x70	6(1x150)+240	2(3x120+70)	6														

*Transformatör Bağlantı Grubu: 100 kVA ya kadar 100 kVA dahil Ym11 160 kVA ve üstü transformatörler için Dym11'dir.

Ana kablo hesapları gerilim düşümü hesaba katılmadan hesaplanmıştır. Gerilim düşümü kablo kesitlerinde değişiklik yaratabilir. Kabloların kablo tavası üzerinde üçgen formda ve düz zırtma faktörü uygulanmayacak şekilde döşendiği varsayılmıştır.

Dizel Jeneratör Boyutları, Oda Boyutları, Hava Giriş ve Çıkışlarının Boyutları ve Egzoz Çapı Ölçüleri

Standby Güç	Jeneratör Ölçüleri (mm)			Ağırlık	Sıcak hava atış panjur ölçüleri (m')			Taze Hava Emiş Panjur Alanı (m')	Jeneratör Odası Giriş Kapısı Ölçüleri (mm)		Jeneratör Odası Ölçüleri (mm)			Egzoz Susturucu Ölçüleri (mm)		
(kVA)	Uzunluk	Genişlik	Yükseklik	(Kg)	D	E	K	(m')	L	M	Uzunluk (A)	Geniş (B)	Yükseklik (C)	Egzoz Çıkış Borusu apı	Egzoz Susturucu Gövde Çapı	p
10	1315	700	1050	415	500	600	385	0.3	1300	1800	3400	2700	2200	C51	C150	1580
50	1650	950	1220	790	640	640	475	0.5	1500	1800	3700	3000	2200	C51	C150	1602
100	2000	950	1250	1138	700	750	405	0.6	1500	1800	4000	3000	2200	C76	C200	1600
150	2350	1100	1350	1569	850	950	340	0.9	1800	1800	4400	3100	2400	076.1	C200	1800
200	2700	1200	1470	1787	850	950	375	0.9	1800	1800	4700	3200	2400	C76.1	C200	1812
275	2700	1200	1730	1939	1000	1000	500	1.5	2000	2000	5000	3400	2400	C114.3	C250	2000
380	3300	1650	2050	3317	1300	1180	495	1.9	2300	2400	5300	3700	2800	C168	C400	2658
500	3500	1650	2050	3868	1300	1180	495	2.8	2300	2500	5500	3700	2900	C168	C400	2462
625	3500	1650	2160	4368	1650	1450	462.5	3.5	2300	2500	5500	3700	2900	C270	C500	2915
720	3500	1650	2160	4618	1650	1450	462.5	3.5	2300	2500	5500	3700	2900	C270	C500	2915
880	3800	1700	2285	6263	1850	1850	315	3.9	2700	2900	5800	3700	4000	C270	C500	3174
1000	4500	2050	2370	7807	2050	1850	493	4.7	2700	2900	6500	4100	4000	C270	C500	3128
1250	4500	2050	2300	8107	2040	1750	480	4.8	2700	2900	6700	4100	4000	C270	C500	3148
1650	5000	2250	2420	10154	2300	1900	320	5.4	2900	3100	7000	4300	4500	0356	C800	3660
2200	6000	2250	2560	12216	2250	2200	333	6.5	2900	3100	8100	4300	4500	C400	C800	3804
2500	6100	2250	2750	13072	2450	2300	283	6.5	2900	3100	8100	4300	4500	C400	0800	3804



- Tabloda gösterilen veriler yaklaşık değerler olup kullanılacak motor ve alternatör modellerine bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Detaylı çalışma öncesi değerlerin teyit edilmesi daha sağlıklı sonuçlar verecektir.

Kablo Tip Gösterimleri (Sembolleri)

HD 361 S3	VDE 276	AÇIKLAMA
		STANDARTLARLA İLİŞKİSİ / İŞLETME ŞARTLARI, TESİS YERİNE GÖRE TİPİ
-	N	VDE standardı
Y	-	Sabit tesislerde kullanılan, ağır işletme şartlarına dayanıklı kablo (Yeraltı kablosu)
		İZOLASYON VE KILIF (METAL OLMAYAN) MALZEMESİ
B	-	Etilen Propilen Kauçuk
B2	-	Etilen Propilen Kauçuk, Sert Dereceli
E	2Y	Polietilen
V	Y	PVC
X	2X	Çapraz Bağlı Polietilen (XLPE)
		METAL KILIF VE TABAKALAR
C	C	Eş merkezli bakır iletken
-	CE	Her bir damar üzerinde eş merkezli bakır iletken
-	S	Ekran/ Bakır tel ekran/ Siper
C7	-	Şerit, bant veya tellerden yapılan bakır ekran
C8	SE	Her bir damar üzerinde C7 de olduğu gibi bakır ekran
		ZİRH
Z2	R	Yuvarlak çelik tel zırh, galvanizlenmiş veya galvanizlenmemiş
Z3	F	Yassı çelik tel zırh, galvanizlenmiş veya galvanizlenmemiş
Z4	B	Çelik şerit zırh, galvanizlenmiş veya galvanizlenmemiş
-	G	Tutucu galvanize çelik bant zırh
		SU BARIYERİ
(O)	(F)	Boyuna su geçirmez
(O)	(FL)	Boyuna ve enine su geçirmez (Al iletkenli)
(O)	(FB)	Boyuna ve enine su geçirmez (Cu iletkenli)
		İLETKEN MALZEMESİ
Sembol yok	Sembol yok	Bakır
A	A	Alüminyum
		İLETKEN BİÇİMİ
R	RM	Bükülgen olmayan, dairesel iletken, örgülü, çok telli
U	RE	Bükülgen olmayan, dairesel iletken, tek telli
S	SM	Bükülgen olmayan, sektör biçimli, örgülü, çok telli iletken
W	SE	Bükülgen olmayan, sektör biçimli, tek telli iletken
-	RMV	Dairesel örgülü, sıkıştırılmış, çok telli iletken
		TOPRAKLAMA / KORUMA İLETKENİ
-	J	Toprak koruma damarlı (Yeşil/Sarı Koruma iletkeni)
-	O	Toprak koruma damarsız
		ALEV DAYANIMI
Z1	H	Halojen içermeyen düşük duman yoğunluklu bileşik

KABLO DAMAR ve DIŞ KILIF RENKLERİ

Damar renkleri, özel siparişler dışında, Türk Standartları'na göre aşağıda belirtilen renklere uygun olmalıdır. Topraklama/koruma iletkeni olarak kullanılan damar çift renkli yeşil/sarı olmak zorundadır. Nötr olarak kullanılan damar açık mavi renkli olmalıdır. Faz iletkenleri için kahverengi, siyah veya gri renklerin kullanılması tavsiye edilir. Diğer renkler sadece belirli uygulamalar için kullanılabilir. Yeşil/sarı ve mavi renkler başka hiçbir amaç için kullanılamaz.

TS EN 60445 standardına göre kablolar:

Damar Sayısı	Damar Renkleri
2	Açık Mavi - Siyah
3	Yeşil/Sarı - Açık Mavi - Kahverengi veya Kahverengi - Siyah - Gri
4	Yeşil/Sarı - Kahverengi - Siyah - Gri veya Açık Mavi - Kahverengi - Siyah - Gri
5	Yeşil/Sarı - Açık Mavi - Kahverengi - Siyah - Gri veya Açık Mavi - Kahverengi - Siyah - Gri - Siyah
6 veya daha çok damarlı	Yeşil/Sarı ve öteki tüm damarlar siyah üzerine beyaz numara baskılı
Tüm 3 damarlı orta gerilim XLPE yalıtımlı kablolar, dış yarı iletken siperin üzerine damarların birbirinden ayrıtılmasını sağlayan farklı renklerde işaretleme şeritleri bulunacaktır.	

TS HD 308 S2 (VDE 0293) standartına göre damar renkleri:

Yeşil/Sarı damarlı olan kablo ve kordonlar

Damar Sayısı	Damar Renkleri
3	Yeşil/Sarı - Açık Mavi - Kahverengi
4	Yeşil/Sarı - Kahverengi - Siyah - Gri
5	Yeşil/Sarı - Açık Mavi - Kahverengi - Siyah - Gri

Damar Sayısı	Damar Renkleri
2	Açık Mavi - Kahverengi
3	Kahverengi - Siyah - Gri
4	Açık Mavi - Kahverengi - Siyah - Gri
5	Açık Mavi - Kahverengi - Siyah - Gri - Siyah

HD 361 53'e Göre Rumuzlandırma Tablosu

Harmonize Tip / Harmonized Type	H								
Ulusal Tip / National Type	A								
Anma Gerilimi / Rated Voltage U₀ / U									
100/100V	01								
300/300V	03								
300/500V	05								
450/750V	07								
Yalıtkan (Insulation) / Dış Kılıf (Outer Sheath)									
Etilen Propilen Kauçuk / Ethylene Propylene Rubber (EPR)	B								
Etilen Vinil Asetat / Ethylene Vinyl Acetate (EVA)	G								
Cam Elyaf Örgü / Glass Fibre Braiding	J								
Mineral / Mineral	M								
Polikloropren / Poly Chloro Pren (PCP)	N								
Polikloropren Özel Bileşik (HD 22.6)	N2								
Polychloroprene Special Compound (HD 22.6)									
Klorosülfenated Polietilen (CSP)	N4								
Chlorosulphanated Polyethylene (CSP)									
Suya Dayanıklı Özel Polikloropren (PCP)	N8								
Water-resistant Special Polychloroprene (PCP)									
Poliüretan / Polyurethane	Q								
Polyamid / Polyamide	Q4								
Doğal Kauçuk / Natural Rubber	R								
Silikon Kauçuk / Silicone Rubber	S								
Tekstil Örgü / Textile Braiding	T								
Polivinilklorür / Polyvinylchloride (PVC)	V								
90 °C Çalışma Sıcaklığına Dayanıklı Polivinilklorür (PVC)	V2								
90 °C Ambient Temperature-resistant Polyvinylchloride (PVC)									
Düşük Sıcaklıklara Dayanıklı Polivinilklorür (PVC)	V3								
Low-temperature Resistant Polyvinylchloride (PVC)									
Çapraz Bağlı (Vulkanize) Polivinilklorür (XLPVC)	V4								
Cross-Linked (Vulcanized) Polyvinylchloride (XLPVC)									
Yağa Dayanıklı Polivinilklorür (PVC)	V5								
Oil-Resistant Polyvinylchloride (PVC)									
Polietilen Bazlı Yandığında Korozif Gaz Çıkarmayan	Z								
Düşük Duman Yoğunluklu Çapraz Bağlı (Vulkanize) Bileşik									
Polyethylene Based, No Corrosive Gas Creating While									
Burning, Low Smoke Density Cross Linked (Vulcanized)									
Polietilen Bazlı Yandığında Korozif Gaz Çıkarmayan	Z1								
Düşük Duman Yoğunluklu Termoplastik Bileşik									
Polyethylene Based, No Corrosive Gas Creating While									
Burning, Low Smoke Density Thermoplastic Compound									
Metalik Ekran / Metallic Screen									
Konsantrik Bakır Tel / Concentric Copper Wire	C								
Bakır Tellerden Çorap Örgü / Copper Wire Braiding	C4								
Yapısal Özellikler / Constructional Features									
Ayrılabilir Yassı Kablolar (Kılıflı veya Kılıfsız)	H								
Divisible Flat Cables (Sheathed or unsheathed)									
Ayrılmayan Yassı Kablolar (Kılıflı)	H2								
Undivisible Flat Cables (Sheathed)									
Üç veya Daha Fazla Damar Olan Yassı Kablolar	H6								
Three or More Cored Sheathed Flat Cables									
İletken Yapısı / Conductor Structure									
Tek Telli (Klas 1) / Solid (Class 1)	U								
Çok Telli (Klas 2) / Stranded (Class 2)	R								
Sabit Tesis İçin İnce Çok Telli Bükülgen (Klas 5)	K								
Fine-stranded Flexible for Fixed Installations (Class 5)									
Hareketli Tesis İçin İnce Çok Telli Bükülgen (Klas 5)	F								
Fine-stranded Flexible for Mobile Installations (Class 5)									
Yüksek Derecede Bükülgenlik Gerektiren Bükülgen (Klas 6)	H								
High Twistable Flexible (Class 6)									
Gelin Teli Biçiminde İletken	Y								
Tinsel Conductor									
Damar Sayısı / No of Cores									
Yeşil / Sarı Damar Yok / Without Green / Yellow Core	..								
Yeşil / Sarı Damarlı / With Green / Yellow Core	X								
	G								
İletken Kesiti / Rated Cross-section of Conductor (mm²)	..								

Busbar Enerji Dağıtım Sistemleri

25-32A AYDINLATMA BUSBAR SİSTEMLERİ

40-225A ARASI BUSBAR SİSTEMLERİ

Busbar Kodu	KAM		KAP		MKA		MKC		
Beyan Akımı	25	32	40	63	100	160	100	160	225
Standartlar	IEC 61439-1/6 DEKRA Type Test Certificated								
İzolasyon Gerilimi	V	500	690		1000				
Frekans	Hz	50/60							
Koruma Sınıfı	iP	55							
İletken Cinsi	AL-CU	Cu			Al		Cu		
İletken Kaplaması	Busbarlarda kullanılan tüm iletkenler tam boy kalay kaplı olmalıdır.								
Kısa Devre (Dinamik)	kA _{rms}	5	6	7,5	9	3,5	6	3,5	12,5
Kısa Devre (1sn)	kA	2,270	2,720	3,400	4,000	5,25	10,2	5,25	25
Direnç (R)	mim	6,612	5,444	3,518	1,914	0,787	0,506	0,942	0,535
Reaktans (X)	mim	0,488	0,377	0,229	0,155	0,154	0,138	0,191	0,135
Empedans (Z)	mim	6,630	5,458	3,525	1,920	0,802	0,525	0,961	0,558
Kesit L1,L2,L3	mm ²	3,14	3,98	6,16	12,57	47,25	76,50	27,00	47,25
KesitN	mm ²	3,14	3,98	6,16	12,57	47,25	76,50	27,00	47,25
Ağırlık	Kg/m	1,13	1,17	1,33	1,42	2,35	2,7	2,75	3,3
Ebatlar	mm	35*55	35*55	35*55	35*55	50*115	50*115	50*115	50*115

160-S00A ARASI BUSBAR SİSTEMLERİ

BusbarKodu		KOA-11						KOC-11					
Beyan Akımı		160	250	315	400	500	630	250	315	400	600	800	
Busbarlarda kullanılan tüm iletkenler tam boy kalay kaplı olmalıdır.													
Standartlar		IEC 61439-1/6 DEKRA Type Test Certificated											
İzolasyon Gerilimi		V	1000										
Frekans		Hz	50										
Koruma Sınıfı		iP	55										
İletken Cinsi		AL-CU	Al					Cu					
İletken Kaplaması													
Kısa Devre (Dinamik)		kA _{r ms}	17	30	30	63,5	63,5	73,5	36	36	52,5	73,5	73,5
Kısa Devre (1sn)		kA	10	15	15	30	30	35	18	18	25	35	35
Direnç (R)		mim	0,379	0,309	0,271	0,151	0,127	0,104	0,213	0,172	0,145	0,090	0,061
Reaktans (X)		mim	0,169	0,158	0,147	0,111	0,094	0,083	0,171	0,159	0,147	0,112	0,085
Empedans (Z)		mim	0,415	0,347	0,308	0,188	0,158	0,133	0,273	0,234	0,206	0,143	0,104
Kesit L1,L2,L3		mm²	120	150	180	300	375	450	120	150	180	300	450
KesitN		mm²	120	150	180	300	375	450	120	150	180	300	450
Ağırlık		Kg/m	7	7,5	8	10	11	12	10	11	12,5	16	18
Ebatlar		mm	70*80	75*180	80*180	100*180	112*180	125*180	70*80	75*180	80*180	100*180	125*180

400-S000A ARASI BUSBAR SİSTEMLERİ

BusbarKodu	KXA														
Beyan Akımı	400	500	630	800	1000	1250	1350	1600	2000	2500	2500	3150	3200	4000	5000
Standartlar	IEC 61439-1/6 DEKRA Type Test Certificated														
İzolasyon Gerilimi	V	1000													
Frekans	Hz	50													
Koruma Sınıfı	iP	55													
İletken Cinsi	AL-CU	Al													
İletken Kaplaması		Busbarlarda kullanılan tüm iletkenler tam boy kalay kaplı olmalıdır.													
Kısa Devre (Dinamik)	kA	32	32	52,5	73,5	105	132	132	176	176	220	176	220	264	264
Kısa Devre (1sn)	kA _{r.ms}	16	16	25	35	50	60	60	80	80	100	80	100	120	120
Direnç (R)	mΩ/m	0,258	0,225	0,159	0,116	0,08	0,058	0,052	0,041	0,034	0,029	0,028	0,024	0,02	0,016
Reaktans (X)	mΩ/m	0,035	0,033	0,027	0,021	0,015	0,013	0,013	0,01	0,008	0,007	0,007	0,005	0,005	0,004
Empedans (Z)	mΩ/m	0,26	0,227	0,162	0,118	0,082	0,06	0,053	0,042	0,035	0,03	0,029	0,024	0,02	0,017
Kesit L1,L2,L3	mm²	150	180	240	330	480	660	750	960	1200	1320	1500	1680	1920	2400
KesitN	mm²	150	180	240	330	480	660	750	960	1200	1320	1500	1680	1920	2400
Ağırlık	Kg/m	7	7,4	7,9	9,2	11,3	13,9	15,2	18,3	21,7	27,3	28,5	32,5	35,9	42,9
Ebatlar	mm	77,5x150	82,5x150	91x150	106x150	131x150	161x150	176x150	216x150	250x150	300x150	312x150	372x150	412x150	492x150

Veriler EAE Kataloğundan alınmıştır.

Busbar Enerji Dağıtım Sistemleri

550-6300A ARASI BUSBAR SİSTEMLERİ

Busbar Kodu	KXC															
Beyan Akımı	550	650	800	1000	1250	1350	1600	2000	2500	2000	2500	3300	3600	4000	5000	6300
Standartlar		IEC 61439-1/6 DEKRA Type Test Certificated														
İzolasyon Gerilimi	V	1000														
Frekans	Hz	50														
Koruma Sınıfı	IP	55														
İletken Cinsi	AL-CU	Al														
İletken Kaplaması	Busbarlarda kullanılan tüm iletkenler tam boy kalay kaplı olmalıdır.															
Kısa Devre(Dinamik)	kA	50,4	50,4	84	105	131	132	176	176	220	176	220	264	264	264	264
Kısa Devre(1sn)	kA _{rms}	24	24	40	50	60	60	80	80	100	80	100	120	120	120	120
Direnç (R)	mΩ/m	0,162	0,137	0,097	0,071	0,057	0,05	0,044	0,033	0,021	0,036	0,028	0,019	0,016	0,015	0,01
Reaktans (X)	mΩ/m	0,044	0,034	0,028	0,023	0,019	0,016	0,015	0,01	0,008	0,012	0,009	0,007	0,006	0,005	0,004
Empedans (Z)	mΩ/m	0,168	0,141	0,101	0,075	0,06	0,053	0,047	0,034	0,022	0,038	0,03	0,02	0,017	0,016	0,011
Kesit L1,L2,L3	mm²	150	180	240	330	420	480	570	750	1200	660	840	1320	1500	1680	2400
Kesit N	mm²	150	180	240	330	420	480	570	750	1200	660	840	1320	1500	1680	2400
Ağırlık	Kg/m	10,7	11,9	14,4	18,3	22	24,5	27,7	36,2	54,7	35,9	44	63,5	71,1	108,8	162,8
Ebatlar	mm	77,5x150	82,5x150	91x150	106x150	121x150	131x150	146x150	176x150	251x150	202x150	232x150	312x150	342x150	372x150	492x150

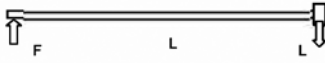
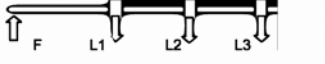
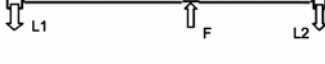
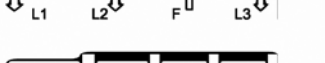
BUSBAR SİSTEMLERİNDE GERİLİM DÜŞÜMÜ HESABI

Busbar Kanal Sistemi ile enerji dağıtımı ve taşınması yapılmış hatlarda gerilim düşümü hesabında aşağıdaki kriterler gözönüne alınır

$$\Delta V = K \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos P + X_L \cdot \sin P) \quad [mV]$$

ΔV	Gerilim Düşümü (V)
K	Yük Dağılım Katsayısı
L	Hat Uzunluğu (m)
I	Hat Akımı (A)
R	Karakteristik Direnç (mΩ/m)
X_L	Reaktans (mΩ/m)
cos P	Güç Faktörü

BUSBAR SİSTEMLERİNDE YÜK DAĞILIMI

	K
	1
	0,5
	0,25
	0,125
	0,25

Koruma Elemanları

Sigortalar, Artık Akım Anahtarları, Kompakt Şalterler

Otomatik Sigortalar											
1 F				1 F + N				3 F			
Hızlı		Yavaş		Hızlı		Yavaş		Hızlı		Yavaş	
L	B	G	C	L	B	G	C	L	B	G	C
6	6	0,5	10	6	6	6	0,5	6	6	6	0,5
8	10	1	16	10	10	10	1	10	10	10	1
10	16	1,6	20	16	16	16	1,6	16	16	16	1,6
16	20	2	235	20	20	20	2	20	20	20	2
20	25	3		25	25	25	3	25	25	25	3
25	32	4	4	32	32	32	4	32	32	32	4
32	40	6	6	40	40	6		40	40	6	6
40		10	8			8		50	8	8	8
50		16	10			10		63	10	10	10
		20	16			16			13	16	16
		25	20			20			16	20	20
		32	25			25			20	25	25
		40	32			32			25	32	32
		50	40			40			32	40	40
		63	50			50			40	50	50
		80	63			63			50	63	63
		100	80						63	80	80
		100	100						80	100	100
		125							100		

BİÇAKLI SİGORTALAR				
BOY	00	1	2	3
	6	80	200	500
	10	100	250	630
	16	125	315	
	20	160	400	
	25	200		
	32	250		
	40			
	50			
	63			
	80			
	100			
	125			
	160			
Altık Anma Akımı (A)	160	250	400	630

BUŞONLU SİGORTALAR			
GÖVDE AKIMI (A)			
BUŞON AKIMI (A)	25	63	100
	2	35	80
	4	50	100
	6	63	
	10		
	16		
	20		
	25		

YÜKSEK GERİLİM SİGORTALARI					
Max. İşletme Gerilimi	7.2 kV	12 kV	17.5 kV	36 kV	
Akım (A)	Çap (mm)	Boy (mm)			
2-20 A	45	390	390	540	635
25 A	45	390	390	540	635
30-40 A	45	390	390	540	635
63 A	45	390	390	540	635
75 A	45	390	390	540	635
100 A	45	390	390	540	635

Not: Yangın tehlikesine karşı Yüksek Gerilim'de porselen sigorta kullanılması uygundur.

ARTIK AKIM ANAHTARLARI				
Akım	Tip AC	Tip SI	Kutup	mA
25	A9R41225	A9R61225	2P	30
40	A9R41240	A9R61240	2P	30
63	A9R41263	A9R61263	2P	30
80	A9R11280	-	2P	30
100	A9R11291	-	2P	30
25	A9R41425	A9R61425	4P	30
40	A9R41440	A9R61440	4P	30
63	A9R41463	A9R61463	4P	30
80	A9R11480	A9R31480	4P	30
100	A9R11491	A9R31491	4P	30
125	16905	16920	4P	30
25	A9R44225	-	2P	300
40	A9R44240	-	2P	300
63	A9R44263	A9R34463	2P	300
80	A9R14280	-	2P	300
100	A9R14291	-	2P	300
25	A9R44425	-	4P	300
40	A9R44440	-	4P	300
63	A9R44463	-	4P	300
80	A9R14480	-	4P	300
100	A9R14491	A9R34491	4P	300
125	16907	16921	4P	300

KOMPAKT ŞALTERLER				
Nominal Akım (A)	Termik Ayar Sahası (A)	Kesme Kapasitesi (kA)		
		Ekonomik	Standart	Yüksek Performans
16	12-16	12	**	100
25	18-25	25	50	
40	30-40			
63	45-63			
80	60-80			
100	75-100			
125	90-125	30	50	100
160	120-160			
200	150-200			
250	180-250			
320	250-320			
400	320-400	35	50	100
500	400-500			
630	500-630			
800	630-800			
1000	800-1000			
1250	1000-1250	60	**	**
			**	**

* Tip kodunun sonuna; ekonomik tipler için E, standartlar tipler için S ve yüksek performans tipler için H gelir

** Olan şalterler yoktur

Koruma Elemanları

Sigortalar, Artık Akım Anahtarları, Kompakt Şalterler

ÜÇ FAZLI MOTORLARDAN ANMA AKIMINA GÖRE SİGORTA SEÇİMİ

Bağlantı şekillerine göre en küçük gecikmeli sigorta buşonu seçimi.

Direkt yol vermede : Yol alma akımı: 6.In≤5 sn.

Yıldızlı üçgen yol vermede: Yol alma akımı 2.In≤15 sn.

Motor anma gücü		Cos φ	Verim	220 V			500 V			380 V			Bağlantı Kabloşu NYN NYCY mm ²
				Motor anma akımı	Sigortalar		Motor anma akımı	Sigortalar		Motor anma akımı	Sigortalar		
					Direkt	Y/Δ		Direkt	Y/Δ		Direkt	Y/Δ	
kW	PS			A	A	A	A	A	A	A	A	A	
0.25	0.34	0.7	62	1.4	4	2	0.6	2	2	0.8	2	2	4x2.5
0.37	0.5	0.72	64	2.1	4	2	0.9	2	2	1.6	4	2	4x2.5
0.55	0.75	0.75	69	2.7	4	4	1.2	4	4	1.6	4	2	4x2.5
0.75	1	0.8	74	5.4	6	1	1.5	4	4	2	4	4	4x2.5
1.1	1.5	0.8	77	4.4	6	6	2	4	4	2.6	4	4	4x25
1.5	2	0.83	78	6	16	10	2.6	4	4	3.5	6	6	4x2.5
2.2	3	0.84	81	8.7	20	16	3.7	10	6	5	10	6	4x25
3	4	0.84	81	11.5	20	16	5	10	10	6.6	16	10	4x2.5
4	5.4	0.84	82	14.7	25	20	6.4	16	10	8.5	20	16	4x2.5
5.5	7.5	0.85	83	19.8	35	25	8.5	20	16	11.5	25	20	4x2.5
7.5	10	0.86	85	26.5	50	35	11.5	25	20	15.5	35	25	4x4
11	15	0.86	87	39	63	50	17	35	25	22.5	35	35	4x6
15	20	0.86	87	52	50	63	22.5	35	35	30	50	35	4x6
18.5	25	0.86	88	62	100	80	27	50	35	36	63	50	4x10
22	30	0.87	89	74	100	80	32	63	50	43	63	50	4x10
30	40	0.87	90	98	125	100	43	63	50	57	80	63	4x16
37	50	0.87	90	124	200	160	54	80	63	72	100	80	3x25+16
45	61	0.88	91	147	225	200	64	100	80	85	125	100	3x35+16
55	75	0.88	91	180	250	225	78	125	100	104	60	125	3x50+25
75	100	0.88	91	246	350	250	108	160	125	142	200	160	3x70+35
90	123	0.88	92	-	-	-	127	200	160	169	225	200	3x95+50
110	150	0.88	92	-	-	-	154	225	200	204	250	225	3x120+70
132	180	0.88	92	-	-	-	182	250	225	243	300	250	3x120+70

IEC 60219 Standardına Göre Sincap Kafesli 380 V 1500 Veya 3000 Devirli Asekron Motorlar İçin yol Vericilerin Seçim Cetveli													
Not: IEC 60092 standardı iptal edilmiş olup bu tablo bilgi verme amaçlıdır. Not: Bu Standart yerine TS EN 60097 Standardı kullanılabilir.				Doğrudan Besleme: tk (5 saniye)				Yıldız Üçgen besleme:				Maksimum yol verme Sıklığı (saatte) : 30 12 : 30 20	
GÜÇ kW	HP	380 V Trifaze		Kısa Devre Koruması		Kumanda		Ağırlık		Kumanda		Ağırlık	
		Güç Fak. Cos φ	In A	Seksiyoner Manyetik Şalter	Sigorta An	Kontakör A(AC ³)	Termik Röle Ayar Sahası	Bakır Kab. Kesidi mm ²	Hat 1 NA	Üçgen 1 NK	Yıldız 1 NK	Termik Röle Ayar Sahası	Bakır Kablo Kesidi mm ²
0.06	0.08	0.39	0.23	0.4	0.25	2	0.10-0.16	9	1.5				(1)
0.09	0.12	0.44	0.31	0.4	0.5	2	0.16-0.25	9	1.5				(1)
0.12	0.16	0.47	0.38	0.4	1	2	0.25-0.40	9	1.5				(1)
0.18	0.24	0.49	0.55	0.63	1	2	0.40-0.63	9	1.5				(1)
0.25	0.34	0.48	0.79	1	2	4	0.63-1.00	9	1.5				(1)
0.37	0.5	0.54	1.03	1.6	2	4	1.00-1.60	9	1.5				(1)
0.55	0.75	0.52	1.60	1.6	2	4	1.60-2.50	9	1.5				(1)
0.75	1.0	0.56	2.00	2.5	4	6	2.50-4.00	9	1.5				(1)
1.10	1.5	0.64	2.60	4	6	10	4.00-6.00	9	1.5				(1)
1.50	2.0	0.65	3.50	4	6	10	6.00-10.00	9	1.5				(1)
2.20	3.0	0.66	5.00	6	8	16	10.00-13.00	9	1.5				(1)
3.00	4.0	0.69	6.60	8	12	20	13.00-18.00	9	1.5				(1)
3.70	5.0	0.73	7.70	8	12	20	18.00-25.00	9	1.5				(1)
4.00	5.5	0.71	8.50	10	12	20	25.00-32.00	9	2.5				(1)
5.50	7.5	0.72	11.5	13	16	25	32.00-40.00	12	4				(1)
7.50	10	0.73	15.5	18	20	32	40.00-50.00	16	6				(1)
11.0	15	0.75	22.0	25	25	50	50.00-60.00	25	10				(1)
15.0	20	0.75	30.0	50	40	63	60.00-70.00	32	16				(1)
18.5	25	0.75	37.0	50	40	80	70.00-80.00	40	25				(1)
22.0	30	0.75	44.0	50	63	100	80.00-100.00	50	35				(1)
30.0	40	0.75	60.0	100	63	100	100.00-125.00	63	50				(1)
37.0	50	0.78	72.0	100	80	125	125.00-160.00	80	50				(1)
45.0	60	0.80	85.0	100	80	125	160.00-200.00	145	70				(1)
55.0	75	0.79	105	125	100	160	200.00-250.00	145	95				(1)
75.0	100	0.82	138	160	160	250	250.00-315.00	145	120				(1)
90.0	125	0.80	170	250	200	315	315.00-400.00	185	120				(2)
110	150	0.81	205	250	250	400	400.00-500.00	265	145				(2)
132	180	0.81	245	250	315	500	500.00-630.00	265	145				(2)
160	220	0.81	300	500	315	500	630.00-800.00	400	145				(2)
200	270	0.82	370	500	500	800	800.00-1000.00	400	185				(2)
220	300	0.81	408	500	500	800	1000.00-1250.00	500	185				(2)
250	340	0.82	460	500	500	800	1250.00-1600.00	500	265				(2)
315	430	0.81	564	500	630	800	1600.00-2000.00	500	265				(2)
335	450	0.82	620	500	630	800	2000.00-2500.00	630	265				(2)
400	545	0.85	710	500	800	1000	2500.00-3150.00	780	300				(2)
500	680	0.84	900		1000	1250	3150.00-4000.00	1250	400				(2)

**ELEKTRİK MOTORLARINDA GÜÇ FAKTÖRÜNÜN YAKLAŞIK 0.95 e YÜKSELTİLMESİ HALİNDE ÇEŞİTLİ GÜÇ VE DEVİRLER İÇİN
KONDANSATÖR SEÇİM CETVELİ**

Motor Anma Gücü		Kompanzasyon Yapılmadan Önce			Kompanzasyon yapıldıktan sonra				Deşarj dirençleri		Motorun yol verme şekli
kW	PS	Verim %	1500 d/d Cos φ ₁	380V için Anma Akımı I ₁ (A)	12=I ₁ Cosφ ₂	1500 d/d için	1000 d/d için	750 d/d için	KOhm	W	
1.1	1.5	77	0.82	2.6	2.24	0.5	0.5	0.5	205	3	Direk yol vermeli
1.5	2	78	0.83	3.5	3.05	0.75	0.75	0.75	205	3	Direk yol vermeli
2.2	3	81	0.83	5	4.4	1	1	1	205	3	Direk yol vermeli
3	4	81	0.84	6.6	5.8	1.25	1.25	1.25	205	3	Direk yol vermeli
4	5.5	82	0.84	8.5	7.5	1.5	1.5	1.5	205	3	Direk yol vermeli
5.5	7.5	83	0.84	11.5	10.2	2	2	2.25	205	3	Yıldız-üçgen otomatik şalterle
7.5	10	86	0.85	15.5	13.8	3	3.25	3.5	205	3	Yıldız-üçgen otomatik şalterle
11	15	87	0.86	22	19.9	4	4.5	5	205	3	Yıldız-üçgen otomatik şalterle
15	20	87	0.86	30	27.2	5	5.5	6	205	3	Yıldız-üçgen otomatik şalterle
18.5	25	88	0.86	37	33.5	6	6.5	7	102	5	Yıldız-üçgen otomatik şalterle
22	30	89	0.87	44	40.3	7	7.5	8	102	5	Yıldız-üçgen otomatik şalterle
30	40	90	0.87	60	55	9	10	11	102	5	Yıldız-üçgen otomatik şalterle
37	50	90	0.87	72	66	11	12	13	68	8	Yıldız-üçgen otomatik şalterle
45	60	91	0.88	85	78.7	13	14	15	68	8	Yıldız-üçgen otomatik şalterle
55	75	91	0.88	105	97.3	15	16	17	68	8	Yıldız-üçgen otomatik şalterle
75	100	91	0.88	140	130	20	21	22	51	10	Yıldız-üçgen otomatik şalterle
90	125	92	0.88	170	157.5	25	27	28	41	12	Yıldız-üçgen otomatik şalterle
110	160	92	0.88	205	190	30	32	33	34	15	Yıldız-üçgen otomatik şalterle
132	180	92	0.88	245	227	35	37	38	25	20	Yıldız-üçgen otomatik şalterle
160	220	93	0.88	295	273	45	48	49	20	25	Yıldız-üçgen otomatik şalterle
200	270	93	0.88	370	343	60	63	65	17	30	Reosta ile yol verme
250	340	93	0.88	460	426	75	79	81	14	34	Reosta ile yol verme
315	430	93	0.88	580	537	90	96	97	10	50	Reosta ile yol verme
355	483	95	0.89	636	596	95	100	103	10	50	Reosta ile yol verme
400	545	96	0.89	710	665	100	105	108	10	50	Reosta ile yol verme

Kompanzasyon

Sabit ve Otomatik Kompanzasyonda Kullanılacak Malzemenin Seçim Cetveli (İşletme Gerilimi: 400V)

Not : Özel kompanzasyon kontaktörleri kullanılacaktır

Kondansatör gücü kVAr	Ana Beslenme Hattı Devre Elemanları					Sabit ve Otomatik Kompanzasyon Kademeleri Devre Elemanları										Kapasite µF
	Nominal Akım A	Otomatik şalter A	Kablo NYY mm ²	Ana bara mm ² Cu	Kademe Barası mm ² Cu	Sigorta NH tip A	Kontaktör A	Otomatik Sig. A	Kademe Kablo mm ² NYY	Deşarj Dirençleri						
										Otomatik		Sabit				
										KOHm	W	KOHm	W			
5	7,6	16	3x2,5	-	-	16	9	16	3x2,5	31	4	205	3	3x33		
10	15	25	3x4	-	-	25	16	25	3x4	15	4	102	5	3x66		
15	22	40	3x6	-	-	36	32	40	3x6	10	6	68	8	3x99		
20	29	63	3x6	-	-	50	32	50	6	6,8	6	51	10	3x132		
25	36	100	3x6	-	-	63	40	63	6	1,5	6	41	12	3x165		
30	43	100	3x6	-	-	80	45	80	6	1,5	6	34	15	3x198		
40	58	100	3x10	25x3	25x3	100	63	100	10	1,5	6	25	20	3x264		
50	72	125	3x16	25x3	25x3	125	80	125	16	1,5	6	20	25	3x330		
60	87	125	3x25	25x3	25x3	160	90	-	25	1	12	17	30			
80	115	160	3x35	25x3	25x3	200	115	-	35	1	12	14	34			
100	144	200	3x50	25x3	25x3	250	160	-	50	1	12	10	50			
125	180	250	3x70	30x5			185									
150	216	300	3x95	30x5			225									
200	288	400	2x(3x50)	30x5												
250	361	400	2x(3x70)	40x5												
300	433	630	2x(3x95)	40x5												
350	505	630	3x(3x70)	40x5												
400	577	800	3x(3x95)	40x5												
450	650	800	3x(3x95)	40x10												
500	722	1000	3x(3x95)	40x10												
550	793	1000	4x(3x70)	40x10												
600	866	1000	4x(3x95)	40x10												
Not () içerisinde bulunan rakamlar denk kablo kesitleridir.																

Not () içerisinde bulunan rakamlar denk kablo kesitleridir.

Arzu Edilen COS φ'ye Yükseltmek için "k" Faktörü Cetveli

	Cosφ2	0.70	0.75	0.80	0.82	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.90	0.92	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99
	tgφ2	(1.02)	(0.88)	(0.75)	(0.70)	(0.64)	(0.62)	(0.59)	(0.57)	(0.53)	(0.48)	(0.43)	(0.36)	(0.33)	(0.29)	(0.25)	(0.20)	(0.14)
Cosφ1	tgφ1																	
0.44	2.04	1.02	1.15	1.28	1.33	1.39	1.41	1.44	1.46	1.50	1.55	1.60	1.67	1.70	1.74	1.78	1.84	1.90
0.45	1.98	0.96	1.10	1.23	1.28	1.34	1.36	1.39	1.41	1.45	1.50	1.55	1.62	1.65	1.69	1.73	1.78	1.84
0.50	1.73	0.71	0.85	0.98	1.03	1.09	1.11	1.14	1.16	1.20	1.25	1.30	1.37	1.40	1.44	1.48	1.53	1.59
0.52	1.64	0.62	0.76	0.89	0.94	1.00	1.02	1.05	1.07	1.11	1.16	1.21	1.28	1.31	1.35	1.39	1.44	1.50
0.54	1.56	0.54	0.68	0.81	0.86	0.92	0.94	0.97	0.99	1.03	1.08	1.13	1.20	1.23	1.27	1.31	1.36	1.42
0.56	1.48	0.46	0.60	0.73	0.78	0.84	0.86	0.89	0.91	0.95	1.00	1.05	1.12	1.15	1.19	1.23	1.28	1.34
0.58	1.41	0.39	0.53	0.66	0.71	0.77	0.79	0.82	0.84	0.88	0.93	0.98	1.05	1.08	1.12	1.16	1.20	1.26
0.60	1.33	0.33	0.45	0.58	0.63	0.69	0.71	0.74	0.76	0.80	0.85	0.90	0.97	1.00	1.04	1.08	1.13	1.19
0.62	1.27	0.25	0.39	0.52	0.57	0.63	0.65	0.68	0.70	0.74	0.79	0.84	0.91	0.94	0.98	1.02	1.06	1.12
0.64	1.20	0.18	0.32	0.45	0.50	0.56	0.58	0.61	0.63	0.67	0.72	0.77	0.84	0.87	0.91	0.95	1.00	1.06
0.66	1.14	0.12	0.26	0.39	0.44	0.50	0.52	0.55	0.57	0.61	0.66	0.71	0.78	0.81	0.85	0.89	0.94	1.00
0.68	1.08	0.06	0.20	0.33	0.38	0.44	0.46	0.49	0.51	0.55	0.60	0.65	0.72	0.75	0.79	0.83	0.88	0.94
0.70	1.02		0.14	0.27	0.32	0.38	0.40	0.43	0.45	0.49	0.54	0.59	0.66	0.69	0.73	0.77	0.82	0.88
0.72	0.96		0.08	0.21	0.26	0.32	0.34	0.37	0.39	0.43	0.48	0.53	0.60	0.63	0.67	0.71	0.76	0.82
0.74	0.91		0.03	0.16	0.21	0.27	0.29	0.32	0.34	0.38	0.43	0.48	0.55	0.58	0.62	0.66	0.71	0.77
0.76	0.86			0.11	0.16	0.22	0.24	0.27	0.29	0.33	0.38	0.43	0.50	0.53	0.57	0.61	0.65	0.71
0.78	0.80			0.05	0.10	0.16	0.18	0.21	0.23	0.27	0.32	0.37	0.44	0.47	0.51	0.55	0.60	0.66
0.80	0.75				0.05	0.11	0.13	0.16	0.18	0.22	0.27	0.32	0.39	0.42	0.46	0.50	0.55	0.61
0.82	0.70					0.06	0.08	0.11	0.13	0.17	0.22	0.27	0.34	0.37	0.41	0.45	0.49	0.56
0.84	0.65						0.03	0.06	0.08	0.12	0.17	0.22	0.29	0.32	0.36	0.40	0.44	0.50
0.86	0.59								0.02	0.06	0.11	0.16	0.23	0.26	0.30	0.34	0.39	0.45
0.88	0.54										0.06	0.11	0.18	0.21	0.25	0.29	0.34	0.40

Topraklama

Alçak Gerilim Dağıtım Şebeke Sistemleri

Sistemin Şekli	TN sistemi	TT sistemi	IT sistemi
Aşırı akım şalterleri ile sistemleri koruma	TN - S sistemi TN - C sistemi TN - C - S sistemi		
Hata akımı anahtarı			
Kaçak gerilim şalteri ile koruma			
İzolasyon kontrolü			

Topraklama

TOPRAKLAMA DİRENCİ HESAPLARI

Şerit

$$R_E = \frac{\rho_E}{\pi l} \ln \frac{2l}{d}$$

ρ_E : Toprak öz direnci (ohm.m)
 l : Topraklayıcının uzunluğu (m)

Çubuk

$$R_E = \frac{\rho_E}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d}$$

d : Yuvarlak kesitli topraklayıcı ise; iletken çapı (m)
 dikdörtgen kesitli topraklayıcı ise; iletken (kalınlığının) kısa kenarının yarısı (m)
 D : Topraklayıcının çevrelediği alana eşit alanlı dairenin çapı (m)
 A : Topraklayıcının çevrelediği alan (m²)

Halka(Ring)

$$R_E = \frac{\rho_E}{\pi^2 D} \ln \frac{2\pi D}{d}$$

$$D = 1.1 \sqrt[3]{A}$$

Yeni tesislerde temel topraklaması zorunludur.
 TT Şebekede kaçak akım rölesi kullanılması zorunludur.
 Potansiyel dengelemesi yapılacaktır.
 Levha topraklayıcı tavsiye edilmez.

Temel Topraklaması

$$R_E = \frac{2\rho_E}{3D}$$

İşletme topraklaması < 2 ohm , yıldırım topraklaması < 5 ohm olacaktır.
 Dokunma gerilimi AG' de 50 V , YG'de 75 V'dur.
 Koruma ve potansiyel dengeleme iletkenlerinin kesitleri hesaplama veya tablodan bulunacaktır

Gözlü Topraklayıcı

$$R_E = \frac{\rho}{2} + \frac{\rho_E}{l} = \frac{E}{D}$$

Yukardaki formüller tek bir topraklayıcı için geçerlidir. Aynı tesiste birden fazla farklı topraklayıcı kullanıldığında (karma topraklama, örneğin temel topraklama+halka topraklayıcı) Sverak formülü ile topraklama direnci hesabı yapılmalıdır.

Sverak Formülü

$$R_E = \rho_E \frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left(1 + \frac{1}{1+h\sqrt{\frac{20}{A}}} \right)$$

ρ_E : Toprağın gözlü direnci (Ω.m)
 A : Ağın kapladığı alan (m²)
 L : Kullanılan toplam iletken boyu, çubuklar dahil (m)
 h : Ağın gömülme derinliği (m)

ALTERNATİF AKIMDA TOPRAK ÖZDİRENÇLERİ

Toprak cinsi	Toprak Öz direnci ρ [ohm.m]
Bataklık	5 - 40
Çamur, Kil, Humus	20 - 200
Kum	200 - 2500
Çakıl	2000 - 3000
Havanın etkisi ile dağılmış taş	< 1.000
Kumtaşı	2000 - 3000
Granit	>50000
Morenin (Buzultaşı)	>30000

(Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği; Ek-K ; Çizelge K1, Toprak öz direnci, değişik yerlerdeki toprak cinsine, tane yapısına, yoğunluğuna ve nemine bağlı olarak değişir. Tasarımda yerinde ölçülen toprak öz direnci esas alınmalıdır.)

ÖZDİRENCİ $\rho_E=100$ ohm.m OLAN TOPRAKTAKİ TOPRAKLAYICILARIN YAYILMA DİRENÇLERİ

Topraklayıcı	Şerit: 30x3 mm , d = 1,5 mm				Çubuk: d = 20 mm			
l	10 m	25 m	50 m	100 m	1 m	1,5 m	3,5 m	7 m
R_E	30,25	13,27	7,07	3,76	84,4	60,55	29,80	16,48

Topraklayıcı	Halka: 95mm ² örg. Bakır, d=12,7 mm				Temel: 30x3mm şerit+demir donatı+beton			
D	20 m	50 m	100 m	150 m	20 m	50 m	100 m	150 m
R_E	4,67	2,05	1,10	0,76	3,33	1,33	0,67	0,44

Topraklama

TN sistemleri için, 5 s, 0,4 s ve 0,2 s'lik açma zamanlarına karşı düşen I_a açma akımları ve bu akımlar için izin verilen en büyük çevrim empedansları (Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği -ETTY- Çizelge 10'dan alınmıştır)

U_0 = 230 V 50 Hz	Alçak gerilim gL, gG, gM sigortaları				Hat koruma anahtarları (düzenleri) ve kesiciler'in ani açma kontrolü için I_a ve Z_s değerleri					
I_n	I_a (5s)	Z_s (5s)	I_a (0,4s)	Z_s (0,4s)	$I_a = 5 I_n$	Z_s ($\leq 2s$)	$I_a = 10 I_n$	Z_s ($\leq 2s$)	$I_a = 15 I_n$	Z_s ($\leq 2s$)
(A)	(A)	(Ohm)	(A)	(Ohm)	(A)	(Ohm)	(A)	(Ohm)	(A)	(Ohm)
2	9,5	24,2	17	13,529	10	23,0	20	11	30	7,3
4	19	12,1	32	7,187	20	11,5	40	5,5	60	3,7
6	28	8,2	50	4,6	30	7,666	60	3,65	90	2,4
10	48	4,791	80	2,875	50	4,6	100	2,2	150	1,5
16	70	3,285	120	1,916	80	2,875	160	1,4	240	0,9
20	86	2,674	150	1,533	100	2,3	200	1,1	300	0,7
25	115	2,0	210	1,095	125	1,84	250	0,9	375	0,6
32	150	1,533	250	0,920	160	1,437	320	0,7	480	0,5
35	173	1,3	367	0,6	175	1,3	350	0,65	525	0,4
40	200	1,150	300	0,766	200	1,15	400	0,55	600	0,37
50	250	0,920	460	0,500	250	0,920	500	0,45	750	0,29
63	330	0,696	610	0,377	315	0,730	630	0,35	945	0,23
80	430	0,534	800	0,287	-	-	-	-	-	-
100	580	0,396	1050	0,219	-	-	-	-	-	-
125	715	0,321	1300	0,176	-	-	-	-	-	-
160	950	0,242	1800	0,127	-	-	-	-	-	-

1-) Hat koruma anahtarları ve kesiciler için I_a değerleri, I_n 'nin katı olarak ilgili standartlardan veya imalatçı

karakteristiklerinden alınır ve standartta belirtilen toleranslar göz önünde tutularak çevrim empedansı Z_s bulunur.

ÖRNEK :

Kesicilerde +%20 sınır toleransla çevrim direncinin bulunması :

a) Gecikmesiz açma için gerekli kısıadevre akımı : 100 A

b) +%20 olarak alınan sınır toleransla kısıadevre akımı : 120 A

c) $Z_s = (230 \text{ V} / 120 \text{ A}) = 1,916 \text{ Ohm}$

Ani açma kontrolü için yeterli yaklaşıklıkla aşağıdakiler kullanılabilir :

a) $I_a = 5 I_n$ B karakteristikli (eski L karakteristikli), ilgili standartlara uygun hat koruma anahtarları için

b) $I_a = 10 I_n$ C karakteristikli (eskiden G ve U karakteristikli), ilgili standartlara uygun hat koruma anahtarları için
Uygun ayarlanması durumunda ilgili standartlara (örn. DIN VDE 0660, Kısım 101 vb.) kesiciler

c) $I_a = 15 I_n$ ilgili standartlara (örn. DIN VDE 0660, Kısım 102 ve Kısım 104 vb.) motor yolvericileri,
Uygun ayarlanması durumunda ilgili standartlara (örn. DIN VDE 0660, Kısım 101 vb.) kesiciler

2-) U_0 Topraklanmış iletkenlere göre anma gerilimi

Topraklama

TT sistemleri için, 5 s, 0,4 s ve 0,2 s'lik açma zamanlarına karşı düşen I_a açma akımları ve bu akımlar için izin verilen işletme elemanlarının gövdelerine ilişkin en büyük topraklama dirençleri R_A (Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği -ETTY- Çizelge 11'den alınmıştır)

Alçak gerilim gL sigortaları					Hat koruma anahtarları ¹⁾ (düzenleri) ve kesiciler ²⁾ in ani açmanın kontrolü için I_a ve Z_A değerleri							
I_n	I_a	R_A $U_L=50$ V için	R_A $U_L=25$ V için	$I_a=5I_n$	R_A $U_L=50$ V için	R_A $U_L=25$ V için	$I_a=10I_n$	R_A $U_L=50$ V için	R_A $U_L=25$ V için	$I_a=15I_n$	R_A $U_L=50$ V için	R_A $U_L=25$ V için
(A)	(A)	(Ω)	(Ω)	(A)	(Ω)	(Ω)	(A)	(Ω)	(Ω)	(A)	(Ω)	(Ω)
2	9,5	5,26	2,63	10	5,0	2,5	20	2,5	1,25	30	1,7	0,83
4	19	2,63	1,32	20	2,5	1,25	40	1,25	0,63	60	0,83	0,41
6	28	1,8	0,893	30	1,7	0,83	60	0,83	0,41	90	0,56	0,28
10	48	1,04	0,521	50	1,0	0,50	100	0,50	0,25	150	0,33	0,16
16	70	0,174	0,357	80	0,63	0,32	160	0,31	0,16	240	0,21	0,10
20	86	0,581	0,291	100	0,50	0,25	200	0,25	0,13	300	0,17	--
25	115	0,435	0,217	125	0,40	0,20	250	0,20	0,10	375	0,13	--
32	150	0,333	0,167	160	0,31	0,16	320	0,16	--	480	0,10	--
35	173	0,289	0,145	175	0,29	0,14	350	0,14	--	525	0,09	--

1-) Hat koruma anahtarları ve kesiciler için I_a değerleri, I_n 'nin katı olarak ilgili standartlardan veya imalatçı karekteristiklerinden alınır ve standartta belirtilen toleranslar göz önünde tutularak işletme elemanlarının topraklama direnci bulunur.

ÖRNEK : Kesicilerde +%20 sınır toleransla ve $U_L=50$ V için işletme elemanlarının gövdesine ait topraklama direnci R_A 'nın bulunması :

a) Gecikmesiz açma için gerekli kısıadevre akımı : 100 A

b) +%20 olarak alınan sınır toleransla kısıadevre akımı : 120 A

c) $R_A = (50 \text{ V} / 120 \text{ A}) = 0,417 \text{ Ohm}$

Ani açma kontrolü için yeterli yaklaşıklıkla a.a 50Hz. için aşağıdakiler kullanılabilir :

a) $I_a=5I_n$ B karekteristikli (eski L karekteristikli), ilgili standartlara uygun hat koruma anahtarları için

b) $I_a=10I_n$ C karekteristikli (eskiden G ve U karekteristikli, koruma anahtarları), ilgili standartlara uygun hat koruma anahtarları için
Uygun ayarlanması durumunda ilgili standartlara (örn. DIN VDE 0660, Kısım 101 vb.) kesiciler

c) $I_a=15I_n$ ilgili standartlara (örn. DIN VDE 0660, Kısım 102 ve Kısım 104 vb.) motor yolvericileri,
Uygun ayarlanması durumunda ilgili standartlara (örn. DIN VDE 0660, Kısım 101 vb.) kesiciler

Hata akımı koruma düzenlerinin anma hata akımı $I_{\Delta n}$ ve işletme elemanlarının gövdelerinde ölçülen izin verilen en büyük topraklama direnci R_A

Topraklama direnci	Anma hata akımı	$I_{\Delta n}$	mA	10	30	100	300	500
İşletme elemanlarının gövdelerinde ölçülen izin verilen en büyük topraklama direnci	R_A	$U_L = 50$ V için	Ω	5000	1666	500	166	100
		$U_L = 25$ V için	Ω	2500	833	250	83	50
[S] İşaretli ³⁾ seçici hata akımı koruma düzenlerinin arkasındaki işletme elemanlarının gövdelerinde ölçülen izin verilen en büyük topraklama direnci	R_A	$U_L = 50$ V için	Ω	--	--	250	83	50
		$U_L = 25$ V için	Ω	--	--	125	41	25

³⁾ Bu tip hata akımı koruma düzenlerinin üzerinde izin verilen en büyük direnç değerleri belirtilmiştir.

Bu değerler $R_A = (U_L / 2 I_{\Delta n})$ bağlantısıyla belirlenir

Yıldırımdan Korunma



DİŞ YILDIRIMLIK (Doğrudan yıldırım darbelerine karşı koruma)
- Franklin Çubuğu
- Faraday Kafesi



İÇ YILDIRIMLIK (Elektrik Donanımının korunması)
- B Tipi Yıldırım Darbe Koruyucuları
- C Tipi ve D Tipi Akım-Gerilim Koruyucuları
- Data, Sinyal vb. Hat koruyucuları

Yıldırımdan korunma iki yönden göz önüne alınır. Dış yıldırımlik ile doğrudan yıldırım darbelerine karşı korunma; İç yıldırımlik ile doğrudan veya endükleme ile oluşan aşırı gerilimlere karşı elektrik donanımının korunması amaçlanır. Yıldırımdan korunmak için Franklin Çubuğu veya Faraday Kafesi kullanılmaktadır. Ancak bunlardan birini seçmeden önce korunacak yerdeki yıldırım riskinden yola çıkarak, standartların önerdiği şekilde, koruma düzeyinin belirlenmesi gerekmektedir. Koruma düzeyinin seçimi, TS EN 62305 standartlarına göre aşağıdaki gibi yapılır.

KORUMA GEREKLİLİĞİNİN VE KORUMA DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ	
FORMÜLLER	SONUÇ
Etkin Eşdeğer Alan	Ae
$A_e = L \cdot W + 6 \cdot H \cdot (L + W) + 9 \cdot \pi \cdot H^2$ (Dikdörtgen alanlar için)	
Tesise Çarpması Beklenen Yıldırım Sayısı	
$N_d = N_g \cdot A_e \cdot C_e \cdot 10^{-6}$	
$N_g = 0.04 \cdot T_d^{1.25}$	Nd
$T_d =$ İsochronik haritadan alınacak	Nc
Tesise Çarpması Kabul Edilebilir Yıldırım Sayısı	
$N_c = 5,5 \cdot 10^{-3} / C \quad C = C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5$	
Eğer $N_d < N_c$ ise koruma isteğe bırakılır.	
Eğer $N_d > N_c$ ise koruma gereklidir. Bu durumda, $E = 1 - N_d / N_d$ hesabından bulunan E etkinlik değeri ile koruma düzeyi belirlenir.	

Not:

L = Boy (m)

W = En (m)

H = Yükseklik (m)

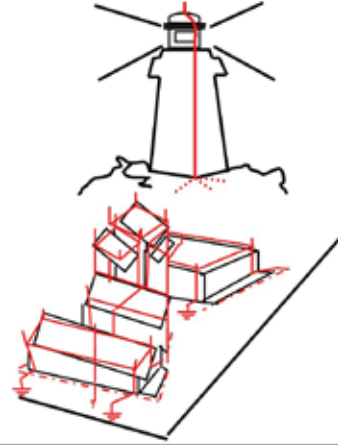
Etkinlik Değeri, E	Koruma Düzeyi
$E > 0,98$	Düzy 1+Ek önlem
$0.95 < E \leq 0,98$	Düzy 1
$0.90 < E \leq 0,95$	Düzy 2
$0.80 < E \leq 0,90$	Düzy 3
$0 < E \leq 0,80$	Düzy 4
$E \leq 0$	Koruma isteğe bağlı
Türkiye için en büyük yıllık ortalama yıldırımli gün sayısı $N_g = 2$ alınabilir.	

Ce, YAPI YERLEŞİM ÖZELLİKLERİ İLE İLGİLİ KATSAYI			
Yapı aynı yükseklikte veya daha yüksek ağaç veya binalar arasında ise			0,25
Yüksekliği az yapılarla çevrili ise			0,5
En yakın yapıya uzaklığı 3H ise			1
Bölgedeki en yüksek yapı ise			2
C2, YAPI/ÇATI ÖZELLİKLERİ İLE İLGİLİ KATSAYI			
YAPI/ÇATI	METAL	KİREMİT	YANICI
METAL	0.5	1	2
TUĞLA-BETON	1	1.5	2.5
TUTUŞABİLİR	2	2.5	3
C3, YAPI DEĞERİ İLE İLGİLİ KATSAYI			
Değersiz, yanıcı olmayan			0.5
Normal değerli, yanıcı			1
Değerli, yanıcı			2
Çok değerli, yeri doldurulamaz, patlayıcı, yanıcı			3
C4, YAPI DOLULUĞU İLE İLGİLİ KATSAYI			
İnsansız bina			0.5
Normal kalabalık			1
Panik riski taşıyan, tahliye zorluğu bulunan yapı			3
C5, YAPININ ÇEVRE ÖNEMİ İLE İLGİLİ KATSAYI			
Sürekli kullanımı yok, çevrede değersiz			1
Sürekli kullanımda, çevrede değersiz			5
Çevrede değerli			10

Dış Yıldırımılık

Franklin Çubuğu:

Çubuk ucunda yıldırım öncesi yükselen elektrik alan etkisiyle, oluşan iyonizasyon, yıldırım boşalmasının bu çubuk üzerinden toprağa gitmesini sağlar. Bu çubuğun koruyacağı alan, oluşturduğu varsayılan koruma açısının koruma düzeyine, çubuk boyuna, bulunduğu yüksekliğe göre değişimi aşağıdaki tabloda verilmiştir. Bu koruma açısı hava da gerilmiş topraklı iletkenler için veya Faraday kafesi oluşturan yakalama sistemleri için de aynen uygulanır.

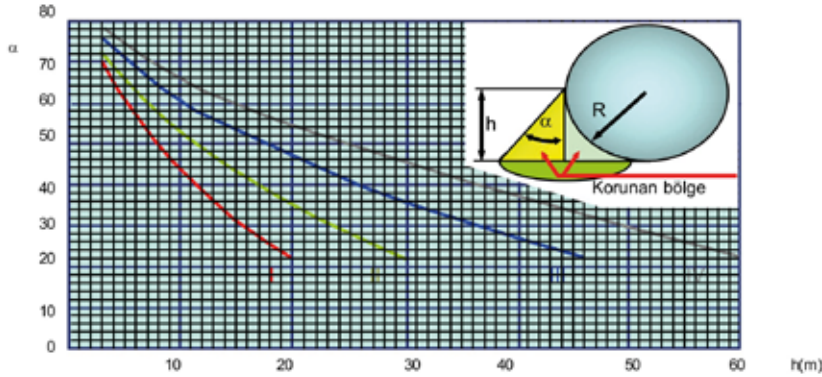


Faraday Kafesi:

İletkenlerin bir kafes şeklinde korunacak binayı sarması ile oluşturulur. Faraday kafesinde Faraday'ın "Bir iletken yapı içinde elektrik alanı sıfırdır" ilkesinden yararlanılmıştır. Beton içindeki demir donatı sistemde kullanılabilir. Bakır yerine alüminyum veya galvaniz şerit kullanılabilir. Doğru malzeme seçimi ve iyi bir projelendirme ile sistem oldukça ekonomik bir şekilde kurulabilir. Sistem, uygun bir tasarım ile temel topraklama sistemine bağlanmalıdır.

Koruma Düzeyine Göre Franklin Çubuğu ve Faraday Kafesi Uygulama Verileri

Koruma Düzeyi	Yuvarlanan küre yarı çapı, r (m)	Franklin Çubuğu	Yükseklik (m)				Etkinlik (%)	Kafes Aralığı (m)	İniş İletkenleri aralığı (m)
I	20	α açısı (aşağıdaki diorama bakılmadık)	25	-	-	-	98	5 x 5	10
II	30		35	25	-	-	95	10 x 10	10
III	45		45	35	25	-	90	15 x 15	15
IV	60		55	45	35	25	80	20 x 20	20



ParaFudrlar

ETTY Ek-H' e göre $R_{da} \leq U_{da} / I_{da}$

R_{da} : Direk veya tesisin darbe topraklama direnci (ohm)

U_{da} : Yalıtkanın darbe dayanım gerilimi (kV)

I_{da} : Yıldırım akımının tepe değeri (kA)

ETTY I_{da} 20, 30, 40, 50 ve 60 kA olarak verilmektedir.

36 kV maksimum işletme gerilimli tesislerde (U_{da} 0 170 kV) parafuldr darbe topraklama direnci:

$I_{da} = 20$ kA için $R_{da} \leq 8,5$ ohm, $I_{da} = 60$ kA için $R_{da} \leq 2,8$ ohm olmalıdır.

1 kV anma gerilimli gerilimli tesislerde ($U_{da} = 20$ kV) parafuldr darbe topraklama direnci:

$I_{da} = 20$ kA için $R_{da} \leq 1,0$ ohm, $I_{da} = 60$ kA için $R_{da} \leq 0,33$ ohm olmalıdır.

36 kV DAĞITIM SİSTEMLERİNDE PARAFUDR SEÇİM ÇİZELGESİ

Anma Gerilimi (kV)	Parafudr Gerilimi (kV) Sistemin Durumu		PARAFUDR Darbe Boşalma Akımı		PARAFUDR Kısa Devre Akımı		
	Doğrudan topraklı	Direnç ile topraklı	5 kA	10 kA	10 kA	20 kA	40 kA
3,3	3	3,3	+	+	+	+	+
7,2	6,3	7,2	+	+	+	+	+
12	10,5	12	+	+	+	+	+
17,5	15	18	+	+	+	+	+
36	30	36	+	+	+	+	+

PARAFUDR Darbe Boşalma Akımı : 5 kA : Seyrek yıldırımlı yerler , 10 kA : Yoğun yıldırımlı yerler

PARAFUDR Kısa Devre Akımı : 10 kA (TM' ne uzak) , 20 kA (TM yakınında) , 40 kA (Generatör bara)

Muhtemel Patlayıcı Ortamlarda Çalışacak Elektrikli Ekipmanların İşaretlenmesi

Ex Ekipmanlarda Koruma Gereksinimleri

Koruma Seviyesi

Koruma Seviyesi	Kategori Grup II	Tehlikeli Bölge	Koruma Performansı	Çalışma Koşulları
Çok Yüksek	1	Bölge 0 Bölge 20	İki hata birbirinden bağımsız olarak ortaya çıktığında bile iki bağımsız koruma sağlayan	Ex-Ekipman, 0, 1, 2 (G) ve/veya 20, 21, 22 (D) Bölgelerinde enerjili ve çalışır durumda kalır.
Yüksek	2	Bölge 1 Bölge 21	Normal çalışma ve sıklıkla meydana gelen arızaların normal olarak hesaba katıldığı bozukluklar veya ekipman için uygundur.	Ex-Ekipman, 1, 2 (G) veya 21, 22 (D) Bölgelerinde enerjili ve çalışır durumda kalır.
Normal	3	Bölge 2 Bölge 22	Normal çalışma için uygundur.	Ex-Ekipman, 2 (G) veya 22 (D) Bölgelerinde enerjili ve çalışır durumda kalır.

Tehlikeli Bölge ve Ekipmanların Koruma Seviyeleri Arasındaki Bağlantı

ISO 80079-36		Direktif 2014/34/AB		IEC 60079-10-X
EPL	Grup	Ekipman Grubu	Ekipman Kategorisi	Bölgeler
Ma	c	I	M1	Uygulanamaz
Mb			M2	
Ga	II	II	1G	0
Gb			2G	1
Gc			3G	2
Da	III		1D	20
Db			2D	21
Dc		3D	22	

Gruplar

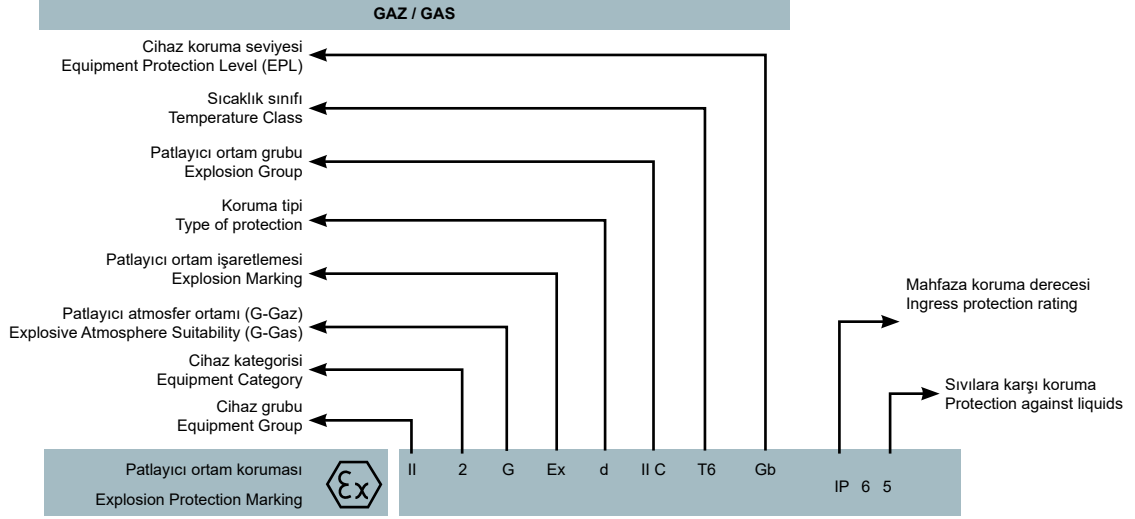
Grup	Örnek Maddeler	Ortam	Konum
I	Metan (Grizu)	Gazlar, Sıvı Buharları ve Sıvı Sisleri	Madenler
IIA	Metan, Propan, vb.		Sanayi Kolları ve Diğer Alanlar
IIB	Etilen		
IIC	Hidrojen, Asetilen vb		
IIIA	Yanıcı Uçuşanlar		
IIIB	İletken Olmayan	Yanıcı Tozlar	Sanayi Kolları ve Diğer Alanlar
IIC	İletkenler		

T Isı Grubu

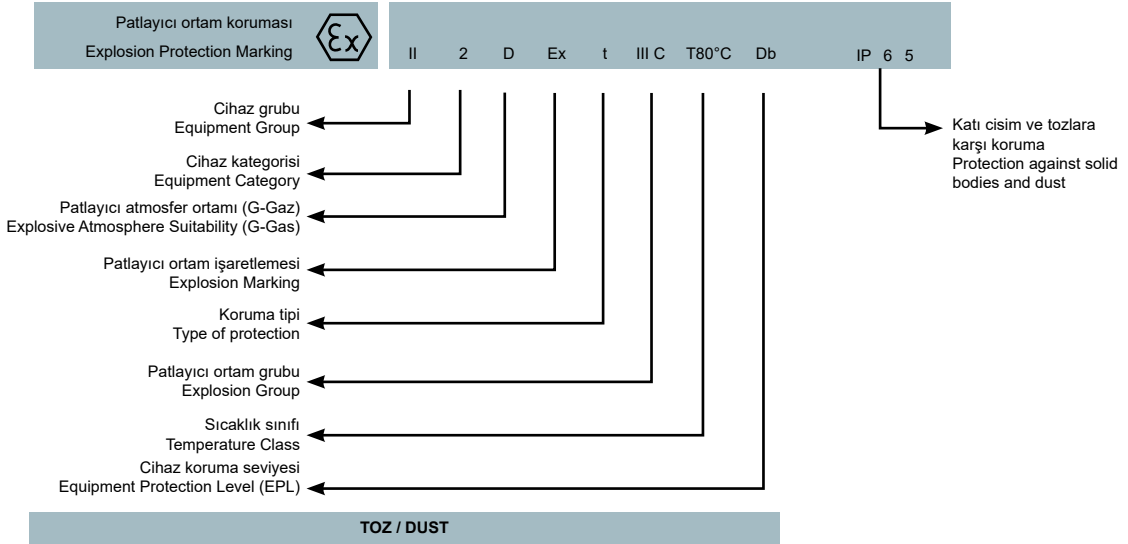
Isı Grubu IEC ve EN	Aletin Maksimum Yüzey sıcaklığı	Patlayıcı Ortamın Patlama Sıcaklığı	Isı Grubu NEC	
T1	450° C	>450° C	T1	450° C
T2	300° C	>300° C <450° C	T2	300° C
			T2A	280° C
			T2B	260° C
			T2C	230° C
			T2D	215° C
T3	200° C	>200° C <300° C	T3	200° C
			T3A	180° C
			T3B	165° C
			T3C	160° C
T4	135° C	>135° C <300° C	T4	135° C
	120° C		T4A	120° C
T5	100° C	>100° C <135° C	T5	100° C
T6	85° C	>85° C <100° C	T6	85° C

Muhtemel Patlayıcı Ortamlarda Çalışacak Elektrikli Ekipmanların İşaretlenmesi

ATEX Etiket Okuma - Gaz



ATEX Etiket Okuma - Toz



Çeşitli Soketler

VGA VİDEO (Erkek)			
UÇ#	SİNYAL	UÇ#	SİNYAL
1	RED	9	NC
2	GREEN	10	GND
3	BLUE	11	ID0
4	ID2	12	ID1
5	GND TEST	13	HS
6	GND	14	VS
7	GND	15	ID3
8	GND		

SERİ MOUSE (Erkek)			
UÇ#	SİNYAL	UÇ#	SİNYAL
1	NC	6	NC
2	RX	7	RTS
3	TX	8	NC
4	DTR	9	NC
5	GND		

SUN VE SGI VIDEO (Dişi)			
UÇ#	SİNYAL	UÇ#	SİNYAL
1	GND	8	ID1
2	VSYNC	9	ID0
3	ID2	10	GND
4	GND	A1	RED
5	CSYNC	A2	GREEN
6	HSYNC	A3	BLUE
7	GND		

RS232 DB25 ARAYÜZ (Erkek)			
UÇ#	SİNYAL	UÇ#	SİNYAL
1	N/A	14	N/A
2	TXD	15	N/A
3	RXD	16	N/A
4	RTS	17	N/A
5	CTS	18	N/A
6	DSR	19	N/A
7	GND	20	DTR
8	DCD	21	N/A
9	N/A	22	RI
10	N/A	23	N/A
11	N/A	24	N/A
12	N/A	25	N/A
13	N/A		

RS232 RJ45 ARAYÜZ (Dişi)			
UÇ#	SİNYAL	UÇ#	SİNYAL
1	RTS	5	GND
2	DTS	6	RXD
3	TXD	7	DSR
4	GND	8	CTS

MAC KEYBOARD VEYA MOUSE (Dişi)			
UÇ#	SİNYAL	UÇ#	SİNYAL
1	DATA	3	5
2	PWRN	4	GND

PS/2 KEYBOARD VEYA MOUSE (Dişi)			
UÇ#	SİNYAL	UÇ#	SİNYAL
1	DATA	4	5
2	NC	5	CLOCK
3	GND	6	NC

PC/AT KEYBOARD (Dişi)			
UÇ#	SİNYAL	UÇ#	SİNYAL
1	CLOCK	4	GND
2	DATA	5	5
3	NC		

SUN KEYBOARD VE MOUSE (Dişi)			
UÇ#	SİNYAL	UÇ#	SİNYAL
1	GND	5	KYBD RCV
2	GND	6	KYBD XMT
3	5	7	PWRN
4	MOUSE	8	5

RS232 DB9 ARAYÜZ (Erkek)			
UÇ#	SİNYAL	UÇ#	SİNYAL
1	N/A	6	DSR
2	RXD	7	RTS
3	TXD	8	CTS
4	DTR	9	N/A
5	GND		

DVI (Dişi)			
UÇ#	SİNYAL	UÇ#	SİNYAL
1	T.M.D.S DATA 2-	16	HOT PLUG DETECT
2	T.M.D.S DATA 2+	17	T.M.D.S DATA 0-
3	T.M.D.S DATA 2/4 SHIELD	18	T.M.D.S DATA 0+
4	T.M.D.S DATA 4-	19	T.M.D.S DATA 0/5 SHIELD
5	T.M.D.S DATA 4+	20	T.M.D.S DATA 5-
6	DDC CLOCK	21	T.M.D.S DATA 5+
7	DDC DATA	22	T.M.D.S CLOCK SHIELD
8	ANALOG VERT. SYNC	23	T.M.D.S CLOCK+
9	T.M.D.S DATA 1-	24	T.M.D.S CLOCK-
10	T.M.D.S DATA 1+		
11	T.M.D.S DATA 1/3 SHIELD	C1	ANALOG RED
12	T.M.D.S DATA 3-	C2	ANALOG GREEN
13	T.M.D.S DATA 3+	C3	ANALOG BLUE
14	+5V POWER	C4	ANALOG HORZ SYNC
15	GND	C5	ANALOG GROUND

MAC VIDEO (Erkek)			
UÇ#	SİNYAL	UÇ#	SİNYAL
1	GND	9	BLUE
2	RED	10	ID3
3	CSYNC	11	GND
4	ID1	12	VS
5	GREEN	13	GND
6	GND	14	GND
7	ID2	15	HS
8	NC		

SGI Open LDI (Dişi)			
UÇ#	SİNYAL	UÇ#	SİNYAL
1	Link2 D0-	19	Link2 D3-
2	Link2 D0+	20	Link2 D3+
3	Link2 D1-	21	Link2 CLK-
4	Link2 D1+	22	Link2 CLK+
5	Link2 D2-	23	DDO CLK SCL
6	Link2 D2+	24	VCC
7	NC	25	DDC DATA SDA
8	NC	26	GND
9	GND	27	NC
10	GND	28	GND
11	NC	29	NC
12	NC	30	NC
13	Link1 D0-	31	NC
14	Link1 D0+	32	GND
15	Link1 D1-	33	Link1 CLK-
16	Link1 D1+	34	Link1 CLK+
17	Link1 D2-	35	Link1 D3-
18	Link1 D2+	36	Link1 D3+

EVC (Dişi)			
UÇ#	SİNYAL	UÇ#	SİNYAL
1	T.M.D.S DATA 2+	19	1394 VG
2	T.M.D.S DATA 2-	20	1394 VP
3	T.M.D.S DATA 2 RTN	21	T.M.D.S DATA 0-
4	SYNC RTN	22	T.M.D.S DATA 0+
5	HORIZ. SYNC TTL	23	T.M.D.S DATA 0 RTN
6	VERT. SYNC TTL	24	STEREO SYNC TTL
7	T.M.D.S CLOCK RTN	25	DDC RTN
8	CHARGING PWR INPUT+	26	DDC DATA SDA
9	1394 PAIR A, DATA	27	DDC CLOCK SCL
10	1394 PAIR A, DATA+	28	+5 VDC
11	T.M.D.S DATA 1+	29	1394 PAIR B, CLOCK+
12	T.M.D.S DATA 1-	30	1394 PAIR B, CLOCK-
13	T.M.D.S DATA 1 RTN	C1	RED VIDEO OUT
14	T.M.D.S CLOCK+	C2	GRN VIDEO OUT
15	T.M.D.S CLOCK-	C3	PX CLOCK OUT
16	USB DATA+	C4	BLU VIDEO OUT
17	USB DATA-	C5	COMMON GND RTN
18	1394 SHIELD/CHARGING POWER INPUT-		

USB TYPE A and B (Dişi)			
UÇ#	SİNYAL	UÇ#	SİNYAL
1	5	3	+Data
2	-Data	4	GND

SAYISAL DÜZ PANEL (DFP) KAPI (Dişi)			
UÇ#	SİNYAL	UÇ#	SİNYAL
1	TX1+	11	TX2+
2	TX1-	12	TX2-
3	SHLD1	13	SHLD2
4	SHLDC	14	SHLDO
5	TXC+	15	TXO+
6	TXC-	16	TXO-
7	GND	17	NC
8	+5V	18	HPD
9	NC	19	DDC_DAT
10	NC	20	DDC_CLK

Başlıca Elektronik Elemanların Sembolleri ve Karakteristikleri

DOĞRULTUCU DİYOD		
SCHOTTKY DİYOD		
KIRILMA DİYODU (ZENER ve ÇİĞ) TEK YÖNLÜ	GENELLİKLE: BAZI YADA 	
İKİ YÖNLÜ (A.C. GERİLİM ÜSTTEN VE ALTINDAN SINIRLAMAK İÇİN DE KULLANILIR)	GENELLİKLE: BAZI 	
TÜNEL DİYOD		

FOTO DİYOD		
IŞIK YAYAN DİYOD YADA YARI İLETKEN LAMPA		
TRANZİSTÖRLER	 PNP NPN	

ESLENİK UNİJONKSİYON TRANSİSTÖR (P-TİP TABANLI)		
ÇİFT YÖNLÜ TETİKLEYİCİ DİYAK (NPN TİPİ)		
TRİSTÖRLER PROGRAMLANABİLEN UNİJONKSİYON TRANSİSTÖR		
IŞIK ETKİLİ PROGRAMLANABİLEN UNİJONKSİYON TRANSİSTÖR		

(SCR) DSD (DENETİMLİ SİLİSYUM DOĞRULTUCU) TERS TIKANMALI TRİYOD TRİSTÖR		
LAS (IŞIK ETKİLİ ANAHTAR) IŞIK ETKİLİ TERS TIKANMALI DİYOD TRİSTÖR		
(IŞIK ETKİLİ DENETİMLİ SİLİSYUM DOĞRULTUCUSU)		
(ÇİFT YÖNLÜ TRİYOD TRİSTÖR)		
(DENETİMLİ SİLİSYUM ANAHTAR) TERS TIKANMALI TETROD TRİSTÖR		
IŞIK ETKİLİ DENETİMLİ SİLİSYUM ANAHTAR IŞIK ETKİLİ TERS TIKANMALI TETROD TRİSTÖR		

Başlıca Elektronik Elemanların Sembolleri ve Karakteristikleri

DARLİNGTON TRANZİSTÖR		
İŞİĞA DUYARLI TRANZİSTÖR FOTO TRANZİSTÖR		
İŞİĞA DUYARLI DARLİNGTON FOTO TRANZİSTÖR		
UJT (UNIJUNCTION TRANZİSTÖR) (N - TİPİ)		

Tüm devre tipleri						
Tip	SN 7404 MC 1400	SN 7408	SN 7432	SN 7400 MC 14011	SN 7402 MC 14009	SN 7486 CC 4030A
Çıkış şekli						
NAND işareti						
Fonksiyon	$Y = A$	$Y = A + B$	$Y = A \cdot B$	$Y = \overline{A + B}$	$Y = A \oplus B$	$Y = \overline{A \oplus B}$
Doğruluk						
Sembol						
Uçlu Fonksiyon	AND NOR DEĞİL	AND OR VE	OR NAND VE DEĞİL	NOR NOR VEYA DEĞİL	EX OR EX OR OZEL VEYA	EX OR EX OR OZEL VEYA

Kapı devrelerinin toplu tablosu ile entegre tüm devre tipleri

Formüller

Seri bağlı dirençler	
$R_T = R_1 + R_2 + R_3$	
Paralel bağlı dirençler	
$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots}$	
İki direncin paralel bağlanma şekli	
$R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$	

Yarı İletken Güç Elemanlarının Genel Özellikleri																					
YARI İLETKEN GÜÇ ELEMANLARI			İSİM	Kontrol Edilme		Gerilim Dayanımı		Akım İletimi		Kontrol Özellikleri				Erişilebilen Nominal Değerler		Derlim Düşümleri		Anahtarlama Süreleri			
SEMBOL				Normal	Ters	Normal	Ters	Normal	Ters	Kısa Süreli	Süreklİ	Akım	Sinyal Şekli	Kontrol Şekli	Gerilim(V)	Akım(A)	Sınırlar(V)	Tipik(V)	Sınırlar (µs)	Tipik (µs)	
	DİYOT	Normal Hızlı Schotky	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	4000	4000	0.5-1.2	0.9	5-40	20
	SCR	Normal Hızlı	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	6000	3000	1.5-2.5	2.0	100-500	300
	BJT	Tek Darlington	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	50-1500	300-10	0.5-1.0	0.75	05.5.0	3
	MOSFET N kanal		+	-	+	+	+	+	⊥	-	+	-	+	+	+	50	100	3-5	4.0	0.1-1.5	0.3
	IGBT		+	-	+	+	+	+	⊥	-	+	-	+	+	+	2000	500	2-4	3.0	0.5-1.5	1
	MCT		+	-	+	+	+	+	⊥	-	+	-	+	+	+	2000	600	1.5-2.5	2.0	2.5	3
	GTO		+	-	+	+	+	+	⊥	-	+	-	+	+	+	4500	3000	2-4	3.0	5-25	15
	INVSCR	RCT	+	-	+	+	+	+	⊥	+	-	+	-	+	+	2500	1000	1.75-2.75	2.25	10-50	30
	TRIYAK	ASCR	+	-	+	+	+	+	⊥	-	+	-	+	+	+	3000	2500	1.75-2.75	2.25	5-15	10
	LASCR		+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	1200	300	1.25-1.75	1.5	300-500	400
	LASCR		+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	4000	1500	1.5-2.5	2.0	200-400	300
+ :Evet; - :Hayır; → :Işık Etkili; ⊥ :Normalin Altında																					
A : Anot; B :Baz; C :Kolektör; D :Kanal; E :Emiler; G :Kanal; Kapi; K :Katot; S :Kaynak																					

Çimento Çeşitleri

Tipler	Genel Çimento Tipleri		Bileşim (kütlece ¹) % olarak											Minör ilave Bileşenler
			Ana Bileşenler											
			K	S	D ²⁾	P	Q	V	W	T	L	LL		
CEM	Portland Çimentosu	CEM I	95-100	-	-	-	-	-	-	-	-			0-5
CEM	Portland-Curufllu Çimento	CEM II/A-S	80-94	6-20										0-5
		CEM II/B-S	65-79	21-35										0-5
	Portland-Silis Dumanlı Çimento	CEM II/A-D	90-94	-	6-10									0-5
		Portland-Puzolanlı Çimento	CEM II/A-P	80-94			6-20							
	CEM II/B-P		65-79			21-35								0-5
	CEM II/A-Q		80-94				6-20							0-5
	CEM II/B-Q		65-79				21-35							0-5
	Portland- Uçucu Küllü Çimento	CEM II/A-V	80-94					6-20						0-5
		CEM II/B-V	65-79					21-35						0-5
		CEM II/A-W	80-94						6-20					0-5
		CEM II/B-W	65-79						21-35					0-5
	Portland-Pişmiş Şistli Çimento	CEM II/A-T	80-94								6-20			0-5
		CEM II/B-T	65-79								21-35			0-5
	Portland-Kompoze Çimento ³⁾	CEM II/A-M	80-94					6-20						0-5
		CEM II/B-M	65-79					21-35						0-5
CEM	Yüksek Fırın Cürufu u Çimento	CEM III/A	35-64	36-65	0-5									0-5
		CEM III/B	20-34		66-80								0-5	
		CEM III/C	5-19		81-95								0-5	
CEM	Puzolanik Çimento ³⁾	CEM IV/A	65-89		-	11-35							0-5	
		CEM IV/B	45-64		-	36-55							0-5	
CEM	Puzolanik Çimento ³⁾	CEM V/A	40-64		18-30	-		18-30					0-5	
		CEM V/B	20-38		31-50	-		31-50					0-5	

1) Çizelgedeki değerler ana ve minör ilave bileşenlerin toplamı ile ilgilidir.
2) Silis dumanının oranı %10'a sınırlandırılmıştır.
3) Portland kompoze çimento CEM II/A-M ve CEM II/B-M'de, Puzolanik ÇimentoCEM IV/A ve CEM IV/B'de, Kompoze Çimento CEM V/A ve CEM V/B'de klinkerin yanındaki diğer ana bileşenler ana bileşenler çimentoya ait işaretler çimentoya ait işaretlerle beyan edilmelidir.
K: Klinker, S: Yüksek Fırın cürufu, D: Silis dumanı, P: Doğal puzolan, Q: Doğal kalsine edilmiş puzolan, V: Silisli uçucu kül, W: Kalkerli uçucu kül, T: Pişmiş Şist, L: Toplam organik karbon içeriği kütlece %0.50 aşmayan kalker, LL: Toplam organik karbon içeriği kütlece %0.20 aşmayan kalker.

Çimentoların Karakteristik Değerlerle Verilen Mekanik ve Fiziksel Özellikleri

Dayanım Sınıfı	Basınç Dayanımı (Mpa)				Priz başlama süresi (dakika)	Genleşme (mm)
	Erken Dayanım		Standart Dayanım			
	2 günlük	7 günlük	28 günlük			
32.5 N	-	≥16.0	≥32.5	≤ 52.5	≥75	
32.5 R	≥10.0					
42.5 N	≥10.0		≥42.5	≤ 62.5	≥60	≤ 10
42.5 R	≥20.0					
52.5 N	≥20.0		≥52.5		≥45	
52.5 R	≥30.0					

Beton Sınıfları ve Dayanımları (TS500)

Beton Sınıfı	Karakteristik Silindir (150 mm x 300 mm) Basınç Dayanımı, f _{ck} MPa	Eşdeğer Küp (150mmx150mm) Basınç Dayanımı, f _{ck} MPa	Karakteristik eksenel çekme Dayanımı, f _{ctk} MPa	28 Günlük Elastisite Modülü E _c MPa
C16	16	20	1.4	27000
C18	18	22	1.5	27500
C20	20	25	1.6	28000
C25	25	30	1.8	30000
C30	30	37	1.9	32000
C35	35	45	2.1	33000
C40	40	50	2.2	34000
C45	45	55	2.3	36000
C50	50	60	2.5	37000

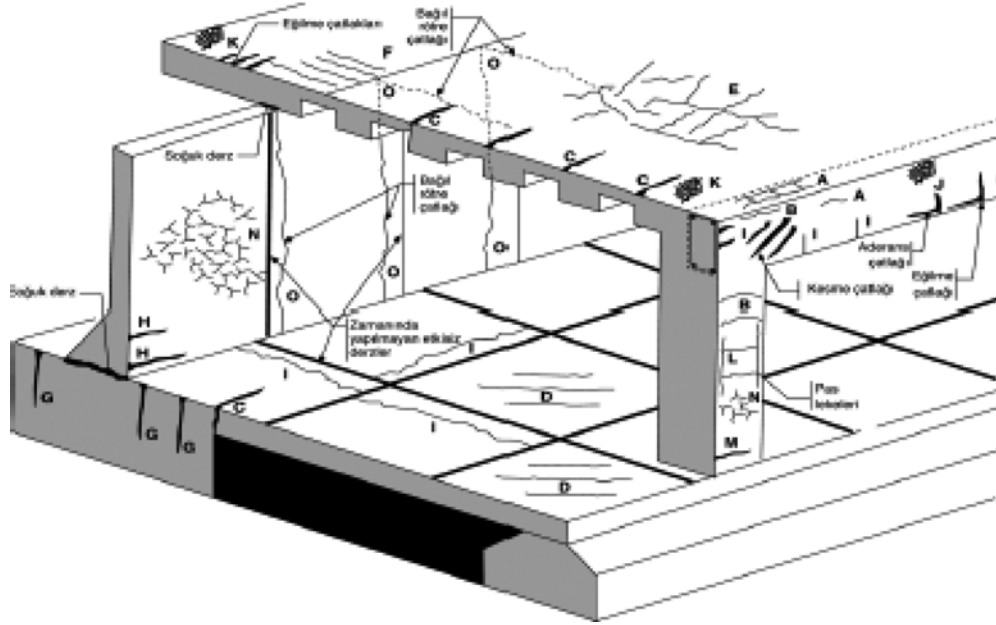
Beton Sınıflarına Göre k₁ Değerleri

Beton Sınıfı	C 16	C 18	C 20	C 25	C 30	C 35	C 40	C 45	C 50
k ₁	0.85	0.85	0.85	0.85	0.82	0.79	0.76	0.73	0.70

Taze veya Sertleşmiş Betonda Görülen Çatlak Tiplerinin Sınıflandırılması

Çatlak Tipi	Şekil konumu	Alt grupları	En sık rastlanan bölgeler	Ana neden (kısıtlamalar dışında)	İkincil nedenler / faktörler	Önlemler Karşımı yeniden düzenlemek imkansız ise (Tüm durumlarda elemanın hareketi engellenmemeli)	Görülme zamanı
Plastik Oturma	A	Donatı üstü	Derin kesitler	Aşırı terleme	Erken yaşlarda hızlı kuruma koşulları	Terlemeyi azalt (hava katkısı) veya yeniden vibrasyon	10 dak - 3 saat arası
	B	Üst bölgeler (Kemer)	Kolon üstleri				
	C	Farklı derinlikteki Kesitler	Asmolen, Mantar döşemeler				
Plastik Rötme (büzülme)	D	Diagonal	Yollar, döşemeler	Erken yaşlarda hızlı kuruma	Düşük miktarda terleme	Erken kür koşullarının iyileştirilmesi	30 dak - 6 saat arası
	E	Rastgele	Betonarme döşemeler	Erken yaşlarda hızlı kuruma, yüzeye yakın donatı			
	F	Donatı üstü	Betonarme döşemeler	Erken yaşlarda hızlı kuruma, yüzeye yakın donatı			
Erken Termal Büzülme	G	Dış kısıtlama	Kalın duvarlar	Aşırı ısı üretimi	Hızlı soğuma	Isıyı azalt ve/veya izolasyon yapılması	1 gün'den 2-3 haftaya kadar
	H	İç kısıtlama	Kalın döşemeler	Aşırı sıcaklık farklılıkları			
Uzun Dönemli Kuruma Büzülmesi	I		İnce döşeme veya duvarlar	Yetersiz derzler	Aşırı büzülme, yetersiz kür	Su miktarını azalt, kür koşullarını düzelt	Birkaç hafta veya aylar sonra
Kabuk Şeklinde Soyulma	J	Kalıp yüzeyi	Pürüzsüz görünümlü beton	Geçirgen olmayan kalıp	Zengin karışımlar (yüksek çimento dozajı), kötü kür	Kür koşulları ve perdah işlemlerini düzelt	1-7 gün bazen çok daha geç
	K	Akışkan beton	Döşemeler	Aşırı Perdah			
Donatı Korozyonu	L	Doğal	Kolon ve kirişler	Pas payı yetersizliği	Düşük kaliteli beton	Nedenlerin oradan kaldırılması	2 yıldan sonra
	M	Kalsiyum klorür	Prefabrike beton	Aşırı kalsiyum klorür			
Alkali - Agrega Reaksiyonu	N		Nemli bölgeler	Reaktif agrega artı yüksek alkali çimento		Nedenlerin oradan kaldırılması	5 yıldan sonra

Çatlakların Oluşum Yerleri ve Biçimleri



Standart Çelik Hasırlar (TS 4559)

Çelik hasır, döşeme, perde, istinat duvarı, temeller, saha betonları, tünel ve galeriler, kanal ve kanaletlerin donatı malzemesidir. Çelik hasır, soğuk çekilerek mukavemeti artırılmış ve nervürlendirilmiş St IVb çubuklarının birbirlerine elektrik nokta kaynağı ile birleştirilmesi suretiyle imal edilir. İlgili Standartlar TS4559, TS 500

Emniyet Gerilmesi: 2400 Kg/cm² Akma sınırı 5 000 kg/cm² Min Kopma uzama oranı: % 5 - 8

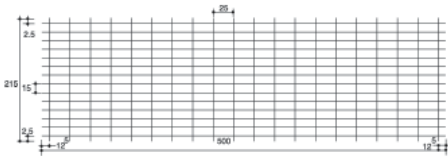
Standart Çelik Hasır Ebadı: 5.00 x 2.15 m. ebadındadır.

Hasır Çelik Tipleri: (R) Tipleri 15 adet boy, 20 adet en çubuklu (Q) Tipleri 15 adet boy, 33 adet en çubukludur.

* Çelik Hasır en az bindirme boyları çalışan yönde 3 göz, tevzi yönünde 1 gözdür. Boy çubuklarda "d" harfi çubukların çift olduğunu gösterir.

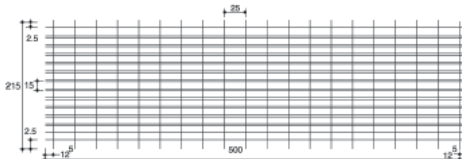
Çubuk Çapı	Çubuk Ağırlığı	Tek Çubuk Kesit Alanı	Çelik Hasır Kesit Tablosu						
			Çubuk Aralarına Göre DONATI KESİT ALANI (cm ² /m) Çubuk Aralıkları (mm)						
mm	kg/m	cm ²	50 100d	75 150d	100	150	200	250	300
4.0	0.099	0.126	2.52	1.68	1.26	0.84	0.63	0.50	0.42
4.5	0.125	0.159	3.19	2.12	1.59	1.06	0.80	0.64	0.53
5.0	0.154	0.196	3.93	2.62	1.96	1.31	0.98	0.78	0.65
5.5	0.187	0.238	4.75	3.17	2.38	1.58	1.19	0.95	0.79
6.0	0.222	0.283	5.65	3.77	2.82	1.88	1.41	1.13	0.94
6.5	0.260	0.332	6.64	4.43	3.31	2.21	1.65	1.33	1.10
7.0	0.302	0.385	7.70	5.13	3.85	2.57	1.92	1.54	1.28
7.5	0.347	0.442	8.84	5.89	4.42	2.95	2.20	1.77	1.47
8.0	0.395	0.503	10.05	6.70	5.03	3.35	2.51	2.01	1.67
8.5	0.445	0.567	11.35	7.57	5.67	3.78	2.84	2.27	1.89
9.0	0.499	0.636	12.72	8.48	6.36	4.24	3.18	2.54	2.12
9.5	0.556	0.709	14.18	9.45	7.09	4.73	3.54	2.83	2.36
10.0	0.617	0.785	15.71	10.47	7.85	5.24	3.92	3.14	2.61
10.5	0.680	0.866	17.32	11.55	8.66	5.77	4.33	3.46	2.89
11.0	0.746	0.950	19.01	12.67	9.50	6.34	4.74	3.80	3.16
11.5	0.815	1.039	20.77	13.85	10.39	6.92	5.19	4.15	3.45
12.0	0.888	1.131	22.62	15.08	11.31	7.54	5.66	4.52	3.76

A Boy Çubukları Tek

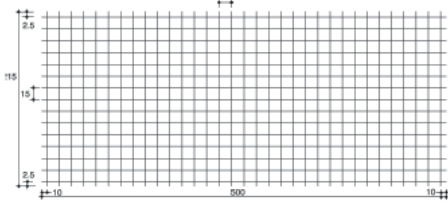


R Tipi Çelik Hasırlar

B Boy Çubukları Çift

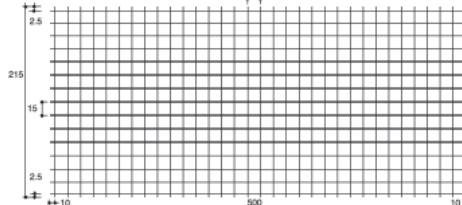


A Boy Çubukları Tek

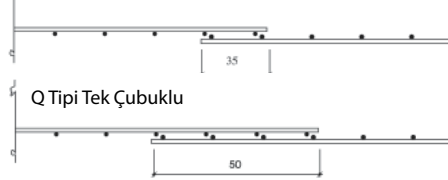


Q Tipi

B Boy Çubukları Çift

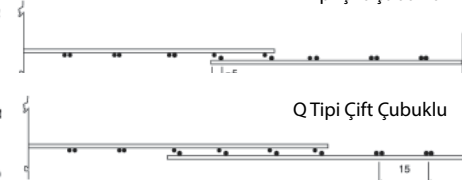


R Tipi Tek Çubuklu

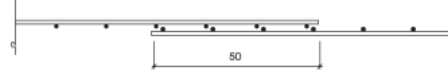


Çelik Hasır Bindirme Boyları

R Tipi Çift Çubuklu



Q Tipi Tek Çubuklu



Q Tipi Çift Çubuklu



Atıksu Arıtma Tesisi Projelendirmesi Debi Kriterleri

I. DEBİ KABULLERİ

1. Kullanılmış Su-Atıksu

$$Q_{evsel} = Q_{kull} \times 0.7 \approx 0.8$$

2. Yağmur Suyu Sızma Etkisi,

$$Q_{ys} = Q_{evsel} \times 0.05 \approx 0.1$$

3. Yeraltı Suyu Sızma Etkisi;

$$Q_{a.s} = 0.1 \text{ 0.2 et/sn.ha}$$

II. DEBİ HESAP KABULLERİ

1. Nüfusa Göre Asatlık Su Kullanım Faktör

Nüfus	Faktör
$N \leq 1000$	10
1000 < $N \leq 10.000$	12
10.000 < $N \leq 100.000$	14
100.000 < $N \leq 1.000.000$	16
1000 < $N \leq 1.000.000$	18-20

2. Nüfusa Göre Asatlık Su Kullanım Faktörü

Etken	Faktör
Endüstri	8
Yeraltı Suyu Sızması	24
Yağmur Suyu Sızması	24

3. Debi Formülleri

$$Q_{min} = \frac{Q_{evsel}}{40} + \frac{Q_{y.a.s}}{40}$$

$$Q_{ort} = \frac{Q_{evsel}}{24} + \frac{Q_{end}}{24} + \frac{Q_{y.a.s}}{24}$$

$$Q_{proje} = \frac{Q_{evsel}}{18} + \frac{Q_{end}}{8} + \frac{Q_{y.a.s}}{24}$$

$$Q_{max} = \frac{Q_{evsel}}{12} + \frac{Q_{end}}{8} + \frac{Q_{y.a.s} + Q_{ys}}{24}$$

Parametreler

Biyokimyasal Oksijen ihtiyacı..... (BO15)	250.....	mg/L
Kimsayal Oksijen ihtiyacı (KOİ)	800.....	mg/L
Askıda Katı Madde..... (AKM)	350.....	mg/L
Toplam Azot..... (N).....	40.....	mg/L
Toplam Fosfor..... (P).....	10.....	mg/L
Yağ-Gres..... (Yağ-Gres)	100.....	mg/L
Anyonik Yüzey Aktif Maddeler (Deterjan).....	5.....	mg/L
Arsenik..... (Ar).....	10.....	mg/l
Antimon..... (Sb)	3.....	mg/L
Kalay..... (Sn)	5.....	mg/L
Bor..... (B).....	3.....	mg/L
Kadmiyum..... (Cd).....	2.....	mg/L
Toplam Krom..... (Cr).....	5.....	mg/L
Bakır..... (Cu).....	2.....	mg/L
Kurşun..... (Pb).....	3.....	mg/L
Nikel..... (Ni).....	5.....	mg/L
Çinko..... (Zn).....	5.....	mg/L
Civa..... (Hg).....	0.2.....	mg/L
Gümüş..... (Ag).....	5.....	mg/L
Toplam Siyanür..... (Ag).....	10.....	mg/L
Fenol.....	10.....	mg/L
Balık Biedeneyi-48 saat tolerans limiti (TL50) %100		
Sülfat..... (SO4)	1000.....	mg/L
Sıcaklık.....	40°.....	C
pH.....	6-10	

(*) Atıksuları kanalizasyon sistemi ile İSKİ'nin kurduğu biyolojik arıtma tesislerine gidiyorsa bu tür endüstriyel atıksu kaynaklarında (BO15 ve KOİ < 4000 parametreleri değerlendirilmeye alınmaz.

Su Toplama Havzaları İçin İski Deşarj Limitleri

BOL.....	20 mg/l
KOL.....	50 mg/l
AKM.....	50 mg/l
Top N.....	10 mg/l
Yağ ve Gres.....	10 mg/l
Deterjan.....	2 mg/l
pH.....	6.5 - 9.5

Türkiye Çevre Müsteşarlığı tarafından çıkarılan ve 4 Eylül 1988 tarih ve 19919 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan Su Kirliliği Kontrolü yönetmeliği limitleri geçerlidir.

İçme Suyu ve Pis Su Akım Formülleri

1. KENTLERİN GELECEKTEKİ NÜFUSLARININ HESABI

Nüfus projeksiyonu için birçok metod varsa da ülkemizde genellikle,

$$P = \left[\sqrt[3]{\frac{N_y}{N_e}} - 1 \right] \times 100$$

formülü ile nüfus çoğalma emsali bulunur. Bu formüldeki,

P = Çoğalma emsali,

N_y = Kentin son nüfus sayısı,

N_e = Kentin daha önceki nüfus sayısı sonuçlarından her biri

a = N_y ve N_e sayımları arasındaki yıl sayısı

$$N_n = N_y \left(1 + \frac{P}{100} \right)^n$$

N_n = n yıl sonraki nüfus

2. İÇMESU İHTİYAÇLARININ TESPİTİ

2.1. İnsan Su İhtiyaçları

Nüfuslara bağlı olarak su ihtiyaçları aşağıda verilmiştir.

N (kişi)	Birim Debi (lt/gün kişi)	Debi (lt/sn)
3000	60	2
5000	70	4
10000	80	9
30000	100	35
50000	120	69
100000	170	197
200000	200	463

(Ara değerler enterpolasyon ile bulunmalıdır.)

2.2. Özel Su İhtiyaçları

- Beher büyükbaş hayvan için	50 lt/gün
- Beher küçükbaş hayvan için	15 lt/gün
- Kışlalarda asker başına	50-150 lt/gün
- Hastanelerde hasta başına	250-600 lt/gün
- Otelerde yatak başına	100-250 lt/gün
- Genel yüzme havuzlarının 1 m ² 'si için	500 lt/gün
- Mezbahalarda kesilen büyükbaş hayvan başına	300-400 lt/gün
- Mezbahalarda kesilen küçükbaş hayvan başına	150-300 lt/gün
- İstasyonlarda bir lokomotif için	600-2200 litre
- Hamamlarda bir banyo için	300-350 litre
- Çamaşırhanelerde 1 kg kuru çamaşır için	40-180 litre
- Tabakhanelerde beher büyük deri için	1000-3000 litre
- Ayrıca niteliklerine göre değişik üretim yapan kurumların su ihtiyaçları belirlenmelidir.	

3. İÇMESUYU TESİSLERİ PROJELENDİRMESİNDE DİKKATE ALINACAK BAZI ÖZELLİKLER:

- Gelecekteki (30 yıl sonraki, su ihtiyacının karşılanacağı su kaynaklarının verimleri asgari mevsimlerde saptanmış olmalı ve su kalitesinin standartlara uygunluğu araştırılmalıdır. Kaynak civarında çevre kirlenmesine karşı önlem alınmalıdır.
- Borularda yük kayıplarının hesabı için formüller
 $Q = 0.2786 \cdot C \cdot D^{2.63} \cdot J^{0.54}$ (Villiams-Hazen)
 $Q = \text{Debi (m}^3/\text{sn)}, D = \text{Boru Çapı (m)}$
 $J = \text{Sürtünme Yük Kaybı,}$
 $C = \text{Malzeme cinsine göre sürtünme katsayısı}$

Boru Cinsi

Boru Cinsi	C
Çelik	118
PVC	150
Font	95

Asbestli Çimentolu Basıncılı (A.Ç.B) borularda yük kaybı için
 $Q = 39.381 \times D^{2.65} \times J^{0.54}$ (Ludin)

$$H = J \cdot L, V = \frac{Q}{A} = k \frac{V^2}{2g}$$

A = Alan (m²)

h = Kayıp (m)

V = Hız (m/s)

g = Yerçekimi ivmesi (m/s²)

H = Toplam Yük Kaybı (m)

J = Yük kaybı (m/m)

L = Boru Uzunluğu (m)

4. KANALİZASYON TESİSLERİ PROJELENDİRMESİNDE BAZI ÖZELLİKLER

- Pissu ve yağmur sularının toplanacağı kanalizasyon sisteminde kanalizasyon şebekesi birleşik veya ayrık sistemde yapılabilir.

Mecralara girecek yağmur suyu miktarı

$$Q = I \times F \times \emptyset$$

F = Mecranın yağmur suyu havzası (ha)

$\emptyset$ = Debi (lt/sn)

I = Yağmur Şiddeti (lt/sn/ha)

- Pissu Debisi Hesabı

Yerleşim bölgesinin günlük içmesuyu ihtiyacının 12 saatte tükettiği kabul edilir Mecraların pissu debileri, ya atan veya boru uzunluklarına bağlı olarak saptanır.

- Kanalizasyon boru çaplarının tayini.

$$W = \frac{100\sqrt{R}}{b + \sqrt{R}} \times \sqrt{J \cdot R} (\text{Kutte})$$

ve Debi için $Q = A \times V$

Beton borularda $b = 0.35'$ 'tir.

R = Hidrolik yarıçap.

J = Mecra eğimidir.

Yağmursuyu mecralarında tam dolu ve pissu mecralarında yarı dolu akış kabul edilir.

- Kanalizasyon Mecralarında Meyiller Asgari meyil, hızın V = 0.50 m/sn'den ve pissu derinliğinin 2 cm'den aşağı düşmemesi prensibine göre saptanır. Bu şartların oluşmadığı başlangıç mecralarında yıkama tesisleri yapılmalıdır. Mecra meyilleri aşağıda gösterilmiştir.

Mecra Çapı (cm)	Normal Meyil	En az	En çok
Ø 15	1 : 50	1 : 100	1 : 7
Ø 20 Ø 30	1 : 50 - 1 : 150	1 : 300	1 : 7
Ø 35 Ø 60	1 : 100 - 1 : 200	1 : 500	1 : 15
Ø 65 Ø 100	1 : 200 - 1 : 500	1 : 1000	1 : 50
Ø 100 Ø 200	1 : 300 - 1 : 750	1 : 3000	1 : 75

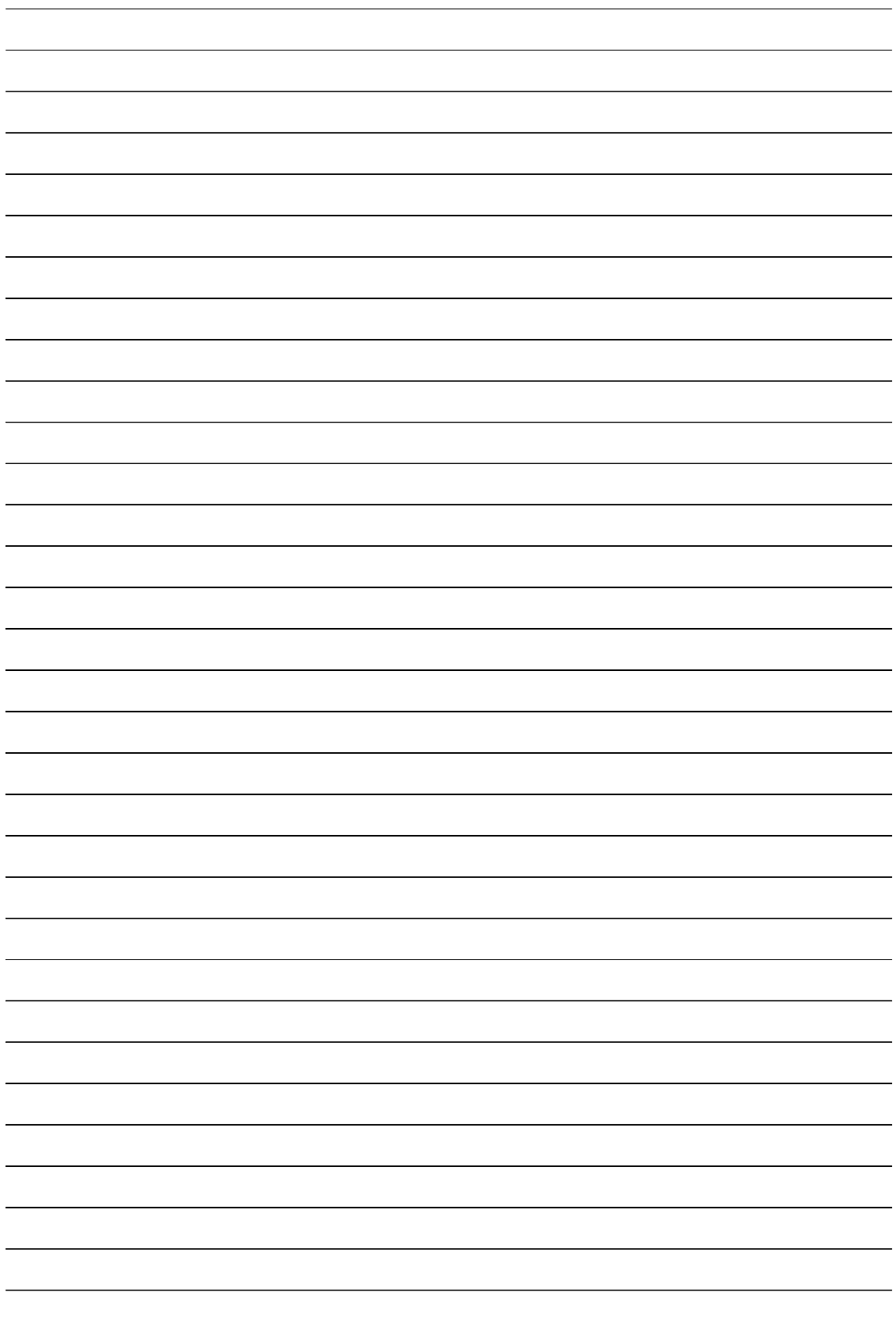
**İçme ve Kullanma Suyuna Ait Dünya Sağlık Örgütü (WHO)
Sağlık Bakanlığı ve TS Değerleri**

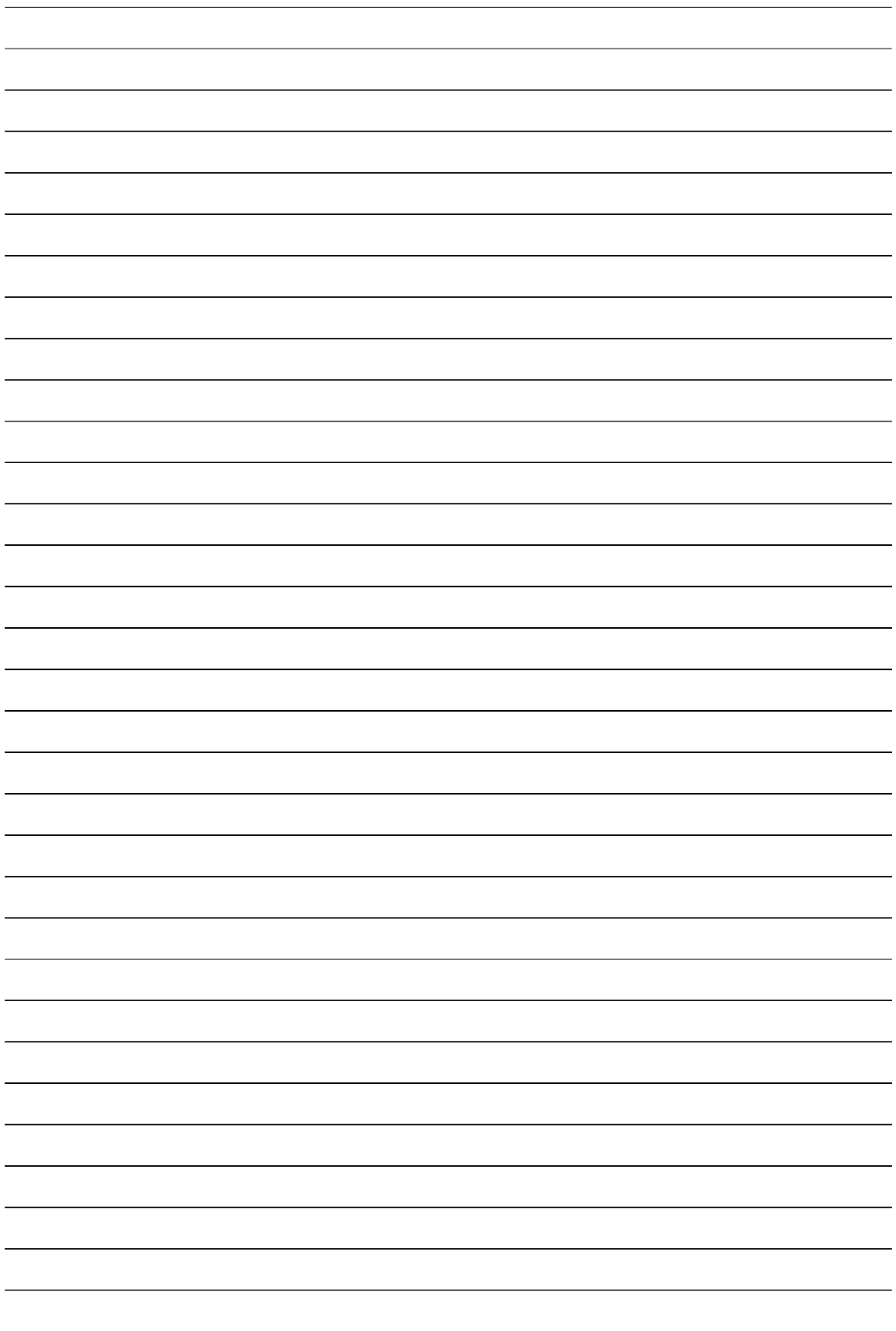
Parametreler	WHO	TS 266	Sağlık Bakanlığı İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmelik Değerleri
Renk (Pt-Co Birimi)	15	20	Yok
Bulanıklık (NTU Birimi)	5	5	1.0
Koku	Yok	Yok	Yok
Tat		Normal	Normal
Bakiye Klor (mg/l)	5		Uç noktada 0,5
pH	6.5 - 8.5	$6.5 \leq \text{pH} \leq 9.5$	≥ 6.5 ve ≤ 9.5
iletkenlik (20 °C, mg/l)		2500	2500
TÇM (180 °C, mg/l)	1000		
Amonyum (mg/l)		0.5	0.5
Nitrit (mg/l)		0.5	0.5
Nitrat (mg/l)	50	50	50
Sodyum (mg/l)	200	200	200
Klorür (mg/l)	250	250	250
Sülfat (mg/l)	250	250	250
Florür (mg/l)	1.50	1.50	1.50
Baryum (mg/l)	0.7		
Oksitlenebilirlik (mg/LO ₂)			5.0
Kadmiyum (pg/l)	3	5.0	5.0
Siyanür (pg/l)		50	50
Nikel (pg/l)		20	20
Toplam Krom (pg/l)	50	50	50
Bakır (mg/l)	2	2	2.0
Bor (mg/l)		1.0	1.0
Alüminyum (pg/l)	200	200	200
Demir (pg/l)		200	200
Mangan (pg/l)	500	50	50
Escherichia Coli E. Coli (100 m.)		0	0
Enterobakter (100 mL)		0	0
Koliform Bakteri (100 m.)	0	0	0



Katkılarından Dolayı Teşekkürler...

*Abdurrahman Boz, Albert Saydam, Ali Kahraman,
Alper Kanca, Barış Tezer, Berke Ercan, Bircan Bulut
Kaya, Feti Sakçak, Fırtına Arısoy, Hasan Mecit,
Havva Küçükkayhan, İlker Gürbüz, İlder Çıtak,
Mehmet Alp Çankaya, Nihal Erbay, Sadık Erdem
Özdemir, Selçuk Demirok, Sevgi Özçelik, Sunay
Uslu, Taner Taş, Tülay Şimşek, Yalçın Paslı*







Söğütma Kulesi

Direns

Pompalar

Lazer

Endüstriyel

Verimlilik

Operasyonel

Kestirimci

Vinciler

Kompresörler

Aydınlatma

O.G. Transformatörleri

Trofusyon

Anons Sistemleri

Kompresörler

Armatürler

KERPAK

Aydınlatma

Otomasyon Sistemi

Güvenlik



TAYSAD

Periyodik Bakım

Havalandırma

Taşıt Araçları Tedarik Sanayicileri Derneği

TOSB Otomotiv Tedarik Sanayi İhtisas Organize
Sanayi Bölgesi 1. Cadde No: 10 41420 Şekerpınar /
Çayırova - Kocaeli/ TÜRKİYE
Tel: + 90 262 658 98 18 • Faks: + 90 262 658 98 39
www.taysad.org.tr • info@taysad.org.tr

Asansörler