

Mekanik Presler

indüktör

Ekipman standartları

Azıza

Sıcak Dövme

Elektrik

Kontrol Ünitesi

Dövme

Kaynak

önleyici bakım

CNC Kamalı Pres

Dizgi Makinesi

Krank Mili

Isıl işlem

Rulman



taysad

BAKIM REHBERİ-II



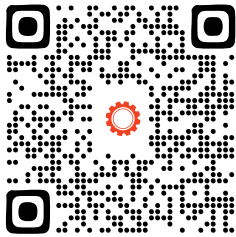


TAYSAD

BAKIM REHBERİ-II

**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



Bakım Rehberi - I

Kasım 2024, TAYSAD Yayınları 2024/70

Baskı

Özgün Ofset

Yapım

Mavi Tanıtım ve İletişim

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	9
TEŞEKKÜR	11
1. PRES	12
1.1. Pres Nedir?	12
1.2. Pres Çeşitleri	13
1.2.1. Hidrolik Presler	13
1.2.1.1. Hidrolik Pres Problem Belirtileri	14
1.2.1.2. Hidrolik Pres Arızaları ve Nedenleri	14
1.3. Hidrolik Preste Bakım	16
1.4. Mekanik Presler	18
1.4.1. Pit Alanı	19
1.4.2. Bed Yüzeyi	21
1.4.3. MB (Hareketli Taşıyıcı)	22
1.4.4. Upright (Taşıyıcı Kolonlar)	23
1.4.5. Slide (Koç Tablası)	24
1.4.6. Crown (Taç Bölgesi)	28
1.4.7. Transfer Sistemi	33
1.4.8. D/F (Destek Feeder-Besleme Ünitesi) Bölgesi	34
1.4.9. Coil Line	35
1.4.10. Exit Conveyor	36
1.4.11. Shutter (Emniyet Kepenkleri)	37
2. ROBOTİK UYGULAMALAR	38
2.1. Endüstriyel Robot Nedir?	38
2.3. Endüstriyel Robot Bileşenleri	40
2.3.1. Robot Kolu (Manipülatör)	40
2.3.2. Robot Kontrolörü	42
2.4. Endüstriyel Robotların Kullanımı	42
2.5. Endüstriyel Robotların Avantajları	43
2.6. Ekipman Kullanım Eğitimi	44
2.7. Ekipman Standartları	45
2.8. Endüstriyel Robotların Bakımı ve Önemi	46
2.9. Robot Önleyici Bakım Kontrol Listesi	47
2.10. Robot Arızaları ve Çeşitleri	48
2.10.1. Mekanik Arızalar	48
2.10.2. Elektriksel Arızalar	48
2.10.3. Yazılımsal Arızalar	49

2.11. Endüstriyel Robotları Nasıl Onarırız?	49
2.12. Robot Bakım Maliyetleri	50
2.13. Arıza Çeşitlerine Örnekler	51
2.13.1. Motor Yağ Kaçağı	52
2.13.2. Redüktör (Gearbox) Yağ Kaçağı.....	52
2.14.3. Rulman Arızaları	52
2.15.4. Robot Gripper (Ataçman).....	52
2.16.5. Kontrol Ünitesi Arızaları.....	53
3. ISIL İŞLEM	54
3.1. Kamaralı Fırınlarda Bakım.....	54
3.1.1. Kamaralı Fırınlarda Bakım.....	55
3.1.2. Atmosfer Ölçüm Sisteminin Kontrolü ve Bakımı.....	58
4. CNC.....	63
4.1. CNC Takım Tezgahı.....	63
4.2. CNC Takım Tezgâhı Kısımları	63
4.3. Kullanım Amaçları.....	64
4.4. Ekipman Kullanım Eğitimi.....	65
4.5. Ekipman Standartları.....	65
4.6. Standart Test Ölçüleri (Check List)	66
4.7. Operasyon Süreçleri	66
4.8. Periyodik Bakımlar Takvimi ve İçerikler	67
4.9. Sahada En Çok Karşılaşılan 10 Sorun ve Çözüm Önerileri	69
4.10. Diğer Başlıklar	69
5. PLASTİK ENJEKSİYON.....	74
5.1. Plastik Enjeksiyon	74
5.1.1. Plastik Enjeksiyon Prosesinin Aşamaları	74
5.2. Enjeksiyon Makineleri.....	76
5.2.1. Enjeksiyon Makinelerinin Tanımı	77
5.2.2. Enjeksiyon Ünitesi	78
5.3. Enjeksiyon Makinesi Bakımı	87
5.4. Plastik Enjeksiyon Makinelerinde Arıza Çeşitleri.....	88
5.5. Enjeksiyon Makinelerinde Bakım Türleri	90
6. İNDÜKSİYON	96
6.1. İndüksiyon ile Çelik Isıtma.....	96
6.2. İndüksiyon İle Isıtma Sisteminin Ana Bileşenleri	97
6.2.1. Güç Ünitesi	97
6.2.2. İndüktör / Bobinler	99
6.2.3. Malzeme Taşıma / Yükleme / Çıkarıcı Sistemler	99
6.4. Kontrol Sistemleri.....	101
6.5. Soğutma Sistemi	102
6.5.2. Soğutma Sistemi İhtiyaçları.....	102
6.3. Bakım Eksikliğinin Sonuçları.....	103
6.4. Rutin Bakım	104
6.5. Sahada Sıklıkla Karşılaşılan Sorunlar ve Çözümleri	106

7. SICAK DÖVME.....	107
7.1. Dövme Ekipmanları.....	107
7.1.1. Temel Bilgiler.....	107
7.1.2. Enerji Sınırlı Tezgahlar.....	109
7.1.2.1. Çekiçler.....	110
7.1.2.2. Vidalı Presler.....	112
7.1.3. Kuvvet Sınırlı Tezgahlar.....	116
7.1.3.1. Hidrolik Presler.....	116
7.1.4. Kurs Sınırlı Tezgahlar.....	118
7.1.4.1. Krank Milli Presler.....	119
7.1.4.2. Kamalı Presler.....	120
7.1.4.3. Eksantrik Presler.....	121
7.1.4.4. Mafsallı Presler.....	122
7.2. Dövme Ekipmanlarının Bakımı.....	123
7.2.1. Çekiçlerin Bakımı.....	123
7.2.1.1. Şabot ve Hamil.....	124
7.2.1.2. Silindir - Piston, Koç - Yan Sütun Kızakları.....	125
7.2.2. Mekanik Pres Bakımı.....	125
7.2.2.1. Hava Sistemleri ve Denge Silindiri.....	126
7.2.2.2. Kavrama ve Fren Grubu.....	127
7.2.2.3. Alt - Üst Tabla Koç ve Klavuzları.....	129
7.2.2.4. Miller ve Yataklar.....	131
7.2.2.3. Sıcak Dövme Preslerinde Bakım Stratejileri.....	138
7.2.3.1. Planlı Bakım.....	138
7.2.3.2. Önleyici Bakım.....	139
8. GAZ ALTI KAYNAK TEKNOLOJİSİ.....	142
8.1. MIG-MAG Kaynak Yöntemi.....	143
8.2. TIG Kaynak Yöntemi.....	146
8.3. Kaynak Ekipmanlarının Bakımı.....	148
8.3.1. Günlük Bakım İşlemleri.....	148
8.3.2. Haftalık Bakım İşlemleri.....	149
8.3.3. Aylık Bakım İşlemleri.....	149
8.3.4. Altı Aylık Bakım İşlemleri.....	149
8.3.5. Yıllık Bakım İşlemleri.....	149
9. ELEKTRONİK KART.....	150
9.1. Elektronik Kart, Kart Üretim Ekipmanları, Bakımı.....	150
9.1.2. Dizgi (Pick and Place) Makinesi.....	152
9.1.3. Lehimleme.....	152
9.1.1. Stencil Printer (Şablon Baskı Makinesi).....	152
9.1.4. Automated Optical Inspection (AOI) Makinesi.....	153
9.2. Kalite Kontrol ve Test Prosedürleri.....	154
9.3. Çevresel Koşulların Yönetimi.....	155
9.4. Personel Eğitimi ve Güvenliği.....	156
9.4.5. Ergonomi ve Çalışma Koşulları.....	157
TABLolar, GRAFİKLER, ŞEMALAR.....	159

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

ÖNSÖZ

Makine ve ekipmanlar, modern endüstriyel üretimin kalbini oluşturur. Üretim süreçlerinin verimli ve kesintisiz bir şekilde devam etmesi, kaliteli ürünlerin sürdürülebilir bir şekilde üretilmesi ancak makinelerin doğru bakım ve kullanımına bağlıdır. Bu yüzden, üretimde kullanılan makinelerin uzun ömürlü olması, işletmenin verimliliği ve rekabet gücü açısından kritik bir öneme sahiptir. Makine ve ekipman bakımı, yalnızca maliyetleri düşürmekle kalmıyor, aynı zamanda iş süreçlerini optimize ederek uzun vadede büyük kazançlar sağlıyor.

TAYSAD olarak, 2022 yılında yayınladığımız ilk Bakım Rehberi ile ekipman bakımındaki evrimi ele alarak, reaktif yaklaşımlardan proaktif çözümlere geçişin önemini vurguladık. O günden bu yana aldığımız değerli geri bildirimler, bakım süreçlerinin sadece teknik bir gereklilik değil, aynı zamanda işletmelerin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasındaki temel unsurlardan biri olduğunu bir kez daha ortaya koydu.

Endüstriyel teknolojilerin hızla ilerlediği bu dönemde, makineler ve ekipmanlar için bakım süreçleri de giderek daha karmaşık ve dinamik bir hale geldi. Bu yıl yayınladığımız **TAYSAD Bakım Rehberi II**, farklı üretim süreçlerine ve yöntemlerine yönelik bakım stratejileriyle zenginleştirilmiş bir içerik sunuyor.

Sektördeki deneyimli profesyonellerin yanı sıra, geleceğin teknik uzmanlarına yol gösterecek bir kaynak olarak tasarladığımız bu rehberin üyelerimize katkı sağlamasını ve bilgi paylaşımını güçlendirmesini arzu ediyoruz.

Bu rehberin oluşturulmasında emeği geçen tüm paydaşlarımıza ve katkılarıyla bu değerli kaynağın oluşmasına destek veren Bakım Çalışma Grubu üyelerimiz ile profesyonel kadromuza teşekkür ederiz.

**ALBERT
SAYDAM**

TAYSAD Yönetim
Kurulu Başkanı

**BERKE
ERCAN**

TAYSAD Yönetim
Kurulu Başkan
Yardımcısı

*Bakım Rehberi-II Kitabının
hazırlanmasına katkı veren kuruluşlar*

ABB Elektrik Sanayi A.Ş.
Bodycote Istaş Isıl İşlem San. v e Tic. A.Ş.
Engel Türkiye
Gedik Üniversitesi Test Merkezi
Inductotherm İndüksiyon Sistemleri Sanayi
Kanca El Aletleri Dövme Çelik ve Mak. San. A.Ş.
Karel Elektronik San. ve Tic. A.Ş.
Tezmaksan Makina San. ve Tic. A.Ş.
Toyotetsu Otomotiv Parçaları Üretim ve Tic. A.Ş.

TAYSAD Bakım Çalışma Grubu

Abdurrahman Boz, Karel Elektronik San. ve Tic. A.Ş.
Berke Ercan, Cavo Otomotiv Tic. ve San. A.Ş.
Hakan Bahadır, Birinci Otomotiv San. A.Ş.
Erkan Günaydı, Hema Endüstri A.Ş.
İbrahim Murad, ABB Elektrik Sanayi A.Ş.
İrem Uçan, Bosch San. ve Tic. A.Ş.
Ömer İnan, Vestel Elektronik San. ve Tic. A.Ş.
Samet Taşlı, İleri Mekanik Makina Kalıp İmalat San. ve Tic. A.Ş.
Selçuk Demirok, Egemet Ege Metal Dövme San. ve Tic. Ltd. Şti.
Yalçın Paslı, Tezmaksan Makina San. ve Tic. A.Ş.
Yasin Atik, Toyotetsu Otomotiv Parçaları Üretim ve Tic. A.Ş.
Yasin Çelik, Cavo Otomotiv Tic. ve San. A.Ş.

*Bu rehberin hazırlanmasında emeği geçen tüm paydaşlarımıza
gönülden teşekkür ederiz. Otomotiv sanayisini daha ileriye taşıyacak
adımları hep birlikte atıyoruz.*

TEŞEKKÜR

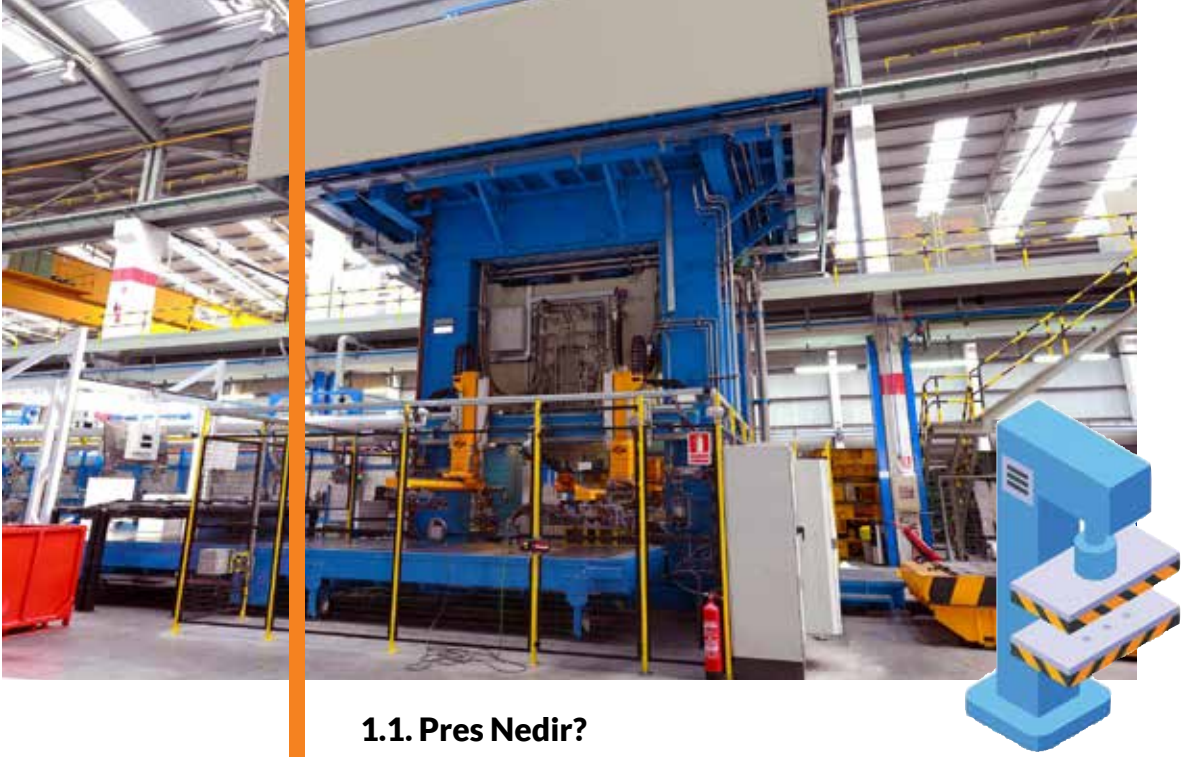
TAYSAD Bakım Çalışma Grubu olarak bir süredir temel tezgâh üreticilerine saha ziyaretleri düzenliyoruz. Rehberimizin bölümlerini bu üreticilerin ve belirli tezgâh gruplarını yoğun kullanan firmaların katkılarıyla hazırladık. Böylece sanayimizin değerli paydaşlarına bu tezgâh grupları hakkında genel bir bakış sunmayı ve kritik bakım konularını birinci elden aktarmayı hedefledik. 2022 yılında yayınladığımız Bakım Rehberiyle ilgili sektörden aldığımız olumlu geri bildirimler, bu çalışma için bizleri oldukça motive etti.

Günümüzün yoğun rekabet ortamında, verimliliği artırmanın yolu, kullandığımız tezgâhları iyi tanımaktan ve doğru bakımı uygulamaktan geçiyor. Bu rehberi, sanayicilerimizin ihtiyaçlarına yönelik bir kaynak olması ve iş süreçlerine katkı sağlaması amacıyla hazırladık. Unutmayın ki, her bakım süreci ve arıza durumu farklı olabilir. Bu nedenle, rehberdeki talimatları ve prosedürleri dikkate alarak, bakım çalışmalarınızı güvenli ve verimli bir şekilde gerçekleştirebilirsiniz. Bu rehber ile daha etkin ve verimli sonuçlar elde etmenizi temenni ediyor, rehberde katkısı olan çalışma grubu üyelerine ve tecrübelerini bizden esirgemeyen, içeriğin oluşturulmasına katkı sağlayan firmalara teşekkür ediyoruz.

**SELÇUK
DEMİROK**

TAYSAD Yönetim Kurulu Üyesi ve
TAYSAD Bakım Çalışma Grubu Lideri

1. PRES



1.1. Pres Nedir?

Kendisine bağlanan özel kalıplar yardımıyla basınç ya da darbe uygulayarak metalleri kesmeye, kıvırmaya, çekmeye ya da sıvamaya yarayan ağır makine.

Pres'in Kısaca Çalışma Prensibi

Elektrik enerjisini kullanarak, Elektrik veya Servo motorlar vasıtasıyla hareket ettirilir. Başlıca presler hidrolik ve eksantrik olmak üzere ikiye ayrılırlar.

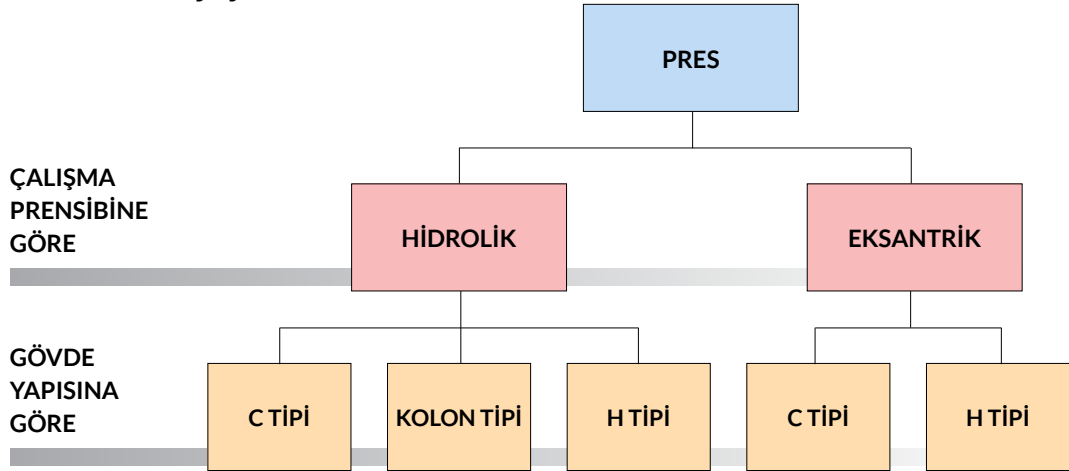
Genel olarak preslerde biri altta sabit, öteki üstte hareketli iki çene bulunur.

Üretim amacına uygun tasarlanan kalıp, iki parçadan (erkek ve dişi) oluşmaktadır. Her biri bir çeneye takılır. İşlenecek parça alttaki kalıbın üstüne konur. Üst çene aşağı indiğinde parça kalıplar arasında sıkışarak gerekli biçimi alır.

Preslerin ton cinsinden, uyguladıkları kuvvetle gücü belirtilir.

Kendisine bağlanan özel kalıplar yardımıyla basınç ya da darbe uygulayarak metalleri kesmeye, kıvırmaya, çekmeye ya da sıvamaya yarayan ağır makine.

1.2. Pres Çeşitleri



Şekil 1.1 Pres Çeşitleri

1.2.1. Hidrolik Presler

Pascal ilkesi olarak bilinen bir mantığa bağlı şekilde çalışan makinelerin çalışması için bu prensipten hareket edilmesi gerekir. Akışkanlar mekaniği olarak adlandırılan bir anlayış içinde çalışmaları sağlanır. Bir yerdeki basıncın sonsuz şekilde bir yönü olduğu ve sıkıştırılamayan bir sıvının herhangi bir noktasında değişen basıncın her yerde aynı değişime neden olacağı mantığına dayanır.

Hidrolik preste, hidrolik yağı olarak adlandırılan özel bir sıvı kullanır. Bu sıvı, bir pompa aracılığıyla hidrolik silindirlere basınçlı bir şekilde aktarılır. Silindirler, iş parçasını istenilen şekilde şekillendirmek için bir basınç uygular.



Resim 1.1. Hidrolik Preslerin Gövde Yapıları



Resim 1.2. Hidrolik Pres Kısımları

1.2.1.1. Hidrolik Pres Problem Belirtileri

- **Yavaş veya Zayıf Hareket:** Hidrolik besleme sistemdeki kir, tortu ve yabancı madde olduğundan, pistonların yavaş veya zayıf bir şekilde hareket etmesine neden olabilir.
- **Gürültülü Çalışma:** Hidrolik sistemdeki sıkışma veya hava kaçağı, makinenin gürültülü bir şekilde çalışmasına neden olabilir.
- **Ani Durma:** Makinenin ani bir şekilde durması, valf ve kumanda sistemindeki sorunların bir belirtisi olabilir.
- **Sıcaklık Artışı:** Pompa ve pistonun verimli çalışamamasından dolayı, sistemde aşırı ısınmaya ve hidrolik yağının yüksek sıcaklıklarda çalışmasına yol açabilir.
- **Yağ Sızıntıları:** Hidrolik sistemdeki contalarda veya hortumlarda meydana gelen hasarlar, yağ sızıntılarına neden olabilir. Bu durum, hidrolik sistemin etkinliğini azaltabilir ve makinenin performansını olumsuz etkileyebilir.

1.2.1.2. Hidrolik Pres Arızaları ve Nedenleri

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

Düşük Basınç Arızası

- Pompanın yıpranmış ya da hasarlı olması
- Yağın viskozitesinin çok düşük olması
- Elektrik motoru veya kaplinin arızalı olması
- Basınç ayarının yanlış olması
- Basınç emniyet valfinin kirlilik nedeni ile bloke olması
- Valflerden kaynaklı yağ kaçaqlarının 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

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
- Mekanik aşınmalardan kaynaklı sızıntılar
- Bağlantı cıvatalarının çok sıkı olması
- Yağın soğuk olması
- Bobin arızası veya bobine enerji gelmemesi

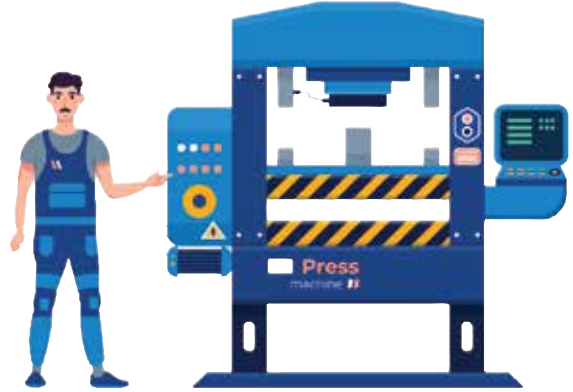
Elektriksel Arızalar

- Elektriksel kumandalı hidrolik devre elemanlarına (örneğin solenoid valf bobinine) enerji gelmemesi
- Bobinin yanması
- PLC'den kaynaklanan donanımsal veya yazılımsal arıza
- Silindir üzerinde manyetik sensör varsa sensör arızası veya sensörün konumunun değişmesinden kaynaklı çıkış vermemesi

1.3. Hidrolik Preste Bakım

Operatör Gözetimi

Hidrolik pres bakımının en önemli unsurlarından biri operatör gözetimidir. Operatörler, sürekli olarak makinenin çalışma durumunu ve performansını izlemekler. Bu, anormal sesler, titreşimler veya performansta herhangi bir düşüşü hızla tespit etme ve müdahale etme yeteneğini içerir. Dikkatli ve bilinçli bir operatör, meydana gelebilecek arızaları ve duraklamaları en aza indirerek presin genel verimliliğini ve güvenliğini artırabilir. Gelişmiş sensörler ve izleme teknolojileri, operatörlerin presi daha etkili ve etkin bir şekilde gözetlemelerine yardımcı olabilir.



Yağlama Kontrolü

Hidrolik presin verimli ve etkili bir şekilde çalışabilmesi için düzenli yağlama kontrolü esastır. Yağ, presin hareketli parçalarını sürtünmeden korur, ısıyı yönetir ve genel çalışma verimliliğini artırır. Operatörlerin, makinenin yağ seviyelerini ve kalitesini sürekli olarak izlemesi ve uygun seviyelerde tutması gerekir. Kaliteli bir yağ, sürtünmeyi azaltır, ısınmayı kontrol altında tutar ve genel olarak makinenin ömrünü uzatır. Düzenli kontrol ve bakım, presin sürekli ve etkili bir şekilde çalışmasını sağlar.

Mekanik ve Elektriksel Bileşenlerin Gözden Geçirilmesi

Preslerin mekanik ve elektriksel bileşenleri, düzenli bakım ve gözden geçirme gerektiren kritik bileşenlerdir. Mekanik parçalar, özellikle bağlantı elemanları ve cıvatalar, sürekli stres ve yük altında çalışır. Bu yüzden zamanla gevşeme veya aşınma olup olmadı-

ğını kontrol etmek önemlidir. Elektriksel bileşenler ise presin kontrol ve işlem yeteneklerini yönetir. Valfler, röleler ve diğer elektriksel bileşenlerin düzgün ve etkili bir şekilde çalışmasını sağlamak için düzenli kontrol ve bakım gerekir. Bu, genel operasyonel verimliliği artırır ve potansiyel arızaları önler.

Isı Yönetimi

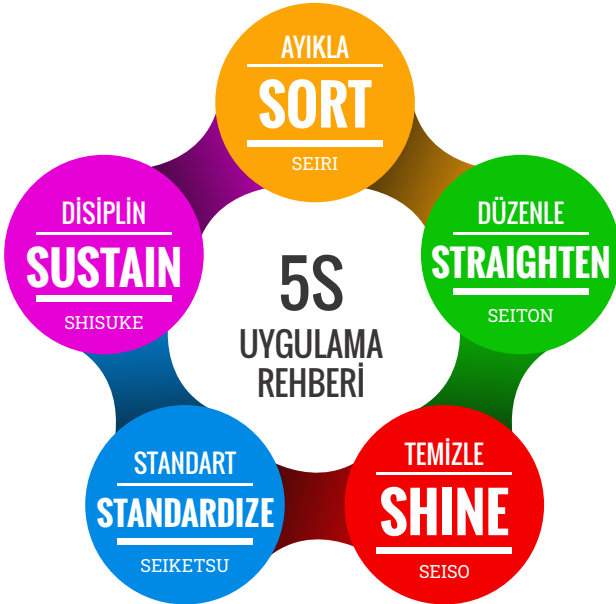
Hidrolik presin etkili çalışmasında ısı yönetimi kritik bir role sahiptir. Makinenin performansını ve bileşenlerin ömrünü etkileyen ısı, kontrol altında tutulmalıdır. Hidrolik yağın sıcaklığını optimize etmek, enerji verimliliğini artırır ve aşırı ısınmayı önler. Soğutma sistemleri, bu dengenin sağlanmasında önemli bir rol oynar. Radyatörler, fanlar ve diğer soğutma mekanizmaları, performansı en üst düzeye çıkarmak ve aşırı ısınmayı engellemek için düzenli olarak temizlenmeli ve bakımı yapılmalıdır.

Elektronik ve Elektrik Sistemleri

Elektronik ve elektrik sistemlerinin sağlığı, hidrolik presin genel işleyişinde ve güvenilirliğinde önemli bir role sahiptir. Kablolar, switchler, valfler ve diğer kontrol mekanizmaları, enerji dağılımını ve kontrolünü yönetir. Bu bileşenlerin düzenli olarak gözden geçirilmesi, potansiyel arızaları ve aksaklıkları önceden belirlemeye ve önlemeye yardımcı olur. Güçlü ve güvenilir elektrik ve elektronik sistemleri, makinenin sürekli ve etkili bir şekilde çalışmasını destekler, böylece operasyonel verimliliği ve güvenliği artırır.

Hidrolik Yağ Analizi

Yağ analizi, hidrolik presin sağlık durumunu ve performansını anlamak için vazgeçilmez bir araçtır. Düzenli olarak alınan yağ örnekleri, laboratuvarında incelenerek yağın kimyasal ve fiziksel durumu hakkında detaylı bilgi sağlar. Bu analiz, yağın performansını, kirlilik seviyelerini ve bileşenlerin genel sağlığını değerlendirmeye yardımcı olur. Uygun yağ bakımı ve değişimi, presin uzun süre boyunca optimum seviyede çalışmasını sağlar.



Temizlik

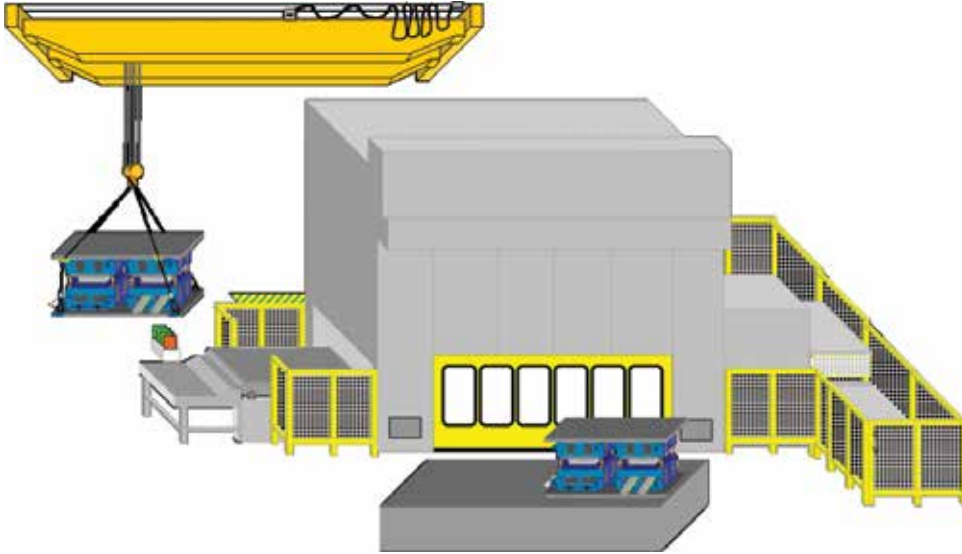
Makinelerin düzenli olarak temizlenmesi performansı ve güvenliği artırır. Hidrolik hatlar, valfler ve diğer bileşenler zamanla kirlenebilir ve bu da performansı olumsuz etkileyebilir. Operatörler ve bakım ekibi, bu bileşenleri temiz ve işlevsel tutmalıdır. Düzenli temizlik, sızıntıları, tıkanmaları ve kontaminasyonları erken aşamada tespit etmeye ve önlemeye yardımcı olur. Bu, makinenin sürekli ve etkili bir şekilde çalışmasını sağlar.

1.4. Mekanik Presler

Volana bağılı olan milin üzerinde kavrama ve fren grubu vardır. Kavrama ve fren grubu pnömatrik kumanda ile çalışır. Volan motordan aldığı dönme hareketi ile sürekli döner, fakat volan mili dönmez. Biz parça basmak istediğimiz zaman kavramayı devreye sokarız (T-stand) ve volan mili (Drive Shaft) dönmeye başlar. Volana bağılı olan Drive Shaft dönme hareketi dişliler vasıtasıyla Middle Shaft'lara devir sayısı küçültülerek aktarılır, Middle Shaft'larda yine dişliler ile Main Shaftlar'a devir sayısı küçültülerek aktarılır. (Main Shaft'ın dönüş hızı presin SPM (Strokes Per Minute) hızını belirler.) Main Shaft'a bağılı olan eksantirik kollar ile (biyel kolu) mekanik hareket doğrusal harekete çevirilerek kollara bağılı bulunan hareketli tabla (koç, slayd) aşağı yukarı hareket yapar. Biz buna presin kursu (strok) diyoruz.

Değişik yükseklikte kalıp bağlamak için ayrıca slayd ayar mekanizması yapılır.

Kalıp içerisinde bulunan parçalar transfer sistemi ile sonraki proseslere aktarılarak bitmiş ürün elde edilir.



Şekil 1.2

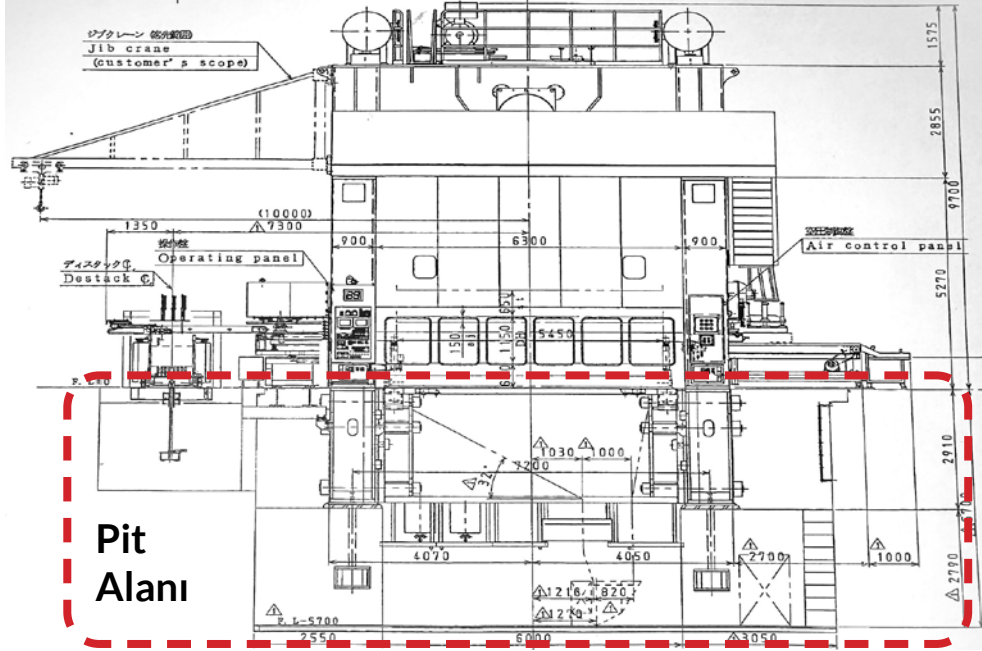
Pres Ana Kısımları

- | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| ■ Pit | ■ Coil Line (Rulo Sac Besleyici) |
| ■ Bed | ■ Exit Conveyor |
| ■ MB (Hareketli Taşıyıcı) | ■ Shutter (Emniyet Kepenleri) |
| ■ Upright | ■ Sub Scrap Conveyor |
| ■ Slide (Koç Tablası) | |
| ■ Crown (Taç Bölgesi) | |
| ■ Transfer Sistemi | |
| ■ D/F Desteck Feeder (Transfer Pres) | |



1.4.1. Pit Alanı

Bed yüzeyinin altında kalan bölümdür. Presin görünmeyen kısmıdır. Pres için gerekli olan yağlama sistemleri burada başlar. Hidrolik yağı tank ünitesi, yağlama yağı tank ünitesi, bor yağı tank ünitesi pit alanında bulunur. Pit alanında bunların haricinde kalıp yastığı üniteleri mevcuttur. Kalıp yastığı kovanları, hava tankları, pnomatik sistemi pit alanında bulunur. Üretim sırasında oluşan scraplar yine pit alanında bulunan sub conveyor hattıyla taşınır. Presi sabitleyen Anc somunlar pit alanındadır. Pres ana hava girişi ve booster pompalar bulunur.



Şekil 1.3. Pit Alanı



Ana Hava Besleme Ünitesi



Booster Sistemi



Hidrolik Sistemi



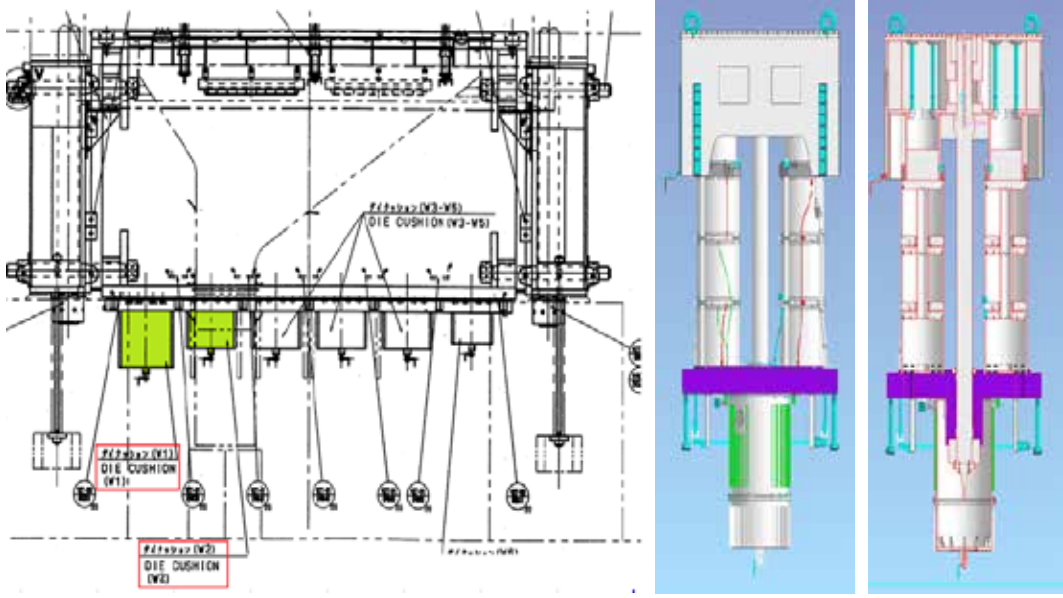
Bor Yağ Sistemi

Resim 1.3. Pit Alanı Üniteleri

Kalıp Yastığı (Die Cushion)

Kalıp yastıkları, bir hava pistonu ve silindirden ibarettir. Verdiğimiz hava miktarına göre, karşı yönde bir kuvvet oluşturur. Yukarıdan gelen kuvvetlerle de tahliyeden havayı atarak pistonun aşağı yukarı hareket etmesini sağlar. Hava yastıkları derin çekme ve ütüleme kalıplarında parçayı tutarak gerdirmede kesme kalıplarında parça çıkarıcı görevi yapar. Yastıklara fazla basınç verilirse parça yırtma yapar, az basınç verildiğinde de pot yapar.

Yastık ayaları kalıp pim boylarına göre yapılır. Az sayıda pim kullanılan kalıplarda yastık basıncının mümkün olduğu kadar düşük olması gerekir. Yüksek basınç verdiğimizde kalıbın dengeleme pimi yok ise pimler sıyırmaya maruz kalırlar ve kasıntılı çalışacağı için pim boyunda kılma yapar. Pim kalıp tablasında şişmeden dolayı sıkışır, sonuçta kalıp zarar görebilir.



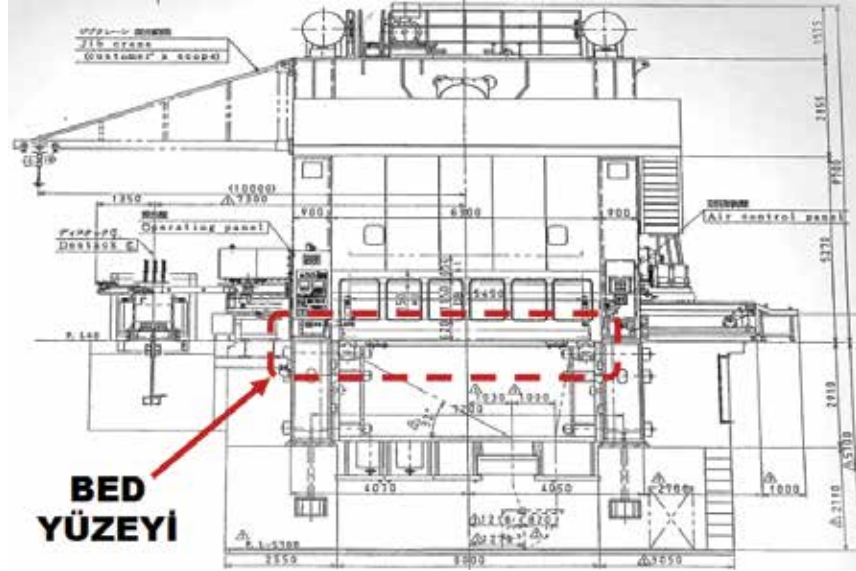
Şekil 1.4



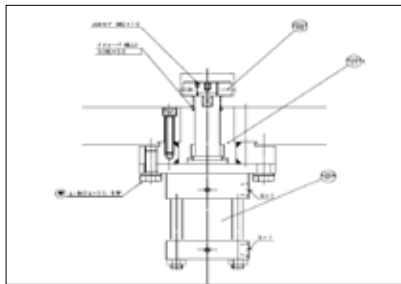
Resim 1.4. Scrap Konveyörü (Sub Conveyor)

1.4.2. Bed Yüzeyi

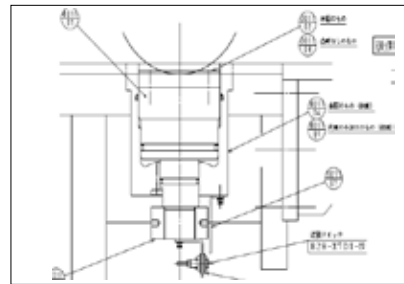
Pres içi MB nin oturduğu yüzeydir. MB Hareketi raylar üzerinde giden tekerlekler sayesinde sağlanır. MB bed yüzeyine geldiğinde İç pozisyon tamamlandığında, MB üzerinde bulunan pimler ped yüzeyindeki pim yuvalarına karşılık geldiğinde , MB tekerleklerinin denk geldiği 4 adet yüzeyde bulunan MB Lifter hidrolik silindirler aşağı iner. MB merkezleme pinleri ile MB merkezlenerek yüzeye oturur. MB algılama sensörleri ile oturma durum kontrolü yapılır. Şartların uygun olması durumunda MB'yi yüzeye sabitlemek için Mb klemp sistemi devreye girer. Dönüşünü pnomatik sistemle yapan sıkma işlemini hidrolik sistemle yapan klempler kullanılır. Klemp sıkma işlemi ile MB bed yüzeye sabitlenir.



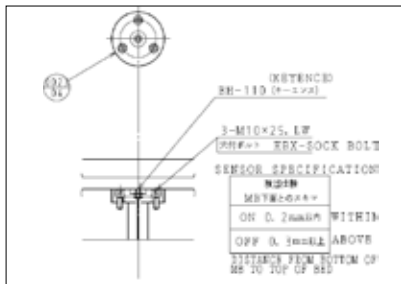
Şekil 1.5. Bed Yüzeyi



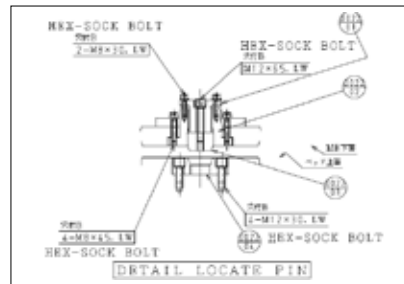
Bed Yüzeyi (MB Clamp)



Bed Yüzeyi (MB Lifter)



Bed Yüzeyi (MB Algılama)



Bor Yağ Sistemi

Şekil 1.6

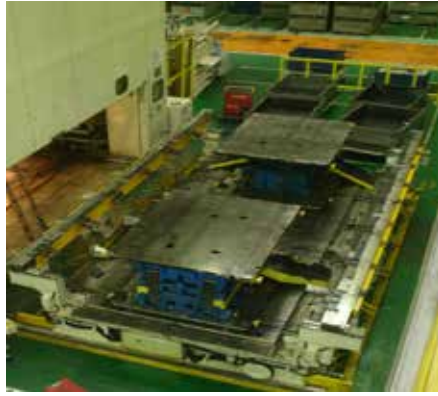
1.4.3. MB (Hareketli Taşıyıcı)

Pres tezgâhında kalıbın bağlanması amacı ile kullanılmaktadır. Hareketli taşıyıcı üzerine kalıplar dış bölgede vinç kullanılarak set edilir. Kalıplar hareketli taşıyıcı üzerinde açılan çapraz ya da birbirine paralel T kanalları ile hareketli taşıyıcı üzerine bağlanır. Üretim sayılarının yüksek olmasından dolayı hareketli taşıyıcı üzerinde kalıbı sabitlemek için otomatik hidrolik klemp sistemleri bulunur. Üretime hazırlanan kalıp hareketli taşıyıcının ileri geri hareket etmesi ile üretimi yapılacak olan pres iç kısmına alınır. Hareketli taşıyıcılar pres tezgâhının bütün baskı kuvvetini üzerlerinde taşıyan elemanlardır. Presin tonajına göre tablalar boyutlandırılır.

Preslerde hareketli taşıyıcılar 1 adet veya 2 adet olarak kullanılmaktadırlar.

1-Ön - arka hareketli taşıyıcı

2- Sağ - sol hareketli taşıyıcı



Resim 1.5. MB Hareketli Taşıyıcı



MB (Kalıp Yastığı Plakası)



MB (Bar Holder)



MB (Transfer Bar)



MB (Alt Kalıp Kısaç Sistemi)

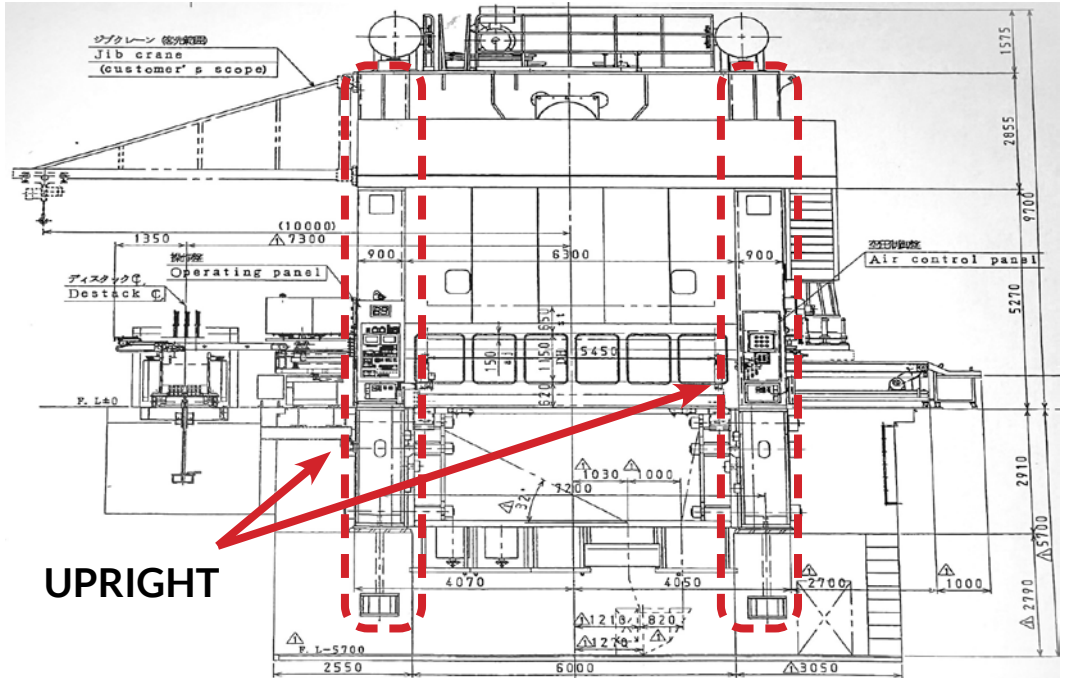
Resim 1.6

1.4.4. Upright (Taşıyıcı Kolonlar)

Ana bağlantı organlarıdır. Pres uprightlara monte edilmiştir. ANC somunlar upright tabanlarından bağlıdır.

Taşıyıcıların üzerinde bağlı bulunan ekipmanlar;

1. Main Operatör Paneli
2. Sub Operatör Paneli
3. Dreyn Noktaları
 - Balancer Tankı
 - Kalıp Yastığı
 - Sağ Lift Balancer
 - Sol Lift Balancer
4. Yağ Dolum Noktaları
 - Hidrolik
 - Yağlama
 - Bor yağ
 - Kalıp Yastığı
5. Tie Road (Ankraj civataları)
6. Elektrik Panoları



Şekil 1.7. Upright (Taşıyıcı Kolonlar)



Main Operatör Paneli



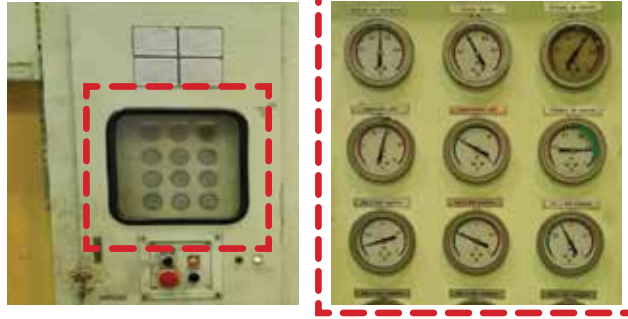
Yard. Operatör Paneli



Sağ Arka Upright Yağlama Sistemi



Sağ Ön Upright Yağlama Basınç Takibi



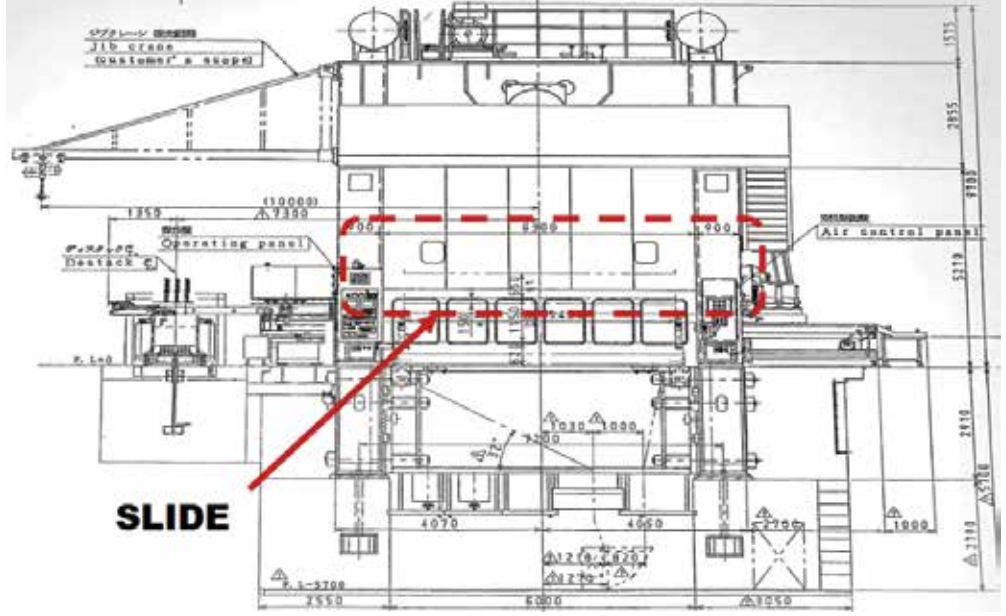
Resim 1.7

1.4.5. Slide (Koç Tablası)

Presin krank miline biyel kolu dediğimiz kollarla bağlı ve üst kalıbın bağlandığı hareketli kafaya (koç) tablası denilmektedir.

Slide (Koç tablası) üzerinde bağlı bulunan ekipmanlar;

- | | |
|-------------------------|------------------------------------|
| 1. Slide ayar motoru | 5. Üst kalıp kısaç sistemi |
| 2. Slide ayar redüktörü | 6. Yağlama distribütörleri |
| 3. Overload noktası | 7. Plunger |
| 4. Üst kalıp kısaçları | 8. Balancer dengeleme silindirleri |



Şekil 1.8. Slide (Koç Tablası)

Slide (Koç Tablası) Ayar Sistemi

Slide Ayar Vidası: Değişik yüksekliklerde kalıp bağlayabilmek için slide ile mb arasındaki mesafeyi ayarlayan düzenektir. Presin doğrusal hareketi değişmeyeceği için biz slide ayar vidası ile pres koç tablasını, kalıp yüksekliklerine göre aşağı veya yukarı yönde doğrusal hareket yaptırabiliriz. Point ucuna bir vida bağlıdır. Ayrı bir motor ile vida döndürülür. Somun sabit olduğundan vidanın bağlı olduğu hareketli kafa aşağı ve yukarı hareket ettirilebilir, böylece istenen kurs ayarı yapılabilir. Kayıta kullanılan encoder sayesinde kullanıcı kalıp ayarlarken ne kadar aşağı ve yukarı hareket ettiğini ekranda görebilir. Bu özellik sayesinde kullanıcı ayar süresi kısalmış olur.



Resim 1.8

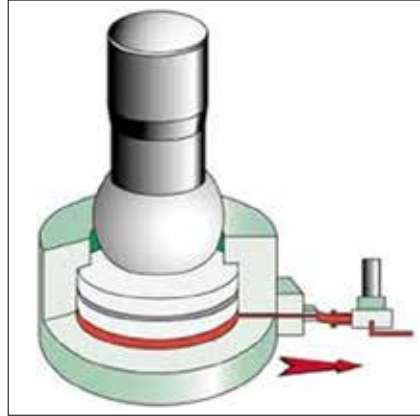
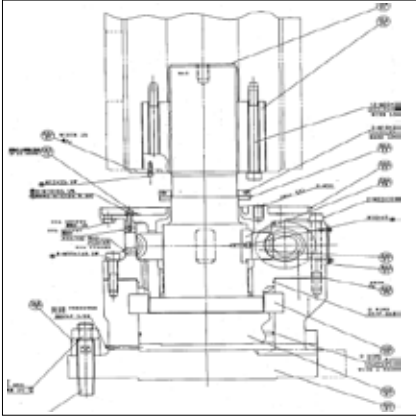
Balancer Denge Silindirleri

Balancer Silindiri: Slide (Koç tablası) bağlı bulunan denge silindiri istenilen parçaya şekil verdikten sonra (Alt noktadan) slidenin yukarıya üst noktaya çıkma esnasında motor ve dişlilere aşırı yük binmesini engellemektir.



Resim 1.9. Balancer Silindiri

Aşırı Yük (Over Load) Sistemi: Biyel kolunun hareketli kafaya bağlandığı yerde vuruş ayarını dengeleyen bir silindirden ibarettir. Bu silindirin içerisine hidrolik pompa ile yağ basılır. Bu yağın basıncı, presin maksimum basınç değerinde olur.



Şekil 1.9. Aşırı Yük (Over Load) Sistemi

Prese herhangi bir sebeple max. basıncın üzerinde bir vuruş verilirse pres slayd içerisinde bulunan aşırı yük silindiri içerisinde bulunan hidrolik yağda basınç yükselmesi olacaktır. Buraya bağlı bulunan mekanik basınç switchleri aşırı basıncı algılayarak makinanın hareketini durdurur. Aynı esnada silindirde bulunan emniyet valflerini açarak silindir içinde sıkışmış olan hidrolik yağ dengeleme tankına boşaltılarak tahliye edilir. Bu esnada slayda bağlı bulunan balancer silindirleri sayesinde aşırı yük silindiri iç strok mesafesi kadar slayd yukarı alınarak kalıp kırılması ve mekanik arızalar engellenir.

Böyle durumlarda resetleme prosedürüne göre işlemler yapılarak makina uygun pozisyona alınır. Pres ile birlikte kontroller yapılır. Pres aşırı sıkışması durumunda kolonlardaki saplama-

lar rezistans ile ısıtılıp uzatılır ve sıkışmaya neden olan ön yük kaldırılır. Pres ana motoru ters yönde çalıştırılarak sıkışmadan kurtarılır.



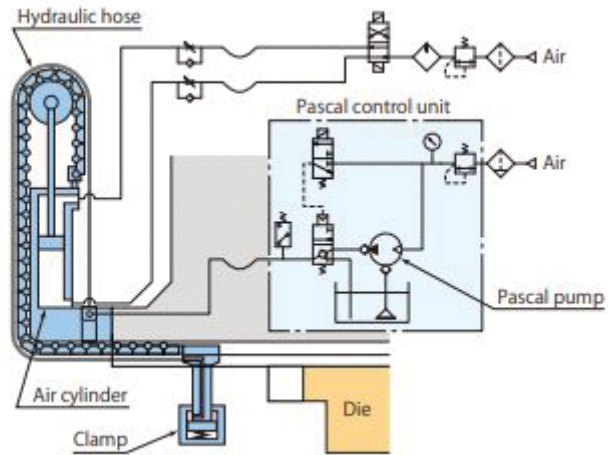
Resim 1.10. Aşırı Yük (Over Load) Sistemi

Üst Kalıp Kıskaç Sistemi

Bu sistem slide üzerine bağlanacak üst kalıbın sabitlenmesi için kullanılmaktadır.



Resim 1.11. Pascal Clamp Sistemi



Şekil 1.10

1.4.6. Crown (Taç Bölgesi)

Crown bölgesi iki gruba ayrılmaktadır.

Crown (Dış) üzerinde bağlı bulunan ekipmanlar:

1. Main Motor
2. Volan
3. Aktarma kayışları
4. Kavrama sistemi ve tankı
5. Fren sistemi ve tankı
6. Balancer tankı
7. Rotary cam (Encoder dişli grubu)
8. Yağlama distribütörleri
9. Pnomatik system valf grupları

Crown (İç) üzerinde bağlı bulunan ekipmanlar;

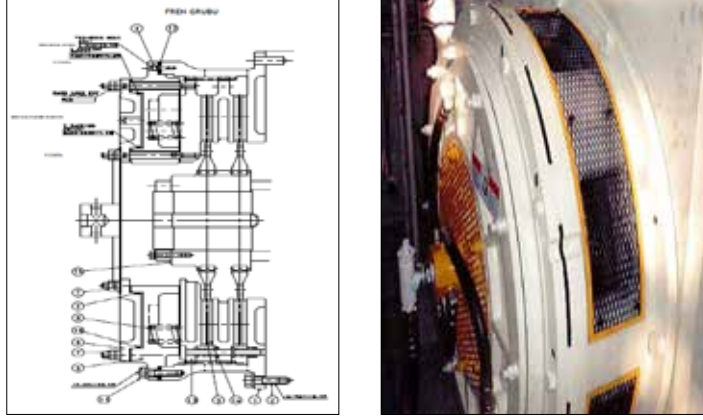
1. Drive Shaft (Tahrik Mili)
2. Middle Shaft (Orta Mil)
3. Main Shaft (Ana Mil)
4. Biyel



Resim 1.12

Ana Motor ve Volan Sistemi

Ana motor Slide hareketini sağlayan gücün elde edildiği ana organdır. Ana motordan elde edilen dönme gücünün slide aktarılması valon yardımıyla başlar. Ana motor crown bölgesinde ayarlanabilir bir yüzeye konulmuştur. Ayarlanır yüzey valon kayışlarının gerdirilmesi için gereklidir. Volan Drive shaft üzerinde bulunur fakat drive shaft direk bağlı değildir. Ana motor dönme hareketi başladığında valonda dönmeye başlar. Ana motorun bu dönme hareketini volan kavramanın devreye girmesiyle drive shaftına aktarır.



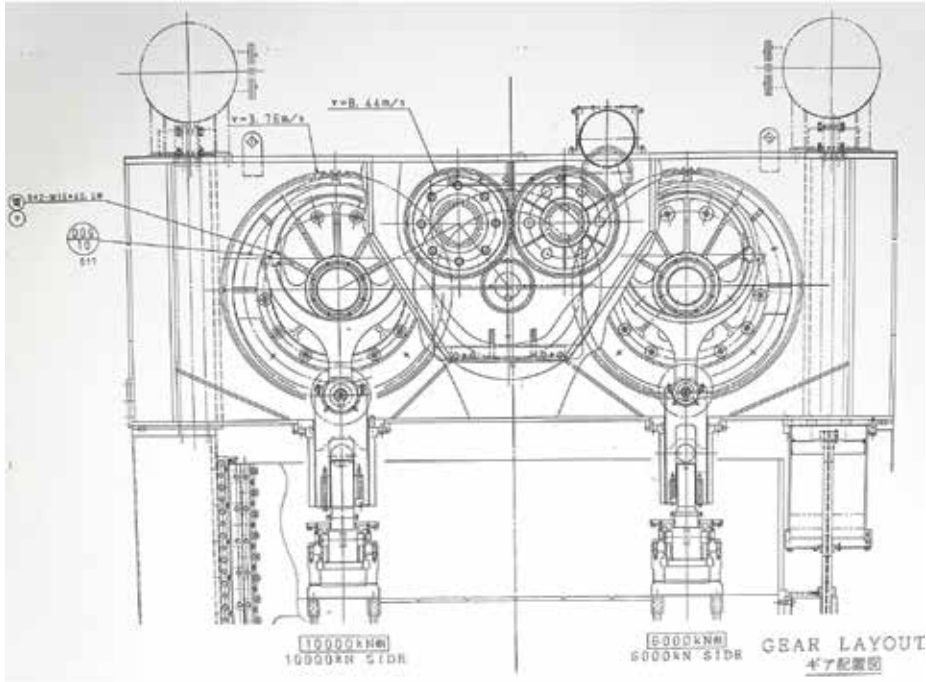
Resim 1.14. Fren Grubu

Crown İçi

Crown içerisinde yer alan dişli grubu Kavramanın devreye girmesiyle volandan alınan dönme hareketi drive şafta aktarılır. Resimde görülen dişliler ile dönme hareketleri sırayla middle saftlara aktarılır. Middle saftlarda Main saftlara dönme hızı düşürülerek aktarılır. Main safta bağlı olan Eksantrik daire konstrüksiyon yapısına göre preste istenen hız elde edilir. Bu hız ayarı pres imalatı sırasında, presin kullanılma amacına göre istenen slayd hızı da göz önüne alınarak ayarlanır.

Pres Dişlileri

1. DRIVE SHAFT
2. MIDDLE SHAFT
3. MAIN SHAFT



Şekil 1.12. Crown İçi Dişli Grubu

Pres-Transfer Enkoder Grubu (Rotary Cam)

Crown üzerinde yer almakta olup enkoderin hareketi middle şaft üzerine bağlı olan dişli grubu ile almaktadır. Enkoder middle shaft'nın dönüşüne göre ayarlıdır.

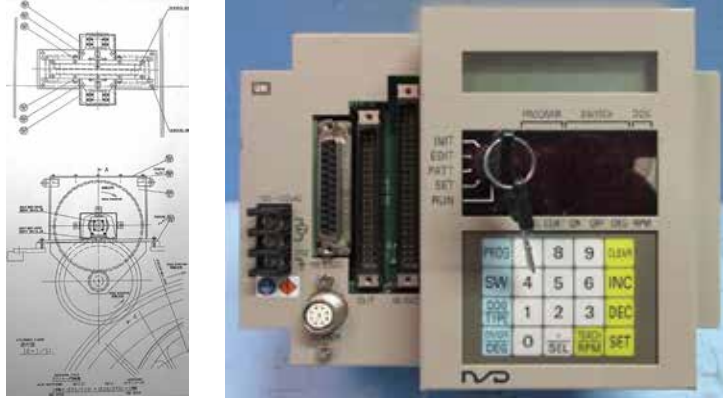
Transfer preslerde 2 adet enkoder bulunur.

Blanking ve tandem preslerde 1 adet enkoder bulunur.

1. Enkoder: Pres açısı içindir. Bu enkoder verilerini işlenmesi Pres MOP panel içerisinde bulunan VARİCAM (Açı Kontrol Modülü) ile işlenerek elde edilen açısız değerler pres PLC sistemine gönderilir.

2. Enkoder: 3 TR transfer sistemi içindir. Bu enkoder verilerini işlenmesi malzemenin transfer panel içerisinde bulunan AMP-54B VE VM-2G modülü ile işlenerek elde edilen açısız değerler transfer PLC sistemine gönderilir. Bu enkoder verileri Transfer PLC sisteminde kullanılır.

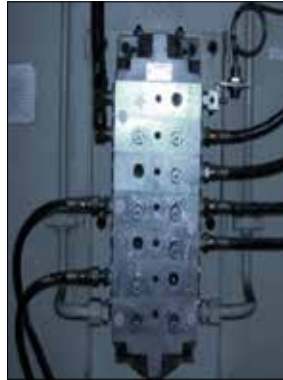
İki enkoder kullanılmasının sebebi sistem kararlılığını sağlamak ve enkoderlerde oluşabilecek arızaları karşılaştırma yöntemi ile fark ederek arıza tesbitini kolaylaştırmaktır. Nedeni birbirlerini kontrol etmektir.



Resim 1.15. Pres-Transfer Enkoder Grubu (Rotary Cam)

Yağlama Distribütörleri

Crown içerisinde yer alan mekanik grupların aşınmasını ve ısınmasını önlemek amacıyla yağlama sistemindeki görevini sağlayan distribütörlerdir.



Resim 1.16



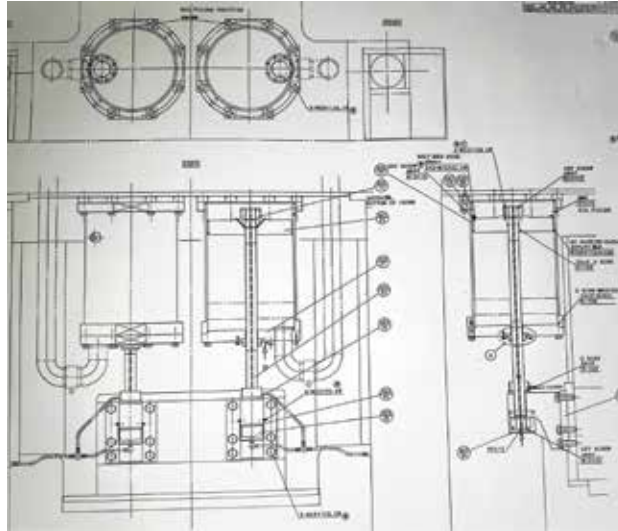
Resim 1.17. Balancer Hava Tankları

Denge (Balancer) Hava Silindirleri

Slayda bağlanan üst kalıbın ağırlığı her kalıp için değişmektedir. Slaydın volandan aldığı ve vuruş esnasında kullandığı enerjiyi üst ölü noktaya çıkarken boşa harcamamak için, değişen kalıp ağırlıklarına karşı slayda hava basıncı yardımıyla fazladan bir güç kazandırılır. Bu gücün değeri her kalıp için ayrıdır ve bu da denge silindirlerinin basıncını değiştirmek suretiyle yapılır. Kısacası, bu ağırlığın slayd üzerindeki etkisini ortadan kaldırmamıza yardımcı olur.

Denge Silindir Neden Kullanılır?

- Slayda bağlı bulunan üst kalıp ağırlığı tolere etmek.
- Slayd yukarı çıkışlarda motora binen yükü azaltmak.
- Slayd yukarı çıkışlarda motora crown içinde bulunan dişlilere binen yükü azaltmak.
- Slide hareketleri esnasında kalıp kaynaklı denge farklarında slaydı dengede tutarak paralellik senkronizasyonunu sağlamak.
- Over Load esnasında slaydı yukarı alarak kalıp kırılması ve mekanik arızaların engellenmesini sağlar.



Şekil 1.13. Balancer Hava Silindirleri

1.4.7. Transfer Sistemi

Kalıbın içindeki parça, 2 adet transfer barı yardımıyla bir sonraki operasyona taşınır.

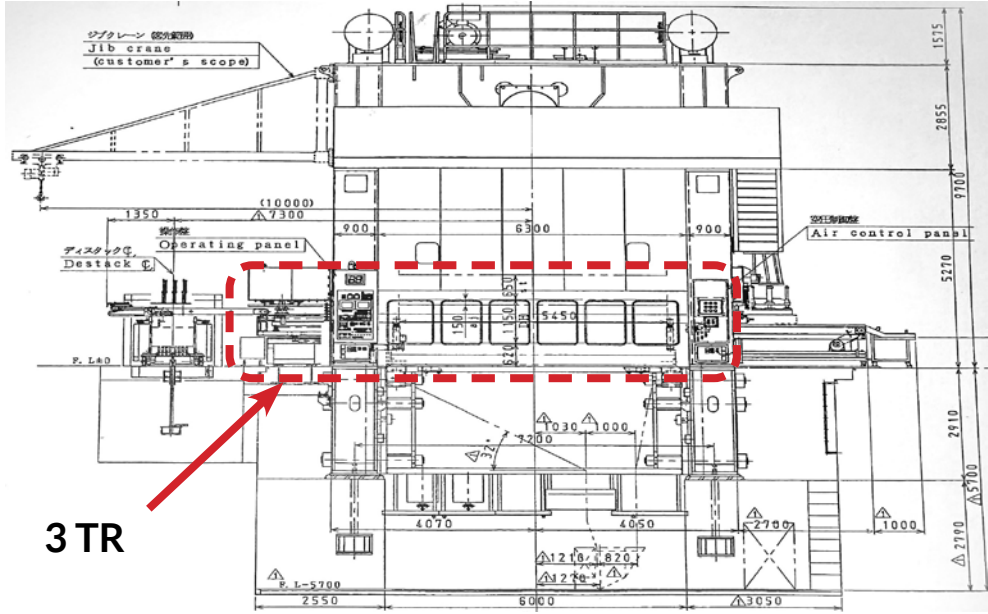
Özellikle H Tipi preslerde kullanılır.

Sistem paket saç veya rulo saçtan besleme yapılarak çalışmaya imkan sağlar.

2 veya 3 eksenli transfer sistemidir.

Servo motor kontrollü transfer sistemidir.

Transfer Sistemi, tamamen presle uyumlu çalışıp tüm operasyonlar servo kontrol sistemlerle takip edilmektedir.

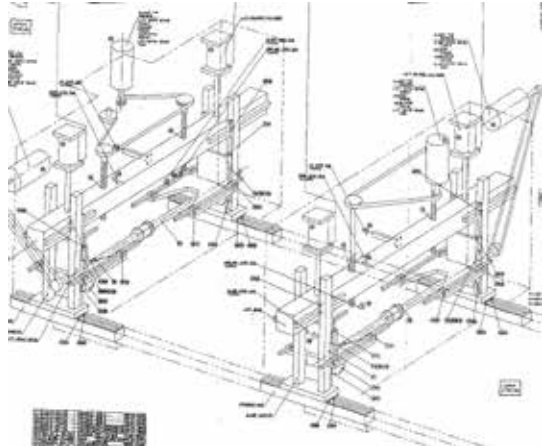


Şekil 1.14. Transfer Sistemi

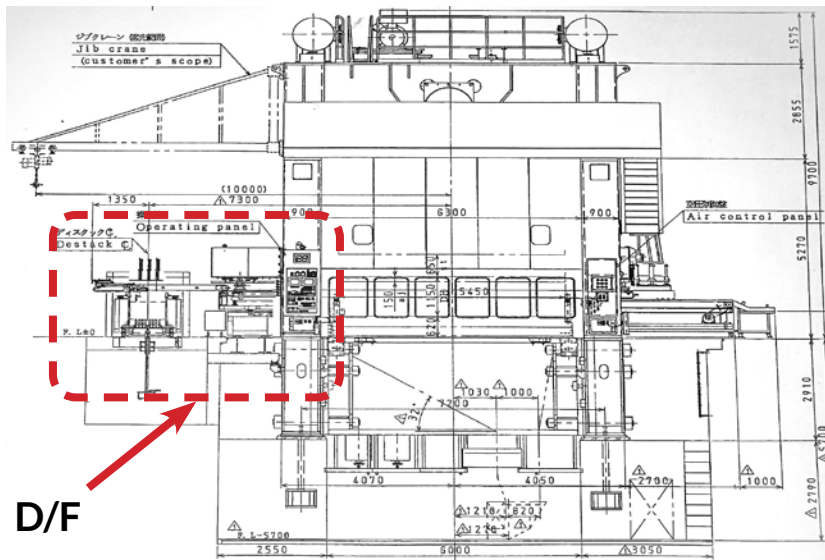
Slide İç

Transfer Sistemini Oluşturan Eksenler;

- Feed Eksen
 - Feed Bar
 - Feed Motoru
- Lift Eksen
 - Sağ ve Sol Lift Klemp Ünitesi
 - Lift Motoru
- Clamp Eksen
 - Clamp Motor
 - Bar Connect Silindir ve Pinleri



D/F de 2 adet malzeme masası ve 2 adet malzeme set masası bulunur. Otomatik işlemde D/F in malzeme sürekliliğini sağlaması için masalar 2 adet kullanılmıştır.



Şekil 1.15. D/F (Destek Feeder-Besleme Ünitesi) Bölgesi

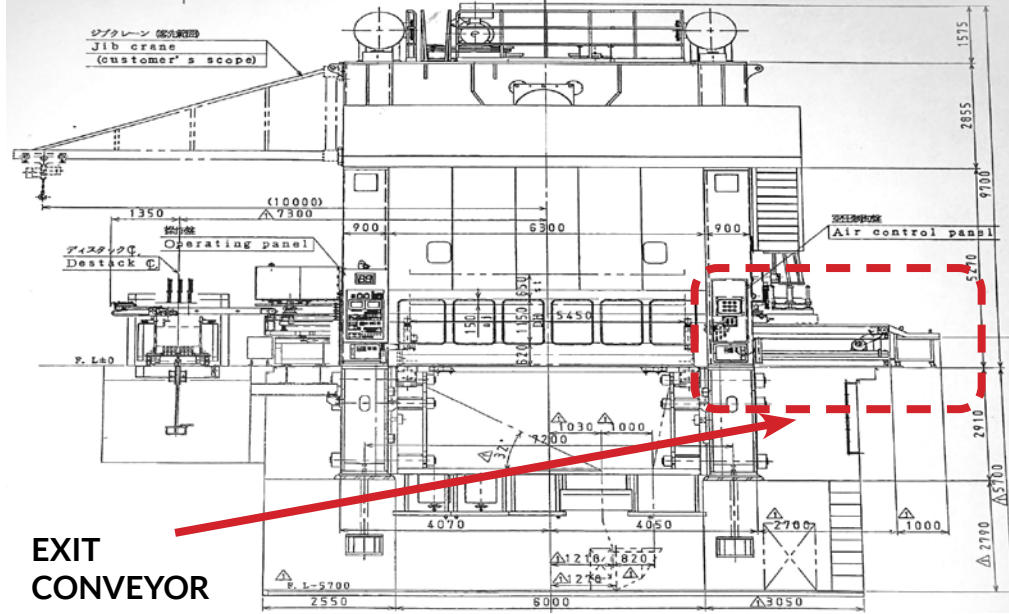
D/F (Desteck Feeder- Besleme Ünitesini Oluşturan Ekipmanlar;

Malzeme arabası

- Set arabası
- Vakum sistemi
- Vakum valf grubu
- Lifter (Malzeme kaldırma) sistemi
- DB (Malzeme algılama)
 - Sag DB
 - Sol DB
 - Lazer DB
- Manyetik zincir
 - Üst Manyetik zincir
 - Alt Manyetik zincir
- Skid Bar (Manyetik zincirden parçayı ayırma sistemi)

1.4.10. Exit Conveyor

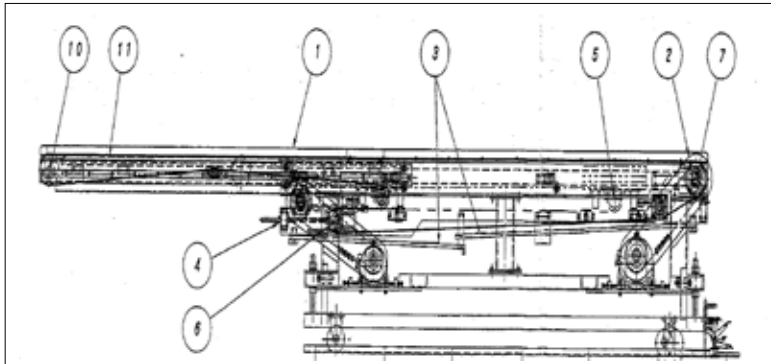
Presde üretilen parçalar 3 Tr transfer ile Exit conveyor bantı üzerine bırakılır. Üretilen parçaların operatörün toplama işlemi yaptığı havuza düşmesini sağlar. Exit conveyor bantını döndüren motor ve tahrik zincirinden oluşur. Ayrıca üretilen kalıbın konumuna göre exit conveyor bantının pres içine girmesine yardım eden teleskop sistemi bulunur. Teleskobun ne kadar bant süreceği kalıp verisinden gelir ve encoder sistemiyle kontrol edilir.



Şekil 1.18. Exit Conveyor

Exit Conveyor

- Exit (Çıkış) Conveyor;
- Bant motoru
- Teleskop motoru
- Teleskop encoder
- Konveyör bant
- Toplama operatör kontrol paneli
- Elektrik panoları

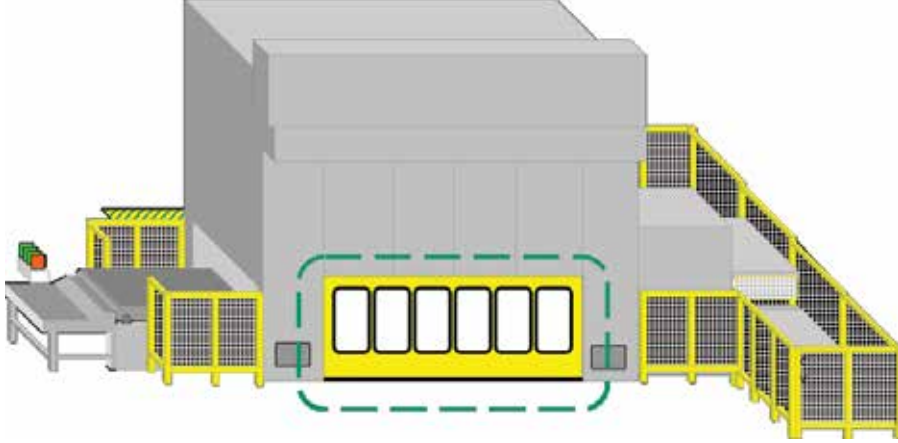


Şekil 1.19

1.4.11. Shutter (Emniyet Kepenkleri)

Presin çalışma esnasın oluşabilecek olumsuzluklardan çevreyi koruyabilmek amacıyla kullanılan güvenlik duvarıdır.

Güvenlik duvarları ön ve arka olmak üzere iki kısımdan oluşur.



Şekil 1.20. Shutter (Emniyet Kepenkleri)



2. ROBOTİK UYGULAMALAR



Robot temelde bir makinedir. İster hareketli ister sabit olarak tasarlanmış olsun, görevlerini kesintisiz olarak yerine getirebilen akıllıdır makinalardır.

2.1. Endüstriyel Robot Nedir?

Uluslararası Robot Federasyonu “IFR” (international Federation of Robotics) tanımına göre “endüstriyel robot” terimi, Uluslararası Standardizasyon Örgütü’nün tanımına dayanmaktadır. Endüstriyel ortamda otomasyon uygulamalarında kullanım için üç veya daha fazla eksenle programlanabilen, yerinde sabitlenebilen veya bir mobil platforma sabitlenebilen, otomatik olarak kontrol edilen, yeniden programlanabilir çok amaçlı bir manipulatördür” (ISO 8373:2021)

Tanımda kullanılan terimler şu anlama gelir:

Yeniden Programlanabilir: Programlanan hareketlerin veya yardımcı fonksiyonların fiziksel değişiklik yapılmadan değiştirilebilmesi için tasarlanmıştır (mekanik sistemin değiştirilmesi);

Çok Amaçlı: Fiziksel değişiklikle farklı bir uygulamaya uyarlanabilir;

Manipulator: Birbirine göre eklemlenmiş veya kayan bir segment düzenlenmesinden oluşan mekanizma;

Eksen: Robot hareketini doğrusal veya döner modda belirtmek için kullanılan yön.

Endüstriyel robotlar mekanik yapıya göre sınıflandırılabilir:

Kartezyen Robot (dikdörtgen robot, portal robot): Eksenleri Kartezyen koordinat sistemi oluşturan üç prizmatik bağlantıya sahip manipulator.

SCARA Robotu: Seçilen bir düzlemde uyum sağlamak için iki paralel döner bağlantıya sahip manipülatör.

Mafsallı Robot: Üç veya daha fazla döner bağlantıya sahip manipülatör.

Paralel / Delta Robot: Kolları kapalı döngü yapısı oluşturan bağlantıları olan manipülatör.

Silindirik Robot: Eksenleri silindirik koordinat sistemi oluşturan en az bir döner mafsalı ve en az bir prizmatik mafsalı olan manipülatör.

Kutup Robotu (Küresel Robot): Eksenleri kutupsal bir koordinat sistemi oluşturan iki döner mafsalı ve bir prizmatik mafsalı olan manipülatör.

Yapılan tanımlara göre endüstriyel robotlara yeni bir terim daha eklenmiştir diyebiliriz; "COBOT-Collaborative Robot- işbirlikçi robot. İşbirlikçi robotlar, endüstriyel sektörlerdeki çalışanlarla işbirliği içinde görevleri yerine getirmek üzere tasarlanmıştır.

Yukarıdaki özellikleri karşılayan işbirlikçi robot türlerinde ve işbirlikçi uygulamalarda robot ile çalışan arasındaki temas düzeyinde önemli farklılıklar vardır. Geleneksel endüstri-



Kartezyen (Lineer) Robot



Silindirik Robot



SCARA Robot



Paralel (Delta) Robot



Mafsallı (Articulated) Robot



COBOT

Resim 2.1

Dijital dönüşüm adı altında birçok yenilikler hayatımıza girmişken robotlarında etkisi bir çok alanda arttığını söyleyebiliriz. Birbirine bağlanabilen akıllı robotlar geleneksel üretim modellerimizi de dönüştürmektedir.

yel robotlar ile insanların teması genellikle kısıtlanır, robotlar bağımsız olarak belirlenmiş alanlarda programlandıkları gibi otonom çalışırlar. İnsan ile robot teması olması durumlarda ise robotlar durdurulması ve ek güvenlik alınması gerekir. “Cobot” olarak anılan robotlarla ise, insanlar ile aynı ortamda kısıtlama olmadan ve ek güvenlik gerekmeden çalışabilirler. Yani bu robotlar bir çalışanın kasıtlı veya kazara doğrudan temasa geçmesi durumunda zarar vermemelerini sağlayan çeşitli teknik özelliklerle tasarlanmıştır. Bu özellikler arasında hafif malzemeler, yuvarlak hatlar, dolgular, ‘dış kaplamalar’ (gömülü sensörler) ile robot tabanında veya kuvvetini hızını ölçen, kontrol eden, temas meydana geldiğinde de bunların tanımlanmış eşikleri aşmamasını sağlayan eklemlerdeki sensörler yer alır.

2.2. Robotlar ve Yapay Zeka

Robotlardaki yapay zeka, şirketlere üretkenliği artırma, işi daha güvenli hale getirme ve insanlara değerli zamandan tasarruf etme konusunda yeni fırsatlar sunuyor. Robot işlevselliğini genişletmek için yapay zekanın kullanılmasına yönelik önemli araştırmalar yapılıyor. Ticari olarak mevcut uygulamalar yapay zekanın aşağıdaki amaçlarla kullanımını içerir:

- Robotların çevrelerini algılamasını ve tepki vermesini sağlayabilir. Bu, robotların gerçekleştirebileceği işlev aralığını büyük ölçüde artırır.
- Robot ve süreç performansını optimize ederek şirketlerin paradan tasarruf etmesini sağlayabilir.
- Robotların kamusal alanlardan hastanelere ve perakende satış noktalarına kadar birçok ortamda mobil, etkileşimli bilgi sistemleri olarak işlev görmesini sağlayarak bireylere zaman tasarrufu sağlayabilir.

Robotlardaki yapay zeka, şirketlere üretkenliği artırma, işi daha güvenli hale getirme ve insanlara değerli zamandan tasarruf etme konusunda yeni fırsatlar sunuyor. Robot işlevselliğini genişletmek için yapay zekanın kullanılmasına yönelik önemli araştırmalar yapılıyor. Ticari olarak mevcut uygulamalar yapay zekanın aşağıdaki amaçlarla kullanımını içerir:

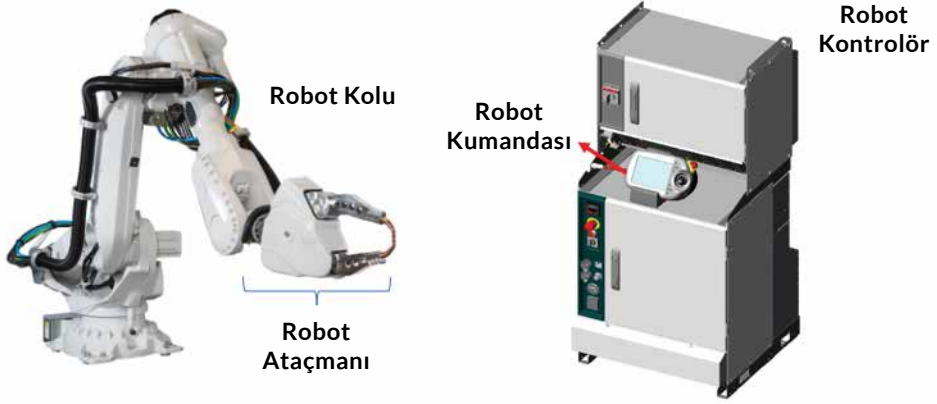
2.3. Endüstriyel Robot Bileşenleri

Robot temelde bir makinedir. İster hareketli ister sabit olarak tasarlanmış olsun, görevlerini kesintisiz olarak yerine getirebilen akıllıdır makinalardır. Bir makine olarak sistemindeki bir sorunu tespit etmek ve ilgili sunucuya veya veri tabanına hata mesajı göndermeleri kolaydır. Robot bileşenleri şu şekilde açıklanabilir: Robot kolu, kontrolör, robot kumandası, ataçman (gripper, tool) ve çevre bileşenleri. Ancak genellemek gerekirse temelde endüstriyel robotu 2 ana bileşene ayırabiliriz: Robot kolu (manipülatör) ve kontrolördür (kontrol kabin). Robotlar kullanılacak uygulama, endüstride faaliyet göstereceği alana göre ihtiyaç duyulan ekipmanlar ile donatılmaktadırlar.

2.3.1. Robot Kolu (Manipülatör)

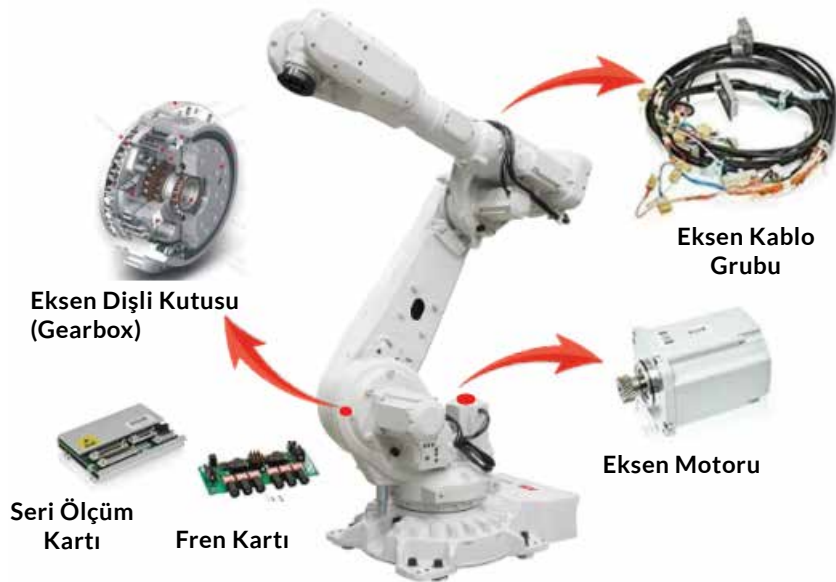
Robotik manipülatör, işlemleri gerçekleştiren kişinin doğrudan fiziksel teması olmadan malzemeleri manipüle etmek için kullanılan bir cihazdır. Robot kolları boyut ve şekil bakımından farklılık gösterebilir ancak genel olarak omuz, dirsek ve bilek benzeri parçalarla insan kolunu kopyalamak üzere tasarlanmıştır. Robotların bir görevi doğru bir şekilde tamamlamak için uçlarına ataçman yerleştirmesine olanak tanır. Bir robot kolunun her bileşeni bir serbestlik derecesi veya eksen görevi görür. Çoğu endüstriyel robotun altı eksenli vardır ve bu da onlara

bir insaninkine eşdeğer bir hareket aralığı sağlar. Manipülatörü ana bileşenlerini açıklayacak olursak: Gövde, gövdeyi birbiri ile bağlanması için eklem kısmında dişli kutusu (Gearbox) ve motor, motorlara enerji ve sinyal taşınması için kablo grubu, motor fren kontrol kartı ve sinyal değerini ölçen seri ölçüm kartı diyebiliriz. Ağır yük taşıyan robotlarda da yük dengesini sağlamak için balansör kullanılabilmektedir. Veya balansör yerine denge yükü ile dizayn edilmiştir.



Çevre Ekipmanlar: Sensörler, Fixtürler, PLC ve Makinalar

Resim 2.2



Resim 2.3. Robot Kolu (Manipülator) Bileşenleri

2.3.2. Robot Kontrolörü

Robot kontrolörü, robota bağlı olan ve onun “beyni” olarak işlev gören bir bilgisayardır. Tüm endüstriyel robotların çalışabilmesi için bir kontrolöre ihtiyaç vardır. Kontrolör, robota program olarak da bilinen kod biçiminde talimatları işleyen farklı bileşenlerden oluşan elektronik kartları bir arada çalıştırmak için kullanılır. El tipi kontrol terminali kullanılarak robotik programlama kontrol cihazına girilir. Yazılım kontrol ünitesine yüklendikten sonra bilgiler robotun merkezi işlem ünitesine gönderilmektedir. Ana bilgisayar içerisindeki robotun içindeki talimatları işlemesine ve yürütmesine olanak tanıyan küçük bir CPU çipi vardır, bu çiplerin soğuk kalması önemlidir. Bundan dolayı kontrol kabinlerinde soğutma fanları kullanılmaktadır. Kontrol kabinler farklı elektronik kartlarla tasarlanmışlardır, ancak ana bilgisayar, eksen bilgisayarı, eksen sürücüsü, elektronik aksamaları soğutucu fanlar ve kontaktör grubu ana temel bileşenleridir.



Resim 2.4. Robot Kontrolör Çeşitleri

2.4. Endüstriyel Robotların Kullanımı

Sanayide Endüstriyel Robotların kullanımı başta elleçleme (Handling: Tutma, taşıma ve bırakma), kaynak lehimleme, montaj-sökme, boyama, kesme olmak üzere birçok alanda gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Sahip olduğu avantajlar nedeniyle endüstriyel robotların özellikle başta otomotiv, elektrik-elektronik, kimya, plastik makine, metal, yiyecek-icecek sektörleri olmak üzere kullanım alanları oldukça yaygındır.

Endüstriyel Robotların temel kullanım alanlarının belli başlı olanları şu şekilde sıralanabilir:

- Elleçleme (Handling) (Malzeme seçme, taşıma, sıralama, yerleştirme vb.) uygulamaları,
- Montaj (Mounting) ve Sökme uygulamaları,
- Nokta Kaynak (Spot Welding), Ark Kaynak ve Rotalı Kaynak uygulamaları,
- Yapıştırma/Sızdırmazlık maddeleri uygulamaları,
- Malzeme İşleme (Frezeleme vb.) uygulamaları,
- Çapak temizleme, parlatma, boyama vb. uygulamaları,

- Paketleme, stok ve yükleme uygulamaları,
- Döküm, presleme, dövme vb. uygulamaları,
- Ölçüm ve kontrol uygulamaları.

Günümüzde internet bağlantılarının yaygın olarak kullanılması ile üretim alanlarında da yenilikler oluşmaktadır. Özellikle Endüstri 4.0 adı altında birçok yenilikler hayatımıza girmişken robotlarında etkisi bir çok alanda arttığını söyleyebiliriz. Birbirine bağlanabilen akıllı robotlar geleneksel üretim modellerimizi de dönüştürmektedir. IFR, robotların daha geniş otomasyon stratejileri kapsamında birbirine bağlandığı beş yaygın senaryo belirledi. Buna göre yukarda bahsedilen uygulama çeşitleri de, bu senaryolara göre farklı üretim modelleri ortaya çıkacağı öngörülmektedir.

Otomatik Üretim:

Sipariş girişi ve ürün tasarımı gibi üretimin ilk aşamalarını, parça siparişi ve makine planlama gibi alt süreçlere bağlamak, üreticilerin yeni bir ürün veya sipariş üretmenin kaynak sonuçlarını anında anlamalarını ve üretim organizasyonunu daha iyi optimize etmelerini sağlar.

Performansı Optimize Etme:

Robotları ve diğer makineleri merkezi bir bilgi işlem sunucusuna bağlamak, üreticilerin makine performansını gerçek zamanlı veya geriye dönük olarak optimize etmek için kullanılabilecek verileri çıkarmasına ve toplamasına olanak tanıyarak, üreticilere saatte 1 milyon dolardan fazla maliyet getirebilecek plansız makine aksama, arıza sürelerini ortadan kaldırabilme imkanı sağlar.

Dijital İkiz:

Robotların ve diğer üretim makinelerinin sanal temsilleri, üreticilerin operasyonları ve parametrelerde ve programlarda yapılan değişikliklerin etkilerini uygulanmadan önce simüle etmelerine (dijital ortamda deneme), gelişmiş üretim planlamasına olanak tanır ve maliyetli aksama sürelerini önler.

Hizmet Olarak Robotlar:

Robotların kullanım başına ödeme esasına göre benimsenmesi, özellikle küçük ve orta ölçekli üreticiler için yararlı olabilir; onları ön sermaye yatırımlarından ve öngörülemeyen bakım maliyetlerinden kurtarır ve onlara işletme harcamalarının öngörülebilirliğini sağlar.

Algılama ile Yanıt Veren Robotlar:

Sensörler ve görüş sistemleri, robotların dış ortamlarına gerçek zamanlı olarak yanıt vermesini sağlayarak, robotun gerçekleştirebileceği görev aralığını (örneğin, sıralanmamış parçaları toplama ve yerleştirme) genişletir ve robotun hareket kabiliyetini artırır. Mobil robotlar, üretimin ayrı süreçlere ve üretim hücrelerine bölündüğü esnek üretimi mümkün kılmının anahtarıdır.

2.5. Endüstriyel Robotların Avantajları

Şirketlerin bir robot sistemine yatırım yapmayı düşünmelerinin nedenleri büyük farklılıklar gösteriyor. Bazı faktörler arasında parça kalitesi üzerindeki olumlu etki, üretim üretkenliğinin artması (daha hızlı çevrim süresi) ve/veya verim (daha az hurda), işçi

güvenliğinin iyileştirilmesi, devam eden işin azaltılması, üretim sürecinde daha fazla esneklik ve maliyetlerin azaltılması yer alır.

Endüstriyel Robotlara Yatırım Yapmanın Ana Nedenleri:

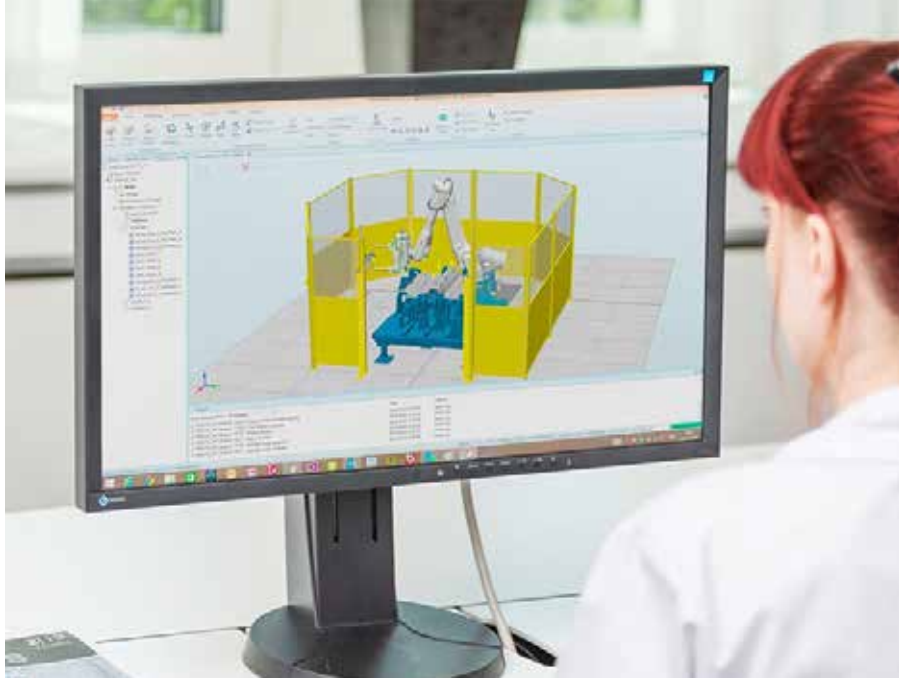
- Üretimi hızla uyarlamak ve talepteki değişikliklere ve daha küçük parti boyutlarına yanıt vermek için artan esneklik
- Yüksek üretim talepleriyle başa çıkmak ve COVID-19 gibi sistemik şoklara dayanmak için geliştirilmiş esneklik
- Optimize edilmiş performans sayesinde enerji ve kaynak verimliliği (enerji tüketiminin, malzeme israfının azaltılması ve verimin artırılması)
- Üretim çalışanlarına yönelik artan verimlilik ve destek (Çalışanların iş kalitesinin artırılması, sağlık ve güvenlik kurallarına uyum)
- İşletme veya sermaye maliyetlerinin azaltılması
- Ürün kalitesinin iyileştirilmesi
- Üretim çıktı oranlarının artırılması
- Yüksek değerli üretim alanlarında yerden tasarruf etmek

Genel olarak robotlar üretkenliği ve rekabet gücünü artırır. Etkin bir şekilde kullanıldığında şirketlerin rekabetçi olmalarını veya rekabetçi kalmalarını sağlarlar. Bu durum, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülke ekonomilerinin omurgasını oluşturan küçük ve orta ölçekli (KOBİ) işletmeler için özellikle önemlidir. Aynı zamanda büyük şirketlerin daha hızlı ürün geliştirme ve teslimat yoluyla rekabet güçlerini artırmalarına da olanak tanır. Robotların artan kullanımı aynı zamanda yüksek maliyetli ülkelerdeki şirketlerin daha önce daha ucuz işgücü kaynaklarına yaptırdıkları tedarik zinciri parçalarını yerel üslerine geri getirmelerine olanak sağlıyor.

2.6. Ekipman Kullanım Eğitimi

Endüstriyel robotlar pahalı makinalardır ve yatırım yapmak için atılması gereken büyük bir adımdır. Neyle uğraştığınıza bağlı olarak firmanızda hangi türe yatırım yaptığınızı bilmek önemlidir. Robotları doğru yerde doğru bir şekilde kullanabilmek ve sürdürülebilir bir şekilde hem üretim yapabilmek hem ekipmanların ömrünü uzatabilmek için robotu iyi bilmek gerekir. Dolayısı ile robot yatırımı yeni yetkinlik ve bilgi beceri gerektirdiği için robotik eğitim önem arz etmektedir. Pazarda bulunan her ürünün kullanım kılavuzu ve talimatları olduğu gibi, endüstriyel robotlarında kullanım kılavuzu ve talimatları vardır. Her marka bu talimatları kendi markasını temsil edecek şekilde, kullandığı ekipmanların, yazılımların içeriğine göre tasarlamışlardır. Endüstriyel robotların çalışma prensibi genel olarak aynı olsa da, farklı dizayn, tasarım, boyut ve ölçütlerde olduğu için, özellikle robotu çalıştıracak yazılımlar da markalara bağlı olarak özgün olmalarından dolayı ürün sahiplerinden eğitim alınması gerekir.

Örneğin bazı markalarda robot için kullanıcı dostu dokunmatik ekran kumandası bulunmaktadır, robotu çalıştırma veya program yazma konusunda FlexPendant kumanda üzerinden kolaylıkla devam edilebilmektedir. Basitleştirilmiş arayüzü, yönlendirici talimatları bir cep telefonunu kullanır gibi kullanmanıza olanak sağlamaktadır. Buna ek olarak yine kullanıcılara



kolaylık sağlayan, projeler esnasında bire bir aynı hücreyi tasarlamaya fırsat sağlayan dijital simülasyon programı RobotStudio bulunmaktadır. RobotStudio, üretimi bozmadan eğitim, programlama ve optimizasyon gibi görevleri yerine getirmenize izin vererek robot sisteminizin karlılığını artıracak araçlar sunar. RobotStudio, aşağıdakiler de dahil olmak üzere sayısız fayda sağlar:

- Risk azaltma
- Daha hızlı başlatma
- Daha kısa değişim
- Artan verimlilik

RobotStudio, robotlarınızı üretimde çalıştıran gerçek yazılımın tam bir kopyası olan Virtual-Controller üzerine kurulmuştur. Bu, gerçek robot programları ve atölyede kullanılanlarla aynı yapılandırma dosyaları kullanılarak çok gerçekçi simülasyonların gerçekleştirilmesine izin verir.

2.7. Ekipman Standartları

Endüstriyel robotik standartları, çeşitli endüstrilerde robotik ekipmanların güvenliğini, güvenilirliğini ve verimliliğini sağlamak , özellikle kolaboratif robotlar (cobotlar) için hayati öneme sahiptir. İşte bu konuda bazı temel bilgiler:

- ISO 10218-1 ve ISO 10218-2: Bu uluslararası standartlar, robotların ve robot sistemlerinin güvenli tasarımı, kurulumu ve kullanımı hakkında rehberlik eder. Robot üreticileri ve entegratörleri için geçerli olan bu standartlar, robot sistemlerinin güvenliğini sağlamak için gereklidir.
- ANSI/RIA R15.06: Bu Amerikan Ulusal Standardı, endüstriyel robotlar ve bunların iş hücrelerine entegrasyonu için özel güvenlik gereksinimlerini belirtir.

- ISO 13849-1 ve ISO 13849-2: Bu standartlar, robot güvenliği ile ilgili kontrol sistemlerinin tasarımını ve inşasını kapsar.
- ISO/TS 15066: Bu teknik şartname, ISO 10218 standartlarını tamamlar ve insanlarla doğrudan çalışmak üzere tasarlanmış iş birlikçi robotlar için güvenlik gereksinimleri sağlar. Robotik Endüstriler Birliği (RIA), ABD’de endüstriyel robotik standartları yazma konusunda aktiftir ve Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü’nün (ANSI) standart yazma için yasal bir çerçevesi olan ANSI’nin bir üyesidir. RIA ayrıca, endüstriyel robotlar alanında uluslararası standartlarla ilgili konularda Uluslararası Standartlar Organizasyonu’nu (ISO) temsil eder.
- Makine Direktifi 2006/42/EC: Avrupa Birliği içinde kurulumu yapılan tüm makinelerin, sağlık ve güvenlik gerekliliklerine uygun olması gerektiğini belirtir.

Bu standartlar, endüstriyel robotların güvenli ve etkili bir şekilde kullanılmasını sağlamak için üreticiler, integratörler ve endüstriyel robot kullanıcıları için hayati önem taşır.

2.8. Endüstriyel Robotların Bakımı ve Önemi

Her ekipman parçası için bakım gerektirdiği gibi robotların düzgün çalışması ve güvenliği açısından düzenli bakım yapılması önem arz etmektedir. Robotlar tutarlı bakım denetimlerine tabi tutulmadığında parçalar ve bileşenler aşınabilir, bozulabilir, arızalara neden olabilir ve bu da üretimin aksamasına veya durmasına neden olabilir. Dolayısı ile verimliliği, güvenliği ve ekipmanların ömrünü uzatmak için etkili bakım stratejileri çok önemlidir. Robotların bakımlarını farklı yaklaşımlara göre yapılabilir:

- **Zaman Tabanlı Bakım:** Belirli periyodik zaman aralıklarında bakım yapılması. Bu, rutin bakımın zamanında yapılmasını sağlar ancak bazen gereksiz bakım maliyetlerine yol açabilir.
- **Durum Tabanlı Bakım:** Robotların gerçek zamanlı durumu izlenerek, bakım ihtiyacı ortaya çıktığında yapılması. Bu, bakım maliyetlerini düşürebilir ancak izleme ekipmanı ve yazılımının yüksek maliyeti olabilir.
- **Öngörücü Bakım:** Veri analitiği ve yapay zeka kullanılarak robot arızalarının önceden tahmin edilmesi ve önleyici bakımın yapılması. Bu, bakım maliyetlerini düşürür ve üretim sürekliliğini sağlar.
- **Eğitim ve Yetkinlik Geliştirme:** Personelin, robotların bakımını doğru ve etkili bir şekilde yapabilmesi için düzenli eğitim alması önemlidir. Doğru ekipman kullanımı ve bakım prosedürlerinin bilinmesi, bakımın etkinliğini artırır.



2.9. Robot Önleyici Bakım Kontrol Listesi

Makineler bozulma eğiliminde olduğundan robotik kol arızası meydana gelebilir. Bu arızaları minimuma indirmek için kullanım kılavuzlarındaki yönergelere dikkat edilmesi ve takip ederek önerileri uygulamak gerekir. Eski dönemlerde her ürün teslim edildiğinde yanında kullanım kılavuzu basılı bir kitap veya broşür şeklinde teslim edilirdi veya CD/DVD şeklinde dijital versiyonları olabilir. Ancak günümüzde bir çok makine tedarikçi ürünleri ile ilgili dokümanlarını online ortamda paylaşmaktadırlar veya teslim edilen ürünlerin üzerinde QR kod sistemli ile yine internet ortamına taşıyabilmekteler.

Her robotun bir kullanım kılavuzuyla birlikte teslim ediliyor olduğunu düşünürsek. Her marka ve modele göre farklı yönergelerin olduğu açıktır. Bu manuelle robot bakımı arasındaki sürelerin ve arıza durumunda ne yapılması gerektiğinin bilinmesine yardımcı olur. Periyodik kontroller ve bakım çizelgelerini manuellere göre takip etmek , gereksiz maliyetleri de kontrol alınmasına neden olabilir. Sık sık yaşanan arızalar nedeniyle zaten pahalı olan bir varlığın onarımına daha fazla para harcamak istemediğiniz için bu önemlidir. Her robot türünün kendi onarım planı olsa da, rutin muayeneleriniz sırasında çeşitli bakım öğeleri için bir kontrol listesi (check list) olmalıdır.

Robot bakımı için aşağıdaki gibi kontrol listesi oluşturulabilir:

- Robotun çalışma alanını ve iş yapılacak yerin güvenliğini sağlamak
- Denetleyici belleği yedeklemek
- Robot kolu, yer kablolar ve kontrol kabini gözle kontrol etmek
- Fren işlemlerinin incelenmesi
- Hareketli eksenleri ve eksen kalibrasyonu kontrol etmek
- Sarf malzeme olarak periyodik değişmesi gereken kısımları kontrol etmek ve değiştirmek.
- Bağlantı noktaları, civataları kontrol etmek
- Yağlanması gereken yerlerin düzenli olarak yağlanmasını sağlamak.
- RAM ve APC pillerini düzenli olarak kontrol etmek ve gerekirse değiştirmek.
- Soğutma fanlarını temizlemek için basınçlı hava kullanmak. Gerekğinde filtre değişimlerini yapmak.
- Robot çiplerini temizlemek ve çeşitli kir ve tozlardan arındırmak
- Işık perdelerini ve sensörleri, acil butonları kontrol etmek
- Ve genel olarak robotlar sık sık kontrol edilmelidir

2.10. Robot Arızaları ve Çeşitleri

Endüstriyel robotlarda karşılanabilecek arızaları üç temel başlıkta toplayabiliriz: Mekanik arızalar, elektriksel arızalar ve yazılımsal (software) arızalardır.

2.10.1. Mekanik Arızalar

Mekanik arızalar genelde dişli kutusuna veya eksen motoruna bağlı olarak oluşan arızalardır. Dişli kutusundaki yağlamaların yanlış yapılması veya yapılmamasından kaynaklı, buna ek olarak üretimde robotların sürekli mekanik darbelere maruz kalması nedeni ile rulman takımlarının aşınması, dişli grubundaki aşınmalar veya dişlilerin kırılması, hareketi sağlayan motorların mekanik arızası, motor fren arızaları gibi konular mekanik arızalar olarak ifade edilebilir.

2.10.2. Elektriksel Arızalar

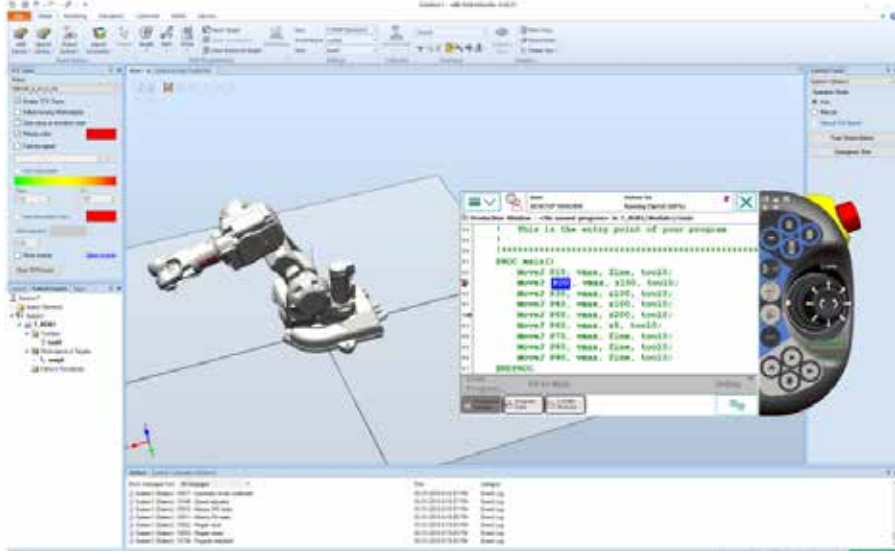
Elektriksel arızalar elektrik kaynaklı veya elektronik bileşenlerden kaynaklı arızalar diyebiliriz. Özellikle fabrika şebekelerinde elektrik akımının dalgalanması, ani voltaj düşme veya yükselmeler kontrol ünitesini etkileyebilecek ana etmendir. Burada ekipmanların topraklaması çok önemlidir, hem robot kolunun kendisi hem kontrol kabin ayrı ayrı toprak hattına uygun bir şekilde bağlanmalıdır. Elektrik beslemesinden kaynaklı trafoların, elektronik kartların ve bileşenlerinin yanmasına neden olabilir. Robot elektrik beslemesini direk şebekeden bağlamak yerine koruma ekipmanları ile güvence altına alarak bağlantı yapmak kontrol kabinlerin ömrünü uzatmak için faydalı olabilir örneğin UPS eklenmesi. Öte yandan fabrikalardaki toz ve nem kontrol kabinlerine zarar vermek için başka bir etmendir. Kontrolör soğutucu fan gruplarının temizliği, havalandırma filtre kullanımı ve temizliği yine elektronik kartların ömrünü uzatabilir. Çünkü toz ve nem elektronik kartlara zarar verebilir, elektronik bileşenlerin oksitlenmesi, elektrik geçirgenliğinin zayıflaması veya kısa devreye neden olması gibi durumlarla karşılanabilir.

Bağlantı yer kabloları ve robot kolu üzerindeki kablolar uygun bir şekilde sabitlenmelidir. Yer kabloları tavalarla koruma altına alınırken, robot kolu üzerindeki kablo grubu , eklemlere uygun olarak robot gövdesine sabitlenmelidir. Çünkü robot hareket ederken kablolar sıkışmadan kırılabilir, robot gövdesine veya çevre ekipmanlara sürtünmeden kaynaklı koruma kılıfı aşınarak kısa devre olmasına neden olabilir.



2.10.3. Yazılımsal Arızalar

Robot çalışabilmesi için çeşitli komutları yerine getirebilmesi kontrol kabin içerisindeki ana işlemciye program yüklenir. Her robot marka ve modeline göre özel programlar yüklenmektedir. Çünkü bu yazılım programı hem robotun kimliği statüsünde hem robotun kinematikliğini



Resim 2.5

kontrol eden altyapıya sahip hem de sonradan uygulamaya göre özel yazılımla istenilen işi yapabilmeleri için yeniden programlanabilirler. Ancak bu yazılımlarında başka yazılımlarda olduğu gibi gelişime açıktır ve pazarda çok farklı versiyonları ile karşılanabilir. Robotun uzun ömürlü olmasını içine gömülen yazılımdan etkilendiği bilinmelidir. Programcının (yazılımcı) tasarladığı algoritma ve yazılım bazen çıkmaz matematiksel hesaplara girebilir, belleği gereksiz yere işgal edebilir, farklı virüslerden, bozuk program geri yüklemelerden etkilenebilir, elektronik kartlara zarar verebilir veya robotun çalışmasına engel olabilir. Bu tarz durumdan kaynaklanan arızalara yazılıma dayalı (software kaynaklı) arıza denir.

2.11. Endüstriyel Robotları Nasıl Onarırız?

Daha önce de söylediğimiz gibi robotlar da diğer makineler gibi bozulur. Yenisini almak yerine tamir ettirmek çok daha iyi olacaktır. Robot marka modellerine bağlı olarak yerel servis uzmanlarından oluşan ekibe ulaşabilirsiniz. Robot onarımı ve servisi yapmak için hem bilgi hem de sektör uzmanlığıyla iyi bir donanıma sahiptir.

Burada dikkat edilmesi gereken birkaç nokta var: Bilmediğiniz şeyi tamir edemezsiniz. Robotları onarmaya karar vermeden önce, hata verip vermediğini görmek için veri yanıtı (e-log) analiz edilmelidir. Eğer hata varsa, o zaman bunu düzeltmek gerekir. Endüstriyel robotlar, daha önce de belirtildiği gibi, monte edilmiş farklı parçalara sahiptir. Robotun tamamıyla iş bitene kadar her parçası adım adım, temizlik ve onarım yaparak incelenmelidir. Robotlara gereksiz zarar vermemek için her zaman kullanım kılavuzunun kullanılması unutulmamalıdır. Kitapçığın özü bu tür senaryolarda genelde yol göstermektir. Robotu açmadan önce kılavuz her zaman okunmalıdır. Robotlar temizlenmelidir, yağlanması gereken yerleri doğru yağlanmalıdır. Bazen endüstriyel robotlar üretkenliğinin yavaşlamasının nedeni yağlı parçalar olabilir. Arada bir endüstriyel robotları sökmek ve parçalarını temizlemek veya ağır bakım dediğimiz bakım gerektirebilir. Bu da gereksiz onarım maliyetlerinin önlenmesine yardımcı olur.



2.12. Robot Bakım Maliyetleri: Bir Robotun Bakımını Yaparken Dikkate Alınması Gereken Faktörler

Yatırım Getirisi: Robot yatırımları sadece robot kurulumu yapmaktan ibaret değildir. Yatırım getirisinin ortalama daha yüksek olmasını sağlamak için planlı bakım harcamaları arıza kayıpları riskinin ortadan kaldırılmasına yardımcı olur ve öngörülemeyen harcamaların azalmasına neden olabilir.

Ortalama Çıktı: Endüstriyel robotunuz ortalama insan iş gücünden daha yüksek çıktı sağlıyorsa düzenli bakım iyi bir fikirdir. Kısa sürede daha yüksek çıktı elde edilmesine ve maliyetlerin düşürülmesine yardımcı olacaktır.

Yedek Parça ve Servis Desteğinin Yerel Bulunabilirliği: Bakım hedefinizde yedek parçalar önemlidir. Yedek parçaları almanın daha kolay olduğundan emin olun. Yedek parça ithalatı gerektiren robotların bakımı oldukça pahalıdır. Öte yandan her firma robot bilen çalışanı bünyesinde bulundurma konusunda zorlanabilir, dolayısı ile robotik üretim tesislerde oluşan arızalara, parça değişimi gerektiren durumlara yetkin kişilerin müdahil olması gerekir. Bilgi beceri gerektiren durumlar için servis desteği ihtiyacı oluşur. Dolayısı ile yerel servisin olması ve yedek parçaların yerelde bulunabilirliği maliyet kontrolü açısından önemli bir konudur.

İş Yükü: Daha büyük iş yüklerini kaldıran robotlar için bunların bakımı özen ve hassasiyet gerektirir çünkü arızaları en yüksek düzeyde kayıp anlamına gelir.

Eğitim: Endüstriyel robotlar pahalı makinalardır ve yatırım yapmak için atılması gereken büyük bir adımdır. Neyle uğraştığınıza bağlı olarak firmanızda hangi türe yatırım yaptığınızı bilmek önemlidir. Robotları doğru yerde doğru bir şekilde kullanabilmek ve sürdürülebilir bir şekilde hem üretim yapabilmek hem ekipmanların ömrünü uzatabilmek için, bakım olmazsa olmaz bir konu haline gelmektedir. İyi bir bakım yapılabilmesi için, ekipmanları ve robotları etkili bir şekilde kontrol altına tutabilmek bilgi ve beceri gerektirmektedir. Dolayısı ile robot yatırımı yeni yetkinlik ve bilgi beceri gerektirdiği için robotik eğitim önem arz etmektedir.



2.13. Arıza Çeşitlerine Örnekler

Robotlara doğru bakım yapılmadığında yağ sızıntıları gerçekleşebilmektedir. Bu sızıntılar dış ortama olduğu gibi, robotun iç ortamına da olabilmektedir. Dış ortama sızan yağlar görülebilir ve kolay tespit yapılabilirler, ancak iç ortama sızan yağları tespit etmek zordur. Genelde arıza olma durumlarında fark edilirler. Dolayısı ile bu tarz arızaları önceden tespit etmek için periyodik kontrol ve bakımlar önemlidir.

2.13.1. Motor Yağ Kaçağı

Robot bakım esnasında robot eksen motorunun içindeki yağ kaçağı tespiti, iç ortama dönük yağ kaçağı örneğidir. Normalde birçok eksen motorlarının motor kapakları vardır ve kapalı bir ortamdır. İçerisine sızan yağı zamanında tespit etmek çok önemlidir. Vaktinde tespit edilmemiş olsaydı, yoğun üretim esnasında arızaya neden olabilir ve üretim kaybına, maliyetlerin artmasına neden olabilirdi. Ancak duruş döneminde bakım ile birlikte motor değişimi fırsatı ile bu duruşlar ve fazla maliyetler minimize edilebilir.



2.13.2. Redüktör (Gearbox) Yağ Kaçağı

Redüktörlerin içinde bulunan keçelerin zarar görmesi veya yanlış bakım yapılma nedenine bağlı olarak içerisine eklenen fazla yağ sızmalara neden olmaktadır. Dış ortama olan sızma çeşidi redüktörlerin dış kısmında çok sık rastlanan olaylardır. Eğer yağ kaçağı önlenmez ise, redüktör değişmez ise, mekanik arızalara ve uzun duruşlara neden olabilir.



Resim 2.6

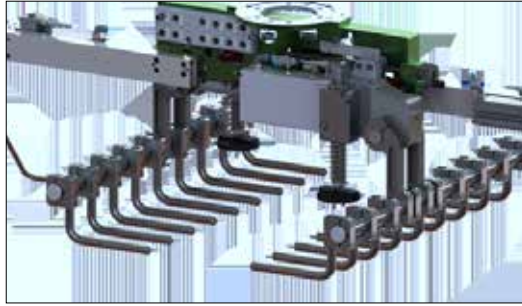
2.14.3. Rulman Arızaları

Rulmanlar periyodik ve doğru yağlanmadığında mekanik arızalara neden olabilmektedirler. Hatta metal aşınımı ve kırılmaya yol açabilmektedir. Dolayısı ile bağlantı noktaları, Rulman aksamaları önerilen uygun gres veya yağlama ekipmanları ile temizlik ve yağlama yapılmalıdır.

2.15.4. Robot Gripper (Ataçman)

Robotlar üretim alanında kullanıldaki uygulamaya göre gripper veya ataçman dediğimiz ekipmanlarla donatılırlar. Bu ataçmanlar çok farklı boyutlarda, çeşitlerde ve karmaşık yapılarda olabilirler. Robottan beklenen işlerin ve fonksiyonların doğru yapılabilmesi için bu ekipmanla-

rın doğru çalışması önemlidir. Üzerinde bulunan piston sistemleri, sensörler, bağlantı kabloları, valfler, rulmanlar periyodik kontrol edilmeli, yağlanması gereken ekipmanlar doğru yağlanmalı, referans aralığında olması gereken kısımlar kalibre edilmelidir.



Resim 2.7

2.16.5. Kontrol Ünitesi Arızaları

Kontrol ünitesi içerisinde bulunan elektronik kartların arızaları genel olarak elektrik dalgalanmaları veya sıcaklık kaynaklı olmaktadır. Dolayısı ile bakım ve periyodik kontroller önemlidir, özellikle fan temizliği, havalandırma sistemleri referans aralıklarında olması kabin içi sıcaklığının kontrol altında kalması için önemlidir.



Resim 2.8

3. ISIL İŞLEM



Isıl işlem malzemenin sertlik, tokluk, dayanç, korozyon, aşınma, sürünme, yorulma, iç yapı, elektriksel, fiziksel vb. özelliklerini geliştirmek amacıyla, katı halde uygulanan kontrollü ısıtma ve soğutma işlemleri olarak tanımlanmaktadır. Metalürjide oldukça önemli bir yere sahiptir ve çeşitli endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılır. Isıl işlem, vakum, atmosfer kontrollü fırınlar, indüksiyon/alev yüzey sertleştirme makineleri, akışkan yataklar, tuz banyolarında yapılmaktadır.

3.1. Kamaralı Fırınlar

Günümüzde ısıl işlemde kullanılan kamaralı fırınlar, malzemelerin özelliklerini iyileştirmek amacıyla belirli bir sıcaklık profiline göre ısıtılmasını ve soğutulmasını sağlayan özel fırınlardır. Bu fırınlar, metalurji, otomotiv, havacılık, savunma sanayii gibi birçok endüstride kritik öneme sahiptir.

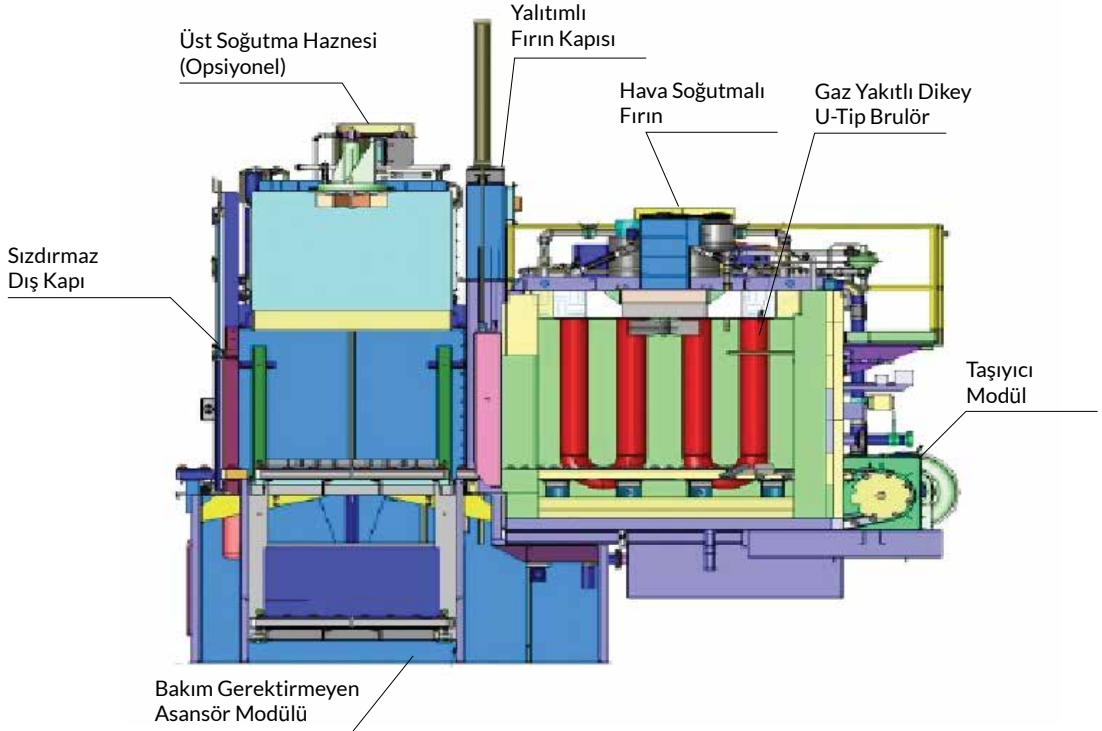
Kamaralı fırınlarda en çok uygulanan ısı işlemler aşağıda gösterilmiştir.

1. Tavlama (Annealing)
2. Islah/Sertleştirme (Hardening)
3. Temperleme (Tempering)
4. Nitrürleme (Nitriding)
5. Karbonizasyon (Carburizing)

Fırınlarda tasarımı, üreticiye, ısı işlem türüne ve malzemenin özelliklerine bağlı olarak değişiklik gösterebilir.

Kamaralı fırınların çalışma sıcaklıkları, tasarıma göre 100-955°C arasında değişmektedir. Bazı kamaralı fırınlar, yapılacak işlemin gereksinimlerine uygun olarak atmosfer koruyucu gaz sistemleri ve sıvıda ya da havada soğutma sistemleri ile donatılmıştır.

Aşağıda, daldırma ve havada soğutma özelliklerine sahip bir kamaralı fırının şematik görünümü verilmiştir.



Şekil 3.1 Kamaralı Fırının Şematik Görünümü

3.1.1. Kamaralı Fırınlarda Bakım

Temel güvenlik kuralları:

- Fırın için güncel kullanım kılavuzu, ekipmanın bulunduğu yerde tutulmalıdır.
- Fırın operatörleri, eldiven, gözlük, kask vb. uygun gibi kişisel koruyucu ekipmanlarla donatılmalıdır.
- Yetkisiz kişilerin kullanımına ve bakım yapmasına izin verilmemelidir.

- Cihazların gözetim olmadan çalıştırılması yasaktır.
- Tüm kapaklar yerinde olmalı ve cihaz üreticisinin sağladığı şekilde kapatılmalıdır.
- Makinanın spesifik kullanma talimatlarına göre kapatma/kilitleme yapmadan bakıma izin verilmemelidir.
- Fırın alanı, uygun yangın söndürme ekipmanı ile donatılmalıdır.

Her ekipmanda olduğu gibi, kamaralı fırınlarda da düzenli olarak yapılması gereken periyodik bakımlar bulunmaktadır. Bu bakımlar; günlük, haftalık, aylık, 6 ayda bir ve yılda bir olacak şekilde sınıflandırılabilir.

Günlük Bakım Kontrolleri

1. Butonlar, ekranlar, yağ karıştırıcılar ve diğer motorların görsel kontrolü
2. Yağ pompasının basınç kontrolü
3. Yağ seviyesinin kontrolü
4. Kapı, baca ve pilot alevlerinin kontrolü
5. Fırın basıncının kontrolü
6. Acil durum azotunun çalışılabilirliğinin ve yeterliliğinin kontrolü
7. Giriş gazlarının basınç kontrolü
8. Yanma havası basınç kontrolü
9. Fırının görsel kontrolü

Haftalık Bakım Kontrolleri

1. Switchler, lambalar, sensörler ve ekipman alarmlarının düzgün çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.
2. Ekipman üstündeki motorların titreşim ve ses seviyeleri kontrol edilmelidir.
3. Debimetre ve akış ölçerlerin doğru çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.
4. Eşanjörün performansı kontrol edilmelidir.
5. Fırının ısıtma ve soğutma süreleri kontrol edilmelidir.
6. Brülörlerin çalışma sesleri ve işlevselliği kontrol edilmelidir.
7. Boru ve pistonlardaki olası kaçaklar kontrol edilmelidir.
8. Tüm korumaların, korkulukların ve elektrik kutusu kapaklarının yerinde olup olmadığı kontrol edilmelidir.
9. Fırın kapaklarının ve asansörlerin düzgün çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.
10. Gerekli tüm gresleme ve yağlama işlemleri yapılmalıdır.
11. Fırın yüzeyinde aşırı ısınma olup olmadığı ve kapılar, brülörler, fanlar çevresinde gaz sızıntısı bulunup bulunmadığı kontrol edilmelidir.
12. Pano klima filtreleri kontrol edilip gerekirse temizlenmelidir.
13. Fırın giriş kapısında herhangi bir sızıntı olup olmadığı kontrol edilmelidir.
14. Yataklardan gelen olağandışı seslerin veya artan titreşimlerin olup olmadığı kontrol edilmelidir.
15. Tüm hareketli ekipmanların kapakları, korumaları ve elektrik pano içindeki kartlar kontrol edilmelidir.

16. Doğru ayarları ve çalışmayı onaylamak için gaz akış ölçerleri kontrol edilmelidir.
17. Tüm manuel vanaların, damperlerin ve hava baypas hatlarının doğru konumda olduğundan emin olunmalıdır.
18. Alev perdesi kontrol edilmeli, gerekirse temizlenmelidir.

Aylık Bakım Kontrolleri

1. Fırın fan kayışlarının durumunu ve gerginliğini kontrol edin, gerekirse ayarlayın veya değiştirin.
2. Fırın fan yataklarını yağlayın
3. Debimetre gövdesini, şamandıra çubuğunu temizleyin ve bulanıksa yağı değiştirin veya gerekirse yağ ekleyin.
4. Kapıların kaldırma zincirini, gergi dişlilerini aşınma veya ısı hasarı açısından kontrol edin, zinciri yağlayın
5. Fırın etrafında herhangi bir kaçak olup olmadığını kontrol edin ve gerekirse fırını bakıma alın.
6. Hasarlı elektrik kablolarını kontrol edin.
7. Termokupl kablolarında hasar olup olmadığını kontrol edin.
8. Motorların tüm soğutma fanlarını ve dışını temizleyin.
9. Yağ sirkülasyon pompası contalarında sızıntı olup olmadığını kontrol edin, gerekirse onarın.
10. Soğutma ve hız eğrisi için yağ analizinin yapıldığını ve bu analizlerinin doğruluğunu kontrol edin. (Periyodunu CQI-9 veya AMS2750'ye göre belirleyiniz.)
11. Tüm zincir kılavuzlarını ve silindir raylarını hasar veya ağır aşınma belirtileri açısından kontrol edin.
12. Tüm termokuplları ve koruyucu kılıfını kontrol edin. İlk bozulma belirtilerini fark ettiğiniz anda değiştirin.
13. Karbon probunda bozulma olup olmadığını kontrol edin. Gerekirse değiştirin.
14. Kontrol vanalarının (fırındaki yanma havası ve su verme yağı için yön değiştirme vanaları) düzgün çalıştığını kontrol edin.
15. O₂ analizörü kullanarak, brülörlerdeki egzoz gazının oksijen içeriğini ölçün. Analiz, fırın sıcaklığına bağlı olarak %2,5-5'lik bir içerik göstermelidir. Ölçüm sonuçlarını kaydedin.
16. Brülörleri ve reküperatörleri kontrol edin. Aşırı ısınma belirtileri var mı kontrol edin.
17. Hava filtresini temizleyin.
18. Pnömatik sistemdeki manuel yoğunlaşma vanasını açın ve içinde biriken suyu boşaltın.

Yıllık Bakım Kontrolleri

1. Tüm brülörlerin radyant tüplerinde çatlak, karbon birikmesi ve kabarcıklanma olup olmadığı kontrol edilmelidir.
2. Radyant tüplerdeki tüm kaynaklar kontrol edilmeli, gerekirse zımparalanarak onarılmalıdır.
3. Tüm parçalar karbon, kir, yağ ve diğer kalıntılardan temizlenmelidir.
4. Silindir rayları ve zincir kılavuzları sapma ve deformasyon açısından kontrol edilmelidir.
5. Tüm termokupllar ve koruyucu tüpler kontrol edilmeli, ilk hasar belirtileri görüldüğünde değiştirilmelidir.

6. Atmosfer deliklerinde karbon birikimi olup olmadığı kontrol edilmelidir.
7. Devir daim fanının yalıtımında çatlak ya da deformasyon olup olmadığı kontrol edilmelidir.
8. Karbon probunun hasar görmediği ve çevresinde karbon birikimi olmadığı kontrol edilmelidir.
9. Ateşleme elektrotlarının hasar görmediği ve iyi bir şekilde topraklandığı kontrol edilmeli, uygun pozisyon korunarak boşluk boyutu ayarlanarak yeniden takılmalıdır.
10. Görüş camları çıkarılarak temizlenmeli, grafit olmayan bir gres kullanılarak yeniden takılmalıdır.
11. Yanma ayarları kontrol edilmelidir.
12. Gerekirse tüm pilot brülörler temizlenmelidir.
13. Orifis plakaları, hava/gaz karıştırıcıları, akış göstergeleri, akış ölçerler ve basınç göstergeleri kontrol edilmeli; gerekirse temizlenerek onarılmalıdır.
14. Hava, gaz ve atmosfer hatlarında kaçak olup olmadığı kontrol edilmeli, hatlarda biriken karbon temizlenmelidir.
15. Tahliye delikleri temizlenmelidir.
16. Tüm emniyet sistemlerinin fonksiyonları test edilmelidir.
17. Kontrol kabininde voltaj, üç fazın (L1, L2 ve L3) tamamında kontrol edilmeli; fazlar arasındaki voltaj sapsmaları kaydedilmeli ve dengesizlik fark edilirse düzeltilmelidir.
18. Kapı yalıtımının durumu kontrol edilmeli ve gerekirse kapı contası değiştirilmelidir.

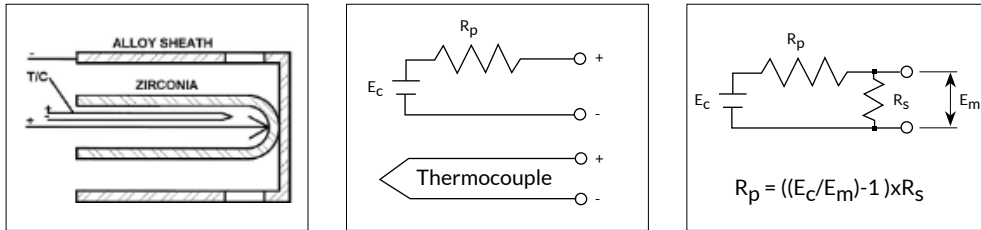
3.1.2. Atmosfer Ölçüm Sisteminin Kontrolü ve Bakımı

Karbon Prob

Geleneksel bir fırın atmosferinin karbon potansiyeli, fırın atmosferinde dengelenmiş bir karbon çelik shim stoğu kuponunda elde edilen %C olarak tanımlanır. Ancak, dengelenme süresi uzundur, bu nedenle shim stoğu ölçümlerine dayanarak atmosferi sürekli kontrol etmek imkansızdır. Bu nedenle zirkonyum sensörü, karbon potansiyelini hassas bir şekilde ve sürekli olarak ölçmek ve kontrol etmek için kullanılır.

Zirkonyum prob aslında karbonu hiç algılamaz. Şekil 3.2 ile açıklanan mVDC çıkışlı bir oksijen sensörüdür. Oksijen konsantrasyonu ile karbon potansiyeli arasındaki deneysel ilişki 1970'lerin başından beri karbon kontrol cihazlarında kullanılmaktadır.

Tipik zirkonyum karbon sensörü, uçta algılama kısmı bulunan kapalı uçlu bir tüpten oluşur. Tüm tüp zirkonyumdan veya uçta bir zirkonyum parçası şeklinde olabilir. Tüpün ucu, aynı zamanda dış elektrot olarak da işlev gören kılıfla temas edecek şekilde yay yüklüdür. İç elektrot,



Şekil 3.2

iç zirkonyum yüzeyiyle temas edecek şekilde yay yüklüdür. Bir termokupl, iç elektrot yüzeyine yakın konumlandırılır ve referans havası algılama yüzeyini yıkar.

Prob bir bataryaya benzer. Karbon potansiyelinin hesaplanabileceği bir voltaj, E_C gösterir. İç direncin değeri, şekilde gösterildiği gibi, probun karşısına bir şönt direnç yerleştirilerek, ortaya çıkan voltaj, E_m ölçülerek ve basit bir hesaplama ile ölçülür.

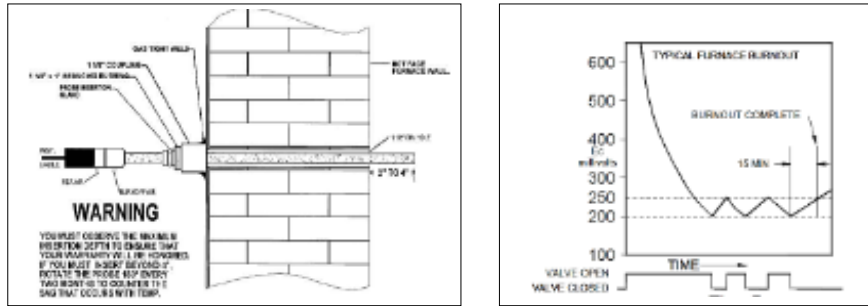
Kurulum

Yeni prob mevcut bir prob girişine takılacaksa, probun fırın bölmesine 101 mm'den fazla girmemesi gerekir. Aksi takdirde, dış koruma kılıfı yüksek sıcaklıklarda eğilip bükülerek zirkonyum kısmının kırılmasına yol açabilir. Zirkonyum, termal şoka duyarlıdır. Bu nedenle, sıcak fırına prob dakikada 2 inçten (51 mm) daha hızlı sokulmamalıdır.

Karbon sensörü için bir referans hava beslemesi sağlanmalıdır. Referans havanın temiz ve kuru olması gerekir. Referans havasındaki herhangi bir yanıcı madde veya nem, sensörün düşük okumasına ve aşırı karbürizasyona yol açar. Yağlı basınçlı havanın kullanımından kaçınılmalıdır. Sensördeki hava bağlantısı, sensör bağlantı bloğunda normalde karşılaşılan yüksek sıcaklıklarla ilgili sorunları önlemek için silikon kauçuk boru olmalıdır.

Karbon Prob Bakımı

Karbon yakma işlemi 815 °C de taşıyıcı gaz kesilerek ve sıcaklıkta büyük bir artışa neden olmayacak bir oranda hava eklenerek yapılır. Taşıyıcı gazın normal akışının yaklaşık %10'luk bir akış hızı yeterli olur, çıkış 200 mV'a düşer. Bu noktada, havayı akışı kesilir ve prob çıkışı gözlemlenir. Çıkış 15 dakikadan daha kısa bir sürede 250 milivoltun üzerine çıkarsa, havayı açılır ve mV seviyesi 15 dakikadan daha uzun süre 250'nin altında kalana kadar bu rutin tekrarlanır. Yanma tamamlanmıştır.



Şekil 3.3

Prob Şartlandırma

Periyodik karbon yakma işlemi tek başına yeterli değildir. Çünkü prob içinde de kurum birikmesi olur. Probu en iyi çalışma koşulunda tutmak için daha sık prob şartlandırma işlemini yapmak gerekir. Kurum birikimi iki kritik noktada oluşur; kılıf ile ölçüm yüzeyi arasındaki boşlukta ve zirkonyum ile kılıf ile temas noktasında. Prob, sağlanan yanma bağlantısı aracılığıyla bu boşluğa akan hava tarafından yakılır. Hava akışı, 380 °C'yi geçmeyecek hızda ayarlanmalıdır. Mümkünse akış, çalışma odası fanının etkisini aşacak ve çıkış voltajını 200 MV'nin çok altına düşürecek kadar yüksek ayarlanmalıdır. Bu işlemi her şarjdan önce veya sonra veya sürekli bir fırında her altı ila on iki saatte bir 90 saniye boyunca gerçekleştirmek, çoğu durumda yeterli olacaktır.

Tablo 3.1. Problem Giderme Tablosu

Problem	Olası Nedenler
Düşük %C	• Yüksek prob direnci • Çatlak zirkonyum • Kirli referans havası • Arızalı kablo yalıtımı • Alet kalibre/hesap • Yakma bağlantısında hava kaçağı • Probda fırın hava kaçağı • Yağlı parçalar veya isli fırın • Yanlış proses süresi/sıcaklığı
Yüksek %C	• Prob ile tıkanmış • Alet kalibrasyonları/hesapları • Yanlış proses süresi/sıcaklığı
Hatalı sinyal	• Kötü sensör bağlantıları • Elektriksel gürültü • Radyant tüp sızıntısı • Kötü Endogaz • Karıştırma vanası ayarı • Enstrüman ayarı
Kurum	Endogaz parçalanmadı (jeneratörde sıcaklık çok düşük veya katalizör devre dışı)

Fırın kontrol sisteminde sorun çıktığında, sorunun nerede olduğunu belirlemek önemlidir; prob, sinyal iletim hatları, kontrol cihazı veya fırının kendisinde mi? Öncelikle arızanın doğasını anlamak en önemlisidir. Döngü veya ayar noktasında sabitlenememe gibi düzensiz davranışın yanı sıra, en yaygın belirti iş parçalarının kalite güvence özelliklerine uymamasıdır.

Çoğu arızayı değerlendirmek için önerilen araçlar:

1. en az 10 MΩ giriş empedansı ve 0 ila 1999 mV aralığına sahip iyi bir 3 ½ basamaklı mV metre,
2. bir sıcaklık kalibratörü ve
3. 50 MΩ'dan daha düşük çıkış empedansında 0 ila 1300 mV çıkış veren bir simülatör.

Prob Sorun Giderme

Bir problem olduğunda probu çıkarmadan önce aşağıdaki kontroller yapılmalıdır.

1. Çiğ noktası okuması (veya shim stok analizi) ile probdan gelen veri birbirini doğruluyor mu? Makul bir korelasyon varsa, sorun proba ilgili DEĞİLDİR.
2. Termokupl uzatma kablosu ve sensör kablosundan gelen bağlantılar temiz ve doğru prob ve kontrol cihazı terminallerine sıkıca bağlanmış mı? Sensör kablosundaki koruma kablosunun, sadece kontrol cihazı ucunda toprağa bağlanması gerektiğini unutmayın!
3. Kontrol cihazı CO veya H₂ faktörü uygun değere set edilmiş mi? Bu faktörün hesaplanan %C veya çiğ noktasının diğer ölçümlerle uyumlu olması için ayarlanması gerekebilir.

4. Sıcaklık kalibratörü ve dijital voltmetre ile ölçülen gerçek Prob sıcaklığı ve O2 mV sinyali, kontrol cihazında görüntülenen değerlerle uyuyor mu? Eğer uyuşmuyorsa, cihaz kalibrasyon sorunu olabilir.
5. Prob empedansı 843 °C üzerindeki sıcaklıklarda 25 KΩ'dan az mı? Aşağıdaki şekilde gösterilen testi, 100 KΩ'dan büyük bir şönt direnci ile yapın. Şöntleme yapmadan önce EC voltajını ölçün, ardından şönt yerindeyken EM'yi ölçün. RP'yi hesaplayın. 25 KΩ'u aşarsa, aşağıdaki 8. adıma geçin.
6. Prob, O2 konsantrasyonundaki bir değişikliğe ne kadar hızlı tepki veriyor? Prob mV'larını kontrol cihazı veya dijital ölçüm cihazı ile okuyun. Probu 5 saniyelğine kısa devre yapın, kısa devreyi kaldırın ve orijinal okumanın %1'ine geri dönmek için gereken süreyi ölçün. 30 saniyeyi aşarsa, aşağıdaki 8. adıma geçin.
7. Zirkonyum alt tabakada sızıntı var mı? Bu özelliği test etmek için referans havayı bir dakika kapatın. Prob mV'sini kontrol cihazı veya dijital voltmetre ile belirtildiği gibi ölçün. Havayı tekrar açın ve mV'yi tekrar ölçün. 25 mV'den büyük bir fark varsa probu değiştirin.
8. 5. ve 6. adımlarda belirtildiği gibi prob direnci veya tepki süreleri şüpheliyse, probun karbon yanması önerilir. Yakma bağlantısına yaklaşık 90 ila 120 saniye boyunca 10 ila 15 CFH hava verilerek testler tekrarlanır. Sorunlar devam ederse fırının tamamen temizlenmesi için kapsamlı bir fırın karbon yakma işlemi gerekir. Probun yakılması, yakma prosedürü sırasında prob sıcaklığı 1093 °C'yi geçmediği sürece bu ürüne zarar vermez.

Probunuzu sıcak bir fırından çıkarmanız gerekirse, bunu dikkatli bir şekilde yapın. HİÇBİR DURUMDA dakikada 2 inçten (51 mm)'den daha hızlı çıkarılmamalıdır.



Tablo 3.2. %C Değerine Karşılık Milivolt Tablosu

CARBON vs. MILIVOLTS WITH TEMPERATURE
%CO =20.0 Note: Dewpoint shown in degrees Fahrenheit

TEMP → % C ↓	1450F (788C)	1475F (802C)	1500F (815C)	1525F (829C)	1550F (843C)	1575F (857C)	1600F (871C)	1625F (885C)	1650F (899C)	1675F (913C)	1700F (927C)	1725F (940C)	1750F (954C)
0.05	961	963	965	967	968	970	972	974	976	978	979	981	983
0.10	993	996	998	1000	1002	1005	1007	1009	1011	1014	1016	1018	1020
0.15	1012	1015	1018	1020	1023	1025	1028	1030	1033	1035	1038	1040	1043
0.20	1026	1029	1032	1034	1037	1040	1042	1045	1048	1050	1053	1056	1059
0.25	1037	1040	1043	1046	1048	1051	1054	1057	1060	1063	1065	1068	1071
0.30	1046	1049	1052	1055	1058	1061	1064	1067	1070	1073	1076	1078	1081
0.35	1054	1057	1060	1063	1066	1069	1072	1075	1078	1081	1084	1087	1090
0.40	1061	1064	1067	1070	1073	1076	1079	1082	1086	1089	1092	1095	1098
0.45	1067	1070	1073	1076	1079	1083	1086	1089	1092	1096	1099	1102	1105
0.50	1072	1075	1079	1082	1085	1089	1092	1095	1098	1102	1105	1108	1112
0.55	1077	1080	1084	1087	1091	1094	1097	1101	1104	1107	1111	1114	1117
0.60	1082	1085	1089	1092	1095	1099	1102	1106	1109	1113	1116	1119	1123
0.65	1086	1090	1093	1097	1100	1104	1107	1110	1114	1117	1121	1124	1128
0.70	1090	1094	1097	1101	1104	1108	1111	1115	1119	1122	1126	1129	1133
0.75	1094	1098	1101	1105	1108	1112	1116	1119	1123	1126	1130	1134	1137
0.80	1098	1102	1105	1109	1112	1116	1120	1123	1127	1131	1134	1138	1141
0.85	1101	1105	1109	1112	1116	1120	1123	1127	1131	1134	1138	1142	1146
0.90	1105	1109	1112	1116	1120	1123	1127	1131	1135	1138	1142	1146	1149
0.95	<i>1108</i>	1112	1116	1119	1123	1127	1131	1134	1138	1142	1146	1149	1153
1.00	<i>1111</i>	<i>1115</i>	1119	1123	1126	1130	1134	1138	1142	1145	1149	1153	1157
1.05	<i>1114</i>	<i>1118</i>	<i>1122</i>	<i>1126</i>	1130	1133	1137	1141	1145	1149	1153	1157	1160
1.10	<i>1117</i>	<i>1121</i>	<i>1125</i>	<i>1129</i>	<i>1133</i>	<i>1137</i>	1141	1144	1148	1152	1156	1160	1164
1.15	<i>1120</i>	<i>1124</i>	<i>1128</i>	<i>1132</i>	<i>1136</i>	<i>1140</i>	<i>1144</i>	1148	1151	1155	1159	1163	1167
1.20	<i>1123</i>	<i>1127</i>	<i>1131</i>	<i>1135</i>	<i>1139</i>	<i>1143</i>	<i>1147</i>	<i>1151</i>	1155	1159	1162	1166	1170
1.25	<i>1126</i>	<i>1130</i>	<i>1134</i>	<i>1138</i>	<i>1142</i>	<i>1146</i>	<i>1150</i>	<i>1154</i>	<i>1158</i>	<i>1162</i>	1166	1170	1174
1.30	<i>1128</i>	<i>1132</i>	<i>1136</i>	<i>1140</i>	<i>1144</i>	<i>1149</i>	<i>1153</i>	<i>1157</i>	<i>1161</i>	<i>1165</i>	<i>1169</i>	1173	1177
1.35	<i>1131</i>	<i>1135</i>	<i>1139</i>	<i>1143</i>	<i>1147</i>	<i>1151</i>	<i>1155</i>	<i>1159</i>	<i>1164</i>	<i>1168</i>	<i>1172</i>	<i>1176</i>	<i>1180</i>
1.40	<i>1134</i>	<i>1138</i>	<i>1142</i>	<i>1146</i>	<i>1150</i>	<i>1154</i>	<i>1158</i>	<i>1162</i>	<i>1166</i>	<i>1171</i>	<i>1175</i>	<i>1179</i>	<i>1183</i>
1.45	<i>1136</i>	<i>1140</i>	<i>1144</i>	<i>1149</i>	<i>1153</i>	<i>1157</i>	<i>1161</i>	<i>1165</i>	<i>1169</i>	<i>1173</i>	<i>1178</i>	<i>1182</i>	<i>1186</i>
1.50	<i>1139</i>	<i>1143</i>	<i>1147</i>	<i>1151</i>	<i>1155</i>	<i>1160</i>	<i>1164</i>	<i>1168</i>	<i>1172</i>	<i>1176</i>	<i>1180</i>	<i>1185</i>	<i>1189</i>

Note: MV values in *italic bold* correspond to saturation limits of carbon steel

KAYNAKÇA

[1] https://www.researchgate.net/publication/282646881_History_of_Quenching

4. CNC



CNC Takım Tezgâhı,
İngilizce “Computer
Numerical Control”
kelimesinden
türetilmiş olan
bilgisayar sayısal
kontrol sistemlerinin
makine üzerine
monte edilen
bilgisayarlarla
programlama
yapılmak sureti ile
çalıştırılan otomatik
sistemlerdir.

4.1. CNC Takım Tezgahı

CNC Takım Tezgâhı, İngilizce “Computer Numerical Control” kelimesinden türetilmiş olan Bilgisayar Sayısal Kontrol sistemlerinin makine üzerine monte edilen bilgisayarlarla programlama yapılmak sureti ile çalıştırılan otomatik sistemlerdir. Özellikle hassasiyet gerektiren talaşlı imalat işlemlerinde tercih edilen bu teknolojiye neredeyse tüm işlemler otomatik olarak gerçekleşmekte ve hata/kayıp riskleri minimize edilebilmektedir. Yapılan imalatla kalite seviyesi geleneksel imalata göre oldukça yüksek ve çok daha hızlıdır.

4.2. CNC Takım Tezgâhı Kısımları

Takım tezgahlarının bileşenleri;

Gövde: Takım Tezgahı parçalarını üzerinde taşıyan ana parça olup, dayanıklılığı ve titreşimi azalttığı için genellikle dökümden yapılması tercih edilmektedir.

Tezgah Kontrol Ünitesi (MCU): Takım tezgahının en önemli parçası olup, programlama talimatlarını iletir, kodları çözer ve aşağıdaki işlemleri kontrol eder;

- Çalıştırma ve duruş emirleri,
- İş mili hızının ayarlanması,
- İş mili dönüş yönünün ayarlanması,
- Takımların değiştirilmesi,
- İlerleme hızının ayarlanması

Kontrol Paneli: Giriş butonundaki talimatların kontrolünü ve işleyişini sağlayan sistemdir.

Ekran Ünitesi: Programlama, iş emirleri ve takım tezgâhının durumu ile ilgili tüm bilgilerin gösterildiği monitör ünitesidir.

Takım Tezgâhı: Hareketli tabla, iş mili gibi bileşenlerden oluşan takım tezgahlarında operatörler X, Y ve Z eksenlerini kontrol eder. İş mili sürücüleri, iş mili motorları CNC takım tezgâhının çalışması için önemli unsurlardır.

Ayna: Ana iş mili üzerinde konumlandırılmış olan ayna iş parçalarının bağlanması görevini üstlenir.

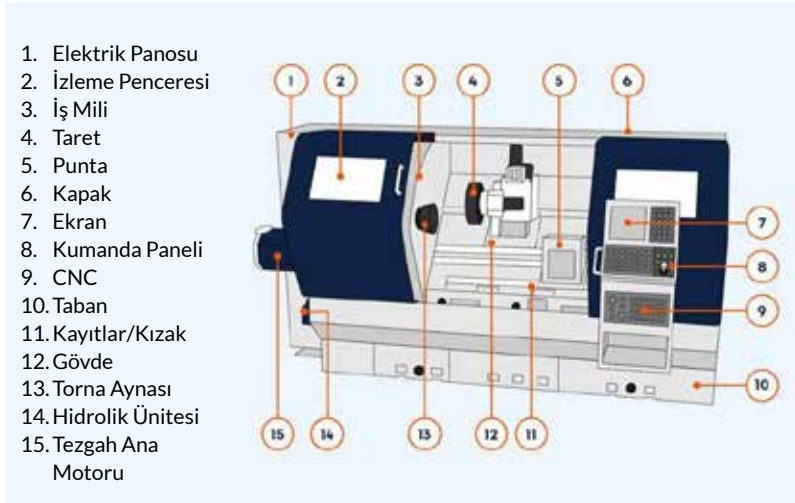
Punta: İş parçasının sağlıklı olarak işlenebilmesi için özellikle alın kısmından desteklemek için kullanılır.

Punta Pinolü: Punta ucunu taşıyan punta milidir. İş parçasını uygun baskıda desteklemek için kullanılır.

Sürücü Sistemi: Amfi devresi, bilyalı tahrik motorları ve bilyalı vidaları içermekte olup, CNC ve AC servo motorlar, takım tezgahlarının çalışmasını sağlarlar.

Geri Bildirim Sistemi: Kesici takım hareketlerini ve konumunu izlemekte olup, konum ve hareket sensörleri bileşenlerinden oluşmaktadır. Dönüştürücüler, tablanın ve iş milinin hareketini ve konumunu gerektiği gibi düzelten MCU'ya sinyalleri iletir.

Ayak Pedalı: Operatörün aynayı açıp kapamak için kullandığı sistemdir.



Şekil 4.1

4.3. Kullanım Amaçları

CNC takım tezgahları, manuel veya insan gücü gerektirmeden metal parçaların daha hızlı ve iyi yüzey kalitesi ile üretilmesini sağlamaktadır. Hemen her türlü metalin ve metal dışı malzemelerin, talaş kaldırmak sureti ile işlenmesini sağlayan CNC takım tezgâhlarının sağladığı faydalar şu şekildedir;

- **Maliyet Azaltma:** İşleme hızı ve hassasiyeti sebebiyle özellikle yüksek adetli işlerde, üretim maliyetlerini düşürmektedir. Artan üretim verimliliği, ölçeklenebilirlik ve daha az hammadde sarfiyatı ile enerji tüketimi de azalmakta, işletme giderlerine pozitif katkı sağlamaktadır. İş güvenliği, geleneksel üretim şekillerine göre çok daha üst seviyededir.
- **Üretim Kaybı:** CNC Takım tezgâhlarında kullanılan yazılım, simülasyon ve tekrarlanan optimizasyonlar nedeniyle üretim süreçlerindeki kayıplar neredeyse sifıra yakın gerçekleşmektedir.
- **İş Güvenliği:** İnsan etkileşimi minimum seviyede olduğu için olası iş kazası olasılıklarını en az seviyeye indirerek, yüksek iş ve çalışan güvenliğini sağlamaktadır.
- **Üretim Hatalarının Azaltılması:** Yapılan istatistiklerde, üretimdeki hataların çoğunluğunun insan kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. CNC takım tezgahları ile yapılan üretimde insan hataları ortadan kaldırılmakta, hassasiyet, hız, esneklik ve tekrarlana bilirlik gerektiren işlerde daha iyi sonuçlar alınmaktadır.

4.4. Ekipman Kullanım Eğitimi

CNC Takım tezgâhlarının verimli kullanılabilmesi için eğitim en önemli konulardan birisidir. Yarının ürünlerini geliştirebilmek, Bilgisayar Destekli Üretim (CAM) yazılımı ile özel endüstri malzemeleri dâhil olmak üzere yenilikçi teknolojilerden faydalanmaktadır. Eğitim süresinde CNC takım tezgâhları ile tüm kesme operasyonları, eksen ve takım hareketleri, CAD Modelinin CAM yazılımına aktarılması, işleme teknikleri gibi konu başlıkları anlatılmaktadır. Eğitim sonrasında herhangi bir iş parçasının CNC takım tezgahında nasıl işlenebileceğine ait hem CNC programını yazar, hem de yazmış olduğu programı CNC takım tezgahına aktararak sorunsuz olarak iş parçasının imalatını gerçekleştirir.

4.5. Ekipman Standartları

ISO 25.080.01 Başlığı altında toplanmış olup, alt başlıklar;

- 229:1973 Hız ve ilerleme
- 230-1:2012 Geometrik doğruluk
- 230-2:2014 Eksen konumlandırılması, doğruluk ve tekrarlana bilirlik
- 230-2:2020 Termal etkiler
- 230-5:2020 Gürültü emisyonu
- 230-6:2002 Gövde ve köşegen konumlandırma doğruluğu
- 230-7: 2015 Dönme eksenlerinin geometrik doğruluğu
- 230-8:2010 Vibrasyon
- 230-9:2005 Ölçüm belirsizliği tahmini
- 230-10:2022 Prob sistemleri ölçüm performansı
- 230-11:2018 Geometri testi ölçüm cihazı uygunluğu
- 230-12:2022 Bitmiş test parçası doğruluğu

- 369:2009 Gösterge sembolleri
- 447:1984 Kontrollerin çalışma yönü
- DIS 6909 Frenleme
- 8525:2008 Çalışma koşulları (ses)
- 14955-1:2017 Çevre koşulları(enerji verimliliği)
- 14955-2:2017 Çevre koşulları (enerji ölçümü)
- 14955-3:2020 Çevre koşulları (çalışma testleri)

4.6. Standart Test Ölçüleri (Check List)

Yapılacak ön hazırlık sonrasında tezgâh kabulü için gerekli test işlemleri aşağıdaki gibidir;

- Fiziksel kontrol: Makine kurulumu, bileşenlerin doğrulaması
- Performans testi: Fonksiyonel test çalışmaları, doğruluk ölçümleri, yazılım değerlendirme- si
- Nihai kabul: Bulguların belirlenmesi, tedarikçi ile iletişim ve garanti, sürecinin başlatılması
- Gelişmiş test : Tezgaha ait özelliklerin değerlendirilmesi, ölçümlerin yapılması
- Test Sonrası Strateji : Veri analizi, bakım planlaması ve kayıtlar.

4.7. Operasyon Süreçleri

CNC Takım tezgâhlarında çalışma düzeni bilgisayar programlarına dayanır. Operatörler, tezgâh ile CAD (Bilgisayar destekli tasarım) iletişime geçerler. CAM yazılımları için işlenecek parçanın 2 ve 3 boyutlu modellerinin oluşturulması ile çalışma başlatılır.

Yapılan modellemelere göre kontrol sistemi gereken hesaplamayı yapmakta olup süreç dört basamaktan oluşmaktadır;

1. Aşama: CAD Modelinin oluşturulması

2. Aşama: CAD modelinin CNC dosyasına dönüştürülmesi olup, bunun da ana sebebi CNC takım tezgahları yapısı gereği yalnızca hareket koordinatlarını tanımaktadır. Bu nedenle CAD modelinin G kodları adı altında CNC takım tezgahı tarafından anlaşılabilen dosyaya dönüştürülmesi gerekmektedir.

3. Aşama: Üretime başlamadan önce CNC takım tezgahında ayarlamaların yapılması gerekmektedir. İş parçasının doğru yüklenmesi, konum ayarları, devir hızları vs yapılması gereken işlemlerdir.

4. Aşama: Gerekli ayarlamalar, yüklemeler yapıldıktan sonra CNC takım tezgahı kontrol ve işletim panelinden programı başlatabilirsiniz.

Hangi ürünü tasarladığınıza bağlı olarak, farklı türdeki ayarları ve seçeneklerin değerlendirilmesi program üzerinden yapılmaktadır. Program yüklendikten sonra makine program sonuna kadar çalışmaya devam eder.

4.8. Periyodik Bakımlar Takvimi ve İçerikler

Genel Uyarılar

- Hassasiyeti sağlamak için kurulum yeri direkt güneş ışığından ve ısıdan uzakta olmalıdır.
- Kurulum için kuru ve havalandırılmalı bir yer seçilmelidir.
- Kurulum yeri pres, döküm birimi, elektrikli kaynak makinesinden ve elektrik ark alanından uzakta olmalıdır.
- Kurulum yeri su buharından uzakta olmalıdır.
- Önerilenler dışındaki yağları kullanmayın.
- Yükleme yaparken iş parçasına veya tezgâha çarpmayın.
- İş bitirdikten sonra tezgah enerji şalterini kapatın ve tezgâhı temizleyin.
- Ayar ve bakım işlemlerinden önce "MACHINE LOCK" anahtarını açın.

Günlük Bakım

- Yağlama seviyelerinin kontrolü,
- Kuru görünen çalışan parçaların yağlanması,
- Soğutma sıvı seviyesinin kontrolü,
- Talaş haznesinin temizliği,
- Hidrolik sistemlerin kontrolü,
- Yüzey temizliği,
- Günlük kullanımdan sonra tezgâhı temizleyin ve eksen körüklerini yağlayın.
- Operasyona başlamadan önce yağ seviyesini kontrol ederek yağ tablosuna göre doldurun
- Yağ pompası her 5 dakikada bir ortalama 15~20 cc.lik yağ verir (makineye göre değişir).
- Tezgâh uzun süre çalıştırılmamışsa operasyona başlamadan önce yağlama yağını manuel olarak pompalayın.
- Makine switchli ise referans noktalarında kapatmayın.

Haftalık Bakım

- Elektrik kabinindeki filtreyi haftada bir yıkayın ve temizleyin. Eğer çalışma ortamı çok tozluysa bu süreyi azaltın.

Altı Aylık bakım

- Kabin içindeki kablo ve bağlantı elemanlarının gevşeyip gevşemediğini kontrol edin.
- Hafızayı silmemek için NC kontrol ünitesinin bataryasının işlevselliğini kontrol edin. Alarm, bataryanın azaldığını belirtirse bataryayı yenisiyle değiştirin.
- Hava filtrelerinin temizlenmesi ve gerekirse değişimi,
- Soğutma sıvısı filtrelerinin kontrolü ve temizlenmesi
- Radyatör ve soğutma fanlarının temizliği,
- Olağan dışı yağ tüketimi için yağ dolum listelerinin kontrolü,
- Talaş konveyörünün temizlenmesi ve yağlanması.

Yıllık Bakım

- Soğutma sıvı tankının tamamen çıkartılarak içindeki talaşların temizlenmesi, bakteri üremesinin kontrolü ve sistemin incelenerek temizlenmesi,
- Hidrolik yağ kirlenmesinin kontrolü, filtrelerin değiştirilmesi,
- Yağlama ünitesinin boşaltılarak temizlenmesi ve yağının değişimi,
- Ayna silindirin kontrol edilmesi
- Eksenlerdeki düzlemselliğin kontrolü, varsa olası sapmaların tespit edilerek giderilmesi,
- İş mili çekme testinin yapılarak standartların kontrol edilmesi,
- Tezgâhın terazisi ilk kurulumdan 3 ay sonra ve her yıl yeniden ayarlanmalıdır.
- Soğutucu yağı (bor yağı) sarı renge dönünce, yenisiyle değiştirin.
- Hidrolik yağı vasfını kaybederse, hidrolik yağınızı değiştirin.
- Soğutucu pompasının filtresini temizleyin.
- Tüm yağ keçelerinin iyi durumda olduğundan emin olun ve kötü durumda olanları değiştirin.
- Titreşim ve gürültüyü önlemek için hidrolik ünitesini açın ve hidrolik devresindeki havayı boşaltın.

Atölyenin/fabrikanın büyüklüğüne ve tezgâh sayısına bağlı olarak günlük kontroller için bir veya birkaç bakım personelinin istihdamı yeterli olabilmektedir. Daha küçük atölyelerde CNC Takım tezgâhı operatörleri kullandıkları tezgâhın günlük bakımlarını yapabilirler.

CNC takım tezgâh bakımlarının düzenli ve etkin yapılması durumunda ekonomik ömürleri 20 yıla kadar çıkmaktadır. Zorlu ortam ve sürekli kullanıma dayanacak şekilde üretilmekte olan bu teknolojilerde bakımsızlık en büyük sorun olup, Türkiye'deki duruşların % 70'i zamanında ve gereği gibi yapılmayan bakımlardan kaynaklanmaktadır. Tezgâhta oluşan ölçü sorunları, genellikle sona yaklaştığını gösteren bir işarettir.

Tezgah bakımları sadece performansı yükseltmekle kalmaz, iş kazalarını azaltarak ekonomik ömrünü de uzatmaktadır.



4.9. Sahada En Çok Karşılaşılan 10 Sorun ve Çözüm Önerileri

- Çatlaklar,
- Kırılmalar,
- Deformasyonlar,
- Aşınma, eskime
- Korozyon, erozyon, boşluk oluşumu,
- Malzeme yorgunluğu ,
- Kesilme

Arıza Nedenleri

- Çatlamalar
- Isınma,
- Titreşim artışı,
- Gürültü artışı,
- Koku, çürüme
- Düzensiz çalışma,

Muhtemel Arıza Belirtileri

- Sızıntılar,
- Enerji tüketiminde değişimler,
- Bağlantı noktalarında gevşeme, salgı

4.10. Diğer Başlıklar

CNC Tezgâhlarında Elektrik, Hava ve Topraklama

Makinelerin çalışması için 3 faz (380VAC 50Hz) elektrik ve 1. sınıf topraklama gereklidir. Çalışanları ve makineyi elektrikten olacak tehlikelerden korumak için tüm elektrikli cihazlar topraklanmalıdır. Topraklama, makinenin kurulmasından hemen sonra elektrikli aletlerin standartlarına uygun olarak yapılmalıdır.

Genel Topraklama: Her bir makinenin topraklama iletkeni topraklama terminaline doğrudan bağlanmalıdır. Topraklama direnci = $100 / \text{Makine sayısı} (\Omega)$ ohm). Topraklamanın gerekliliği yanında faz koruma rölesi veya regülatör ile makinelerin faz dengesinin sağlanması gerekmektedir. Ayrıca, minimum 6 bar- 100 lt/dk şartlandırıcıdan geçirilmiş temiz hava hazırlığı olması gerekmektedir.

Makinenizin Uygun Zemin ile Yerine Montajının Yapılması

Üretici firmanın tavsiyesi doğrultusunda makinenin en uygun şekilde yerine sabitlenmesi ve montajının sağlıklı yapılması gerekir. Zemin, makinenin kurulum esnasında istenilen hassas ayarların doğruluk derecelerini etkiler. Yapılan ayarların uzun ömürlü olmasını, makinenin zeminden kaynaklı çıkabilecek sorunlara karşı önlem alınmasını sağlar. Boyu 1 metre ve üzeri cnc torna tezgâhlarının ve x eksenli 1500 mm ve üzeri ölçülerdeki işlem merkezlerinin tonajlarının ağır olması nedeni ile temel betonu atılarak atölye içerisindeki diğer makinelerden ba-

ğımsız hale getirilmeleri gerekmektedir. Bağımsız hale getirmek makinenin ölçü hassasiyetini uzun süre korumasını, yüzey kalitesinin korunmasını ve mukavemetli talaşa girmesini sağlar.

Yerleşim Betonu Hazırlanması İçin Tavsiyeler

Makinenin çalışması için zeminin yeterince sağlam olmadığını düşünüyorsanız betonu aşağıdaki şekilde hazırlayabilirsiniz.

Mıcır ve çakıl taşı minimum sertliği 5 ton/m² olacak şekilde seçilmelidir. Beton baskı dayanımı 180 kg/cm², çekme dayanımı 18 kg/cm² olacak şekilde hazırlanmalıdır (Minimum 200 doz).

Torna Tezgâhlarında Karşılaşılabilecek Genel Mekanik Arızalar ve Çözümler

Torna Tezgâhlarında Konveyör Problemi

Torna tezgâhlarında spiral tip konveyörlerin talaş sıkışması sonucu kopması nedeni ile konveyörün devamlı değil de sık aralıklarla çalışması gerekmektedir. Bu işlem için yeni versiyon makinelerde (M) komutu mevcuttur. Bu kod program başına yazılarak konveyörün sağlıklı çalışması sağlanır. Daha eski versiyon makinelerde sistemin üzerinde zaman ayarı mevcuttur. Zaman ayarı yapılarak konveyörün aralıklı çalışması sağlanmalıdır.

Torna Tezgâhlarında Hidrolik Yağ Kaçağı

Yağ kaçağı görüldüğünde ilk olarak hidrolik hortumları ve bağlantılarının kontrol edilmesi gerekir. Hortumlarda kaçak gözükmüyse çektirme silindirine bakılması gerekir. Çektirme silindiri çizilmiş olabilir, bu durum yağ kaçağına sebep olacaktır. Kaçak varsa servise bildirilmelidir. Yağ kaçağı olabilecek bir başka yer ise taretlerdir. Servo ve hidrolik taretlerde clamp-unclamp hidrolik basıncı ile çalışır. Eğer piston üzerindeki o-ring veya keçeler aşınmış ise o bölümlerden yağ kaçağı olacaktır. Son olarak bakılması gereken yer ise punta ve ara yataktır. Punta programlanabilir ise taşıma pimi, punta clamp-unclamp silindirleri göz ile kontrol edilir. Ara yatak hidrolik hortum bağlantıları kontrol edilir. Kaçak devam ederse servis talebinde bulunulmalıdır.

Torna ve İşleme Merkezi Tezgâhlarında Pozisyonlama Hassasiyeti Problemi

Tezgâhlarda eksen problemleri genelde işlenen parçada yanlış ölçü problemi olarak görülür. Bu problemler belirli miktarlara kadar ballbar ile ölçüp vidalı milin hatve boşlukları alınarak ve geometrik hassasiyetlerin parametrik ayarları yapılarak, lazer ile ölçülerek hatve telafisi yapılarak veya servo guide yapılarak giderilebilse de toleransların üzerindeki boşluklarda mekanik müdahale edilmesi gerekmektedir. Tezgâhların geometrik hassasiyetleri de toleransların dışında kalacak şekilde bozulmuşsa bu durum karşımıza ölçü problemi olarak çıkacaktır. Mekanik problemler vidalı miller, rulmanlar, kaplinler gibi parçaların deformasyonundan kaynaklanmaktadır. Tezgâh hassasiyetlerinin fabrika ayarlarına getirilmesi için mutlaka servis desteği istenmelidir.

Torna ve İşleme Merkezi Soğutma Sıvısı Pompa Problemi

Soğutma sıvısı tankında bor yağ seviyesi azalır ise pompa hava yapar. Seviyeyi tamamladıktan sonra pompanın üst tarafında yer alan tıpa çıkarılarak su doldurulur ve havası alınır. Pompaların sağlıklı ve uzun ömürlü çalışmaları için devredeki filtrelerin temiz tutulması, tankların temizlenmesi ve sıvıların zamanında değiştirilmesi gerekmektedir. Dalgıç pompalar ise hava yapmamakla birlikte temizliğine özen gösterilmelidir. İnce talaşları içine çekebilir ve kanatların aşınmasına sebep olur. Aşınma sonucu basınç düşmesi meydana gelir. Pompanın emiş yaptığı yerde filtre yapılarak pompa arızası giderilebilir.

Taret Dönmüyor (Servo Taret) İse Ne Yapılmalıdır?

Hidrolik basıncı kontrol edilir, normal ise taretin yerinde olup olmadığının kontrolü

yapılır. Kontrolü için taret arkasındaki piriñç suluğunun merkezlenmesi gerekmektedir. Taret yerinde ise clamp-unclamp sensörlerini kontrol ediniz, problem yok ise taret şaft kamasını kontrol ediniz, sıyırmış olabilir. Sistem kayışı ise kayış dişleri deforme olmuş olabilir, kontrol ediniz. Bu kontroller yapıldığında problem görülmez ise taret referans ayarı yapılmalıdır. Problem devam ederse teknik servise başvurunuz.

Taret (Hidrolik Taret) Dönmüyor İse Ne Yapılmalıdır?

Taret üzerinde bulunan sensörlerin kontrol edilmesi gerekmektedir. Tareti farklı istasyona döndürdüğünüzde takılma yapıyor ise sol üst köşede bulunan counter sensörü 03:15 pozisyonuna ayarlanır. Bu ayarlardan sonra problem devam ederse taret mekanik ayarları için servise başvurunuz

Frezelerde Karşılaşılabilecek Genel Mekanik Arızalar ve Çözümleri

Hava Sisteminde Hava Basıncı Düşük İse Sebebi Nedir ve Nasıl Çözülür?

Hava basıncının düşük olması farklı nedenlerden kaynaklanabilir ve çözümler de nedenlere göre farklılık gösterir. Başlıca nedenler ve çözümleri aşağıda verilmiştir.

- Hava basınç girişi çok düşük olabilir. Giriş basıncını kontrol edin.
- Sızıntı olabilir. Sızıntı kontrolü yapın, sızıntı mevcut ise boru veya konektörü değiştirin.
- Hava filtresi tıkalı olabilir. Hava filtresini temizleyin.
- Manyetik valf arızası bulunabilir. Manyetik valfi değiştirin.

Mili Soğutma Sisteminde Ayarlanan Sıcaklığa Ulaşılamıyor İse Ne Yapılmalıdır?

Ayarlanan sıcaklığa ulaşamama farklı nedenlerden kaynaklanabilir ve çözümler de nedenlere göre farklılık gösterir. Başlıca nedenler ve çözümleri aşağıda verilmiştir.

- Yanlış ayar sebeplerden biridir. Bunu anlayabilmek için sıcaklık farkını -2 olarak ayarlayın ve oda sıcaklığı ile karşılaştırın.
- Filtre tıkalı olabilir. Filtreyi temizleyin.
- Çevrimdeki soğutucu yeterli olmayabilir. Soğutma yağını yeniden doldurun.
- Yağ borusunda sızıntı kontrolü yapın.
- Soğutma işlevi yetersiz olabilir. Yeniden soğutucu gazı doldurulmalıdır.

Uyarı! Bu işlemin, sertifikalı teknik bir kişi tarafından yapılması gerekir. **Kendiniz yapmayı denemeyin.** Değiştirmek için tezgâh acentenizi arayın.

Mili Soğutma Sistemi Hata Verip Çalışmıyor İse Ne Yapılmalıdır?

İşlevin başarısız olması farklı nedenlerden kaynaklanabilir ve çözümler de nedenlere göre farklılık gösterir. Başlıca nedenler ve çözümleri aşağıda verilmiştir.

- Motor anahtarında aşırı yük mevcut olabilir. Motor koruma anahtarının kontrol edin. Yağ borusunu kontrol edin. Yağı kontrol edin.
- Motor arızalı olabilir. Motor güç hattı yalıtımını kontrol edin.
- Güç girişi fazı yanlış olabilir. Güç girişi fazını değiştirin.

Soğutucu Akış Hızı Çok Düşük İse Ne Yapılmalıdır?

- Soğutucu akış hızı iki nedenle çok düşük olabilir:
- Soğutucu filtresi tıkalı olabilir. Bu durumda filtreyi temizleyin.
- Soğutucu borusu sızdırıyor ya da tıkalı olabilir. Boruda sızıntı ya da tıkanıklık kontrolü yapın.

İş Mili Soğutma Sisteminde Soğutma İşlevi Başarısız İse Ne Yapılmalıdır?

İşlevin başarısız olması farklı nedenlerden kaynaklanabilir ve çözümler de nedenlere göre farklılık gösterir. Başlıca nedenler ve çözümleri aşağıda verilmiştir.

- Soğutucu gaz seviyesi düşük olabilir. Yeniden soğutucu gaz doldurun.
- Kompresör motor koruma anahtarında aşırı yük bulunabilir. Motor koruma anahtarını kontrol edin.
- Motor arızalı olabilir. Motor güç hattı yalıtımını kontrol edin.
- Motor güç girişi fazı yanlış olabilir. Güç fazını değiştirin.

İş Mili İçinden Soğutucu Ünitesinde (C.T.S) Soğutucu Akış Hızı Çok Düşük İse Ne Yapılmalıdır?

Soğutucu akış hızının çok düşük olması farklı nedenlerden kaynaklanabilir ve çözümler de nedenlere göre farklılık gösterir. Başlıca nedenler ve çözümleri aşağıda verilmiştir.

- Soğutucu filtresi tıkalı olabilir. Filtreyi temizleyin.
- Soğutucu borusu sızdırıyor ya da tıkalı olabilir. Boruda sızıntı veya tıkanıklık kontrolü yapın.
- Çift yollu valf başarısız olabilir. Çift yollu valf, takım bağlama silindiri üzerindeki fener milinin tepesinde yer alır (detaylar için parça listesini kontrol edin). Üstte iki adet giriş, ayrıca bir adet çıkış bulunur. Hava üfleme ünitesi ile girişlerden bir tanesinden test edin ve başka bir girişten sızıntı olup olmadığını kontrol edin. Sızıntı var ise, valfi yenisiyle değiştirin.
- C.T.S. elektrik konektörü gevşek olabilir. Kontrol ederek temas ettiğinden emin olun.

Talaş Konveyöründe Gürültü Varsa Ya Da Düzgün Çalışmıyor İse Ne Yapılmalıdır?

Bu sorunlar asıl olarak iki nedenden kaynaklanabilir ve çözümleri de nedenlere göre farklılık gösterir. Başlıca nedenler ve çözümleri aşağıda verilmiştir.

- Konveyörün üzeri talaş dolu olabilir. Bunu kontrol etmek için tezgâhın gücünü kapatın. Konveyördeki talaş birikimini kontrol edin ve temizleyin.
- Konveyör spirali şekil değiştirmiş olabilir. Bunu kontrol etmek için tezgâhın gücünü kapatın. Spirali çıkartın ve düzeltmeye çalışın. Spirali düzeltemiyorsanız, tezgâh yetkili servisine başvurun.

Talaş Konveyörü Çalışmıyor İse Ne Yapılmalıdır?

İşlevin başarısız olması farklı nedenlerden kaynaklanabilir ve çözümler de nedenlere göre farklılık gösterir. Başlıca nedenler ve çözümleri aşağıda verilmiştir.

- Motor koruma anahtarında (termik) aşırı yük olabilir. Motor koruma anahtarını kontrol edin. Talaş sıkışmış ise, talaş konveyörünü saatin aksi yönünde çalıştırın.
- Motor arızalı olabilir. Motor güç hattı yalıtımını kontrol edin.
- Güç giriş fazı yanlış olabilir. Güç giriş fazını değiştirin.

Eksenlerde Pozisyonlama Problemi Tekrarlama Hassasiyeti Meydana Gelirse Ne Yapılmalıdır?

Bu durumda Backlash kontrolü yapılması gerekir. Aşınmaya dayalı hareket kaybının yılda bir kontrol edilip kaydedilmesi genellikle aşınmaları azaltır, ancak yine de mekanik aksamda zamanla aşınmalar meydana gelir.

Hareket kaybı, vidalı mil dış yatağı ya da vidalı mil somunundaki aşınmaların neden olduğu “Boşluk” şeklinde olabilir. Veya eksen eğilmesi “vuruntu hareketi” şeklinde olabilir. Bu genellikle lineer yatakların aşınması sonucunda olur. Vuruntu, vidalı milin orta çizgisinden bir komparatör saati ile kontrol edilip ölçülebilir. Eksen bükülmesi, lineer kılavuz yatağının ortasından bir komparatör saati ile ölçülüp kontrol edilebilir.

Hareket kaybı, komparatör saati kullanılarak, manyetik bir tabanla (0.002mm çözünürlük önerilir) kontrol edilebilir. Gösterge kaidesi sabit elemana takılır ve gösterge de hareketli elemana konulur.

Backlash ayarı el çarkı ile yapılmalıdır, makinede G00 ve G01 komutlarında program yazılarak yapılmalıdır. Zira el çarkı hassasiyeti değişkenlik gösterebilir.

5. PLASTİK ENJEKSİYON

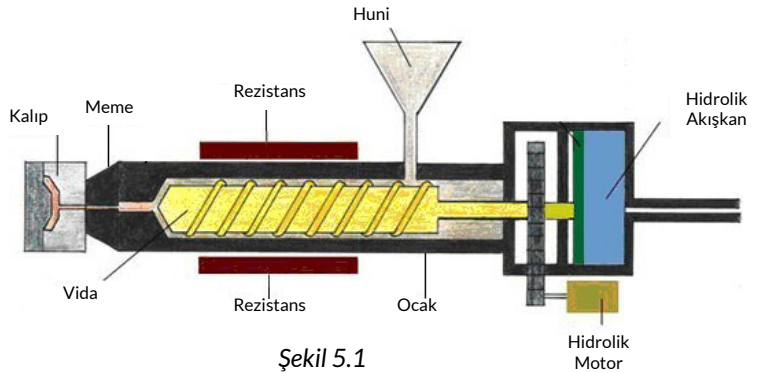


5.1. Plastik Enjeksiyon

Sıcaklık yardımı ile eritilmiş plastik hammaddenin bir kalıp içine enjekte edilerek şekillendirilmesi ve soğutulurak kalıptan çıkarılmasını içeren bir imalat yöntemidir. Bu metot ile en küçük komponentlerden, çok çeşitli ebat ve kategorilerde plastik parçalar imal edilebilir.

5.1.1. Plastik Enjeksiyon Prosesinin Aşamaları

Basit olarak incelendiğinde bir plastik enjeksiyon parçasının imalat süreci şu aşamalardan oluşmaktadır.



Şekil 5.1

Plastik enjeksiyon, sıcaklık yardımı ile eritilmiş plastik hammaddenin bir kalıp içine enjekte edilerek şekillendirilmesi ve soğutulurak kalıptan çıkarılmasını içeren bir imalat yöntemidir.

Hammadde Kurutma

Plastik malzemeler genellikle pelet şeklinde oluşturulmakta, çeşitli ölçü ve formlar kazanılarak yeni ürünlere dönüştürülmektedir. Bu peletler atmosferdeki nemi emdiğinden, enjeksiyon kalıplamada kullanılan plastikler dış etkenlere bağlı olarak nemlenebilir ve plastiğin cinsine bağlı olarak hidrolize uğrayabilir. Aynı zamanda kurutulmama durumunda plastik hammaddenin fiziksel özelliklerinde istenmeyen değişimler meydana gelebilir.

Bu tür üretim kusurlarının oluşmasını engellemek için plastik enjeksiyon kalıplama makinelerinde kullanılmadan önce hammaddelerin kurutulması gerekir.

Plastiğin içerdiği nem, işlemenin küçük bir yönü gibi görünebilir, ancak kontrol edilmezse kaliteli plastik parçalar üretmeyi neredeyse imkansız hale getirebilir. İşleme öncesi nem alma, plastiğin kalitesini artırır. Plastik kurutmanın bazı avantajları şunlardır:

Kozmetik Sorunları Önleme: Yayılma veya gümüş izi olarak bilinir.

Hidrolizi Önleme: Polimer zincirindeki kovalent bağları kıran, polimerin moleküler ağırlığını azaltan ve mekanik özelliklerini önemli ölçüde azaltan bir kimyasal reaksiyon.

Parça Sorunlarının Önlenmesi: Kurutma sırasında işleme için uygun maksimum nem seviyesine ulaşmazsa parça sorunları ve yapısal bozukluklar meydana gelebilir.

Hammadde Alma (Eritme)

Kovanın üstündeki ısıtıcılar kovayı, vidayı ve hammaddeyi ısıtır. Vida dönerken, hammadde hatvelerin arasında sıkışarak sürtünür ve ek ısı üretir. Dönen vidanın üzerinde yürüyen toz, granül, esnek şerit, yüksek viskoziteli eriyik veya yarı sert hamur halindeki hammadde yavaş yavaş yavaş erir ve vidanın ucundaki roket grubunun içinden geçerek, vidanın önünde birikmeye başlar. Hidromotor, vidayı istenilen hızda döndürür. Dönen vida, konveyör gibi çalışarak hammaddeyi taşır ve önüne doldurur.

Öne dolan malzeme sıkışır ve vidayı geri itmeye başlar.

Geri basınç yatağı, merkezleme rulmanları ve büte rulman vidayı merkezler ve geri basıncını alır. Vida çok hızlı geri gitmesin ve eriyen malzemenin içinde hava boşlukları kalmasın diye enjeksiyon silindirinden geri iletilen yağ, karşı tazyik valfi ile sıkıştırılır. Karşı tazyik miktarı hammaddenin türüne göre değişir.

Enjeksiyon

Vida dönerek geri giderken bilezik öne kayar ve rokete dayanır. Yüksük ve bileziğin arasından giren eriyik, bilezik ve roket arasından geçerek vidanın önünde depo edilir. Önceden programlanmış makine, kalıbı dolduracak kadar malzeme alındığını mikro switchler veya transdüserler ile tespit ettiğinde malzeme alma, vidanın dönmesi ve geri gitmesi durur. Ardından, enjeksiyon silindiri, programlanmış bir hız ve basınç ile vidayı ileri iter.

Bilezik geri kaçarak yüksüğe basar ve bir çek valf gibi malzemenin geri kaçmasını önler. Malzeme memeden ve yolluktan geçerek kalıbı doldurur. Ütöleme öncesi plastik parçanın %95 oranında dolum yapmış olması tavsiye edilir.

Ütöleme

Parçanın istenen ölçülerde üretilmesi ve kalıpta soğuma sırasında çökmenin ve çekmenin önlenmesi için, belirli bir süre boyunca vidaya basınç uygulanır. Bu aşamada, kalıp içine enjekte edilen plastik eriyiğin basınç ile kalıp boşluğunu tam olarak doldurması sağlanır. Plastik, kalıp içinde katı hale gelinceye kadar işlem devam eder. Kullanılan hammaddenin özelliğine, parça ebatlarına ve ağırlığına bağlı olarak işlemin süresi değişkenlik gösterir.

Soğutma

Belirlenen süre dolduğunda, uygulanan basınç kesilir. Kalıp soğutularak içerisindeki plastik ürünün donması sağlanır. Bu sırada donma zamanından istifade edilerek yeniden vida dönmeye başlar ve geri giderken bir dahaki sefere basılacak malzeme alınmaya başlar. Malzeme alma işlemi tamamlandığında, programlı bir şekilde enjeksiyon silindirin ön yüzüne basınçlı yağ verilir ve vida 5-10 mm geri çekilerek meme ağzındaki malzeme geri emilir. Yolluk içindeki malzeme, meme ağzındaki malzemeden koparılır.

Kalıp Açma ve Parça Çıkarma

Kalıp açıldığında, kalıplanmış madde dişi kalıptan kurtulur. Erkek kalıpta bulunan iticiler yardımıyla çıkarılır. İticiler vasıtası ile bitmiş parça kalıptan çıkarılır. Enjeksiyon makinelerinin birçok bileşeni (tekli yada çoklu) yatay ya da dikey yapılandırılmış olarak birçok farklı konfigürasyonları vardır. Ancak ne olursa olsun tüm enjeksiyon makinelerinde genel süreç hep aynıdır.

5.2. Enjeksiyon Makineleri

Plastik malzemelerin şekillendirilmesinde, “ekstrüzyon kalıplama, rotasyonel kalıplama, basınç altında ısı ile şekillendirme, şişirme ve enjeksiyon kalıplama” gibi teknikler kullanılmaktadır. Püskürtmeli kalıplama olarak da bilinen enjeksiyon kalıplama yöntemi, plastik eşya üretiminde kullanılan ve uygulama alanı diğer plastik işleme yöntemlerine göre hızla genişleyen en önemli tekniklerden biridir. Bu yöntemin en büyük avantajı, hammaddenin tek bir işlemlle istenilen şekilde kalıplanabilmesi ve çoğu durumda ek bir son işleme ihtiyaç duyulmamasıdır. Bu özellikleri, enjeksiyon kalıplama yöntemini seri üretime son derece uygun hâle getirmiştir.



Resim 5.1. Enjeksiyon Makinesinde Üretilen Ürünlerden Örnekler

5.2.1. Enjeksiyon Makinelerinin Tanımı

Termoplastik malzemelerin enjeksiyon yöntemiyle kalıplanmasında kullanılan makinelere, enjeksiyon makineleri denir.



Resim 5.2. Enjeksiyon Makinesi

Enjeksiyon Yönteminin Avantajları

- Hızlı üretim imkânı sunar ve seri üretime uygundur.
- Yüksek hacimlerde üretim yapılabilir.
- Diğer üretim yöntemlerine kıyasla maliyet avantajı sağlar.
- Otomasyon sistemlerine kolayca entegre edilebilir.
- Üretilen ürünler genellikle ek bir işleme ihtiyaç duymaz.
- Çeşitli yüzey, renk ve şekillerde ürünler üretilebilir.
- Malzeme kaybı oldukça azdır.
- Aynı makine ve kalıpla farklı hammaddelerden üretim yapılabilir.
- Düşük toleranslarla çalışmaya uygundur.
- Kalıplara metal ve ametal parçalar eklenerek özelleştirilmiş ürünler üretilebilir.
- Kalıplanan ürünlerin mekanik özellikleri genellikle yüksek standartlara sahiptir.

Enjeksiyon Yönteminin Dezavantajları

- Yoğun rekabet nedeniyle kâr oranları düşüktür.
- Kalıp maliyetleri yüksektir.
- Enjeksiyon makineleri ve yedek parçalarının maliyeti yüksektir.
- İşlem kontrolü tam anlamıyla sağlanamamaktadır.
- Ürün kontrolü makine tarafından doğrudan ve sürekli gerçekleştirilemez.
- Kalite sürekliliği istenen seviyede tanımlanamamakta ve sağlanamamaktadır.

Enjeksiyon Makinesi Üniteleri

Genel olarak bir enjeksiyon makinesi, beş fonksiyonel birimden meydana gelir.

- Enjeksiyon ünitesi
- Mengene ünitesi
- Kontrol ünitesi
- Tahrik (hareket) sistemi
- Kalıp ve kalıp elemanları

5.2.2. Enjeksiyon Ünitesi

Enjeksiyon ünitesinin yani enjeksiyon grubunun ana amacı, plastik malzemeyi eritmek ve kalıba enjekte etmektir. Sürekli olarak aynı ağırlıkta ve aynı kalitede parça üretimi için kalıba enjekte edilen malzeme miktarı her seferinde aynı olmalıdır. Bunun için enjeksiyon grubu sürekli olarak aynı sıcaklıkta homojen malzeme baskısı yapabilmelidir.

Plastik teknolojisinin ilk zamanlarında, piston tipi enjeksiyon makineleri kullanılıyordu. Bu makinelerde, plastik malzeme sadece kovandan aldığı ısı ile eritiliyordu. Günümüzde artık yaygın bir şekilde tercih edilen makinelerde ise enjeksiyon pistonu görevi de gören vidalar kullanılmaktadır. Bu makinelerde vida döner ve aynı anda huniden malzeme alır. Vidanın dönme hareketiyle ileri doğru itilen malzeme, aynı zamanda vidanın oluşturduğu sürtünme ısı ve kovan (bazen “ocak” olarak da adlandırılır) aracılığıyla erir. Eriyerek ileri hareket eden plastik malzeme, meme boşluğuna depolanır. Vida, malzeme boşluğuna doluncaya kadar yani mal alma konumuna ulaşıncaya kadar geri döner. Geri hareket esnasında vidanın arkasında oluşan geri basınç, hidrolik pistonu belli değerde sabit tutar. Bu sayede vidanın geri dönme hızı azaltılarak daha homojen bir karışım elde edilir. Plastikasyon işlemi bitip meme boşluğu yeterince malzemeyle dolduktan sonra vida, bir piston gibi yüksek basınçla ileri doğru hareket ederek plastik malzemeyi meme boşluğundan kalıp içine enjekte eder. Resim 5.3'te bir enjeksiyon ünitesi gösterilmiştir.

Bir Enjeksiyon Ünitesinin Ana Görevleri:

- Huniden kovana giren plastik malzemeyi ısıtıp eritmek
- Eriyik malzemeyi kalıba enjekte etmek
- Malzemenin kalıpta sağlam bir ürün hâline gelmesi için gerekli tutma basınçlarını sağlamak
- Rahatça ileri geri hareket edecek şekilde olmak
- Memeyle yolluk burcunu gerekli kuvvetle temas hâlinde tutabilmektir.

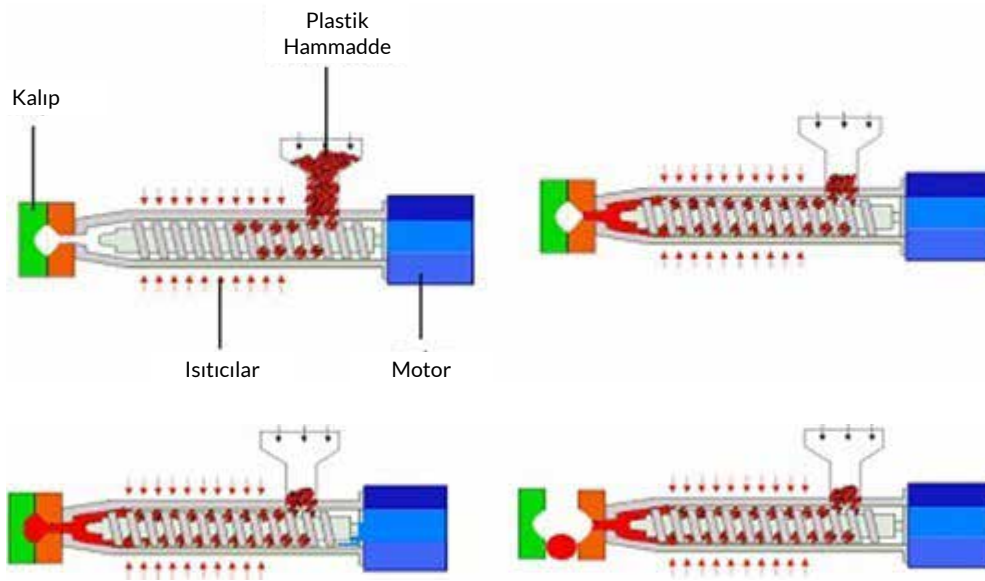


Resim 5.3. Enjeksiyon Ünitesi

Bir Enjeksiyon Ünitesinin Önemli Elemanları (Malzeme Akış Yönüne Göre)

- Huni
- Vida (Helezon ya da burgu da denilmektedir.)
- Geri dönüşsüz valf (çek valf)
- Meme
- Isıtıcı bantlar (rezistans)

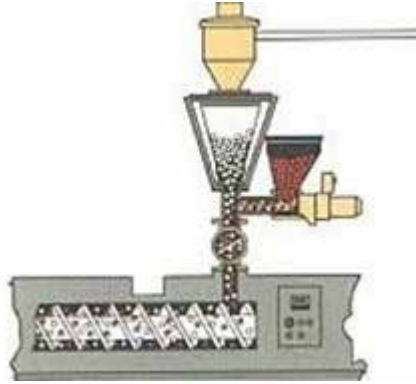
Şekilde bir enjeksiyon (enjekte) işleminin basamakları gösterilmiştir.



Şekil 5.3. Enjeksiyon (Enjekte) İşleminin Basamakları

Huni

Enjeksiyon ünitesinin bir elemanı olan ve vidanın beslenebilmesi için içerisine sadece işlenmiş hammadde doldurulan elemana huni denir.



Şekil 5.4. Enjeksiyon Hunisi

Huni gibi basit bir parçanın da bazı önemli özelliklere sahip olması gerekmektedir.

Bunlar:

- Tamamıyla boşaltılabilmelidir.
- Kolay kullanılabilmelidir.
- Kolay monte edilebilmelidir.
- Toz geçirmemelidir.
- Kolay temizlenebilmelidir.

Normal şartlarda makine çalışırken huni doludur ve işlenecek hammadde doğrudan huniden. enjeksiyon huniden enjeksiyon grubunun besleme bölgesine, oradan da vidanın dönme hareketi ve rezistanslar sayesinde eriyerek meme boşluğuna akar.

İşlenecek malzemenin tanecikli (granül) yapıda olması problem çıkarmazken toz hâlindeki malzemeler veya küçük çaptaki vidalar hunide kısa devre (köprüleme-bridging) denen, malzemenin topaklaşıp kovan girişinde tıkanmasına sebep olur. Buna engel olmak için huniye karıştırıcılar veya vida konveyörleri takılabilir.

Vida

Vida hammaddenin beslenmesi, eritilmesi, karıştırılması ve kalıp içerisine iletilmesi görevini yapan makinenin en önemli parçalarından birisidir. Vidaya bazen helezon ya da burgu da denir.

Plastik malzemeyi eriten ve kalıba basan vida veya vida sistemleri enjeksiyon makinelerinin de en önemli parçalarındandır.

Resimde enjeksiyon vidası ve namlu (kovan) gösterilmiştir.



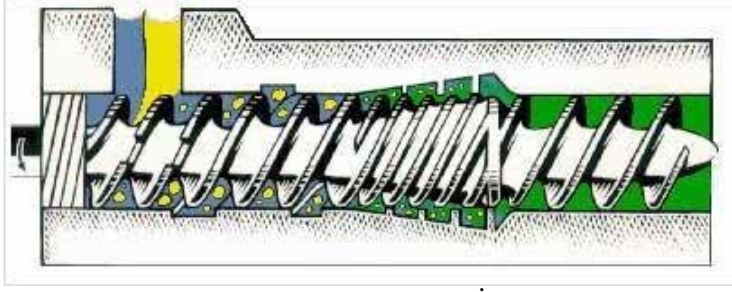
Resim 5.4. Enjeksiyon Vidası - Namlu

Bir vida sisteminde bulunması gereken özellikler:

- İyi plastikleştirme (eritme) performansı
- Verimli (kısa zamanlı) malzeme transferi
- Etkili eritme ve karıştırma (sıcaklığın ve katkı malzemelerinin homojenliğini sağlayabilme)
- Kendini iyi temizleyebilme kabiliyeti

Şu anda yukarıdaki ihtiyaçları en iyi şekilde karşılayan ve en geniş kullanım alanına sahip olan sistem, bir silindir içinde hem dönme hareketi hem de eksenel hareket yapma kabiliyetine sahip vida sistemidir.

Plastik malzeme, huniden meme boşluğuna erimiş ve homojen bir şekilde gelir. Bu kovan ısıtıcılarından (rezistans) sağlanan ısı enerjisi (eritme) ve vidanın dönme hareketinin neden olduğu mekanik enerji (karıştırma) sayesinde gerçekleşir. Bundan sonra enjeksiyon ve tutma basınçları safhasında geri dönüşsüz bir valfle kapanan ve eriyik malzemesinin geriye doğru akışını önleyen vida başı sayesinde, bir piston gibi hareket eder ve meme boşluğundaki malzemeyi oldukça yüksek basınçlarda kalıba enjekte eder.



Şekil 5.5. Enjeksiyon Vidasının Kovan İçindeki Hareketi

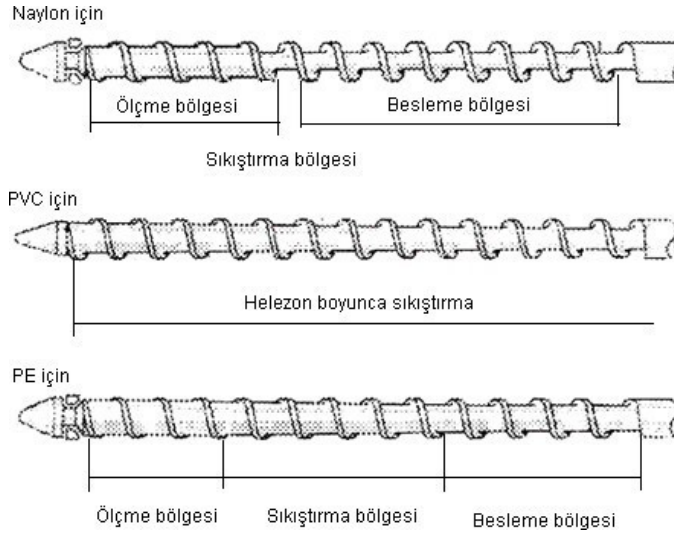
Vidalı bir enjeksiyon grubunun en büyük avantajı,

- Hammaddeyi eriyik hâle getirene kadar taşıma, eritme ve homojenize etme,
- Enjeksiyon ve tutma basınçlarının uygulanması işlemlerini en ekonomik şekilde sağlanmasıdır.

Vidalar genelde üç farklı bölgeden meydana gelirler.

- **Besleme bölgesi:** Besleme bölgesinde granül, kırık veya toz hâldeki katı malzeme taşınır ve sıkıştırma bölgesine itilir. Bu bölgede vida akış derinliği, malzeme düşük yoğunlukta olsa bile yeterli miktarda akış sağlanabilmesi için oldukça geniş tutulmuştur.
- **Sıkıştırma bölgesi:** Sıkıştırma bölgesinde, besleme bölgesinden alınan malzeme sıkıştırılır. Plastik hammadde ısıtıcılar sayesinde eritilir, vidanın dönme hareketiyle homojen hâle getirilir.
- **Ölçme bölgesi:** Homojen hâle gelmiş olan malzemenin sıcaklığı enjeksiyon yapılacak sıcaklığa (işlem sıcaklığı) yükseltilir ve malzeme kalıplanmaya hazır hâle gelir.

Yukarıda bahsedilen üç bölgeyi universal vida, plastik enjeksiyon işleminde en çok kullanılan tiptir. Bu vida tipi, hem teknik hem de ekonomik açıdan hemen hemen tüm termoplastiklerin işlenebilmesi için uygundur. Bu vidalar genellikle uzunluklarının (L) çaplarına (D) oranıyla tanımlanır. Günümüzde L / D oranı normal olarak 18 – 24 arasındadır.



Şekil 5.6. Enjeksiyon Vidasının Bölgeleri

Bazı polimerler için vidanın üç bölgeden oluşma şartı olmayıp, bölgelerin ikisi veya üçü birleştirilebilir. Burada önemli olan, vida tasarımının en çok işlenecek malzemenin türüne bağlı olduğunu bilmektir.

Buna göre vida tipleri:

- Genel termoplastik vidaları (% 70'in üzerinde),
- Elastomer vidaları,
- Ön plastikasyon vidaları,
- Özel tip vidalar

Bu vida tipleri arasındaki farklar, besleme ve ölçme bölgelerindeki akış derinliğinden, sıkıştırma oranından, vida strokundan, vidanın kendi uzunluğundan ve bölge uzunluklarından ileri gelmektedir.

Sıkıştırma oranı, vidanın besleme bölgesi hacminin, ölçme bölgesi hacmine olan oranına denir. Sıklıkla 1/2 - 1/4 oranları kullanılır.

Geri Dönüşsüz Valf (Çek Valf)

Enjeksiyon vidalarına, vidaların enjeksiyon ve tutma basınçları safhalarında piston gibi hareket etmesini sağlayan ve bu sırada malzemenin geri akışını engelleyen parçalar takılır. Bunlar, vidanın uç bölgesine takılan "geri dönüşsüz valf" veya "çek valf" adı verilen parçalardır. Bu parça grubunun tamamına "yüzük ve torpil" veya "yüksük torpil" takımı da denir.



Resim 5.5. Çek Valf (Yüzük Torpil Takımı)

Bir geri dönüşsüz valfte aranan özellikler şunlardır:

- Yüksek verim
- Kısa kapanma süresi
- Yüksek mekanik mukavemet
- Kendini iyi temizleme yeteneği

Geri dönüşsüz valflerin verimliliği, enjekte edilen malzeme hacminin plastikleştirilen malzeme hacmine oranıdır. Verimlilik oranı %95 ile %97 arasında değişir, ki bu da valf kapanırken vida kanallarından geri akan malzemenin %3 ile %5 arasında olduğunu gösterir.

Bu valflerde bulunması gereken önemli özelliklerden biri de kısa kapanma süresidir. Geri dönüşsüz bir valfin kapanma zamanı, vidanın enjeksiyon yapmak üzere eksenel harekete başladığı andan itibaren, valfin geriye doğru hiç malzeme akışına izin vermediği duruma geldiği ana kadar geçen zamandır.

Çek valfler, yüksek oranlarda yüklenmeye maruz kaldıkları için çabuk aşınır. Geri dönüşsüz valfler sisteminin en önemli parçası, plastikasyon esnasında ileri pozisyonda kalarak eriyik malzemenin meme boşluğuna dolmasını sağlayan kayan halka yani yüzüktür. Mal alma işlemi sırasında ileri pozisyonda olan yüzük, enjeksiyon safhasında ise geri konumda kalarak arkasındaki oturma halkasına sıkıca dayanır ve yüksek basınç altındaki malzemenin geriye akışını engeller.

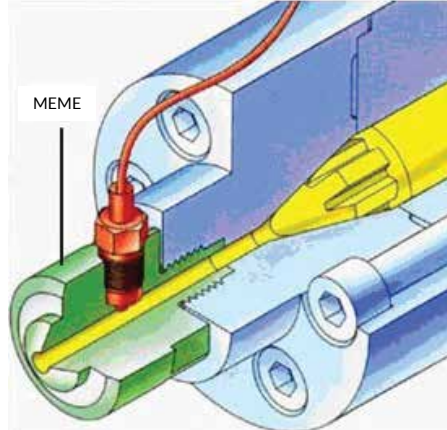
Meme

Kovanın uç kısmına monte edilen, kovanın ucunun enjeksiyon yapabilmesi için kalıbın yolluk burcuna (enjeksiyon memesi ile yoluğu aynı eksene getiren kalıp elemanı) tam olarak denk gelmesini sağlayan ve yapısına göre plastikasyon ve soğuma esnasında kovanın ağzını kapatarak dışarı malzeme akışını önleyen parçaya meme denir. Şekilde bir meme kesiti verilmiştir.

Memeler açık ve kapalı (kapatılabilir) olarak yapılır.

Akış kesme memeleri de denen kapalı memeler kendi kendine kontrollü (oto- kontrollü) veya dışarıdan kontrollü olabilir.

Açık memeler genelde akış yönünde konikleşen basit bir kanala sahiptir. Pratikte en kullanışlı olan meme, en az basınç düşmesine neden olan açık meme tipidir.



Şekil 5.7. Enjeksiyon Memesinin Kesit Alınmış Şekli

Enjekte edilen malzemenin türüne göre enjeksiyon memeleri üçe ayrılır:

- **Sert PVC Memesi:** Mümkün olduğu kadar kısa olmalıdır. Vidanın ucundaki torpil neredeyse çevresinde hiç boşluk bırakmadan meme deliğine kadar uzanmalıdır. Roketin ucu ince ve uzun olursa aşırı ısınır ve PVC'yi yakar.
- **Normal Termoplastikler İçin Açık Isı Kontrolü Meme:** Genellikle meme açık ve uzundur. Uzun ucunun üzerinde ısıyı kontrol edilebilen bir ısıtıcı bant bulunur. Bu ısıtıcı, malzemenin akışını ve donmasını engeller. Roket ucu, memenin iç kısmını doldurur. Enjeksiyondan sonra ölü malzeme kalmasını engeller. Bazı hammaddeler burada birikirlerse lekeler ve renk bozuklukları oluşabilir.

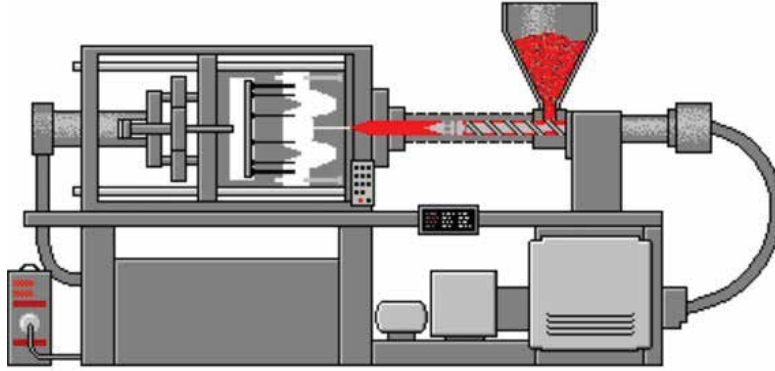
■ **Supaplı Meme:** Meme kalıba dayandığında supap geri gider ve yolu açar, böylece malzeme kalıba dolar. Kalıp boşluğu malzeme ile dolduktan sonra, malzemenin akma yönündeki basıncı, supabın basıncını yenerek supabı kapatır ve eriyen malzeme memeden dışarıya akamaz. Termoplastik malzeme cinsi, kalıp yapısı ve baskı şartları gibi faktörler, bu tip memenin kullanılmasını zorunlu kılar.

Isıtıcı Bantlar (Rezistans)

Rezistanslı ısıtıcı bantlarının en önemli avantajı düşük fiyatı ve çok kolay monte edilebilir olmasıdır. Kapasitelerinin çalışma şartlarına göre kolayca ayarlanabilir olması ise diğer bir avantajıdır. Ancak bu sistemin en önemli dezavantajı yavaş çalışmasıdır; ısıyı muhafaza edebilmesine rağmen yüksek sıcaklıklara ulaşmak için uzun süreye ihtiyaç duyar.

Mengene Ünitesi

Enjeksiyon sürecinde sürekli bir işlem olmadığı için kalıbın ürünü çıkarması ve sonraki baskı için tekrar kapanması gerekmektedir. Mengene ünitesi bu işi yapar. Plastik çok yüksek basınçlarla kalıba enjekte edilmesi nedeniyle, mengene ünitesi kalıbı enjeksiyon ve tutma basınçları safhasında sıkıca kapalı tutmalı ve kalıbın açılıp çapak yapmasını önlemelidir.



Şekil 5.8. Mengene Ünitesi

Bir enjeksiyon makinesinde mengene ünitesinin başlıca görevleri şunlardır:

- Kalıbı kapamak
- Enjekte edilen malzemenin ürün hâline dönüşmesi için kalıbı kilitleyerek kapalı tutmak
- Ürünün çıkarılması için kalıbı açmak

Bir enjeksiyon makinesinin mengene sistemi yatay prese benzer. Bu sistem genel olarak;

- Bir sabit plaka,
- Bir hareketli plaka,
- Bir L – plaka (destek plakası),
- Hareketli plakanın hareketini sağlayan bir tahrik sisteminden meydana gelir. Bu tahrik sistemi de genellikle hidrolik (yağ ile çalışan) bir sistemdir.

Kalıplar en az iki ana parçadan oluşur. İki parçalı kalıbın bir parçası eksenel hareket eden hareketli plakaya, diğer parçası ise sabit plakaya monte edilir. L-plaka, normalde hareketli olmayıp sadece farklı büyüklüklerdeki, yani farklı kalınlıklardaki kalıp ayarları için eksenel olarak genellikle redüktörlü bir motorla, bazen de hidrolik motorla hareket ettirilir. Enjeksiyon sırasında kalıp içi basıncının, dış basınçtan çok daha büyük değerlere çıkması, kalıbın açılmasına ve malzemenin taşarak çapak yapmasına neden olabilir. Ürüne son işlem gerektiren çapak oluşumu, zaman ve enerji kaybına yol açtığı için istenmeyen bir durumdur. Bu nedenle, bir enjeksiyon makinesinin mengene sistemi kalıbı gerekli kuvvetle kapalı tutabilmelidir. İşte burada, "kalıp kapama kuvveti" (kalıp kilitleme kuvveti) adı verilen ve makinenin gücünü, dolayısıyla büyüklüğünü belirten bir karakteristik ortaya çıkar.

Kontrol Ünitesi

Enjeksiyon makinesinin tüm fonksiyonlarını takip edebilecek, bunları belirli bir sıraya göre koordine edebilecek, çalışma parametrelerini gözlemleyip sabit tutabilecek ve enjeksiyon çevriminin her safhasını kontrol edebilecek bir sisteme, yani kontrol sistemine ihtiyaç vardır. Çünkü enjeksiyon makinesindeki tüm fonksiyonlar, her makinede olduğu gibi, belirli bir sıraya göre gerçekleştirilmelidir. Her fonksiyonun başlama ve bitiş zamanları, ayrıca konumları kontrol altında tutulmalı ve takip edilmelidir.



Resim 5.6. Enjeksiyon Kontrol Ünitesi

Makine sanayisinde makine kontrolü ve kumandası için başlangıçta röle mantıklı tamamen pasif elemanlardan oluşan devreler kullanılmaktaydı. Şimdi ise enjeksiyon makineleri diğer modern ve gelişmiş makineler gibi bir dijital elektronik harikası olan ve PLC (programlanabilir mantıksal kontrol) denen mikroişlemci yapı, işlem kontrollerinin hepsi bir veya daha fazla merkezi işlem birimi (CPU=beyin) tarafından denetlenen, sanayi ortamında çalışabilecek bir yapıda, üzerine elektriksel bağlantıların yapılabileceği noktaların bulunduğu bilgisayarlar ile kontrol edilmektedir.

PLC'ler sanayi için geliştirilen ve kullanıcı tarafından istenen amaca göre programlanabilen bilgisayarlardır. Bu cihazlar çok küçük boyutlu makineleri kontrol edebileceği gibi, çok büyük bir sistemi ve bu sistemin oluşturduğu birimleri (üretim sistemleri, fabrikalar gibi) kontrol edebilecek yapıdadır.

Bir PLC sistemi, enjeksiyon makinesinde vidanın konumu gibi birçok parametrenin sinyallerini gerekli yerlerden alır ve bu sinyalleri istenen şekilde değerlendirir. PLC, değerlendirdiği giriş sinyallerine karşılık, gerekli çıkış sinyallerini ilgili yerlere göndererek sıcaklık değiştirme, valf açıp kapama, basınç ve hız değerlerini ayarlama gibi fonksiyonları yerine getirir. Bu süreçte, tüm çevrimin ekrandan gözlemlenmesi ve gerektiğinde makinenin tam otomatik olarak çalışması sağlanmalıdır. Bilgisayar kontrollü makinelerde kullanılan kalıbın tüm çalışma değerleri, sonradan tekrar kullanılmak üzere kontrol sisteminin hafızasında kaydedilip saklanabilir.

Yeni nesil kontrol sistemleri, ürün kalitesini artırmak amacıyla gerektiğinde özel proses stratejileri geliştirerek üreticilere yardımcı olabilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu yapı, özellikle ağırlık veya boyut gibi termoplastiklerin ürün özelliklerini, yani kalitelerini etkileyen tutma basınçları safhası için büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, yeni kontrol sistemleri enjeksiyon çevrimini, kalıbın açılmasını önleyecek şekilde kontrol edebilme yeteneğine sahiptir.

5.3. Enjeksiyon Makinesi Bakımı

Plastik enjeksiyon makine yatırımları yüksek maliyetlidir. Bu nedenle plastik enjeksiyon makinesinin tam otomatik ve verimli çalışması çok önemlidir. Makinenin her bir parçasının önemi büyüktür. Herhangi bir arıza durumunda üretimin durmasına ve büyük maddi kayıplara neden olur. Bu nedenle plastik enjeksiyon makinesinin düzenli bakımının yapılması verimli bir üretimin anahtarıdır.

Plastik enjeksiyon makinesinin çalıştırılması basit olsa da, yüksek otomasyonla donatılmış bir makinenin profesyonel kullanımı verimliliği büyük oranda artıracaktır. Bu nedenle, makinenin doğru kullanımı kadar, makine parçalarının düzenli bakımı da son derece önemlidir.

Plastik enjeksiyon makine bakımları günlük, haftalık, aylık ve yıllık olarak tam bir plana dayalı olmalıdır. Her aşamada kontrol edilmesi ve bakımı yapılması gereken içerikler ve kategoriler tek tek listelenmeli, ileride yapılacak kontrol ve form doldurma işlemlerini kolaylaştıracak bir kontrol listesi oluşturulmalı ve kaydedilmelidir.

Ayrıca, bir sorun giderme sistemi kurulmalıdır. Her arıza bakımı yapıldığında, bir bakım kayıt formu oluşturularak arızanın nedeni, sıklığı vb. bilgiler kaydedilmeli ve takibi yapılmalıdır. Böylece, üretimin verimli bir şekilde devam etmesi sağlanmalıdır.

Sosyal hayatımızda her türlü üretim ekipmanının belli bir bakıma ihtiyaç duyduğunu unutmamak gerekir, çünkü uzun süreli ve yoğun çalışmalar, ekipmanlarda zamanla arızalar veya verimlilik kaybına yol açacaktır. Kazaları önlemek ve üretim verimliliğini artırmak için düzenli bakım oldukça önemlidir.

Önleyici bakımın hedefleri ise şunlardır:

- İstenilen durumu ve dolayısıyla makinenin kabiliyetini korumak.
- İş güvenliğini sağlamak ve belgelendirmek.
- Sabit kıymetlerin aşırı değer kaybını önlemek.

5.4. Plastik Enjeksiyon Makinelerinde Arıza Çeşitleri

A-Elektrik & Elektronik kaynaklı arızalar

B-Hidrolik kaynaklı arızalar

C-Mekanik kaynaklı arızalar

D-Yazılım/Program arızaları

A-Elektrik & Elektronik Kaynaklı Arızalar

1- Makine Enerji Besleme ve Voltaj arızaları

1a- Makine beslemesi olan 3 faz 380 Volt un fazının birinin kesilmesi

1b- 220 Volt ve 24 Volt güç kaynakları çıkış voltajının kesilmesi ya da çökmesi

2- Strok Ölçüm Sensörü (Cetvel) Arızaları

2a- Strok sensörlerinin zaman içinde okuyucu düzeneğinin bozulması, alınan fiziki darbeler, soket gevşemeleri

3- Elektronik Modül/Kart Arızaları

3a- Elektronik kart ve modüllerin soğutulması amaçlı kullanılan soğutma fanlarının bozulması, soğuk lehimler, soket gevşeklikleri, sistemde oluşan kısa devreler, ani voltaj değişimleri, çekilen fazla akımlar

4- Kontaktör/Röle/Sigorta Arızaları

4a- Kontaktör, röle, sigorta kontaklarının zaman içinde geçirgenliklerini kaybetmesi, kablo temassızlıkları, bobin yanması

5- Switch/Sensör Arızaları

5a- Ön ve arka kapılar, burgu devri, kolon ölçümü, mafsal kilitleme, pompa emiş vanaları, basınç ölçüm sensörleri vb makine üzerindeki muhtelif sensör ve siviçlerin kontak geçirgenliklerinin bozulması, montaj bağlantılarının gevşemesi, ayarlarının ve hassasiyetlerinin zaman içinde bozulması

B-Hidrolik Kaynaklı Arızalar

1- Hidrolik Emiş ya da Basınç Filtre Arızaları

1a- Filtrelerin yağ kirliliği sebebiyle tıkanmaları

2- Hız/Basınç Arızaları

2a- Yağ kirliliği sebebiyle valflerin farklı karakterde çalışması, valf bobinlerinin yanmış olması, kalibrasyonlarının bozulması

3- Pompa/Valf Arızaları

3a- Pompaların iç mekanizmalarının yağ kirliliği sebebiyle aşınması ve iç kaçakların çoğalması, değişim zamanı gelen rulmanlarının değişmemesi sebebiyle salgı oluşması ve pompa shaftına hasar vermesi

4- Piston Kaçak Arızaları

4a- Hidrolik piston ve yataklarındaki sızdırmazlık elemanlarının aşınması hasar görmesi, piston milinin kirli hidrolik yağ ve aşınan sızdırmazlık elemanları sebebiyle çizilmesi

5- Hidrolik Hortum ve Bağlantı Rekor Arızaları

5a- Değişim süresi geçmiş ve sertleşmiş olan hidrolik hortumların değiştirilmemesi, terleme, kaçaklar ve hatta hortumların patlamasına yol açabilir. Ayrıca, bağlantı rekorlarının makine çalışırken oluşan titreşimler ve yüksek basınca maruz kalma nedeniyle gevşeme sorunları yaşanabilir.

C- Mekanik Kaynaklı Arızalar

1- Kolon/Mafsal/Burç Arızaları

1a- Yağlama sisteminin iyi çalışmaması ve zamanla aşınan mafsal burç kovan ve kolonların aşınmaları

2- Burgu/Kovan Aşınma Arızaları

2a- Üretimde kullanılan sert ve agresif hammaddeler sebebiyle roket, yüzük, bilezik takımında kırılmalar ve kovan içinde oluşan aşınmalar

3- Hareketli Ekipman Bağlantı Gevşeme Arızaları

3a- Makinenin kapama ve enjeksiyon tarafında bulunan ve ekipmanların ana gövdeye bağlantılarında kullanılan civata somunların gevşemesi, mafsal plaka bağlantı civataları, kolon sabitleme somunları, grup kollarının plakaya bağlantıları vb

D- Yazılım/Program Arızaları

1- Pil Voltaj Arızaları

1a- CPU kartındaki Ram leri besleyen ve veri kayıplarını engellemek amaçlı kullanılan 3,6 V luk Lityum pil voltajının düşmesi

2- Eprom/Ram Arızaları

2a- Voltaj dalgalanması, ömür bitmesi ya da bir kısa devre sebebiyle bu elektronik komponentlerin bozulması

3- Disket/USB Okuyucu Arızaları

3a- Makine sistem bilgilerini ya da kalıp bilgilerini makineye transferinde destek aldığımız veri yükleme cihazlarında oluşan okuma ya da haberleşme hataları

5.5. Enjeksiyon Makinelerinde Bakım Türleri

Genelde makine bakımları 3 başlık altında toplanır.

Bunlar;

A- Arızı Bakımlar

B- Önleyici Bakımlar

C- Kestirimci Bakımlar

A- Arızı Bakımlar

Bu bakımlar, plansız arızaların meydana gelmesi durumunda, arızanın giderilmesi ve üretimin en hızlı şekilde devamlılığının sağlanması amacıyla yapılan çalışmalardır.

Arızı Bakım Örnekleri:

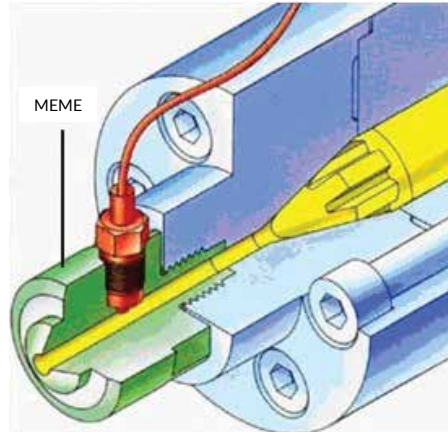
1- Meme Rezistansının Patlaması:

Yol Açtığı Sorun: Isı kaybı ve üretim aksaması.

Muhtemel Arıza Sebepleri: Enjeksiyon esnasında memeden malzeme kaçması sebebiyle oluşan kısa devre, rezistansın fiziki darbe alması, üretim hatası, kablo kopması ya da gevşemesi.

Arızanın Giderilmesi: Yeni rezistans takılır ve üretimin devamı sağlanır. Arıza kaydı tutulur (tespit edilebilirse, arızanın sebebi de kayda geçirilir).

2-Memeden Malzeme Kaçırma:



Şekil 5.9

Yol Açtığı Sorun: Eksik enjeksiyon, rezistans patlaması, üretim kaybı.

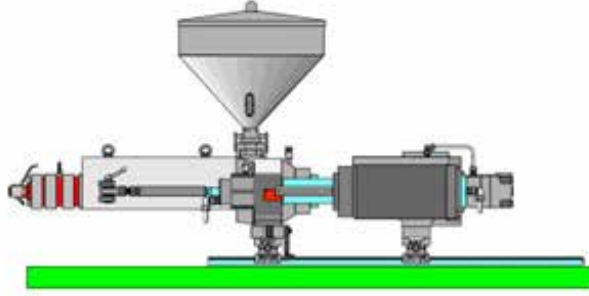
Muhtemel Arıza Sebepleri:

- Makine ve kalıp meme radius uyumu,
- Makine grup dayama basıncı kontrol edilmesi,
- Makine ve kalıp meme iç çap uyumu.

Arızanın Giderilmesi:

- Makine ve meme uyumunun yeniden yapılması
- Makine tonajına göre R9, R19 vb standartlaştırılması
- Makine grup eksenini ile kalıp eksenini kontrol edilmesi

3-Malzeme Alma Süresinin Aşılması:



Şekil 5.10

Yol Açtığı Sorun: Üretim kaybı, malzeme eksik olur, ölçü hatası

Muhtemel Arıza Sebepleri:

- Kırma karışımı fazla olması
- Hammadde emicinin kontrol edilmesi
- Emici filtre kontrolü
- Malzeme alma hızları kontrolü
- Vida kovan aşınması kontrolü

Arızanın Giderilmesi:

- Kırma oranının azaltılması,
- Hammadde emici ve filtre kontrolü
- Malzeme alma zamanı soğutma zamanına kadar genişletilebilir
- Vida kovan değişimi.

4- Hidrolik Sıcaklığının Artması:

Yol Açtığı Sorun:

- Makine duruşu ve üretim kaybı,
- Makine ömrünün azalması

Muhtemel Arıza Sebepleri:

- Su kireç veya kirlilik kökenli makine esanjoru tıkanması,
- Pompa, kaplin vb. aksamda aşınmalar
- Yağ ömrünün bitmesi

Arızanın Giderilmesi:

- Filtre bakımlarının yapılması ve gerekirse değiştirilmesi
- Yağın değiştirilmesi veya filtreden geçirilmesi



Resim 5.7

5- Valflere Pislik Gelmesi:

Yol Açtığı Sorun:

- Makine duruşu
- Valfin tipine göre hatalı ürün çıkması

Muhtemel Arıza Sebepleri:

- Yağ ömrünün bitmesi
- Aşınan parçalar pompa hortum v.b.
- Filtre tıkanması

Arızanın Giderilmesi:

- Filtrenin değiştirilmesi
- Periyodik kontrollerde yağ ve filtre ömürlerinin kontrolü
- Aşınan ekipmanların değişimi

6- Otomatik Yağlamaların Çalışmaması:

Yol Açtığı Sorun:

- Makine duruşu
- Makine ömrünün kısalması
- Burç ve Makas bağlantılarında aşınma

Muhtemel Arıza Sebepleri:

- Kullanılan yağın uygun olmaması
- Yağ hortum tıkanması
- Yağ eksikliği



Resim 5.8

Arızanın Giderilmesi:

- Yağ kontrolü ve/veya değişimi
- Yağ hortum değişimi
- Filtre kontrolü, değişimi / temizliği

2- İticiin İleri ya da Geri Gitmemesi

Yol Açtığı Sorun:

- Parçaların kalıp üzerinde kalması, bir sonraki çevrimin gecikmesi, dolayısıyla ocak içinde bekleyen eriyik durumda olan hammaddenin yanması ve kullanılamaz hale gelmesi.

Muhtemel Arıza Sebepleri:

- İtici hareketini sağlayan hidrolik yön valfine gerekli besleme voltajının gelmemesi, valf sürgüsünün sıkışması, valf bobininin yanması, kablo soket gevşemesi.

Arızanın Giderilmesi:

- Hidrolik yön valfine 24 volt besleme voltajını gönderen ilgili elektronik kartın ölçümü ve gerekirse kart değişimi yapılır. Voltaj geliyorsa, valf sökülerek sürgüsü kontrol edilir. Valf temizliği ya da değişimi yapılarak üretimin devamı sağlanır. Arıza kaydı tutulur.

B- Önleyici Bakımlar

Bir arızanın olmasını engellemek için, belirli periyotlarla üretici firmanın verdiği talimatların uygulandığı çalışmalardır.. Bazı işletmeler bu bakımlara periyodik bakım da demektedir.

Önleyici Bakım Örnekleri:

1- Makine Hidrolik Yağının Değişimi.

Bakım periyodu: Hidrolik yağ değişimlerinde kullanılan yağın TDS'si ve makine çalışma saati dikkate alınması önerilir.

2- Hidrolik Emiş ve Basınç Filtreleri Değişimi.

Bakım periyodu: Yıllık kontrolle sonuca karar verilir

3- Kolon burç yataklarının yağlanması

Bakım periyodu: 3 ay

C- Kestirimci Bakımlar

Arıza olması muhtemel noktalarda yapılan ölçüm ve değerlendirmeleri içine alan çalışmalardır. Kestirimci bakım genel olarak makinelerin veya bileşenlerin durumlarına ilişkin veriler sayesinde arızaların erkenden öngörülmesi ve önlenmesi anlamına gelir. Bu, makinelerinizin durumunu analiz eden ve arızaları, hataları ve ayrıca bakım çalışmasının gerekli olduğu zamanı tahmin etmeye yardımcı olan veri tabanlı yöntemlerle mümkündür.

Kestirimci Bakım Örnekleri:

1- Elektrik panosunda kontaktör, röle gibi şalt ekipmanlarındaki kablo bağlantılarında oluşabilecek gevşemeleri ve ark yapıp yangın tehlikesi yaratma ihtimalinin termal kamera yardımıyla izlenmesi.

2- Her yıl, aynı dönemde, makine hidrolik yağından bir numunenin akredite bir kuruluştaki analize yollanması ve yeniden kullanıma uygunluk raporunun alınması.

3- Elektrik motor ön ve arka rulmanlarının vibrasyon ölçümleri.

4- Yine elektrik motorunda boşta ve yükte çekilen akımların ölçülmesi, bir önceki ölçümle karşılaştırma yapılarak değerlendirilmesi.

Bu örnekler dijital dönüşüm ile çok daha fazla artırılabilir.

Üretim makinelerinin çeşitlilikleri, modelleri, tipleri, büyük/küçük olmaları sebebiyle değişkenlikler gösterebilir. Ama mantık genelde aynıdır. Üreticinin makine ile beraber teslim ettiği dokümanlarda aslında bu bakımların nasıl ve ne şartlarda yapılacağı belirtilmiştir.

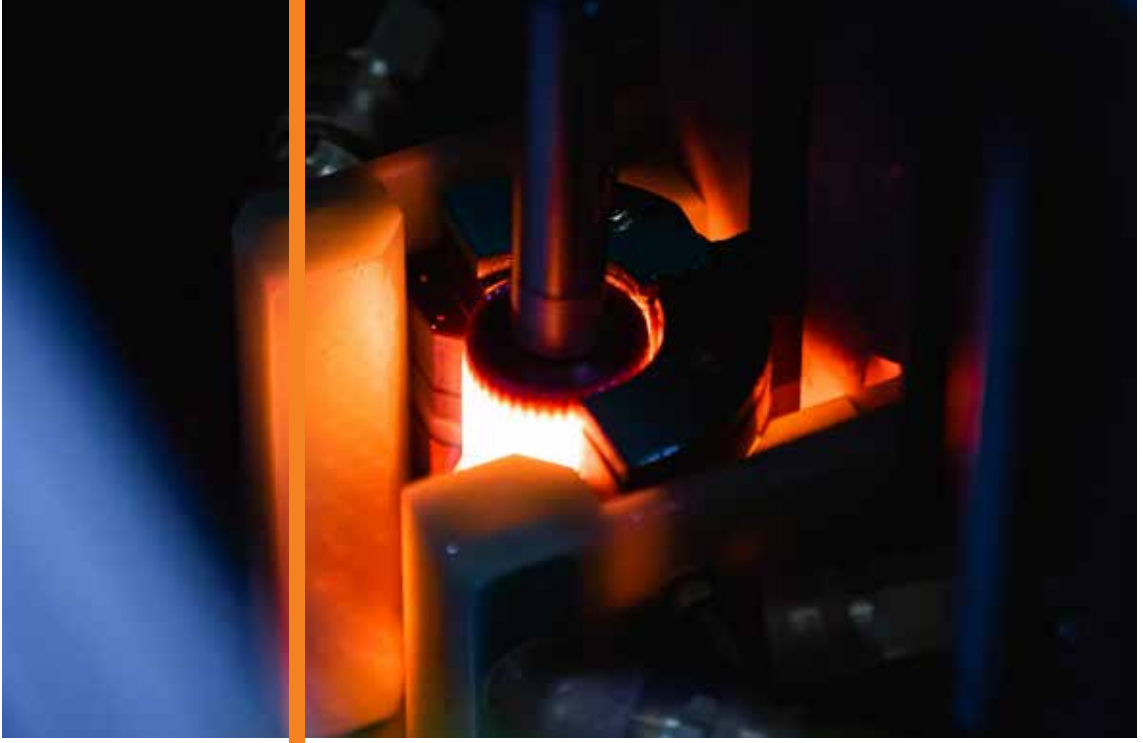
Genellikle işletmelerdeki bakım personelleri, bu amaçlarla istihdam edilmektedir. Ancak, personel sayısı, üretim yoğunluğu, planlama hataları vb. sebeplerle sadece arizi bakımlara yetiştirebilmektedirler.

Bakım çalışanları, yıl içinde üretimin planlı duruşlarında da biriken sorunlarla uğraştıkları için, önleyici ve kestirimci bakımlarda tedarikçi bakım ve servis firmalarından dış destek almaktadırlar. Bu durum aslında bir avantaja da dönüşmektedir. Üçüncü göz olarak konumlanan dış destek firma personelleri, işletme körlüğü yaşamadan bu bakımları daha verimli hale getirebilmekte ve işletmenin makine arızası sebebiyle yaşadığı zaman ve para kaybını minimize etmesine destek olmaktadır.

Aynı zamanda, periyodik bakımların düzenli yapılması ve makine üreticilerinin bakım el kitaplarında yer alan maddelere uyulması halinde, duruş süresi ve maliyet minimize edilebilir.



6. İNDÜKSİYON



Michael Faraday tarafından keşfedilen indüksiyon, iletken malzemeden (bakır gibi) yapılma bir bobinle başlar. Bobinden akım geçtikçe bobin içinde ve etrafında bir manyetik alan oluşur. Manyetik alanın iş yapabilme özelliği, bobin tasarımına ve bobinden geçen akım miktarına bağlıdır.

6.1. İndüksiyon ile Çelik Isıtma

İndüksiyon ile ısıtma, elektrik akımının bir iletken üzerinde oluşturduğu manyetik alan sayesinde ısı üretme prensibine dayanan modern bir ısıtma yöntemidir. Bu yöntem, metal işleme endüstrisinde özellikle çelik gibi ferromanyetik malzemelerin ısınmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. İndüksiyon ile ısıtmanın kökleri, 19. yüzyıla kadar uzanmaktadır. 1831 yılında Michael Faraday'ın elektromanyetik indüksiyon yasasını keşfetmesi, bu teknolojinin gelişiminde temel bir adım olmuştur. Faraday'ın bulguları, elektrik akımının manyetik alanlar ile etkileşimi üzerine önemli bir anlayış sağlamıştır.

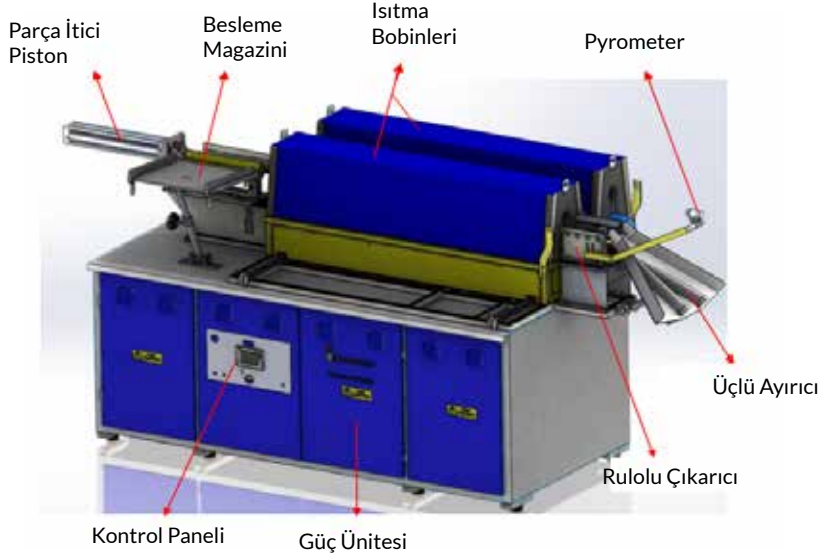
20. yüzyılda, indüksiyon ile ısıtma teknolojisi büyük bir ivme kazanmış ve endüstriyel uygulamalara entegre edilmiştir. Özellikle, yüksek ısıtma hızı ve artan enerji verimliliği, bu yöntemin tercih edilmesinde önemli bir rol oynamıştır. İndüksiyon ısıtma sistemleri, metal nesnelerin yüzeylerini hızla ısıtırken, iç kısımlarının daha az etkilenmesini sağlayarak daha verimli bir ısıtma süreci sunar. Bu özellik, çeliğin veya diğer metallerin işlenmesi sırasında istenen mekanik özelliklerin elde edilmesine yardımcı olur. İndüksiyon ile ısıtmanın temel prensibi, bir iletkenin

dışarıdan bir manyetik alanla sarılmasıdır. Bu manyetik alan, iletkenin içinde elektrik akımının oluşturulmasına neden olur. Bu akım, Joule ısıtması olarak bilinen bir süreç aracılığıyla ısıya dönüşür. İletkenin direncine bağlı olarak, bu ısı iletkenin yüzeyinde yoğunlaşır ve metalin istenilen sıcaklığa ulaşmasını sağlar. İndüksiyon ısıtma, yüksek sıcaklıkların hızlı bir şekilde elde edilmesi ve kontrol edilebilmesi açısından büyük avantajlar sunar.

Sonuç olarak, indüksiyon ısıtma, enerji verimliliği, hız ve hassasiyet gibi avantajları ile günümüz sanayisinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu teknoloji, sürekli gelişim gösteren bir alan olarak, metal işleme süreçlerinde devrim niteliğinde yenilikler sunmaya devam etmektedir.

6.2. İndüksiyon İle Isıtma Sisteminin Ana Bileşenleri

1. Güç Ünitesi
2. İndüktör/Bobinler
3. Malzeme taşıma, yükleme sistemleri
4. Kontrol Sistemleri
5. Soğutma Sistemi

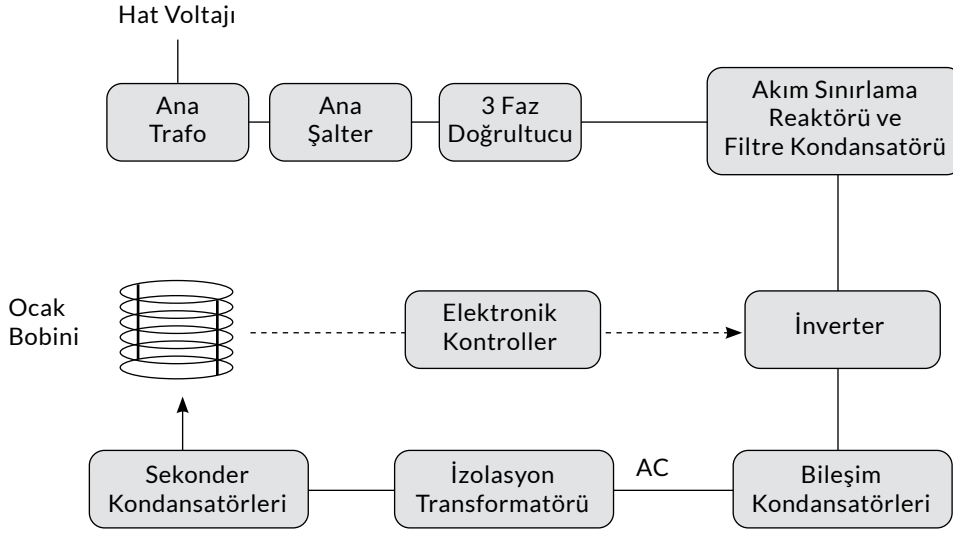


Resim 6.1. İndüksiyon İle Isıtma Sisteminin Ana Bileşenleri

6.2.1. Güç Ünitesi

İndüksiyon ısıtma, değişken bir manyetik alanda bulunan bir elektriksel iletken malzemenin ısıtılmasıdır. Güç ünitesi, bir indüksiyon bobininden geçen akım, voltaj ve frekansı değiştirmek suretiyle sementasyon, sertleştirme ve temperleme, tavlama ve diğer ısı işleme türleri gibi hassas uygulamalarda mükemmel sonuç veren, ince ayarlı mühendislik ısıtması sağlar.

Şekil 6.1'de Isıtma güç ünitesinin basit bir blok diyagramını göstermektedir.



Şekil 6.1. Isıtma Güç Ünitesi

Çalışmaya Başlamadan Önce Ünite Enerjisi Kesilmeli ve Uygun Güvenlik Önlemi Alınmalıdır

1. Ünite içini göz ile kontrol ederek elektronik kartları temizleyiniz. Toz almak için basınçlı hava yerine endüstriyel elektrik süpürgesi kullanınız. Basınçlı hava istenmeyen toz ve küçük parçaları temizlemek yerine daha dar yerlere sıkıştıracaktır.
2. Ünite içinde ark yanık nokta, renk değiştirmiş bölge metal tozu gibi olan olmayan emareler varsa ilgili kısmı tamir ediniz veya değiştiriniz.
3. Ana enerji beslemesi dahil bütün bağlantıları gevşemeye karşı kontrol ediniz.
4. Su sızıntısı, baralar da oksidasyon varsa düzeltiniz.
5. Aşınmış malzeme varsa değiştiriniz. Kapı siviçleri, acil stop butonu gibi bütün güvenlik önlemlerinin çalıştığından emin olunuz.
6. Su akış yollarını kontrol edin. Su akış ve sıcaklık siviçlerinin çalıştığından emin olun.
7. SCR ve diyotlar için gerekli tork değerlerini kontrol edin. Bu elemanların üzerindeki tozu uzaklaştırın.
8. Kontrol kartları üzerinde ki parçalarda renk değişimi ve gevşek bağlantı olup olmadığını kontrol edin.
9. Bütün lamba ve butonların çalışırlığını kontrol edin.
10. Üreticinin güncellemeleri varsa uygulayınız.
11. Ünite topraklamasını kontrol edin.

6.2.2. İndüktör / Bobinler

Durma zamanını minimumda tutmak için bobinlerde aşağıdaki kontroller yapılmalıdır.

Çalışmaya Başlamadan Önce Ünite Enerjisi Kesilmeli ve Uygun Güvenlik Önlemi Alınmalıdır

1. Bobin izolasyonunda aşınan noktalar var ise atlamayı önlemek için tamir edilmelidir.
2. Toz, tufal ve benzeri birikintiler bobinden temizlenmelidir.
3. Bobinlerdeki su akışı önemlidir. Bütün bobin bağlantıları su kaçağına karşı kontrol edilmelidir.
4. Bütün bara bağlantıları temiz ve kontak yüzeyleri pürüzsüz olmalıdır.
5. Raylar incelenmeli, uygun değilse değiştirilmelidir.
6. Ocak bobininin iç kısmı ısıya dayanıklı refrakter ile sıvanmalıdır. INDUCTOTHERM kendi malzemesi INDUCTOCAST A44 veya INDUCTOCAST RC1750 yi bu sıvama işlemi için tavsiye etmektedir.
7. Bobin sıvasını veya potaları tamir etmek veya değiştirmek için refrakter imalatçısının talimatlarına uygun hareket ediniz.

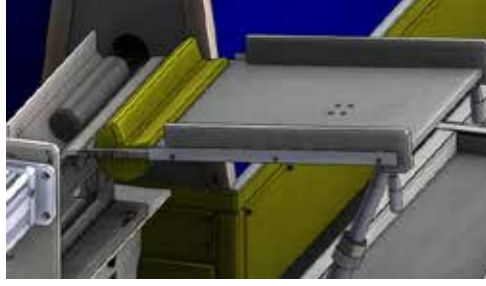


Resim 6.2

6.2.3. Malzeme Taşıma / Yükleme / Çıkarıcı Sistemler

6.2.3.1. Besleme Magazini

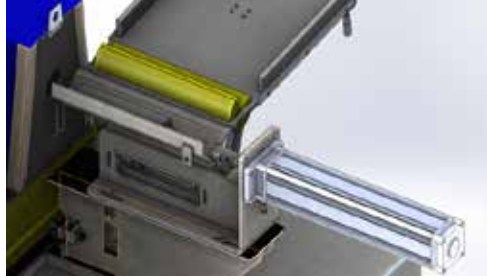
Besleme magazini, üzerine yerleştirilen iş parçalarının itici silindirin önündeki V kanala yerleştirilmesini sağlar. Bu işlem besleme magazinine bağlı pnömatrik silindirin açma ve kapama hareketi ile gerçekleştirilir. Mekanik akışkanlığın rutin kontrolünü yapınız.



Resim 6.3. Besleme Magazini

6.2.3.2. Pnömatik İtici Silindir Mekanizması

İş parçalarının bobin girişine doğru itilmeleri pnömatik bir piston ile yapılmaktadır. Operatör tarafından belirlenen çevrim süresine göre itme işlemi otomatik olarak yapılmaktadır. Mekanik akışkanlığın rutin kontrolünü yapınız.



Resim 6.4. Pnömatik İtici Silindir Mekanizması

6.2.3.3. Pinch Roll Mekanizması

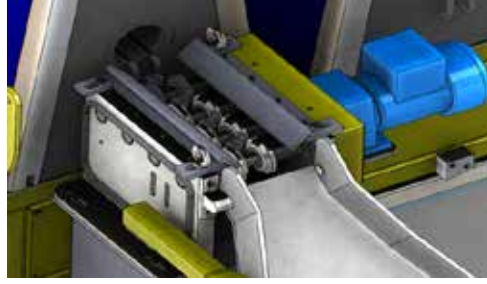
Pinch Roll Mekanizması bir zincirli konveyör ve alt üst tahrikli baskı ve besleme rulolarından oluşmaktadır. Mekanik akışkanlığın rutin kontrolünü yapınız.



Resim 6.5. Pinch Roll Mekanizması

6.2.3.4. Çıkarıcı Mekanizması

Bobin içindeki ısıtılmış iş parçaların bobin çıkışına zarar vermeden ve bekletilmeden, hızlı bir şekilde bobinden çıkarılması "Çıkarıcı Mekanizması" ile yapılmaktadır. Çıkarıcı mekanizmasında yağlama yüksek basınç altında, yüksek sıcaklık dayanımı sağlamak üzere Molykote U-N kuru yağlama macunu esaslı yağlama pastaları kullanarak yapılmalıdır.



Resim 6.6. Çıkarıcı Mekanizması

6.2.3.5. Üçlü Ayırıcı

Üçlü ayırıcı üzerinde pnömatrik pistonlarla hareket ettirilen ve iş parçalarını sıcaklıklarına göre ilgili tarafa yönlendiren kollar bulunmaktadır. Mekanik akışkanlığın rutin kontrolünü yapınız.



Resim 6.7. Üçlü Ayırıcı

6.4. Kontrol Sistemleri

EZ-Kontrol sistemi adını, primer kontrol parametresinin belirlenme şekline almaktadır. Tristör ateşleme sinyallerinin tekrarlama hızını tespit eden zamanlama, inverter akım ve voltajının sinyal analizinden türetilmektedir.

EZ - Kontrolün bu inverter parametresinde her çevrimde gerçekleştirebildiği kontrol mekanizması, yük ya da şebekede oluşabilecek ani değişikliklerden kaynaklanan sorunları ortadan kaldıracaktır. EZ sistemi ayrıca mikroişlemci ve bilgisayar tabanlı kontrol sistemlerine bağlanmak için bir ara yüz sunar.

EZKK (kontrol kartı) aşağıdaki gibi 6 ana işlev bloğuna ayrılabilir:

- | | |
|------------------------|----------------|
| 1. Analog sinyal alma | 4. Limitler |
| 2. Sinyal şartlandırma | 5. Ateşleme |
| 3. Dijital kontrol | 6. Güç Kaynağı |

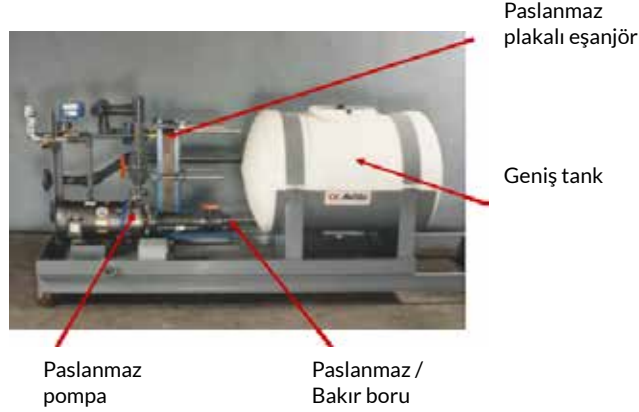


Resim 6.8

6.5. Soğutma Sistemi

Güç ünitesinin problemsiz çalışabilmesi için soğutma sistemi bakımı kritik önemdedir. Su sisteminde oluşacak tıkanma, daralma, donma veya iyonize olma sistemdeki birçok elemanın arızalanmasına sebep olacaktır.

6.5.1. Standart Soğutma Modülü



Resim 6.9. Standart Soğutma Modülü

6.5.2. Soğutma Sistemi İhtiyaçları

Soğutma suyu sisteminde kullanılan suyun özellikleri önemlidir.

Örneğin, güç ünitesi için genellikle aşağıdaki özelliklere sahip su gereklidir.

Tablo 6.1.	
Giriş Sıcaklığı	43° maksimum / 24° minimum
pH Değeri	6.8 - 7.8
Çözünmüş Parça	300 ppm, maks.
İletkenlik	10 mikro ohm/CM 'den daha az
Sertlik	150 ppm'den daha az
Klorit	30 ppm'den daha az
Sulfat	100 ppm'den daha az
Alkalite / Klorit Oranı	4:1 'den fazla

Çözünmüş parça miktarı potansiyel probleminiz olabilir.

Örneğin;

- Su sertliğinin artması ısı transferi ile ilgili probleme,
- Klorid seviyesinin artması su iletkenliğinin artmakta olduğuna,
- Sulfat seviyesinin artması suyun bakıra temas ettiği yerlerde kimyasal reaksiyon olduğuna işaret eder.



Resim 6.10. Tipik Bir Fitting

Fittingleri göz ile kontrol ediniz.

- Eksik su akışı soğutulan malzemenin arızalanmasına yol açacaktır.



6.3. Bakım Eksikliğinin Sonuçları

- Artan duruş zamanı
- Yüksek tamir bedeli
- Üretim kaybı
- Zayıflayan malzemenin ileride oluşturacağı potansiyel arızalar
- Ara ara ortaya çıkan problemler
- Sistemin ekonomik ömrünün azalması

İşe Başlamadan Önce Plan Yapınız.

- Önleyici bakım programı yapınız.
- Bu plana uymaya özen gösteriniz.
- Yapılan bütün tamir ve hataları kayıt altına alınız.
- Su sistemini sürekli takip ediniz.

İş Planlama

- Üretici firma ile görüşerek işletme şartlarınıza uygun önleyici bakımın hangi sıklıkla yapılacağına karar veriniz.
- Yıllık duruş planı yapınız ve bu duruşta üretim ihtiyaçlarını karşılayacak önlemler alınız.
- Bakım için gerekli malzemeleri temin ediniz.
- Gerekli ise servis mühendisinin sahada olmasını sağlayınız.
- Duruş süresini kısaltmak için kritik yedek parçaları bulundurunuz.

6.4. Rutin Bakım

Günlük

- Su sızıntısı, elektrik arki ve aşırı ısı belirtilerini kontrol edin.
- Bütün gösterge değerlerini, limit ve hata gibi bütün olayları kayıt altına alın. Bu kayıtlar problemin belirlenmesinde önemli rol oynarlar.
- Herhangi bir değişikliğin bakım personeline ulaştırılmasını sağlayın.

Haftalık

- Kapasitörlerde sızıntı veya şişme emarelerini göz ile kontrol edin.
- Bütün lamba anahtar ve butonların çalışırliğini kontrol ediniz.
- Soğutma suyu seviyesi, su kalitesi ve suyun iletkenliğini kontrol ediniz ve gerekirse değiştiriniz.
- Su iletkenliğini kaydederek iletkenlikteki bozulma oranını takip ediniz. Su iletkenliğinin limitler üzerine çıkması durumunda suyu boşaltarak sistemdeki suyu komple yenileyiniz.

3 Aylık

- Bütün eleman ve bağlantı noktalarını aşınma ve gevşeklğe karşı kontrol ediniz. Gerekirse düzeltiniz.
- Filtreleri temizleyiniz.
- Bütün acil durum butonlarını ve kapı siviçlerinin çalışırliğini kontrol ediniz. Gerekirse düzeltiniz.
- Bütün butonlar, siviçler ve kontaktörlerin çalışırliğini kontrol ediniz ve gerekirse düzeltiniz.
- Aşırı ısı koruma devresinin çalışırliğini kontrol ediniz.

6 Aylık

- Su akış siviçlerini sökerek temizleyiniz ve mekanizmasının çalıştığını kontrol ediniz.
- Sistemdeki suyu boşaltarak sistem el kitabında belirtilen değerlere göre yeni su ile doldurunuz.
- Donmaya karşı kullanılan mono etilen glikol ilave ediniz.

Tablo 6.1. Rutin Bakım

Ayrıntılar İçin VIP Sistemleri El Kitabına Başvurun

		Hergün	Aylık	Üç Aylık	Altı Aylık	Yıllık
1	Ergitmeden önce ocak astarını kontrol edin	x				
2	kumanda ve güç kabinini vakumla temizleyin		x			
3	Bütün elektrik bağlantılarını yeniden sıkıştırın ve kontrol edin		x	x		
4	Bütün bara bağlantılarını yeniden sıkıştırın ve kontrol edin		x	x		
5	Bütün su hortumlu bağlantılarını yeniden sıkıştırın ve kontrol edin		x	x		
6	Ocak seçme şalterini kontrol edin ve yağlayın		x	x		
7	Su basıncını ve su sıcaklık anahtarlarının çalışmasını kontrol edin		x			
8	Ocak su akışı şalterinin çalışmasını kontrol edin		x			x
9	Deiyonize filtre kartuşunu değiştirin			x	x	x
10	Kapalı sistem suyunu değiştirin H2O ve Etilen Glikol				x	x
11	Kondansatör kontaktörlerini muayene edin		x			
12	Kapı interloklerinin çalışmasını sağlama alın		x			
13	Devre kesici şalterin bağlantılarını kontrol edin Ana cereyanı kesin		x			
14	Gösterge ışıklarının çalışmasını kontrol edin	x				
15	Soğutma kulesi üzerindeki kayış ve fan rulmanlarını temizleyip sıkıştırın				x	
16	Su filtresini temizleyin	x				
17	Su tankını temizleyin su sisteminin üzerindeki pompa yataklarını yağlayın				x	
18	Hidrolik yağ seviyesini kontrol edin	x				
19	Hidrolik yağ filtresini değiştirin				x	
20	Dahiliye harici su seviyelerini kontrol edin ve su sızıntılarının olup olmadığına bakın	x				
21	Çalışma alanını ve güç ünitesini temiz tutun	x				
22	Ocak suyunu akımı ve mekanik bağlantılarını muayene edin		x			
23	Toprak kaçak detektörünün çalışmasını kontrol edin	x				

6.5. Sahada Sıklıkla Karşılaşılan Sorunlar ve Çözümleri

1. Düzenli olarak soğutma sisteminin takibini ve bakımını yapınız.



Manifold Nozzle Hasarları



Kondansatör Arızalanması

2. Bobin sıvasında oluşan hasarlar ünite içinde elektronik komponent hasarlarına sebep olacaktır. Derin çatlak oluşmadan tamirini yapınız.



Bobin Sıvası Çatlakları



Bobin Sıvası Çatlakları

7. SICAK DÖVME



7.1. Dövme Ekipmanları

7.1.1. Temel Bilgiler

Dövmede kullanılan kalıpların yanı sıra, dövme tezgahları dövme parça üretimi için en önemli unsurlardan birisidir.

Dövme tezgahlarından işlevsel olarak ana beklentiler şunlardır:

- Şekillendirme için gerekli olan yeterli dövme kuvveti ve enerjisini sağlamak,
- Şekillendirme sırasında oluşan kuvvetlere ve momentlere karşı kalıplara nihai konumlarına kadar olabildiğince hassas kılavuzluk yapmak.

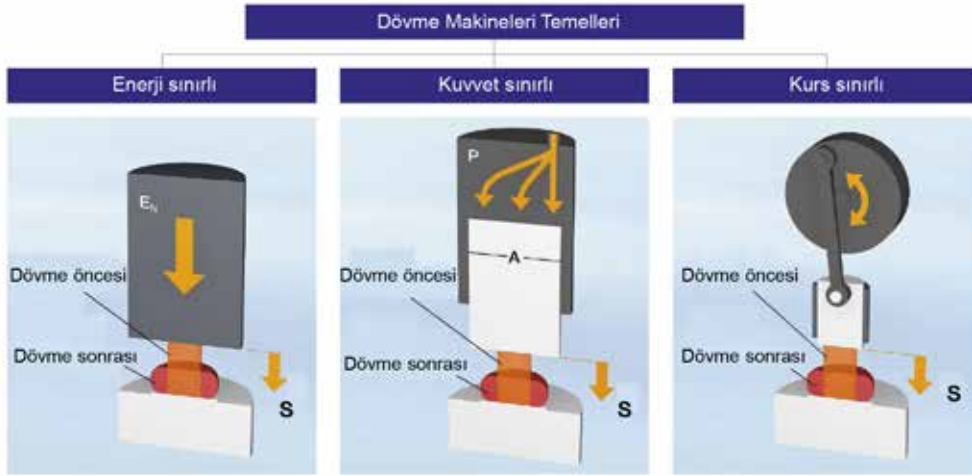
Bu gereksinimler, zor üretim koşullarına bağlı olarak, yüksek yatırım maliyetleri olan, sağlam ve güçlü dövme tezgahları kullanımını zorunlu kılar. Buna ilaveten yüksek yatırım maliyetlerini olabildiğince çok üretilen parçaya dağıtmak için dövme tezgahları yüksek üretkenliğe sahip olmalıdırlar.

Metal bir parçayı şekillendirmek için, deformasyon işi denilen bir iş (veya enerji) gereklidir. Bu deformasyon işinin büyüklüğü Denklem 7.1'de görüldüğü gibi, ürüne şekil verme için gereken kuvvetin ve bu kuvvetin etkin olduğu deplasmanın çarpımına eşittir.

$$W = F \cdot s$$

W : Şekillendirme Enerjisi, F : Şekillendirme Kuvveti, s: Deplasman

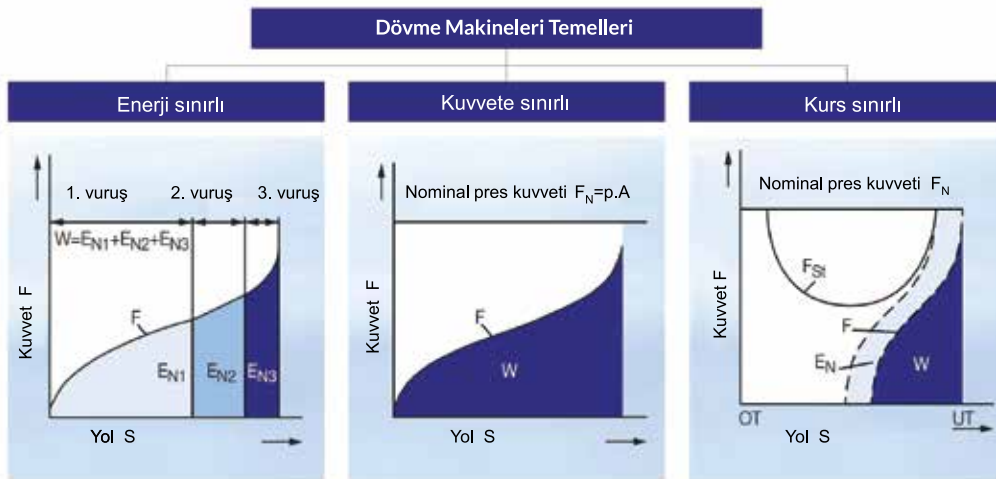
Denklem 7.1: Doğrusal Çalışma Hareketli Dövme Tezgahlarının Sınıflandırılması



Şekil 7.1. Doğrusal Çalışma Hareketli Dövme Tezgahlarının Sınıflandırılması

Dövme tezgahları operasyon karakteristiklerine göre yukarıda bahsedilen, birisi makine sistemi tarafından kontrol edilen, diğer ikisi ise konstrüksiyon ve operasyon sınırlarına bağlı olarak serbest belirlenen üç fiziksel özellikte (W, F, s) farklılık gösterirler, bunlar,

- Enerji sınırlı makinelerde, belirleyici ayar değişkeni olarak enerji (W) kullanılır.
- Kuvvet sınırlı makinelerde, belirleyici ayar değişkeni olarak kuvvet (F) kullanılır.



Şekil 7.2. Doğrusal Hareketli Dövme Tezgahlarının Çalışma Karakteristikleri

- Kurs (yol) sınırlı makinelerde, belirleyici ayar değişkeni olarak deplasman (s) kullanılır.

Şekil 7.1'de dövme tezgahlarındaki üç temel prensip şematik olarak gösterilir.

Bu üç farklı tahrik sistemindeki dövme operasyonları Şekil 7.2'de sırasıyla gösterildiği gibi kuvvet yol diyagramları sergiler.

Nominal güç E_N

Nominal enerji, dövme tezgahlarında nominal çalışma durumlarında vuruşu tetiklemeden önce depolanan enerjidir.

Faydalı iş W

Faydalı iş, şekil verme deformasyon işini ifade eder. Bu şekillendirme gücüne ve şekillendirme yoluna bağlıdır. Nominal pres gücü F_N Nominal pres kuvveti dövme tezgahının tasarlandığı yük ölçüsünü ifade eder.

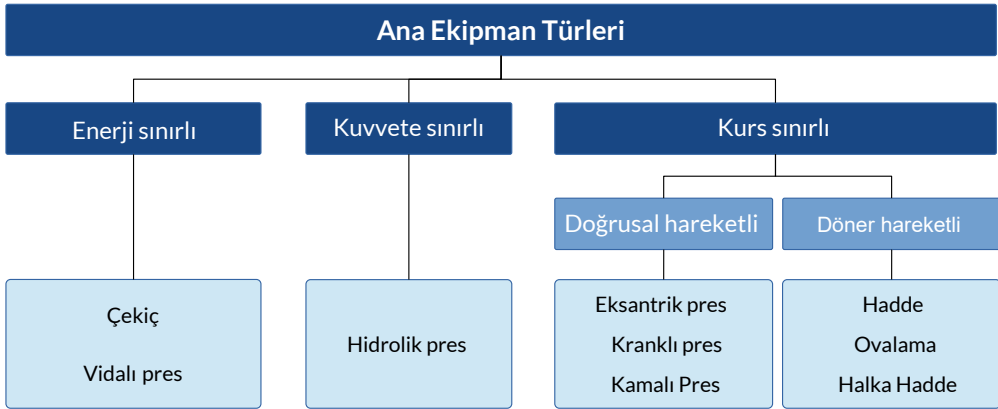
Koç kuvveti F_{st} Koç kuvveti, kullanılabilir koç kursuna bağlı olarak dövme tezgahı tarafından sağlanan kuvvettir.

Şekil 7.2'deki eğrilerin altında kalan alanlar deformasyon işini verir (= kuvvet x mesafe).

Enerji sınırlı tezgahlarda kullanılabilir enerji şekillenme yoluna bağlıdır; Örneğin, çok kısa şekillenme yollarında bile büyük kuvvetler elde edilebilir.

Kurs sınırlı makinelerde uygun koç kuvveti F_{st} şekillendirme yolu boyunca değişkenlik gösterir. Alt ölü koç pozisyonunda (Alt Ölü Nokta - AÖN) teorik olarak sonsuz büyüklüktedir.

Üç temel prensipte ana makine çeşitleri Şekil 7.3'de gösterilmiştir.



Şekil 7.3. Metal Şekillendirme İçin Ana Makine Çeşitleri

7.1.2. Enerji Sınırlı Tezgahlar

Enerji sınırlı tezgahlar, şekil verme işi için her bir darbe çevriminde tezgahın depolanmış çalışma kapasitesini kullanır, böylece tezgah gücü parça şekilleninceye kadar tüketilir. Enerji sınırlı tezgahlara örnek olarak çekiçler ve vidalı presler verilebilir.

7.1.2.1. Çekiçler

Çekiçler bir iş parçasını dövmek için hareketli bir koç ve kalıbın enerjisini kullanır. Dövme çekiçlerinde şekil verme hızı diğer dövme tezgahlarına göre oldukça yüksektir. Tek bir kalıp gravürü için birden fazla vuruş bu tezgahlar için karakteristik bir özelliktir.

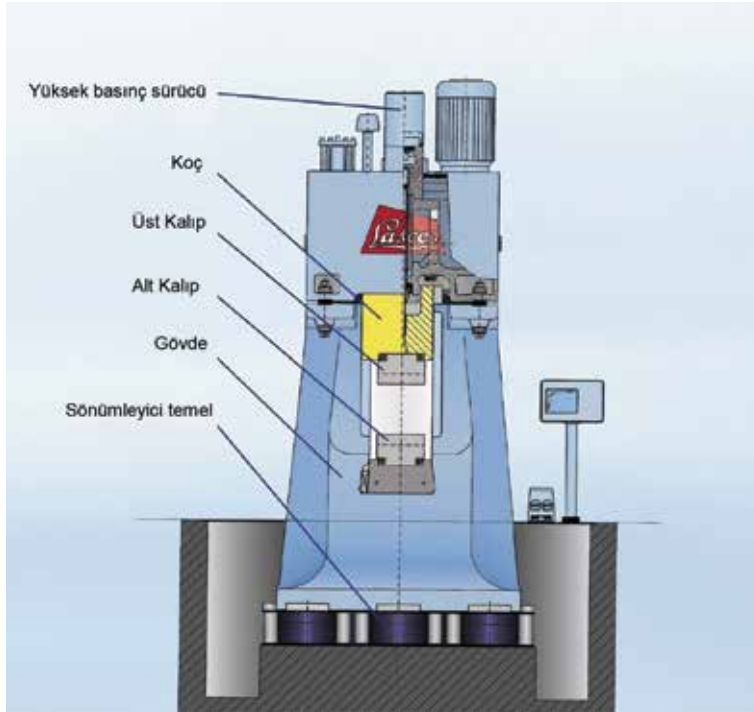
Çekiç vuruşu sırasında, iş parçası ile temas sonrasında koç hareketi kurs boyunca yavaşlarken enerji iş parçasının şekillenme enerjisine dönüştürülür. Enerji tamamen şekil değişimine dönüştürüldüğünde, koç durur.

Dövme çekiçlerinin silindir içindeki hidrolik ve pnömatik basınç yerine tamamen yer çekimi ile çalışan modelleri de bulunur, ama bu tür tezgahlar artık neredeyse hiç üretilmemektedir.



Şekil 7.1. Çekişte Üretilen Karakteristik Sıcak Dövme Parça Örnekleri

Karakteristik çekiç dövme parçaları Şekil 7.1’de gösterilmiştir. Modern bir hidrolik çekiç şematik olarak Şekil 7.4’de gösterilmiştir. Koç ve örs üst ve alt kalıp bloklarının bağlandığı kısımlardır. Silindir ve piston koçu belirli yüksekliğe kaldırmak için kullanılır. Güç silindiri hidrolik veya pnömatik basınç sayesinde dövme işlemine ilave enerji sağlamak için de kullanılır.



Şekil 7.4. Dövme Çekicinin Şematik Gösterimi

Dövme Çekiçlerinin Çalışma Prensibi

Bir dövme çekicinde, koç yükseltildiğinde, çalışma parçasını şekillendirmek için kullanılacak olan bütün enerji potansiyel enerji olarak depolanır. Sadece bu enerjini kullanıldığı çekiçler serbest düşmeli çekiç olarak anılır.

$$E = m.g.h \quad (1.2)$$

burada “m” koç ve üst kalıp kütlesi, “g” yer çekimi ivmesi, “h” düşme yüksekliğidir. Yer çekimi potansiyel enerjisi aynı zamanda pnömatik veya hidrolik basınç ile desteklenir.

$$E = m.g.h + p.A.h \quad (1.3)$$

burada pistondaki ilave basınç “p” ile ve piston alanı “A” ile gösterilmiştir.

Pnömatik çekiçlerde “p” basıncı her zaman kompresörden beslenen basınçtan azdır ve sistem içindeki kayıplardan dolayı çoğunlukla beslenen kaynak basıncının % 40-50 si arasında değişkenlik gösterir.

Koç düştüğünde, potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşür. Koçun kinetik enerjisi iş parçasında şekillenme işine ve aynı zamanda bir kısmı çekiçte elastik gerinime dönüştürülür.

Elastik enerji koçta, örste ve kalıplarda dağıtılır. Bu enerji daha fazla iş için yeniden kullanılmaz ve böylece verimsizlik olarak kayıptır.

Çekiçler yüksek hızda fakat iş parçası ile kalıp arasında çok az temas zamanı ile çalışırlar. Çoğu çekiç kalıpları çoklu gravüre sahiptir ve dövme için birden çok vuruşa ihtiyaç duyar.

Programlanabilir çekiç kontrolü iş parçasına verilen enerjinin kontrolü için kullanılabilir. Vurma hızı - enerjisi - kontrol vanaların zamanlamasıyla kontrol edilir.

Tüm çekiç tipleri için koçun alt konumu ve dolayısıyla dövme parça kalınlığı alt ve üst kalıpların öpüşme yüzeyleri ile belirlenir.

Çok geniş ve ağır dövme parçaların üretimi için, büyük deformasyon enerjisi gereklidir. Bu sebepten sabit örsü olmayan fakat karşılıklı hareket eden koçları olan karşı vuruşlu çekiçler kullanılır (Şekil 7.5).

Bu çekiçlerin avantajı, sert vuruşların makinenin temeline ve dolayısıyla zemine aktarılmaması nedeniyle makine sistemindeki titreşimlerin azaltılmış olmasıdır.

Çekiçlerin Avantajları

- Hızlı çevrim zamanlarıyla sonuçlanan çok kısa vuruş zamanları
- Kalıbın iş parçasını soğutmasına daha az neden olan kısa kalıp/iş parçası temas zamanı.
- Kalınlık doğrudan kalıp tasarımının sonucu olduğu için kalınlık süreç yeterliliği oldukça iyidir.
- Küçük çekiçlerle göreceli olarak büyük parçalar üretebilir.
- Çekiçlerde ince parçalar daha iyi dövülebilir.
- Çapak presinde gerekli kesme kuvvetinin azalmasını sağlayan, çapak hatlarının kalınlıkları nispeten daha azdır.



Şekil 7.5. Karşı Vuruşlu Dövme Çekicinin Şematik Gösterimi

- Çekiçlerde ön şekillendirme aynı kalıp bloğunda yapılabilir, fakat preslerde ön şekillendirmenin genelde ilave bir ekipmanda yapılması gerekir.
- Nispeten daha az yatırım maliyeti.

Çekiçlerdeki Kısıtlamalar

- Genellikle şekillendirme tamamlanana kadar bir kaç vuruş gerektirir,
- Koruyucular ile engellenmesi gereken yüksek gürültü seviyesi
- Çekiç kalıplarda iticiler yoktur, bu sebepten düşük kalıp açısı kolayca elde edilemez,
- Çekiç işlemlerinde otomasyon preslere göre daha zordur,
- Çekiç işlemlerinde genelde iş el ile yapılır.
- Uzun ekstrüzyon işlerinde kullanılamaz

7.1.2.2. Vidalı Presler

Vidalı presler de dövme çekiçleri gibi enerji sınırlı makinelerdir. Bir vidalı preste, dairesel hareket bir volandan alınır ve koçun lineer hareketine dönüştürülür. Çekiçlerdekine benzer olarak enerji iş parçasının şekillenmesi sırasında tamamen tüketildiğinde, koç durur.

Genellikle, volan doğrudan presin ana tahrik vidasına bağlıdır. Yükleme sırasında volan, somun kullanılarak koça bağlanmış olan vidayı döndürür ve bu sayede koçu aşağı iş parçasına doğru ilerletir.

Büyük boyutlu vidalı presler dakikada 7 ve 12 vuruş arasında çalışırken küçük presler dakikada 50 vuruş hızına kadar çıkabilir. Modern donanım ve kontrol sistemleri kullanıldığında vidalı preslerde koç hızı, kurs boyu ve enerji kullanımı numerik olarak programlanabilir.



Resim 7.2. Vidalı Preslerde Üretilen Karakteristik Sıcak Dövme Parça Örnekleri

Kompresör kanatları, dişliler, ortopedik implantlar ve el aletleri vidalı preste dövülebilir. Özellikle ince cidarlı hassas dövme parçaların üretiminde vidalı preslerde tercih edilir.

Vidalı Preslerin Çalışma Prensibi

Volanı döndürmek için elektrik motoru kullanılır. Genel olarak volanın dönüşü sürtünme plakası, dişli veya kayış sürücüsüyle elde edilir.

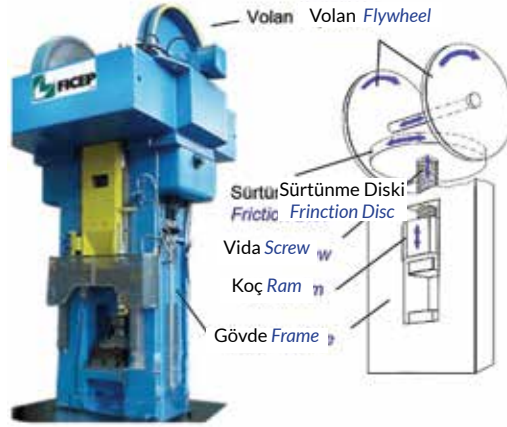
Volanın enerjisi, metal iş parçasının şekil değiştirmesini sağlayan faydalı iş olarak kullanılmak üzere vidanın hareketi ile lineer kinetik enerjiye dönüştürülür.

Koç kursun en alt seviyesine vardığında, vida terse doğru dönerek koçu üst ayar noktasına geri taşır.

Vidalı Pres Tipleri ve Kontrol Sistemleri

Vidalı preslerin bir çok farklı tipi bulunmaktadır. Farklılıklar öncelikle operasyon için enerjinin nasıl iletileceği ile ilgilidir. Bu türler:

- Friksiyon vida presleri,
- Kavrama ile çalışan vida presleri ve Doğrudan tahrikli vidalı presler Hidrolik tahrikli vidalı presler de (elektrik motorları yerine hidrolik motorlar kullanan) vardır, ama bunlar diğer türler gibi yaygın değildir.

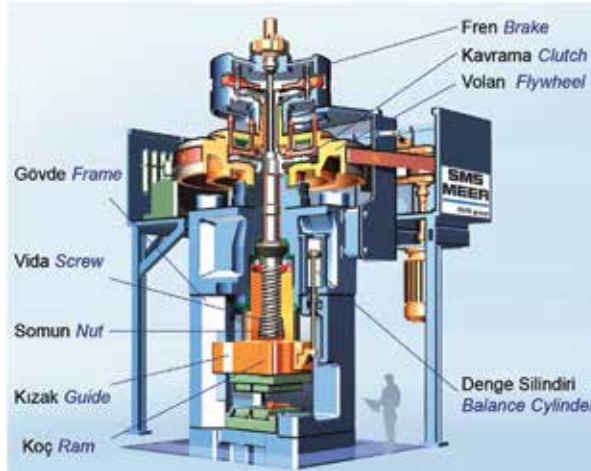


Şekil 7.6. Tipik Friksiyon Vidalı Pres Görünümü

Friksiyon presleri (bkz. Şekil 7.6) ince kesitli parçaları dövmek için çok uygundur, ancak sürtünme kayışlarının düzenli olarak değiştirilmesi gerekir ve büyük tonajlar için uygun değildir. Bu tip preslerde vidaya bağlı koçu aşağı ve yukarı hareket ettiren iki sürtünme diski aynı zamanda enerji depolama için volan görevi görür.

Kavramalı bir vidalı preste (bkz. Şekil 7.7) volan sürekli aynı yönde çalışır. Presin vidasına bağlı volanın içine yerleştirilmiş bir kavrama vardır. Kavrama devreye girdiğinde, dönme hareketi vidaya iletilir.

Kursun alt konumunda, kavrama sistemi devreden çıkar ve hidrolik motor vidayı ters yöne döndürür ve koçu kursun üst ölü noktasına geri yükseltir.



Şekil 7.7. Tipik Kavrama İle Çalışan Vidalı Presin Kesit Görünümü

Bu türdeki presler yüksek miktarda şekillendirme enerjisine sahiptir. Kursun %10'undan sonra en üst koç hızına ulaşabilirler ve koç kursunun yaklaşık %30'undan sonra tam kuvvet kapasitesine ulaşabilirler.

Doğrudan elektrik motoru tahrikli vidalı preslere örnek Şekil 7.8'de gösterilmiştir. Bu presler diğer volanla sürülen vidalı preslerden farklı olarak arada herhangi başka bir dişli grubu veya mekanizma olmadan motor ve sürülen vida arasında doğrudan bir kavrama ile çalışırlar.

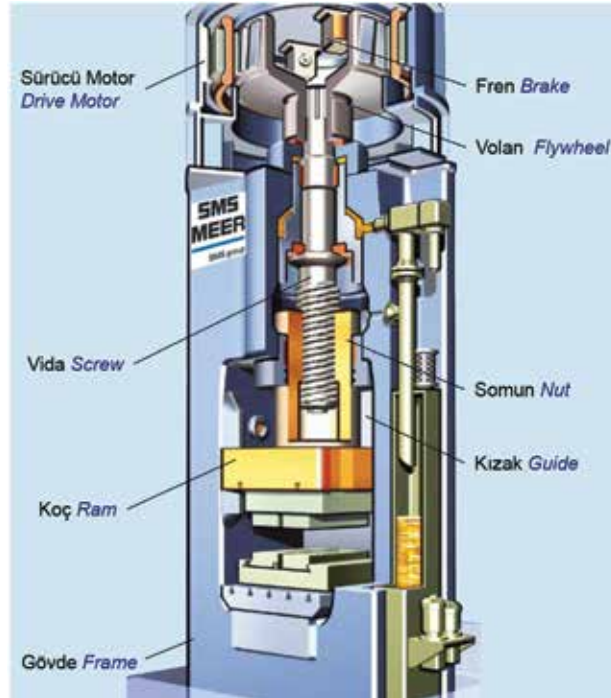
Doğrudan elektrik motoru tahrikli pres sürekli manyetik enerji yüklü bir rotora sahip senkron motor ile çalışır. Bu tip preslerde stator makina gövdesinin bir parçası iken, rotor volan diskinin bir parçasıdır. Bu tür vidalı preste motor enerjisini doğrudan volana aktarmaktadır. Kurs alt sınırına ulaşıldığında, motor volan dönüşünü tersine çevirir ve koçu kursun üst konumuna yükseltir.

Vidalı Preslerin Avantajları

- İnce parçaları yüksek hassasiyette dövme
- Ayarlanabilir koç alt ölü noktası
- Kalıp yükseklik ayarı gerektirmez
- Hassas kapalı kalıp dövme için uygundur
- Termal genleşmeyi telafi etmek için koçun yeniden ayarlanmasına gerek yoktur
- İş parçası temas zamanı kısadır, bu hidrolik preslere göre daha uzun takım ömrü sağlar
- Parça üzerinde birden fazla vuruş imkanı
- Yük altında koç sıkışması (bindirme) oluşmaz
- Hızlı ve verimli enerji kullanım imkanı

Vidalı Preslerin Kısıtlamaları

- Merkezden kaçık yükler için kısıtlı kullanım
- Eksantrik veya krank millî mekanik preslerden daha yavaş koç hızı



Şekil 7.8. Doğrudan Tahrikli Vidalı Presin Kesit Görünümü

- Eksantrik şaftlı mekanik preslere göre daha fazla gürültü oluşturur
- Diğer mekanik preslere göre zemine ve temele daha yüksek titreşim iletimi
- Otomasyon için çok uygun değil

7.1.3. Kuvvet Sınırlı Tezgahlar

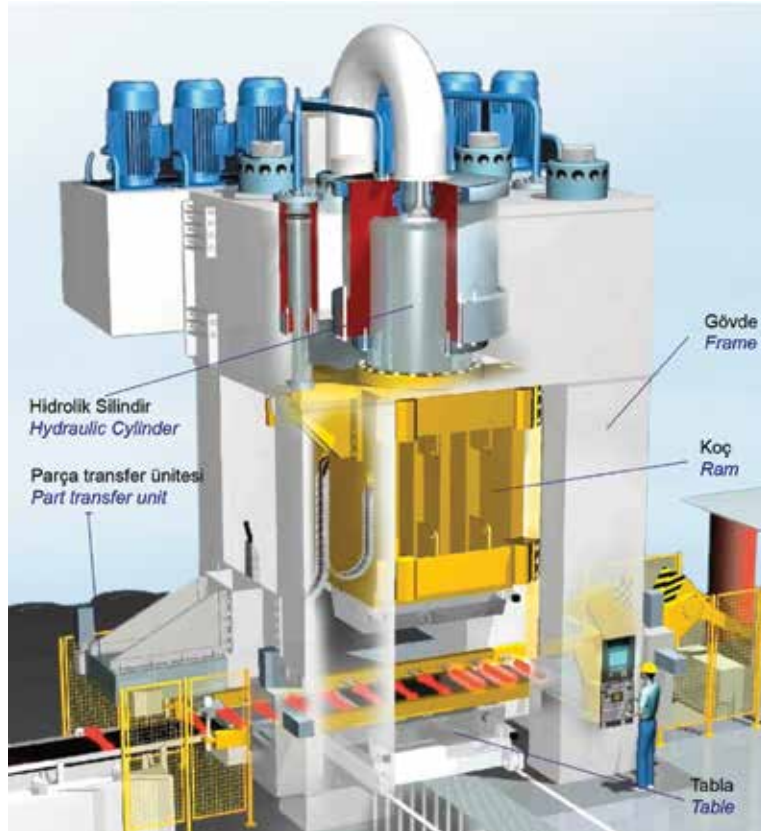
Kuvvet sınırlı tezgahlar tahrik prensiplerine göre bütün koç kursu boyunca sabit koç kuvvetine sahiptirler. Hidrolik presler bunların tipik bir örneğidir.

7.1.3.1. Hidrolik Presler

Hidrolik presler koçun bağlı olduğu hidrolik silindire basınç uygulamak için sıvı akışkan kullanırlar. Bu basınç silindirin dolayısıyla koçun hareketiyle sonuçlanır. Koçun hızı ve kuvveti uygun bir kontrol sistemiyle kolaylıkla düzenlenebilir.

Hidrolik presler genellikle çekiç ve mekanik preslerden çok daha düşük hızlarda çalışırlar. Bu düşük çalışma hızı iş parçasında göreceli olarak düşük deformasyon hızlarında şekil değiştirmeye neden olur. Şekil 7.9'da bir hidrolik pres genel olarak görülmektedir. Ana bileşenler bu resimde gösterilmiştir.

Hidrolik presler genelde uzun parçaların ekstrüzyonu için daha uygundur. Hidrolik presler sıklıkla alüminyum ve titanyum alaşımları gibi deformasyon hızına oldukça duyarlı malzemeleri dövmek için kullanılır. Ayrıca nikel bazlı süperalaşımlar gibi yüksek dayanımlı alaşımlar için de kullanılır.



Şekil 7.9. Ana Bileşenlerle Hidrolik Pres Görünümü

Hidrolik Pres Kontrol ve Tahrik Sistemleri

Hidrolik pres yağ basıncı tipik olarak 200-400 bar arasındadır. Doğrudan pres koçunun hızını etkileyen hidrolik yağ akışını değiştirmek için kontrol valfi kullanılır.

Valf tamamen açıldığında, pres koçu güç grafiğine bağlı olarak hızla hareket edecektir. İş parçasını sabit bir kuvvette dövme işlemi, kontrol valfinin kapanmasıyla yağ akışının kontrolü ile sağlanabilir.

Günümüzde, bu valfin kontrolü operatöre koç hızını ve son pozisyonunu ayarlamasına izin veren nümerik kontrol ile yapılır.

İki ana akışkan tahrik sistemi vardır:

- Doğrudan tahrik
- Akümülatörlü tahrik

Doğrudan tahrik sisteminde, akışkan pompadan silindire doğrudan akar. Burada pompa kapasitesi presin üretebileceği gücü belirler. Yetersiz pompa kapasitesi, uzun ekstrüzyon işlemlerinde düşük sistem basıncına ve vuruşun tamamlanamamasına neden olur.

Akümlatör tahrikli sistemlerde, basınçlı akışkan, tank veya içinde, sıkıştırılmış nitrojen gazı bulunan akümülatörde depolanır. Büyük akümülatör sistemleri, ihtiyaç duyulan gücün pompa kapasitesini aştığı durumlarda tercih edilir. Diğer bir deyişle, akümülatör sistemleri çekiç veya vidalı preslerde benzer bir konsept ile enerjiyi depolamak için kullanılır.

Günümüzde, ileri kontrol sistemleri operatöre hidrolik presin kullanımında büyük esneklik sağlar. Bu sistemler, iş parçası şekil değiştirirken, hızın, koç pozisyonunun, dövme kuvvetinin veya ortalama deformasyon hızının tam olarak doğru şekilde kontrol edilmesini sağlar.

Hidrolik preslerde yüksek koç hızlarına imkan tanıyan gelişmeler bu preslerin bir çok kritik uygulamada kullanımını mümkün kılar.

Hidrolik Preslerin Avantajları

- Özellikle ekstrüzyon uygulamalarına olanak tanıyan uzun kurs ve gün ışığı açıklığı.
- Dövme kursu boyunca tam kapasite tonaj kullanımı imkanı.
- Gelişmiş koç hızı kontrolleri kullanılabilme imkanı.
- Tam veya kısmi yükte uzun süre bekletebilme imkanı.

Hidrolik Preslerin Kısıtlamaları

- Hidrolik presler, düşük hız ve uzun kalıp temas süreleri sebebiyle çapaklı çelik dövmeleri için tercih edilmez.
- Yüksek üretim hızları gerektiği zaman tercih edilmezler (Örneğin yüksek hacimli otomotiv parçaları dövme).
- Hidrolik presin koç hızının daha yavaş olması, uzun kalıp temas süreleri nedeniyle iş parçasının soğumasına yol açar.

7.1.4. Kurs Sınırlı Tezgahlar

Kurs sınırlı tezgahlar önceden belirlenmiş sabit yol-zaman eğrisine sahiptirler. Kurs sınırlı dövme tezgahları kendi içinde iki gruba ayrılır:

- Doğrusal hareketli tezgahlar
- Döner hareketli tezgahlar

Bu grup tezgahlar genel tabirle mekanik presler olarak anılır. Mekanik dövme presleri volandan gelen dairesel hareketi üzerine üst dövme kalıbının bağlandığı koçun doğrusal hareketine dönüştürür. Kurs diye adlandırılan koç hareket boyunun sabit olması preslerin tipik özelliklerindendir.

Mekanik presler geniş çeşitlilikte dövme parça üretebilme kapasitesine sahiptirler. Sabit kurs- ta çalışmalarından dolayı makinenin yük kapasitesinin altında, emniyette kalmak için uygun kalıp tasarımı ve uygun başlangıç malzemesi boyutları önem taşır.



Resim 7.3. Hidrolik Preslerde Dövülen Şanzıman Milleri ve CNG Tüpleri

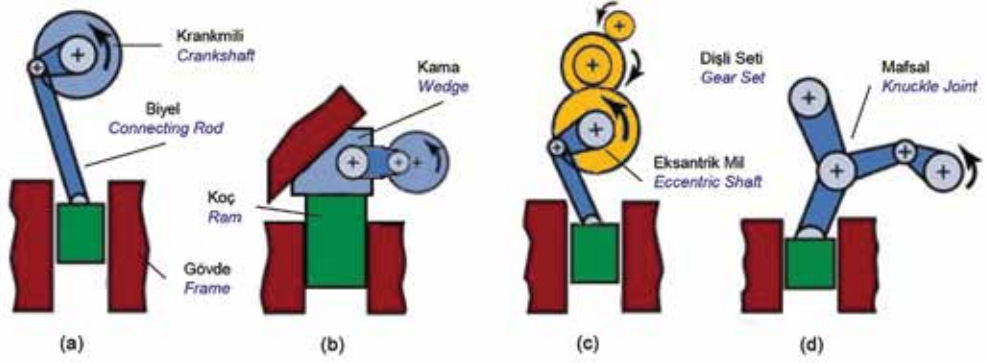
İş parçası ile kalıp arasındaki temas zamanı dikkate alındığında mekanik presler çekiçlere göre daha yavaş (daha fazla temas süresi) hidrolik preslere göre daha hızlı (daha kısa temas süresi) çalışırlar.

Sabit mesafelerde tekrarlanabilir hareketler sayesinde, otomasyon mekanik preslere kolaylıkla entegre edilebilir.

Eksantrik milin dönme hareketini koçun doğrusal hareketine dönüştürmek için çeşitli mekanizmalar kullanılır.

Burada mekanik preslerin en yaygın kullanılan başlıca türlerine değinilecektir, bunlar:

- a) Krank millî pres,
- b) Kamalı pres,
- c) Eksantrik pres,
- d) Mafsallı pres

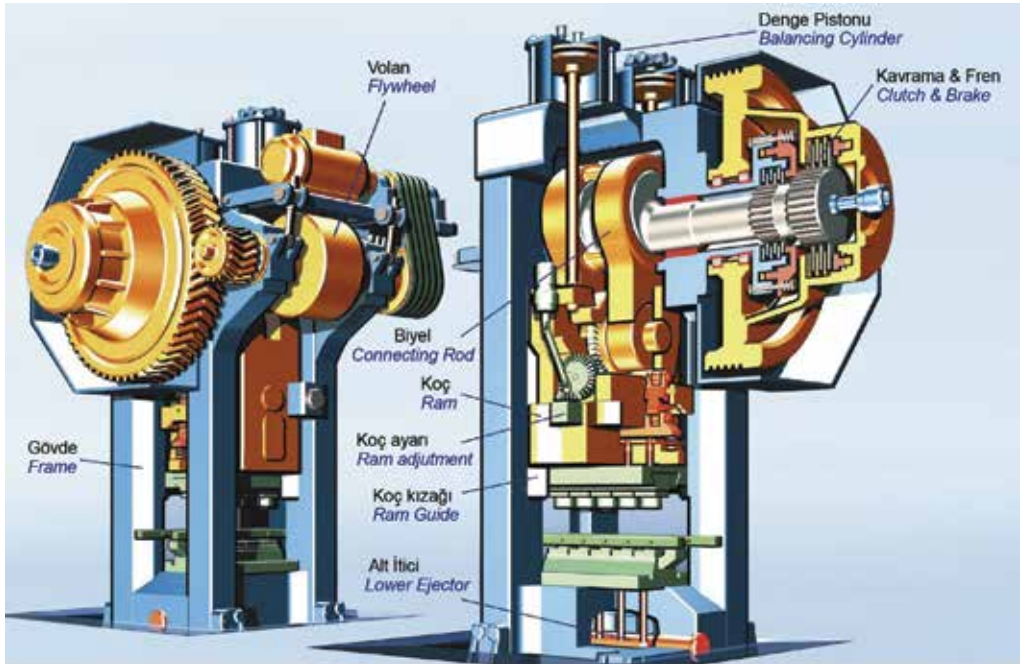


Şekil 7.10. En Yaygın Kullanılan Mekanik Pres Çeşitleri

Bundan sonraki bölümlerde yukarıdaki mekanik pres türlerinin özelliklerine değinilecektir. Buna ilaveten krank preslerin bir başka türü olarak kullanımı yaygınlaşan otomatik yatay presler ve servo preslere de değinilecektir.

7.1.4.1. Krank Milli Presler

Bu preslerde genelde motor kayış, kasnak bağlantısı ile volanı çevirir. Volan kinetik enerjisini kavrama fren ünitesi ile krank miline doğrudan aktarabileceği gibi Şekil 7.11'de görüldüğü şekilde bir pinyon ve dişli üzerinden de aktarabilir. Krank miline bağlı biyel kolu -pitman- krankın dönme hareketini koçun doğrusal hareketine çevirmeye yarar.



Şekil 7.11. Krank Milli Bir Presin Ana Parçalarıyla Birlikte Şematik Gösterimi

Tek veya çift biyel kollu olarak tasarlanmış presler bulunmaktadır. Çift biyel kollu tasarım geniş, preslerde orta eksenden kaçık yüklerden kaynaklanan koç devrilmesini sınırlar.

Krank milli preslerde koç hızları dakikada 50-80 vuruşlara kadar çıkabildiği için iş parçası kalıp temas süresi diğer mekanik preslere göre daha hızlıdır. Bu özelliklerinden dolayı bu tip presler daha çok büyük güç gerektiren sıcak dövme işlemlerinde kullanılır.

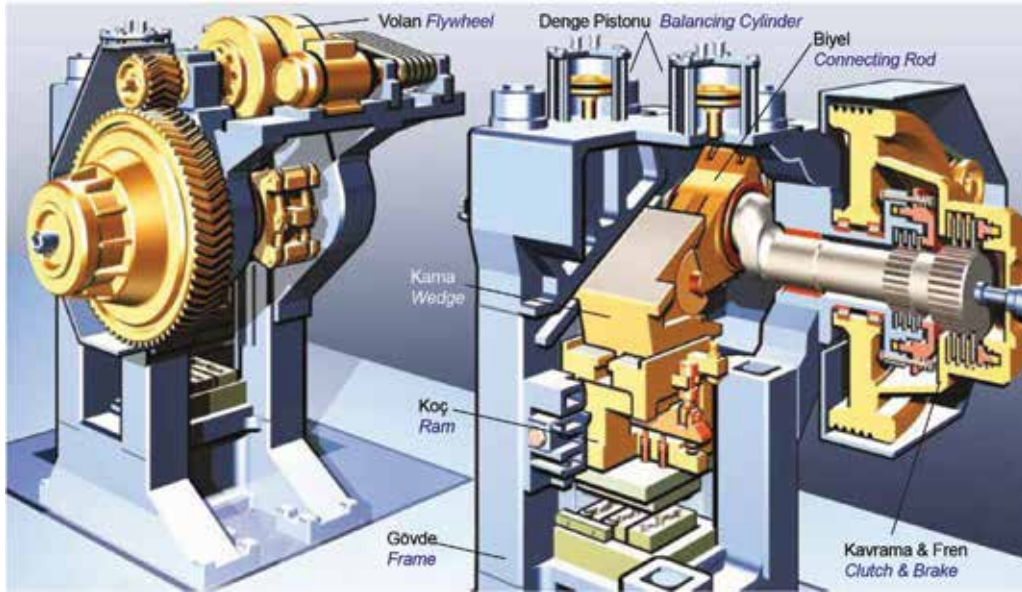
Dinamik denge için, aşağı ve yukarı hareketli kalıp tutucu -hamil- ve kalıpları içeren pres bileşenlerinin ağırlıkları pnömatik denge silindirlerinde oluşturulan değişken hava basıncıyla dengelenir.

Denge silindirleri kuvvet yolunda sıralanan bileşenlerin yatak boşluğunu en aza indirir, böylece doğrudan bağlantılı pres elemanlarının darbe yükünü azaltarak dövülen parçaların hassasiyetini pozitif etkiler.

Alt ve üst iticiler koç hareketine bağlı tahrik edilebildiği gibi bağımsız olarak hidrolik tahrikli de olabilir. Koç hareketine bağlı mekanik iticiler, daha hızlı ve uyumlu çalışması nedeniyle daha fazla tercih edilir.

7.1.4.2. Kamalı Presler

Şekil 7.12'de kamalı bir presin kesit görünümü bulunmaktadır. Kamalı pres kullanım sırasında üstün hassasiyet sunan kapalı kalıpta dövme presidir. Öne çıkan özellikleri dövme yönünde düşük termal esneme ve koçunun her yönde devrilmeden konumunu koruyabilmesidir. Presin düşük geri esnemesi en yüksek baskı altında durma süresinin düşük olmasını sağlar.



Şekil 7.12. Kamalı Bir Presin Ana Parçalarıyla Birlikte Şematik Gösterimi

Koç, krank mili ve pitman kolu ile makine gövdesi ve koç arasındaki yatay hareket eden bir kama ile tahrik edilir.

Yüksek eksantrik yük taşıyabilme kabiliyeti ve koç devrilme direncinden dolayı kamalı presler uzun parçalarda, dar kalınlık ve kaçıklık toleransları talep edildiğinde tercih edilir.



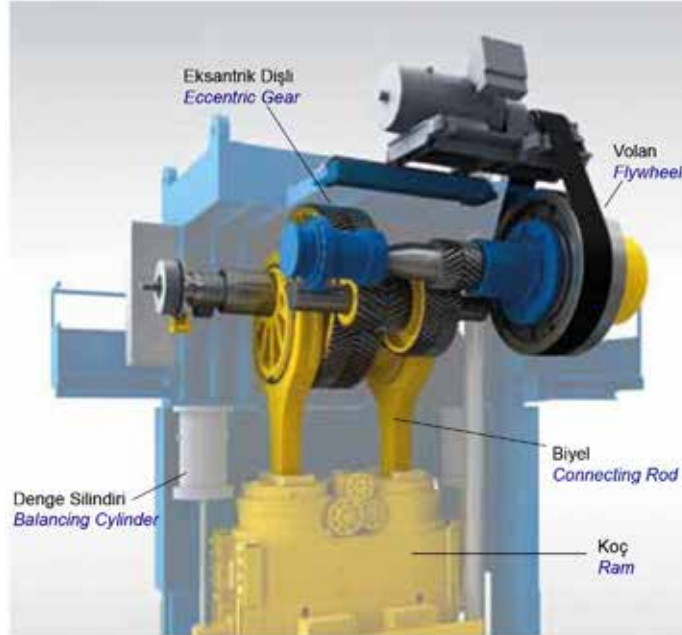
Resim 7.3. Krankmilli ve Kamalı Preslerde Dövülen Parça Örnekleri

7.1.4.3. Eksantrik Presler

Resim 7.3'de tipik bir eksantrik pres örneği görülmektedir. Eksantrik preslerin çalışma prensibi gerçekte krank milleri preslere çok benzer. Krank mili bir eksantrik dişli veya dişli seti ile tahrik edilen mil ile yer değiştirmiştir. Volanın dönme hızı gerekli durumlarda kademeli dişliler ile düşürülerek biyel kolunun bağlı olduğu eksantrik miline aktarılır. Eksantrik pres 400 mm'yi aşan uzun kurslara, dakikada 15-30 vuruş hızlarında ihtiyaç duyulduğunda kullanışlıdır.

Büyük tahrik dişli oranları, pres düşük hızlarda çalışırken bile, volanın yüksek hızı korunduğu için koçun kursu boyunca yüksek yük taşıyabilmesine imkan tanır.

Bu özelliklerinden dolayı ağır yük işlerinde, bilhassa yüksek dayanım çeliklerinin preslenmesinde, ekstrüzyon ve tam kapalı dövme işlemlerinde kullanımları iyidir.



Şekil 7.13. Eksantrik Bir Presin Ana Parçalarıyla Birlikte Şematik Gösterimi



Şekil 7.14. Eksantrik Preslerde Dövülen Parça Örnekleri

Diğer preslere göre daha yumuşak ve yavaş koç hareketi olması bu tür presleri özellikle soğuk ve ılık dövmede daha kullanışlı yapar. Eksantrik presler, ana dövme tezgahı olarak kullanımları yanı sıra çapak kesme ve delme işlemleri için de kullanılır.

7.1.4.4. Mafsallı Presler

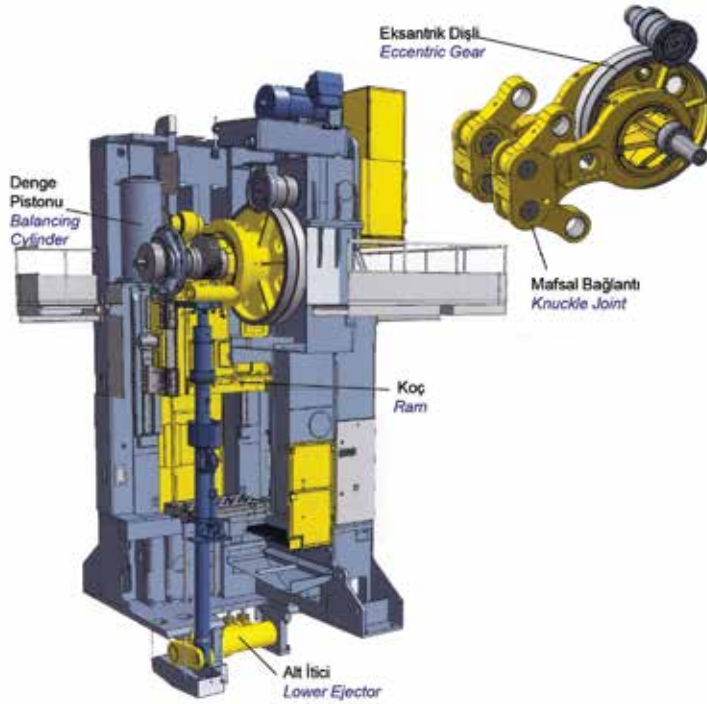
Mafsallı pres, motorun enerjisini güçlü bir bağlantı tasarımı ile koça aktarır. Bu tasarım, nispeten küçük bir krank yükü ile yüksek kuvvet uygulama yeteneğine sahiptir.

Mafsallı preste, kurs boyunca koç hızı alt ölü merkeze yaklaşırken diğer mekanik preslere göre-celi olarak çok daha hızlı yavaşlar. Optimum kuvvet akışı sağlayan kuvvet aktarma unsurları ile çok düşük esneme özellikleri olan son derece dayanıklı bir dövme ekipmanı olarak bilinir.

Bu özellikten dolayı bu tip presler soğuk dövme, damgalama ve kalibre etme işlemlerinde başarılı bir şekilde kullanılır, sıcak şekillendirme operasyonlarında tercih edilmez.

Şekil 7.15'de mafsallı bir pres örneği ve detaylı mafsal mekanizması görülmektedir.

Bu şekilde ayrıca eksantrik miline mekanik bağlantılı alt itici düzeneği de görülmektedir.



Şekil 7.15. Mafsallı Bir Presin Ana Parçalarıyla Birlikte Şematik Gösterimi

Mekanik Preslerin Avantajları

- Sabit kurstan dolayı koçun vuruş, yükseklik pozisyonu tekrarlanabilir.
- Mekanik presler, volanda depoladıkları fazladan enerji sayesinde sürekli tekrarlanabilir hızda dövme vuruşuna imkan tanırırlar.
- Mekanik preslerde yüksek dövme adetlerine ulaşılabilir.
- Mekanik preslerde otomasyon kolaylıkla uygulanabilir.

Mekanik Preslerin Kısıtlamaları

- Mekanik presler genellikle uzun deformasyon kursu gerektiren (Örneğin toplam mevcut kurs uzunluğunun %25'inden büyük) dövme parçalar için kullanılmaz.
- İnce kesitlerde hızlı soğuma sonucu oluşan yüksek yükler nedeniyle, ince kesitli dövmeler mekanik preslerde tercih edilmez.
- Genellikle, hidrolik preslerde kullanılan sıcak kalıp uygulamalarına (250 °C'den fazla) uygun değildir.

7.2. Dövme Ekipmanlarının Bakımı

Dövme çekiçleri ve preslerinin uzun vadeli performansını korumanın ve bakım maliyetlerini azaltmanın en önemli unsurlarından birisi tezgah temelidir.

Deneyimli dövmehane bakım personeli, pres veya çekicin çalışmasındaki anomaliliklerin ve den-gesizliklerin giderilmesi için tezgah bileşenlerinin (alt tabla, şabot, yan kolonlar vs) sökölmesinin, yeniden işlenmesinin ve kurulmasının ne kadar zahmetli ve maliyetli bir iş olduğunu iyi bilir.

İyi tasarlanmış bir tezgah temeli, makinenin sağlamlığını ve düzlüğünü korurken, statik ve dinamik makine yüklerini zemine etkili bir şekilde aktaracaktır. Dövme tezgah temelleri betonarme blok şeklindedir ve makineden daha geniştir.

7.2.1. Çekiçlerin Bakımı

Dövme çekiçleri 100 yılı aşkın bir süredir imalatla kullanılmaktadır. Oldukça etkili bir dövme makinesidirler ve günümüzde birçok operasyonda kullanılmaya devam etmektedirler.

Dövme çekiçleri "kendi kendini tahrip eden ekipmanlar" olarak anılır ve genellikle yüzlerce metre uzakta hissedilebilecek çok yüksek titreşim seviyelerine neden olur. Bir çekiç darbesinden kaynaklanan dinamik yükler zemin toprağı kaydırabilir, çökmesine ve çekicin eğilmesine neden olabilir. Bu durumda temelin onarımı veya yeniden inşaaı çok zor ve maliyetlidir.

İlk geliştirilen havalı ve buharlı çekiçlerden yakın geçmişe kadar çekiç temellerinde titreşimi sönmölemek için kalın ahşap kalas paketleri kullanılırdı. Zamanla çöken, kırılan bu kalaslar yenilenir, altta bulunan beton bloğun hasarlanması önlenmeye çalışılırdı. Artık günümüzde gelişmiş temel sönmöleyicileri sayesinde çekiç darbesi ile oluşan titreşimlerin temele iletilmesi önlenir. Bu sönmöleyiciler sayesinde temel blokları da daha küçük ve ekonomik inşaa edilebilir.

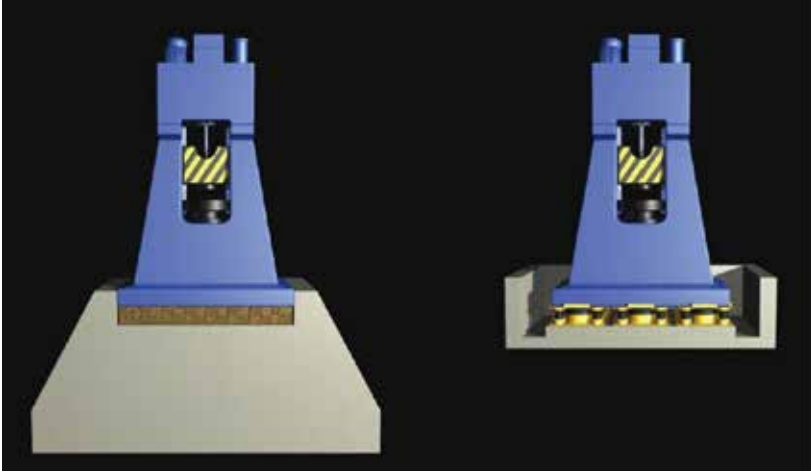
Çekiçlerin çalışma prensibi doğrudan koç ve kalıp ağırlığının yerçekimi doğrultusunda dik düşme prensibine dayandığı için koç ve gövde arası kızakların dikliği, koç ve alt hamil kalıp oturma düzlemlerinin paralellığı önemlidir.

Her ne kadar hareket serbestisi sağlayan titreşim sönmöleyiciler kullanılsa da çekis, şabotunun ve alt bloğunun yerleştirildiği alt zemin düzlemselliğinde dar toleranslar aranır.

Aşağıda Tablo 7.1'de orta büyüklükte (63 - 100 kJ) bir çekicin kurulumunda dikkat edilmesi gereken diklik ve düzlemsellik toleransları verilmiştir. Çekicin büyüklüğü ve türüne göre çekiç imalatçısının belirttiği değerler öncelikle esas alınmalıdır.

7.2.1.1. Şabot ve Hamil

Şabot, çekicin yan sütunlarını ve alt kalıp hamilini bir arada tutan bloktur. şabotun üst yüzeyi aşırı kuvvetlere maruz kalır. En sık görülen aşınma ve hasar bölgesi hamil (kalıp tutucu) oturma yüzeyidir. Hamil kama ile oturma yüzeyinde sıkıca tutulmalıdır. Hamil gevşerse çalışma sırasında hareket etmeye başlar ve bu sürekli hareket sonunda oturma yüzeyinde aşınma ve kırılmaya yol açacaktır.



Şekil 7.16. Eski Tip Ahşap Kalaslı ve Yeni Tip Sönümleyicili Temel

Tablo 7.1. Çekiç Kurulumunda Dikkat Edilmesi Gereken Diklik ve Düzlemsellik Değerleri		
Temel düzlemselliği	± 0.5 mm	
Temel yüzeyi seviye farkı (düzlük)	1/1000	
	sol-sağ	$< 0.2/1000$
Kalıp oturma yüzeyi düzlüğü	ön-arka	$< 0.2/1000$
	sol-sağ	$< 0.2/1000$
Piston çubuğu ve yan sütun kızak dikliği	ön-arka	$< 0.2/1000$

Hamil ile şabot arasında, hamilin yerinde tutulmasına yardımcı olan bir lokma bulunmaktadır. Hamil çalışma sırasında hareket ederse kama ve eşleşen kama yuvaları aşırı derecede aşınacaktır.

Çekiçlerde en önemli önleyici bakım unsurlarından birisi, hamilin, kamaların ve lokmanın şabota uygun şekilde takılmasıdır. Eşleşen yüzeylerin birbirine asgari %80 oranında teması sağlanmalıdır.

Dövme çekiçleri ağır bir ortamda çalışır. Çalışan parçalar, tufala ve her türlü kirlenmeye maruz kalır. Özellikle montaj işlemleri sırasında öpüşen oturma yüzeyleri mümkün olduğunca temiz tutulmalıdır.

Çalışma sırasında çekiç gövdesinde aşırı gevşeme olduğu tespit edilirse, üretim durdurulmalı ve mümkün olan en kısa sürede düzeltilmelidir. Çekiç gevşek bir durumda ne kadar uzun süre çalıştırmaya devam edilirse oluşacak hasar o kadar büyük olur.

Tablo 7.2: Çekiç Yan Sütun ve Koç Arası Kızak Boşlukları

Koç kızak boşluğu	üst ölü noktada sol-sağ toplam	0.5 - 0.8 mm
	alt ölü noktada sol-sağ toplam	0.2 - 0.5 mm

7.2.1.2. Silindir - Piston, Koç - Yan Sütun Kızakları

Dövme çekicinin tahrik ünitesi (hidrolik veya pnömatik) makinenin üst kısmında bulunur. Eski-den pnömatik, buharlı kullanımlar artık günümüzde yerini nümerik kontrol edilebilen hidrolik sistemlere bırakmıştır.

Kurulum aşamasında piston ile çekiç yan sütun kızakları eşmerkezliliği ve koç kızak çalışma boşluğu uygun ayarlanmazsa, çekiç koçu yatay yönde gezer, bu da silindir - piston arasında ve koç - yan sütun kızaklarında istenmeyen aşırı yanal yükler ve sürtünme oluşturur. Bu durum, piston segmanlarının, silindir gömleğinin ve koç kızaklarının çabuk aşınmasına neden olur.

Çalışma sırasındaki yağlama eksikliği, tufal vb aşındırıcıların nüfuz etmesi sonucu da silindir ve piston yüzeylerinde koç ve yan sütun kızaklarında aşırı aşınma ve yüzey hasarları görülür.

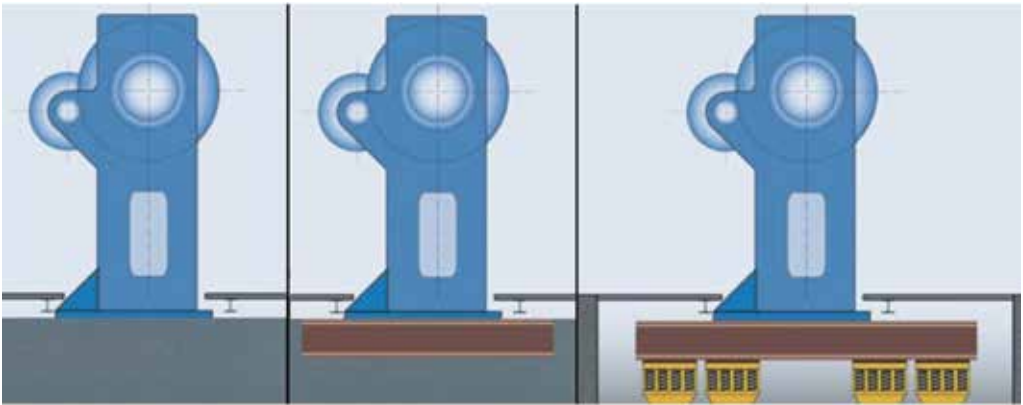
Önleyici bakım kapsamında silindir durumu periyodik olarak incelenmelidir . Silindir, piston çu-buğu ve koç kızakları mümkün olduğunca temiz ve uygun şekilde yağlanmış, halde tutulmalıdır.

Piston çubuğunun, koçun ve kılavuzların günlük görsel muayenesi normal çalışma prosedürlerinin bir parçası olmalıdır. Kurulum sırasında çok iyi bir ayar yapılsa bile dövülen parçanın oluşturduğu yanal yükler nedeni ile hızlı aşınma ve bozulmalara karşı tedbir almak için koç kızak boşluklarının aşağıda Tablo 8.2'de belirtilen aralıklar arasında olması günlük veya üretim başlangıcı kontrol listelerinde bulunmalıdır.

7.2.2. Mekanik Pres Bakımı

Uygun temel tasarımı ve inşaatı mekanik preslerde de iyi bir koruyucu bakımın ilk gerekliliklerinden birisidir. Dövme çekiçlerinden farklı olarak, mekanik pres malzemeyi düşük hızlarda yüksek kuvvetlerle şekillendirirken daha düşük titreşim seviyeleri oluşturur.

Çekice kıyasla daha yavaş koç hızları olsa da dövme presinde ağır koç kütlelerinin 0,05 ila 0,10 saniye gibi kısa zaman aralıklarında harekete geçirilmesi gerekir. Bu hızlanma sırasında vo-



Şekil 7.17. Eski Tip ve Yeni Tip Sönümleyicili Temel

landan gelen kinetik enerjinin kavrama ile kranka aktarılması sırasında gövdede ön-arka veya sağ-sol veya burulma momentleri oluşturur.

Gövdede oluşan bu yükler, gövdenin temel üstünde gezmesine, ankraj saplamalarının kırılmasına veya temel beton bloğunun çökmesine ve kırılmasına sebep olabilir.

Pres imalatçısının belirleyeceği temel tasarımı ile birlikte presin kurulduğu bölgedeki zemin koşulları dikkate alınarak presin ömrü boyunca hasar görmeyecek bir temel inşaatı farklı mühendislik disiplinlerinin uyumlu çalışmasını gerektirir. Pres büyüklüğü ve türüne göre değişmekle birlikte Şekil 7.17'de görüldüğü gibi pres gövdesi doğrudan beton blok üzeri veya sönmüleyici paketi üzerine yerleştirilebilir. Betonarme temel bloğu demir donatısı ile sabitlenmiş, çelik konstrüksiyon platform üzerine yerleştirme de sık görülen uygulamalar arasındadır.

Mekanik presi oluşturan bazı alt bileşenlerin bakımında dikkat edilmesi gereken noktalar aşağıda ayrı başlıklar altında sunulmuştur

7.2.2.1. Hava Sistemleri ve Denge Silindiri

Hava Sistemleri mekanik preslerin sağlıklı çalışması için en önemli unsurlardan birisidir. Pres operatörlerinin güvenliği, uygun bakım ve işletim sistemlerine bağlıdır. Hava sisteminin herhangi bir parçası sızdırıyorsa veya düzgün çalışmıyorsa, derhal bakım sorumlusuna bildirilmelidir.

Tüm presler, hava basıncı çok düşükse presin çalışmasını önleyecek en azından elektronik olarak izlenen hava basınç algılayıcıları ile donatılmalıdır.

Hava sistemlerinin çalıştığından ve doğru basınçlara ayarlandığından emin olunmaması, pres tahrik sisteminin diğer parçalarında büyük hasara neden olabilir.

Tüm preslerde kalıp ve koç ağırlığını dengelemek için gerekli denge silindiri için bir basınç göstergesi, ayar regülatörü bulunmalıdır. İmalatçı tarafından tavsiye edilen basınç aralığında çalışmamak, presin yatak ve mekanik aksamında ciddi hasarlara sebep olabilir

Preslere sağlanan endüstriyel hava temiz ve kuru olmalıdır. Çalışılan coğrafya ve mevsim koşullarına göre belirlenecek aralıklarda hava depolama tankları ve sistem içinde yoğunlaşma kaynağı su dışarı atılmalıdır.

Denge Silindirleri, pres yataklarında boşlukların "şok yükünü" önlemek için koç/pitman/ana yatak bileşenlerini sıkıca yukarıda tutar. Dengeleme basıncı düşük olursa bu şok yükü her vuruş sırasında yatak ve millerde aşınmayı hızlandırır. Öte yandan, aşırı yüksek denge basıncı pres için aynı derecede kötüdür. Bu durum presin vuruş sırasında ihtiyaç duyulan volan enerjisi tüketir ve presin alt ölü noktada sıkışması riskini artırır.

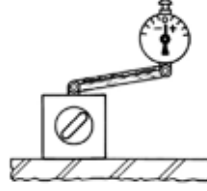
Her iki durum da dişlilerde, kavrama ve fren sistemlerinizde aşırı aşınmaya neden olur. Uygun basıncı ayarlamak pres için en iyi çalışma koşullarını sağlamak demektir.

Uygun hava dengeleme basıncını ayarlamanın birkaç yolu vardır.¹

İlki, koçu yavaşlatmayı içerir. Bir komparatör göstergesini koçun alt yüzüne dik olarak monte edin. Üst kalıp koça monte edilmiş ve pres alt ölü noktadayken sistemdeki havayı boşaltılır. Gösterge hareketi kaydedilir. Ardından hava yolu yavaşça açılarak ve denge silindiri gösterenin hareket etmeyi bıraktığı noktaya kadar doldurulur. Gösterge ibresinin durduğu basınç değeri presin mil ve yataklarındaki boşlukların giderilmiş olduğu seviyeye karşılık gelir. Bu aşamada tespit edilen basınç en uygun denge basıncıdır.

Çok sık kullanılan ikinci yöntem, ana motorunun elektrik besleme hattında bir ampermetre kullanmaktır. Bu yöntemle ampermetre ana motorun bir fazına bağlanır. Motor tam hızda çalıştırılır.

¹Bu bölümde FIA Magazine, May 2023, "Air Counterbalances: A Matter of Cost" by Peter Campbell Chris Webster makalesinden alıntı yapılmıştır



Şekil 7.18. Koç Hareketini Ölçmek İçin Kullanılabilir Bir Komparatör

Pres fren açık olarak sürekli moda alınır. Denge basıncı değiştirildikçe amperaj dalgalanacaktır. Amaç amperaj dalgalanmasını en aza indirmektir. Çok fazla basınç koçun aşağı vuruşu sırasında amper değerinin yukarı çıkmasına neden olur. Şayet Denge silindiri basıncı yeterli değilse koçun yukarı vuruşu sırasında amper değeri yukarı çıkacaktır.

Üçüncü yöntem, KW RMS (etkin güç değeri) ölçüm yeteneğine sahip bir Güç İzleme Grafik Sistemi kullanmaktır. Bu yöntemde, ana motorun elektrik besleme uçlarına 3 fazlı pensli akım trafosu ve 3 fazlı voltaj probu bağlanır. KW değeri ölçme ve 3 fazlı monitörleme, ampermetre yöntemine göre daha kesin ve iyi bir yöntemdir. Bir önceki tarif edilen Amper değeri ölçüm yöntemine çok benzer şekilde, bu sistem bağlandığında, pres sürekli modda çalıştırılır ve hava basıncı motorun en tutarlı şekilde çalıştığı bir noktaya kadar ince ayarlamak için KW değeri izlenir. Çıktı bir grafik ve dijital sayı olacaktır. Sabit bir grafik ve sayı demek, en iyi hava karşı denge basınç ayarı demektir.

Dördüncü yöntem, motoru sürekli izlemek için bir akım dönüştürücüsü ile PLC girişine sahip bir PLC kontrol sistemi kullanmaktır. Herhangi bir zamanda bir dengesizlik oluşursa, operatörü veya bakımı uyarmak için bir uyarı tetiklenebilir. Bu kalıcı bir çözümdür ve pres sağlığı için uyarılar ve alarmlarla karşı denge basıncının uygunluğu sürekli olarak izlenebilir. Bir PLC sistemi içindeki bir diğer yöntem ise bir değişken frekans sürücüsü kullanmaktır. Bu, sürücünün koçun konumuna göre güç izleme ve dinamik yük kontrolü sağlayacaktır. Bu sistemle, krankın 360° dönüşü boyunca koç konumunun her seviyesindeki yük izlenebilir. Yüklerdeki dalgalanmalar karşı dengeleme basıncında uygun nokta bulunarak azaltılır.

Hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın koçun üzerindeki kalıpların yani, koç üzerindeki ağırlığın değişimine göre denge basıncı yeniden ayarlanmalıdır.

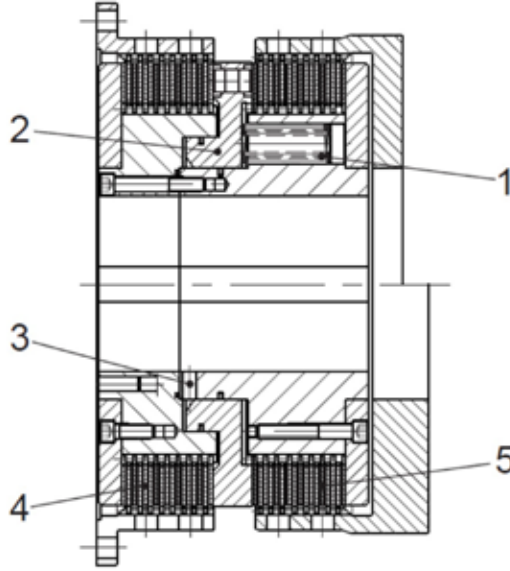
7.2.2.2. Kavrama ve Fren Grubu

Kavrama ve Fren Sistemleri mekanik preslerin en önemli bileşenidir. Günümüzde kavrama ve fren grubunun hem kuru hem de ıslak çeşitleri, hem hidrolik tahrikli hem pnömaitik tahrikli olan türleri bulunur.

Kavrama fren grubu tek paket içinde olabileceği gibi ayrı montaj paketleri olarak da kullanılabilir. Kavrama fren grubunun bakımını anlamak için önce çalışma presini anlamak gereklidir. Şekil 7.23'de basit tek paket halinde bir kavrama fren grubu görseli bulunmaktadır.²

Bu hidrolik tahrikli kavrama fren paketi harici hidrolik üniteden beslenir. Hidrolik ünite kavrama aktivasyonu için gereken hidrolik basıncı sağlar. Pres koçunun üst ölü noktada emniyetli şekilde tutulması için fren tarafının aktif olması gerekir. Aşağıdaki şekilde 1 nolu gösterilen baskı yaylarının fren disk balatalarını sıkıştırması ile sağlanır. Bu şekilde çalışma sırasında bir enerji kesintisi veya hidrolik ünite arızası ortaya çıksa bile koç hareketinin devre dışı kalması güvenceye alınır.

²Clutch-Brake Unit Principle of Operation and Basic Diagnostic Methods, Krzysztof ROCZEK et al, Diagnostyka, 2018, Vol. 19, No. 1



Şekil 7.19. Kavrama Fren Grubu'nun Basitleştirilmiş Resmi
1-Baskı Yayı, 2- Piston, 3- Hidrolik Yağ, 4- Fren Plakaları, 5- Kavrama Plakaları

Kavrama durumunda, hidrolik yağ mekanik yayın kuvvetine karşı etki edince bir tarafta fren tarafının baskı plakaları açılır diğer tarafta kavrama plakaları arasında sürtünmeli bağlantı gerçekleştirilir. Kavrama-fren ünitesinin düzgün çalışmasının hem güvenlik hem de üretim istikrarı için çok önemli olduğu buradan açıkça görülebilir. Bu nedenle kavrama-fren ünitesinin düzgün çalışmasının nasıl teşhis edileceğini bilmek çok önemlidir.

Kavrama fren grubundaki hiddrolik veya pnömatik çalışma basıncının üretici firma talimatlarına göre ayarlanması balata ve disklerin ömrünün korunması için önemlidir.

Kavrama ve frenlerin uygun çalışması düzenli olarak (tavsiye edilen haftalık) test edilmelidir.

Bu testlerde,

- Ayar modu kontrolleri ile koçun durması ve harekete başlamasının tekrarlanabilir kararlılıkta olması gözlenir,
- Tek strok çalışma modunda her stroktan sonra üst ölü noktada istenilen krank açısı aralığında koçun durması kontrol edilir,
- Sürekli çalışma modunda da tek stork mpdunda olduğu gibi her hangi bir anda durma düşmesi veya pedalına basıldığında koçun üst ölü noktada istenilen krank aç aralığında durması durması kontrol edilir.

Koç üst ölü noktada üretici firmanın tanımladığı toleranstan daha uzakta duruyorsa bunun bir kaç sebebi olabilir, bunlar:

- Fren balatası aşınmış olabilir
- Kavrama piston strok ayarı gerekebilir
- Hava tahliye eksozları tıkanmış, olabilir
- Kavrama ventilleri tıkanmış, veya bozulmuş olabilir.

Fren balatası ve baskı diski arasındaki boşlukların pres imalatçısının tavsiye ettiği aralıklarda olması presin sağlıklı çalışabilmesi için önemlidir. Balata ve disk aşınmalarını kontrol etmek ve ölçmek için kavrama ve fren gövdelerinde özel delikler veya pencereler bırakılır.

Islak kavrama ve fren grubu ile donatılmış presler için, yağ seviyesinin doğru olması ve yağın temiz olması kritik öneme sahiptir. Yeterince filtre edilmemiş yağ, sürtünme plakalarında aşırı aşınmaya neden olur. Bu şekilde kullanım devam ederse aşırı ısınmalar ve deformasyonlar so-nucu pahalı ve uzun arıza duruşlar kaçınılmazdır.

7.2.2.3. Alt - Üst Tabla Koç ve Klavuzları

Alt tabla ve üst tabla bir preste üretilecek ürünlerin ölçüsel kalitesi ve kalıp ömürlerinin uzun olması için önemli bileşenlerden birisidir.

Preste çalışma yüküne ve kalıp sökme takmaların yoğunluğuna bağlı olarak alt tabla ve üst tablada çökme ve aşınmalar görülebilir. Şekil 7.20, bir pres tablasının düzlüğünü kontrol etmek için kullanılan hassas bir cetvelin abartılı şeklini göstermektedir. Çökme ve aşınma olan noktaları tespit etmek ve ölçmek için sentil filler çakısı kullanılır.



Şekil 7.20 Bozuk Bir Tabla Basit Bir Gönye Cetveli ve Sentil Filler Çakısı ile Kontrol Edilebilir

Bir bakım teknisyeninin bir preste alt ve üst tabla arasındaki paralelliğini kontrol etmesi Şekil 7.21'de görülmektedir.³



Şekil 7.20. Bir Bakım Teknisyeninin Pres Üst Tablasının Alt Tablaya Paralelliğini Kontrol Etmesi

³Informal and Formal Press Inspection Procedures C45.doc rev February 1, 2006 Smith & Associates, 530 Hollywood Drive, Monroe, Michigan

Bu test genellikle alt tabladaki çökme ve aşınmaların frezelenmesi ve hassas terazi ile kontrol edilmesi sonrasında alt tabla üzerine yerleştirilen bir paralel çelik bloğun üzerinde üst tabla yüzeyinde komparatör iğnesinin gezdirilmesi şeklinde yapılır. Bu ölçümler sırasında denge silindir basıncının normal çalışma değerinden mümkün olan en yüksek basınca artırılması tavsiye edilir bu sayede tüm yatak boşluklarının dövme yükleri altında olduğu gibi kapanması sağlanır.

Dövme sırasında koç hareketinin nasıl olduğu ve ayar hatalarının daha kapsamlı bir değerlendirmesinin yapılabilmesi için alt ve üst tabla paralelliği alt ve üst ölü nokta yanısıra çeyrek aşağıda (90°) ve çeyrek yukarıda da (270°) ve yapılması gerekir.

No	Şekil	Amaç	İzin Verilen Sapma	Ölçme Aleti
G ₁		Tabla yüzeyinin düzgünlüğüne, uzunluğuna, enine ve çapraz	Her 100 mm'de 0,01 mm	Gönye ve ölçü masterları
G ₂		Koç yüzeyinin düzgünlüğü uzunluğuna, enine ve çapraz	Her 100 mm'de 0,01 mm	Gönye ve ölçü masterları
G ₃		Koç yüzeyinin tabla yüzeyine paralelliği a) Soldan sağa b) Önden arkaya	Kapasite < 630 a) Her 100 mm'de 0,015 mm b) Her 100 mm'de 0,020 630 < kapasite < 2500 c) Her 100 mm'de 0,020 d) Her 100 mm'de 0,020	Kompratör
G ₄		Kalıp bağlama deliğinin koç yüzeyine dikliği a) Soldan sağa b) Önden arkaya	a) ve b) için 0,05/100 mm mandrel uzunluğu	Gönye, düz master ve deney mandreli
G ₅		Koç hareketinin tabla yüzeyine dikliği a) Soldan sağa b) Önden arkaya	Kapasite < 630 a) ve b) için 630 < kapasite ve kapasite < 2500 a) ve b) için 0,04/100 mm	Gönye ve kompatör

Şekil 7.22. 2500 kN'den Düşük Kuvvetli Preslerin Alt - Üst Tabla Düzlemselliği ve Paralelliği

Genellikle bir preste tablaların ve kızakların kontrol sırası şu şekildedir:

1. Alt tablanın düzelemselliğinin ve eğikliğinin kontrolü ve işlenerek düzeltilmesi.
2. Üst tablanın düzelemselliğinin kontrolü ve işlenerek düzeltilmesi.
3. Alt ve üst tabla arasındaki paralelliği 90°, 180°, 270° ve 360°'da ölçülmesi.
4. Yatak boşlularının kontrol edilmesi ve uygun hale getirilmesi.
5. Bir gönye ve komparatör göstergesi ile koç dikliğinin kontrol edilmesi ve klavuz kızak boşluklarının ayarlanması.

Bu kontrollerin sonuçlarının özellikle zaman içinde önceki okumalarla karşılaştırılması önemli, yararlı bilgiler sağlar.

Alt tabla ve üst tablanın paralelliği presin türü (kamalı pres, krank pres, tek veya çift biyelli pres) yanında koç klavuz kızaklamasının tasarımına göre değişiklik gösterir. Çoğu mekanik preste 8 kenarda klavuz bulunur. Küçük preslerde 6 kenar veya 4 kenar klavuzlama da olabilir.

TS 8178 (ISO 8898) standardında 2500 kN güce kadar olan mekanik preslerde alt tabla ve koç tablasının kendi içinde sahip olması gereken düzelemsellikler ve bu iki tablanın birbirine göre paralelliği tanımlanmıştır. Şekil 7.26'da bu standardın ilgili tablosu görülmektedir.

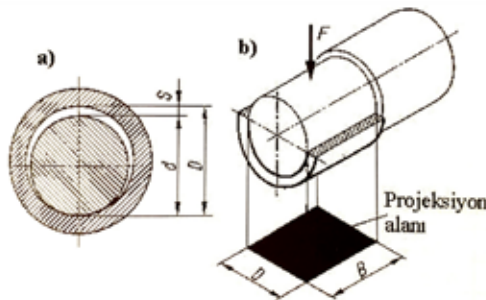
Daha büyük (>2500 kN) presler için genel bir standart bulunmamaktadır, fakat yukarıda belirtilen TS 8178 (ISO 8898) standardında verilen değerler büyük preslerde özellikle hassas parça döven preslerde aranan değerlerdir.

Alt ve üst tablaların paralelliğinin mükemmellik seviyesi, koçun yukarı ve aşağı hareketinin paralel, hassas, doğru ve tekrarlanabilir olması presin sağlığı kadar uzun dövme kalıp ömürleri için de çok önemlidir.

7.2.2.4. Miller ve Yataklar

Preslerde motor ve volan üzerinden aktarılan dönme kinetik enerjisini eksantrik dişliler ve krank üzerinden koça aktarırken kullanılan güçlü silindirik yataklar preslerin bakımında önemli bir yere sahiptir. Konstrüksiyonlarına göre yataklar, kaymalı yatak ve yuvarlanmalı yatak (rulman) olarak iki grupta incelenebilir. Genellikle aynı işleve sahip kaymalı yataklar ve rulmanları aşağıdaki gibi kıyaslanabilir.

- Kaymalı yataklar darbe ve titreşimlere karşı mil ve yatak arasındaki film tabakası nedeniyle daha dayanıklıdır.
- Kaymalı yataklar rulmanlara göre daha sessiz çalışır



Şekil 7.23. Basit Bir Kaymalı Yatak Hesabında Kullanılan Ölçüler

- Radyal boyut kaymalı yataklarda rulmanlı yataklara göre daha az yer kaplar.
- Rulmanlarda ömür sınırlıdır, kaymalı yataklar mil ve yatak arasında film tabakası korunduğu takdirde sonsuz ömürlü olabilir.
- Kaymalı yatakların üretimi daha kolay olduğu için rulmanlı yataklara göre daha düşük maliyetlidir.
- Rulmanların sökölüp takılması kaymalı yataklara göre daha zordur.

Düşük devirlerde çalışan millerde yağ film tabakası oluşmayacağı için rulmanlar tercih edilir. Rulmanlar üreticilerine göre standart boyut ve çeşitlerde üretilir ve yine üreticinin tavsiye ettiği kullanım ömrü sonrasında değiştirilir. Bu nedenle bu bölümde sadece kaymalı yatakların bakımına değinilecektir.

Kaymalı yataklar her ne kadar uygun yağlama koşullarında sonsuz ömürlü olarak tanımlansa da dövme koşullarındaki anlık aşırı yüklenmeler, yağlama arızaları, tufal tozlarının yağla karışması gibi aşındırıcıların etkileri nedeniyle yatakların en az yılda bir kez kontrol edilmesi önerilmektedir.

Yatakta çalışma sıcaklığını etkileyen en önemli iki unsur yatak malzemesi ve kullanılan yağdır. Artan sıcaklık yatak malzemesinin sertliğini azaltacağı gibi aynı zamanda ağın vizkositesini yani taşıma kabiliyetini de azaltır. Bu da mil ve yatağın sürtünmesine ve aşınmasına neden olur.

Mineral yağların çoğu 75 °C üzerinde hızla yaşlanırlar, genellikle 60-65 °C civarı çalışma sıcaklığının korunması önerilir. Kullanılan yağ üreticisinin katalog değerlerine dikkat edilmelidir.

Kaymalı yatak seçiminde ve bakımında öncelikle yatak ölçülerinin hesaplanmasının bilinmesi önemlidir.

F : Radyal yatak yükü

B : Yatak genişliği

D : Yatak Çapı

olarak tarif edilen bir yatağın ortalama baskı gerilmesi
(2.1)

$$P = \frac{F}{B.D}$$

olarak tanımlanır. Seçilecek yatak malzemesi bu baskı gerilmesine dayanabilecek mukavemette olmalıdır.

Yatak hesabında genelde önceden belirlenmiş olan mil çapı (D) ile uyumlu olacak şekilde yatak genişliği (B) seçilir. Literatürde B/D ölçüsü 0.25 ila 2 arasında önerilmekle birlikte en yaygın kullanım aralığı olarak 0.5-1.5 arası olarak görülür.

Yatak genişliği büyüdükçe mil ve yatak eksenleri arasındaki en küçük bir çarpılma dahi sıkışma tehlikesi yaratacağı için B/D > 1.5 ölçüsü tercih edilmez.

Yukarıda Şekil 7.23'de görüldüğü gibi

D : Yatak çapı

d : Mil çapı olarak tariflendiğinde, yatak boşluğu s;

$$s = D - d \quad (2.2)$$

İzafi yatak boşluğu ψ ;

$$\psi = \frac{s}{D} \quad (2.3)$$

olarak tanımlanır.

Milin dış çapındaki çizgisel hız u , m/s cinsinden ele alındığında önerilen izafi yatak boşluğu

$$\psi = 0.8 \sqrt[4]{u} \quad (2.4)$$

Şeklinde hesap edilebilir. Dövme preslerinde ağır yükler söz konusu olduğu için genellikle kullanılan yatak boşluğu $\psi = 0.0010 - 0.0015$ arasındadır. Çeşitli izafi yatak boşluğu değerleri için mil ve yatak toleransları DIN 31698 standardında tanımlanmıştır. Bu standartta tanımlanan değerler arasında dövme pres yataklarında en sık kullanılanlar Tablo 7.3'de verilmiştir. İmalat resimlerinde mil ve yatağın nominal boyutları aynıdır. Yatağa ve mile verilen toleransların Tablo 7.3'de verilen yatak boşluğuna uygun en büyük ve en küçük sınır değer arasında kalmasına dikkat edilir.

Tablo 7.3. Çeşitli İzafi Yatak Boşluğu Değerleri İçin Mil ve Yatak Toleransları ve En Büyük, En Küçük Boşluk Değerleri								
Anma Çapı			Mil Toleransı [μm]			En Büyük ve En Küçük Boşluk [μm]		
<	>	$\psi = (\times 1000) =$	0,8	1,12	1,32	0,8	1,12	1,32
100	110		-56 -78	-89 -111	-110 -132	113 56	146 89	167 110
110	120		-64 -86	-100 -122	-122 -145	121 64	157 100	180 122
120	140		-72 -97	-113 -138	-139 -164	137 72	178 113	204 139
140	160		-88 -113	-136 -113	-166 -191	153 88	201 136	231 166
160	180		-104 -129	-158 -183	-192 -217	179 104	223 158	257 192
180	200		-115 -144	-175 -204	-213 -242	190 115	250 175	288 213
200	225		-133 -162	-201 -230	-243 -272	280 133	276 201	318 243
225	250		-153 -182	-229 -258	-276 -305	228 153	304 229	351 276
250	280		-170 -202	-255 -287	-305 -340	254 170	339 255	392 308
280	315		-196 -228	-291 -323	-351 -383	280 196	375 291	435 351
315	355		-222 -258	-329 -365	-396 -432	315 222	422 329	489 396
355	400		-256 -292	-376 -412	-452 -488	349 256	469 376	545 452

Yatak Malzemeleri

Kaymalı yatak malzemesinin gereksinimleri karmaşıktır ve bazı açılardan çelişkilidir. Örneğin, bir yatak malzemesinin aşınmaya direnecek kadar sert, aynı zamanda alıştırma işlemi sırasında mile uyum sağlayacak kadar da yumuşak olması gerekir. Bu karmaşık gereksinimleri karşılamak amacıyla, yalnızca yatak malzemesi olarak kullanılan bir dizi özel malzeme geliştirilmiştir. Kaymalı yatak malzemesi aşağıdaki önemli özellikleri sergilemelidir:

- Basınç dayanımı: Deformasyon olmadan tek yönlü yüklemeyi desteklemek için.
- Yorulma mukavemeti: Dalgalanan dinamik yüklere direnmek için.
- Düşük Sertlik: Yabancı maddeyi gömmek ve yatağı aşınma ve çizilmeye karşı korumak için.
- Korozyon direnci: Su veya oksitlenmiş yağlayıcı ürünlerden kaynaklanan saldırılara karşı dayanıklılık.

Bronzlar

Bronzlar çok çeşitli özelliklerle üretilebilir ve muhtemelen tüm yatak malzemeleri arasında en ekonomik olanıdır. Dört tip kullanılmaktadır.

- 1) Kurşunlu bronz: Çelik destek olmadan kullanılabilir ancak uyumluluğu düşüktür ve doğru şekilde hizalanması gerekir. Kolayca dökülür ve işlenir ve orta hızlar ve yükler için kullanılır.
- 2) Kalaylı bronz: Nispeten yüksek sertliğe sahiptir ve yüklerin yüksek ancak hızların düşük olduğu uygulamalarda kullanılır. Kalay bronzları güvenilir yağlama ve sertleştirilmiş, bir muylu gerektirir.
- 3) Alüminyumlu bronz: İyi darbe ve aşınma direncine sahiptir ve 260°C ve üzeri sıcaklıklarda kullanılabilir. Ağır hizmet tipi, düşük hızlı uygulamalarda en iyi şekilde kullanılır.
- 4) Fosforlu bronz: Ayrıca ağır yük ve yüksek sıcaklık uygulamalarında da kullanışlıdır.

Alüminyum Alaşımları

Bunlar çelik üzerine katı alüminyum olarak veya beyaz metal kaplamayla kullanılabilir. Yüksek yük kapasitesine, iyi yorulma mukavemetine ve mükemmel korozyon direncine sahiptirler, ancak uygunluk ve gömülebilirlik zayıftır. Orta hızlarda ağır yüklere en uygun olanlardır. Yatak malzemelerinin bileşimine ilişkin daha spesifik ayrıntılar için uygun standartlara veya üreticinin bilgilerine başvurmak gerekir.

Yatakların Yağlanması

Dövme ekipmanlarında kaymalı yataklardan bahsetmişken bu yatakların sağlıklı bir şekilde çalışması için en önemli unsurlardan birisi olan yağlamadan bahsetmeden geçilemez. Kaymalı yataklar gibi bir çok makine elemanları üzerinde sonuçları olan ve yağlamanın üstesinden gelmesi amaçlanan sürtünmenin iki ana etkisi vardır.

- 1) Sürtünme kuvvetini yenmek için kullanılan enerjinin büyük kısmı ısıya dönüştürülür. Bu ısı dağıtılmaz ve oluşmasına izin verilirse, hareketli elemanlar birbirine kaynayabilir, tutukluğa sebep olabilir.
- 2) Sürtünmenin enerji tüketen diğer etkisi ise aşınmadır. Bir yüzeyin diğerine sürekli sürtünmesi, yüzeylerin topoğrafyasında fiziksel bir değişikliğe neden olur ve bu, sonuçta ilgili elemanların artık işlevlerini etkin bir şekilde yerine getiremeyeceği bir aşamaya yol açabilir.

Aşınma modellerinin analizi, sorun giderme sürecinde ve yağlayıcı etkinliğinin değerlendirilmesinde önemli bir adımdır. Mekanik aşınma öncelikle fiziksel temas halindeki yüzeylerin göreceli hareketinden kaynaklanır ve sıklıkla aşağıdakilerin bir kombinasyonunun sonucu olarak ortaya çıkan karmaşık bir süreçtir:

Yapışkan Aşınma:

Temas halindeki iki yüzey üzerinde pürüz oluşturan tepeciklerin anlık olarak yüksek basınç ile birbirine kaynakarak yapışması ve sonrasında kopması ile oluşan yüzey aşınmasıdır. Sürekli tekrarlayan bu yapışma ve kopma sonrasında yüzey üzerinde istenmeyen krater ve tepecikler zamanla artarak yapışma aşınma mekanizmasını hızlandırır ve iki yüzeyin sürtünmesini artırarak hareketini kısıtlar.

Kazıyıcı Aşınma:

Yatakla mil arasına sert yabancı parçacıkların girmesi sonucu, bu parçacıkların zımpara etkisi ile yatak yüzeyinden parça koparması şeklinde oluşur. Sert parçacıklar aynı zamanda mil yüzeyinden de parçacıklar koparabilir bu şekilde göreceli olarak yatak yüzeyini kazıyan parçacıkların sayısı artar ve aşınma işlemi hızlanır.

Yorulma Aşınması:

Yorulma hasarı, bir malzemeyi zayıflatan ve malzemenin normal mukavemetinin çok altında bir gerilim seviyesinde hasar oluşmasına neden olan tekrarlı veya döngüsel gerilimlerden kaynaklanır. Kaymalı yataklarda dönme sırasındaki balans bozukluğu vb. titreşimler nedeniyle oluşan döngüsel yükler nedeniyle meydana gelir. Yorulma öncelikle yüzey altı bölgeyi etkiler ve malzemenin yüzeyinde çatlakların oluşmasına neden olur. Süreç ilerledikçe yüzey pul pul dökülmeye başlar. Yağlamanın amacı, yüzeyler arasına bir yağlayıcı madde ekleyerek, göreceli hareket halindeki iki temas yüzeyi arasındaki sürtünmeyi azaltmaktır. Teorik olarak, ister sıvı ister katı olsun, herhangi bir madde yağlayıcı görevi görebilir. Yağlayıcılar temas halindeki yüzeyler arasında özel koşullar yaratarak çalışır. Üç ana yağlayıcı türü vardır:

Kuru Yağlama:

Yüzeyler temiz ve kuru olduğunda ve sıvı yağlayıcı bulunmadığında bu duruma kuru sürtünme adı verilir. Bu durum harekete karşı en büyük sürtünme direncine yol açar.

Yarı Tabaka Yağlaması:

Bu durumda ara kayma yüzeyinde ince bir yağlayıcı tabaka mevcuttur ancak önemli ölçüde metal-metal teması hala mevcuttur. Bu nedenle yükün bir kısmı yağlayıcı tarafından, bir kısmı da yüzeydeki temas noktaları tarafından taşınır.

Tam Tabaka Yağlaması (Film Yağlama):

Bu, hareketli yüzeylerin yağlayıcı tabaka ile tamamen ayrıldığı durumdur. Yağ tabakası iki yüzeyin karşılıklı hareketi sayesinde oluşmuş, ise hidrodinamik yağlama, dışarıdan bir pompa vasıtası ile sağlanıyorsa hidrostatik yağlama olarak tanımlanır.

Çalışan iki yüzeyin birbirine göre konumlarında hassasiyet gereken uygulamalarda (kızaklar gibi) metal-metal temasının olduğu kuru yağlama veya yarı tabaka yağlaması tercih edilir. Dövme preslerinde olduğu gibi yüksek yüklere karşı hızlı aşınmanın önlenmesi gereken durumlarda ise genellikle tam tabaka yağlaması tercih edilir.

Şekil 7.24'de görüldüğü gibi pres yataklarında durağan halde mil ve yatak bir birbirine temas halindedir. Tam devir dönme sağlanınca iki yüzey arasında tam tabaka yağlama oluşur. Yüksek yüklenmelerin olduğu durumlarda yatağın aşınmasını önlemek için hidrodinamik yağlama yetersiz kalır bu durumda yağ pompaları ile hidrostatik yağlama takviyesi yapılması kaçınılmazdır.



Şekil 7.24. Kaymalı Yatakta Tam Katman Yağlama Oluşması

Tablo 7.4. Sıvı Yağlarla İlgili Triboteknik Veriler		
Özellik	Test	Açıklama
Viskozite	DIN 51 561	Bir sıvının akışa karşı gösterdiği direnç.
Viskozite - Sıcaklık ilişkisi	DIN 51 563	Bir yağlayıcının sıcaklığa göre akış özellikleri.
Viskozite İndeksi (VI)	DIN ISO 2909	Viskozitenin sıcaklıkla değişimini karakterize eden birimsiz bir sayı.
Kül İçeriği	DIN 51 575 DIN EN 7	Bir organik bileşiğin yanmasından sonra kalan oksit veya sülfat külü; sülfat külü yalnızca metal-organik katkı maddeleri veya kullanılmış yağ için belirlenir.
Renk / Renk Kodu	DIN 51 411 ISO 2049	Bir kolorimetre kullanılarak belirlenen yağlayıcının spesifik rengi.
Demulsifikasyon	DIN 51 589	Yağın sudan ayrılma yeteneği.
Yoğunluk	DIN 51 757	Belirli bir sürtünme noktası için gereken yağ miktarı genellikle hacim olarak belirtilir. mm cinsinden hacim yoğunluğu, gerekli yağlamanın ağırlığıdır.
Parlama Noktası	DIN ISO 2592	Yağın yüzeyinden küçük bir alev geçtiğinde yağın buharının tutuşacağı en düşük sıcaklık.
ISO VG	DIN 51 519	ISO VG, yağlayıcıların viskozite açısından sınıflandırılmasını karakterize eden ISO Viskozite Sınıfı'nın kısaltmasıdır.
Akma Noktası	DIN ISO 3016	Belirli koşullar altında yağın akacağı en düşük nokta.

Yağlayıcılar sadece eş çalışan yüzeylerde sürtünmeyi azaltmazlar, aynı zamanda aşınmayı azaltır, yüzeyleri korozyondan korur, ısıyı dışarı taşır, toz ve kirliliklerin yatağa ulaşmasını engeller.

En yaygın kullanılan sıvı yağlar petrol ürünlerinin işlenmesi ile elde edilir. Gresler krem kıvamında madeni sabun yapılı yağlayıcılardır. Organik olabileceği gibi sentetik yöntemlerle de elde edilebilir. Katı yağlayıcıların en yaygın bilinen formu grafit ve molibdenisülfid gibi toz formlarda kullanılan yağlayıcılardır. Bu tür katı yağlar aynı zamanda sıvı veya gres yağlarla da karıştırılarak kullanılabilir.

Tablo 7.5. Gres Yağlarla İlgili Triboteknik Veriler		
Özellik	Test	Açıklama
Dört Bilya Testi	DIN 51350-2	Yağlayıcı greslerin yüzey aşınma önleme özelliklerini belirler
Baz Yağı Viskozitesi	DIN 51 561	Bir sıvı maddenin akışa karşı direncini gösterir.
Yoğunluk	DIN 51 757	Belirli bir sürtünme noktası için gerekli yağ miktarı genellikle hacim olarak gösterilir. mm cinsinden hacim yoğunluğu, gerekli yağlama maddesinin gram cinsinden ağırlığıdır.
Damlama Noktası	DIN ISO 2176	Gresin, bozulmamış, bir durumda test ünitesinden damladığı sıcaklık.
Akış Basıncı	DIN 51 805	Bir nozûlden gresin çıkması için gereken sıcaklığa bağlı basıncı tanımlar. Yağın en düşük çalışma sıcaklığını göstermek için kullanılır.
Yağ Ayrımı	DIN 51 817	Ağırlıkça yüzde olarak yağın ayrışmasının belirlenmesi.
Oksidasyon Direnci	DIN 51 808	Gresin yaşlanmasını göstermek için basınç düşüşü ile ölçülen oksijen emilimi direnci.
Penetrasyon	DIN ISO 2137	Bir metal koninin gres dolu bir kaba ondalık mm cinsinden dalma derinliği ölçülerek bir yağlayıcı gresin kıvamını belirlemek için kullanılır.
Su Direnci	DIN 51 807 Bölüm 1	Gresin emülsifikasyonunu kontrol etmek için istatistiksel test.

Yağların sınıflandırılması triboteknik özelliklerine göre yapılır. Bu özelliklerin açıklaması ve hangi testler ile belirlendiği aşağıdaki tabloda verilmiştir. Amaçlanan uygulama çerçevesinde ilgili gereksinimlere (sıcaklık, yük ve/veya hız) uygun bir yağlayıcının seçimi bu özellikler dikkate alı-narak yapılır. Viskozite derecesi seçimi bu özellikler arasında birincil öneme sahiptir.

Sıvı yağlara ve Greslere ait triboteknik özellikler ve bu özelliklerin test edildiği ilgili standartlar sırasıyla Tablo 7.4 ve Tablo 7.5 'da verilmiştir

Makine parçalarının yüksek yüklenmelere maruz kaldığı uygulamalarda, kullanılan yağlayıcının bu aşırı basınçlar altında metal-metal temasını önleyen bir film tabakasını koruyabilmesi çok önemlidir. Aksi takdirde, yüzeylerde kazınma, aşınma vb. olası hasarlar meydana gelebilir. Bu tür zorlayıcı koşullar için özel aşırı basınç (EP - Extreme Pressure) yağlayıcıları gereklidir.

Bu yağlayıcıların zorlu koşullar altında performansını değerlendirmek için çeşitli test makineleri ve prosedürler geliştirilmiştir. Bu testler, yağlayıcıların sahada karşılaştıkları gerçek uygulama koşullarını yakından taklit etmek için tasarlanmıştır.

Tablo 7.5'de ilk sırada yer alan Dört Bilya Testi de böyle bir testtir. Özellikle dövme ekipman-larında yüksek yüklere maruz kalan açık dişli çarklarında karşılıklı dişli yüzeylerin sürtünmesi sonucu oluşan aşınmaları önlemek imalatçı firmanın önermiş olduğu kalitede ve dört bilya testi isterleri dikkate alınmalıdır.

Uygulamada yağların özelliklerini karşılaştırmak zor bir iştir. Özellikle katkı maddeleri veya gres kalınlaştırıcıları bilinmiyorsa veya oranları bilinmiyorsa bu özelliklerin kıyaslanması daha da zorlaşır. Yağlayıcıların yenilenmesinde veya takviyesinde başta ekipman imalatçısının önerileri olmak üzere yukarıda belirtilen özellikler hepsi bir bütün olarak değerlendirilmelidir. İyi aşırı basınç özelliklerine sahip bir yağlayıcı, aşırı yükler altında daha düşük aşınma önleme özelliğine sahip olabilir. Bu nedenle yağın çalışma koşullarında aranan tüm özelliklerinin dikkate alınması önemlidir.

7.2.2.3. Sıcak Dövme Preslerinde Bakım Stratejileri

Sıcak dövme presleri, sanayinin en zorlu koşulları altında çalışan ağır makinelerinden biridir. Bu makineler, yüksek sıcaklıklarda ve yoğun mekanik kuvvetler altında çalıştıkları için düzenli ve doğru bakım, hem makinenin performansını hem de iş güvenliğini sağlamak açısından son derece önemlidir.

Ekipman arıza süresi, parça bulunabilirliği, ekipman eksikliği ve iş gücü kaynaklarının hepsi bakım stratejinizi gözden geçirirken dikkate almanız gereken unsurlardır.

Çoğu şirket üretim kapasitesini en fazla şekilde doldurmak ve günlük üretim taleplerinin karşılanması için çaba gösterir. Bu noktada üretim ekipmanınızı doğru bir şekilde anlamak, sorunlarını gidermek ve bakımını yapmak kritik hale gelir. Uygun makine bakımı, üretim ekipmanınız için hiç bitmeyen sürekli devam eden bir inceleme ve izleme programı gerektirir.

Sadece ana dövme makineleri değil, aynı zamanda malzeme ısıtıcıları, robotik transfer ekipmanı, çapak kesme presleri ve konveyörlerde tüm üretim hattın ayakta kalmasını sağlayan küçük ama önemli unsurlardır.

Verimli bir bakım stratejisi izleyememek ve gerçekleştirmemek her zaman üretim hattında planlanmamış arızalara ve dolayısıyla düşük üretkenliğe sebep olur. Bunun yanında kötü yapılmış bir bakım plansız duruşlara ek olarak artan bakım maliyetleri nedeniyle de ürün maliyetini olumsuz etkiler.

Arıza bakım, planlı bakım, önleyici bakım, otonom bakım gibi farklı bakım stratejilerinin her biri bir dövmehanenin bakım maliyetlerini, dolayısıyla üretim maliyetlerini iyileştirmede kritik öneme sahiptir. Aşağıda çok fazla detaya girilmeden sadece Planlı Bakım ve Önleyici Bakım uygulamaları ile ilgili temel bilgi ve örnekler verilmiştir

7.2.3.1. Planlı Bakım

Planlı bakım, belirli zaman aralıklarında ve önceden belirlenmiş, bir takvime göre yapılan bakım faaliyetlerini içerir. Amaç, presin genel sağlığını korumak, küçük arızaların büyük sorunlara dönüşmesini önlemek ve makinenin verimliliğini sürekli olarak yüksek tutmaktır.

İyi bir bakım planı günlük, haftalık, aylık aksiyonlar içerir. Tablo 2.6'da bakım planlaması yapılırken hangi kontrol noktasının ne kadar zaman aralığında kontrol edileceğini gösteren basit bir örnek verilmiştir. Ele alınan ekipmanın kapsamına ve detaylarına göre buna benzer tablolar bakım el kitapları veya talimatlarında tanımlanmalıdır.

Günlük kontroller genellikle kalıp değiştirme veya ayarlama sonrası kontrolleri sırasında hatta çalışan üretim operatörleri tarafından gerçekleştirilmelidir. Diğer haftalık, aylık veya daha uzun aralıklarla gerçekleştirilen kontroller -ki bunlar daha çok sökme takma ve ayrıntılı inceleme gerektiren işlemleri de içerir- bakım bölümü tarafından atanmış, uzman bakımıcılar tarafından gerçekleştirilir.

Tablo 7.6. Bakım Kontrol Sıklığı Planı						
Kontrol Noktası	G	H	A	3A	6A	Y
Pnömatik Aksam						
Hava Basıncı	X					
Hava Filtrelerinin Temizliği		X				
Tank, silindir ve depolarda su deşarjı		X				
Hava kaçakları		X				
Hava hortumlarının uygunluğu			X			
Hidrolik Aksam						
Yağ seviyeleri			X			
Hidrolik kaçakları						X
Filtre ve süzgeçlerin temizliği				X		
Hortumların uygunluğu					X	
Yağların değişim periyodunda değişimi			X			
Yağlama						
Hidrolik kaçakları						
Yatak ve kızakların yağlaması		X				
Dışlilerin yağlaması			X			
Yağ haznelerinde yağ seviyesi	X					
Koç Hareket Grubu						
Kızak boşluklarının uygunluğu		X				
Kavrama Fren grubunun çalışması	X					
Kavrama Diski Uygunluğu					X	
Denge Silindiri			X			

7.2.3.2. Önleyici Bakım

Önleyici kestirimci bakım, ekipmanın çalışma sırasında izlenmesi ve toplanan verilerin analizi yoluyla, arızaların önceden tahmin edilip önlenmesini sağlayan bir yaklaşımdır. Amaç, olası arızaları erken aşamada tespit ederek müdahale etmek ve makineyi planlanmamış, duruşlardan korumaktır.

Verilerin toplanması belirli aralıklarla el veya göz kontrolleri ile yapılabileceği gibi çeşitli sensör ve cihazlar yardımıyla otomatik ve sürekli olarak da yapılabilir.

Önleyici bakım kapsamında dövme tezgahlarında yaygın olarak izlenen veriler şunlardır

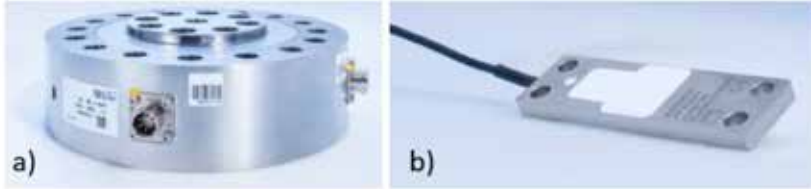
- Sıcaklık
- Yük ve gerilimler
- Yağ özellikleri
- Titreşim

Sıcaklık: Ana krank mili yatak sıcaklığı, avare şaft yatakları sıcaklıklarının değişimlerini izlemek büyük hasarları önlemek için erken uyarı imkanı anlamına gelir. Bir yatak/burç noktasında sıcaklık yükselmesinin farklı sebepleri olabilir. Kopmuş bir yağlama boru hattı veya sistemdeki kirlenme gibi basit bir şey olabilir. Böyle bir durumda pres durdurulmalı ve çalışmaya devam etmeden önce aşırı ısınmanın sebebi bulunarak giderilmelidir. Yatak sıcaklıklarının aşırı artmasını tespit edip gidermek belki bir kaç saatlik düşük maliyetli bir duruşa sebep olacaktır, ama sıcaklığın artmasını görmemek milin yatağa sarmasına ve kilitlenmesine hatta kırılmasına kadar varabilecek çok daha pahalı hasarlar oluşturabilir.

Yük ve Gerilimler: Hassas ölçülerde parça üretmek için olduğu kadar aşırı yüklenmelere karşı presi korumak için pres yüklerinin ölçülmesi bir dövmececinin temel gereksinimlerinden birisidir. Pres üzerinde oluşan yüklerin izlenebilmesinin iki ana yöntemi vardır.

1. Kalıpların altına yerleştirilecek bir yük hücresi ile doğrudan yük ölçümü
2. Pres gövdesi gibi yükün sebep olduğu gerinimleri (elastik uzamaları) ölçen bir gerinim ölçer (strain-gage) kullanarak yük ölçümü

Birinci yöntem daha çok küçük preslerde veya çok istasyonlu preslerde tek kademeli kalıplar altında kullanılırken, ikinci yöntem daha yaygın olarak hemen hemen her tip ve tonajdaki pres-te kullanılmaktadır.



Resim 7.4. Yük Ölçüm Ekipmanları a) Yük Hücresi, b) Gerinim Ölçer

Yağ Seviyesi ve Özellikleri

Yağ seviyesi otomatik olarak şamandıralar sayesinde kontrol edilebilir. Yağlama eksikliğini erken tespit etmek daha büyük hasarları önlemek demektir.

Yağlama noktalarına uygun miktarda yağın iletilmesi kadar yağın yağlama özelliklerinin korunmuş olması da önemlidir. Uzun süre kullanım sonrası eskimiş veya yüksek sıcaklıklara maruz kalmış, içine yabancı maddeler bulaşmış yağ istenen yağlama koşullarını sağlayamaz. Bu nedenle yağ haznelerinden alınan numune yağların tedarikçide veya bağımsız laboratuvarlarda analiz edilmesi ve yağlama özelliklerini koruduğunun doğrulanması önemli bir önleyici bakım faaliyetidir.

Titreşim

Deneyimler, çoğu döner ekipman arızasının, makinenin tümü arızalanmadan çok önce titreşim değerlerindeki değişiklikler olarak ortaya çıktığını göstermiştir. Bu nedenle titreşim, makine durumunu önceden teşhis etmek için birincil bir gösterge niteliğindedir.

Tablo 7.7’de de gösterildiği gibi, ikincil göstergeler arasında yatak sıcaklığı, basınç ve yük değişimleri ve yağdaki yabancı parçacık miktarı bulunur. Ancak bunların hiçbiri, titreşim ölçümleri kadar geniş bir arıza yelpazesini ve bu kadar erken bir aşamada tespit yapamaz.

Arızaların en erken tespiti için, sadece titreşim düzeyine bakmaktan fazlasını yapmak gereklidir. Titreşim frekans spektrumu kullanılmalıdır. Arızalar, spektrumun belirli frekans bileşenlerinde artışlar olarak ortaya çıkar. Bu sadece arızanın daha erken tespit edilmesini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda artışlar, arızanın nedenini ve boyutunu da belirtir ve trend analizleri ile takip edilebilir.

Titreşim ölçümleri bir presin döner elemanlarına bağlı algılayıcıların sürekli kayıt alarak çevrimiçi anlık verilerle yapılabileceği gibi, aylık, üç aylık, altı aylık periyotlarda yapılan ölçümler ile de takip edilebilir.

Tablo 7.7. Makine Arızalarının En Geniş Yelpazesini Kapsayan Bir Teşhis Göstergesi Olarak Titreşim Kullanılır

Ekipman Arızası	Sıcaklık	Basınç	Yağ Analizi	Titreşim
Dengesizlik				X
Hizalama Hatası / Eğilmiş Mil	X			
Hasarlı Rulmanlar	X			
Hasarlı Yataklar	X	X	X	X
Hasarlı veya Aşınmış Dişliler				X
Mekanik Gevşeklik				X



8. GAZ ALTI KAYNAK TEKNOLOJİSİ



Kaynak teknolojisi, endüstri için önemli bir imalat yöntemidir. Kaynak teknolojisi otomotiv, savunma, havacılık, inşaat sektöründen sağlık sektörüne kadar birçok alanda kritik önemli bir rol oynar.

Kaynak, aynı ya da benzer erime noktalarına sahip bir veya daha fazla malzemenin, dolgu malzemesi eklenerek ya da eklenmeden, ısı, basınç veya her ikisi kullanılarak birleştirilmesi işlemidir.

Kaynak yönteminin ilk uygulamaları iki metal parçasının sıcak ya da soğuk halde çekiçlenerek birleştirilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Gelişen teknoloji ve elektrik enerjisinin kullanımıyla kaynak teknolojisi bambaşka bir boyut kazanmıştır. Günümüzdeki yenilikçi buluşlar kaynak teknolojisinin gelişmesine olanak sağlamıştır.

Kaynak teknolojisi, endüstri için önemli bir imalat yöntemidir. Kaynak teknolojisi otomotiv, savunma, havacılık, inşaat sektöründen sağlık sektörüne kadar birçok alanda kritik önemli bir rol oynar.

Gazaltı kaynak yöntemi, dışarıdan sağlanan bir koruyucu gaz ile gerçekleştirilen, otomatik olarak beslenen bir ergiyen ya da ergimeyen elektrot kullanılarak ark oluşturan bir kaynak yöntemidir.

Gazaltı kaynak yöntemi, arkın oluşturulması için kullanılan elektrotun türüne ve kullanılan koruyucu gazın türüne göre sınıflandırma yapılmaktadır.

Gazaltı kaynak yöntemleri, kullanılan elektrot türüne göre şu şekilde sınıflandırılmaktadır:

- Ergiyen elektrot ile yapılan gazaltı kaynak yöntemleri (MIG-MAG).
- Ergimeyen elektrot ile yapılan gazaltı kaynak yöntemleri (TIG),

8.1. MIG-MAG Kaynak Yöntemi

Kaynak arkının koruyucu bir gaz altında oluşturulduğu, ergiyen bir elektrotun sürekli olarak beslendiği MIG-MAG kaynak yöntemi, sunduğu birçok avantaj sayesinde günümüzde endüstride yaygın olarak kullanılan yöntemler haline gelmiştir. Metal Inert Gaz (MIG) ve Metal Aktif Gaz (MAG) kaynak yöntemi kullanılan gazın türüne bağlı olarak ayrılmaktadır.

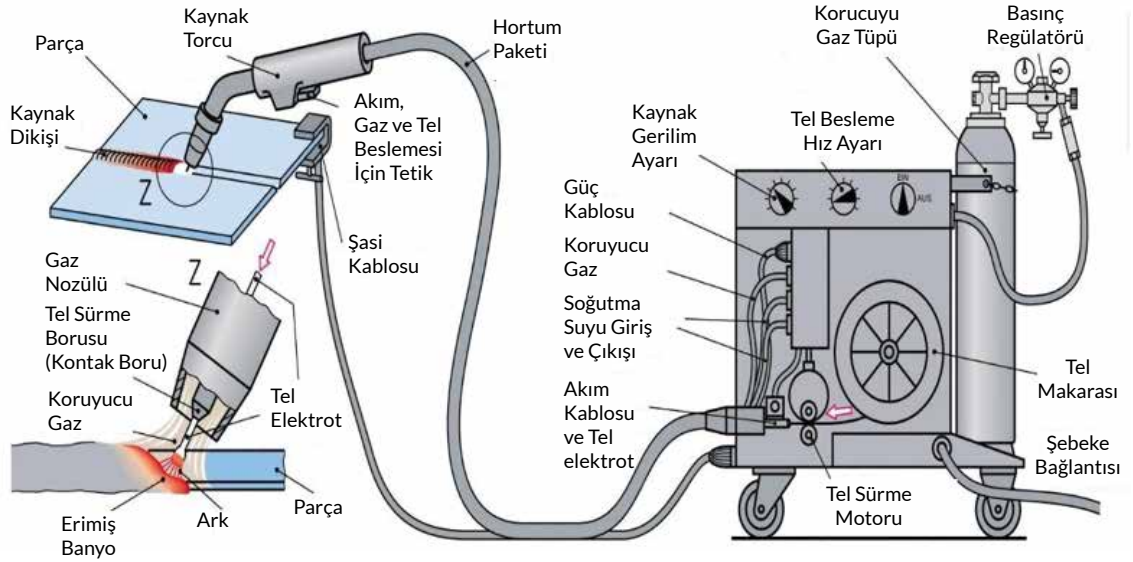
MIG kaynağı, kaynak işlemi sırasında bir inert gaz (argon, helyum gibi) kullanılır. Inert gaz, kaynak sırasında ortamda oksitlenmeyi önleyerek kaynak bölgesini korumaktadır. Bu yöntemde genellikle alüminyum, bakır ve paslanmaz çeliklerin kaynağında tercih edilir.

MAG kaynağı, kaynak işlemi sırasında aktif bir gaz karışımı (karbondioksit veya karbondioksit karışımı) kullanılır. Aktif gaz, kaynak bölgesinde kimyasal reaksiyonlar oluşturarak çeliklerin kaynağında daha iyi sonuç elde edilmesini sağlar.

MIG-MAG kaynağı yüksek verimlilik, üstün kaynak dikişi, yüksek metal biriktirme oranı gibi özellikleriyle öne çıkmaktadır. Bu kaynak yöntemi hem pratik hem de ekonomik olması ve farklı pozisyonlarda kolaylıkla uygulanabilmesi gibi özellikleriyle endüstriyel üretimde büyük kolaylık sağlar. Yöntemin zorlu çalışma koşullarında yüksek performans göstermesiyle üretim süreçlerini hızlandırır ve maliyetleri de düşürmektedir.

MIG-MAG kaynak yönteminin donanım şeması Şekil 8.1'de gösterilmiştir. Kaynak makinesinin kutuplarından biri elektrota diğeri ise iş parçasına bağlanır. Tel besleme motorundan sürekli olarak beslenen tel, ark oluşturmak ve malzemeyi birleştirmek için iş parçasına iletilir. Bu





Şekil 8.1. MIG-MAG Kaynağı Donanım Şeması

süreç sırasında, kaynak bölgesi koruyucu gaz tarafından korunur; böylece kaynak bölgesinin hava ile teması engellenir ve kaynak kalitesi artırılır. Tel sürme ünitesinden sürekli beslenen tel hem enerji taşıyıcı hem de kaynak ilave metali görevi yapar. Koruyucu gaz elektrotun eş eksensli olarak bulunduğu kontak memeden akar ve arkı, eriyen damlaları ve arkın altındaki erimiş banyoyu atmosferin etkisinden korur. MIG-MAG kaynağında kaynak torçu elektrotun pozitif kutbuna bağlandığı doğru akımla kaynak yapılır.

MIG-MAG kaynak yönteminde, hatasız ve düzgün bir kaynak dikişi elde edebilmek için tel elektrotun tel besleme ünitesinden kesintisiz ve sabit bir hızda ilerlemesi sağlanmalıdır.

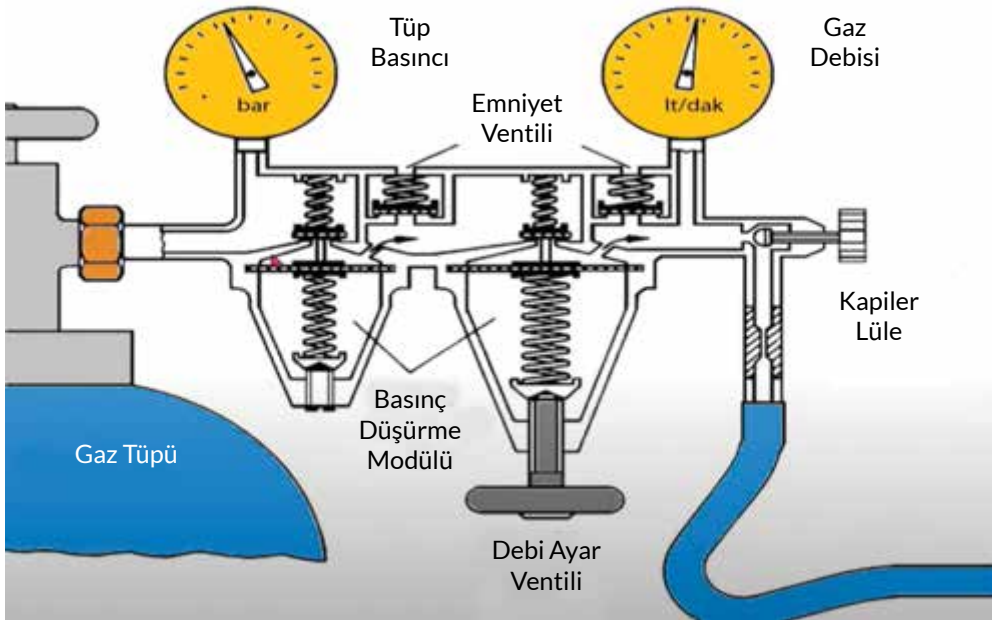
Tel sürme mekanizmalarında genellikle iki ya da dört makaralı sistemler bulunmaktadır. Bu sistemlerde tel elektrot çapına ve cinsine göre tel sürme makaraları ve baskı makaraları yer almaktadır. Kullanılan makaraların sıklık ayarı tel sürme makarası ile çekilip sürülen tel elektrotun boşalma hızına uygun olmalıdır. Makaraların sıklık ayarının fazla olması tel sürmede aksaklıklara tel sürme mekanizmasının aşırı zorlanmasına neden olabilmektedir. Kullanılacak makaranın tel çapına uygun olması gerekmektedir. Uygun seçilmemesi durumunda tel elektrotun formu bozulabilir. Tel besleme ünitesinde sıkıntılara yol açar. Bu gibi durumların önlenmesi için baskı makarasının baskı ayarına dikkat edilmelidir.

Gazaltı kaynak yöntemlerinde, kaynak bölgesi ve ark, atmosferin olumsuz etkilerinden korunması için koruyucu gaz örtüsü tarafından korunur. Kaynak sırasında, gaz korumasının etkin olabilmesi için yeterli miktarda gazın kesintisiz ve sürekli olarak kaynak bölgesine iletilmesi gerekir. Bu işlev koruyucu gaz donanımı tarafından gerçekleştirilir. Koruyucu gaz, basınçlı gaz tüplerinden ya da merkezi gaz dağıtım sistemlerinden sağlanabilir.

Kaynak için gerekli olan korucu gaz, tüp içindeki ya da merkezi dağıtım sistemlerinden çıkan basınçta kullanılamaz, kaynak işlemi için gereken debiye uygun gaz akışı, gaz tüp çıkışında veya gaz dağıtım merkezi hatlarında yer alan basınç regülatörleri ile kontrol edilir. Kullanılan regülatör, gazın cinsine uygun seçilmelidir. Bu cihazlar, gazın kaynak bölgesine sevk edilmeden

önce gaz basıncını düzenler ve debiyi ölçer. Bu sistemlerde genellikle iki manometre bulunur: biri tüp içinde yer alan gaz basıncını, diğeri ise kaynak bölgesinde kullanılan gazın debisini gösterir. Kullanılan sistemler ile kaynak sırasında sabit gaz akışı sağlayarak, kaynak dikiş bölgesini oksidasyondan ve atmosferin zararlı etkilerinden korunmasına yardımcı olur. Ayrıca kullanılan koruyucu gaz tüketiminin optimizasyonunu sağlamak için bu cihazlar önemlidir.

Regülatörlerin kullanımında dikkat edilmesi gereken bazı önemli hususlar bulunmaktadır. Özellikle regülatör montajında, yağlı el veya eldivenle çalışmaktan kaçınılmalı ve tüp ventilleri bu şekilde açılmamalıdır. Regülatörlerin sızdırmazlığı düzenli olarak kontrol edilmeli ve bağlantı noktalarında gaz kaçağı oluşmamasına özen gösterilmelidir. Koruyucu gaz cinlerine göre uygun regülatör kullanılması gereklidir. Ayrıca, koruyucu gaz olarak karbondioksit (CO₂) kullanıldığında, bu gaz için özel olarak tasarlanmış regülatör ısıtıcılarının kullanımı büyük önem taşımaktadır.



Şekil 8.2. Kaynak Gazı Regülatörü

MIG-MAG kaynağında kullanılan kaynak torçları, kaynağın kalitesine büyük öneme sahiptir. Torç yapısı aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Torçun temel görevleri, kaynak bölgesinde koruyucu gazın iletilmesini sağlamak, elektrot sürekli olarak beslenmektir. Torç sistemleri hava soğutmalı ve su soğutmalı olmak üzere ayrılmaktadır.

Torç seçiminde dikkate alınması gereken başlıca faktörler şunlardır:

- Kontak borusu,
- Gaz memesindeki sıcaklıklar,
- Gaz memesi ızalasyonu,
- Sızdırmazlık sisteminin güvenilirliği,
- Torçun ağırlığı ve hortum paketinin esnekliği ve yedek parçaların maliyet gibi hususlar dikkate alınmalıdır.

The diagram illustrates the components of a plasma torch assembly. The main assembly consists of a torch body with a handle (Askı) and a trigger (Tetik). The handle features a power cable (Güç Kablosu) with insulation (İzolasyonu) and a power cable connection (Kablo-Kontak Boru Bağlantısı). The torch body has a gas diffuser (Gaz Difüzörü) and a contact tube (Kontak Boru). A separate nozzle (Nozul) is shown. A cable (İletim Borusu) connects the torch body to the nozzle. A separate cable (Güç Kablosu) is also shown. Labels in Turkish identify the components: Torç Muhafazası, Güç Kablosu, İzolasyonu, Askı, Tetik, Tetikleme Elemanı, Kablo-Kontak Boru Bağlantısı, İletim Borusu, Gaz Difüzörü, Kontak Boru, and Nozul.

TAYSAD Bakım Rehberi-II

TIG kaynak yönteminde, doğru ekipman seçimi ve kullanımı ile yüksek kalitede kaynak dikişleri elde edilebilir. Kullanılan ekipmanların düzenli ve doğru kullanımı kaynak işlemlerinin verimliliği ve güvenliği açısından önemlidir.

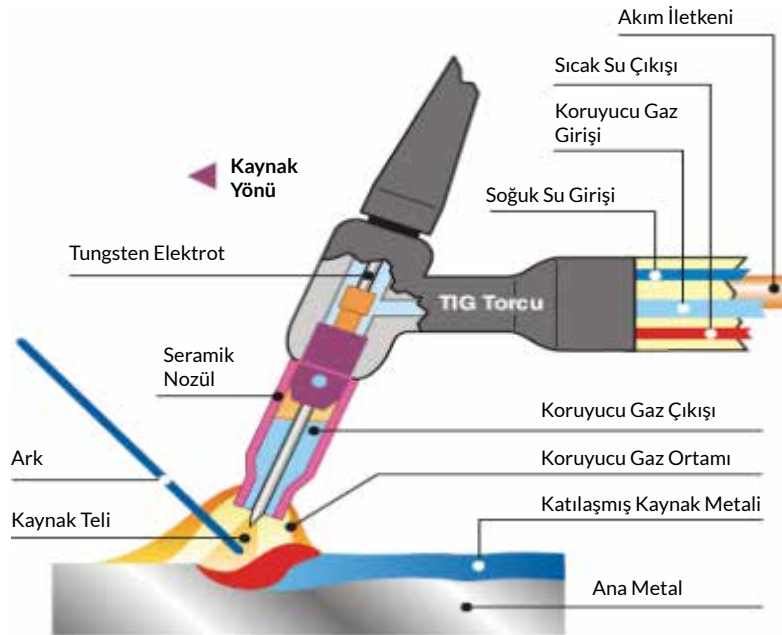
TIG kaynak yönteminde koruyucu gaz olarak argon, helyum veya bunların karışımından oluşur.

TIG kaynak yönteminde kullanılan tungsten elektrotlar, kaynak edilecek malzeme türlerine göre sınıflandırılır. Saf tungsten elektrot (yeşil), özellikle alüminyum ve magnezyum kaynağında tercih edilir. Toryum katkılı tungsten elektrot (kırmızı), karbon çelikleri, paslanmaz çelikleri ve bakır gibi metallerin kaynak işlemlerinde kullanılır. Seryum katkılı tungsten elektrot, lantanum katkılı elektrot ve zirkonyum katkılı elektrot da tungsten elektrot çeşitleri arasında yer alır.

TIG kaynak yönteminde alüminyum ve diğer hafif metallerin kaynaklarının dışında kalan metallerin kaynak işlemlerinde doğru akım (DC) kaynak makineleri kullanılmaktadır ve torç negatif kutba bağlanır. Alüminyum malzemelerin kaynaklarında ise AC akım tipli kaynak makineleri kullanılır çünkü alüminyumun dış yüzeyinde kaynak sırasında oksit tabakası ile kaplıdır.

TIG kaynak yönteminde kullanılan torçun başlıca görevleri şunlardır: Ergimeyen tungsten elektrotu tutmak ve koruyucu gazı kaynak bölgesine yönlendirmektir. Torçlar su soğutmalı veya hava soğutmalı olabilir.

Kaynak işleminde ilave tel besleme manuel veya otomatik olarak yapılabilir.





8.3. Kaynak Ekipmanlarının Bakımı

Kaynak ekipmanlarının performansı ve iş güvenliğini bakım işlemleri doğrudan etkilemektedir. Ekipmanlara düzenli bakım yapmak, ekipmanların performansını optimum seviyede tutmaya yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda düzenli yapılan bakım işlemleri ile birlikte aşınma ve yıpranmaların erken tespiti büyük arızaların önüne geçilmesine yardımcı olmaktadır. Düzenli yapılacak bakım işlemleri ve kontrolleri ekipmanların kullanım ömrünü artırarak üretim süreçlerinde süreklilik ve verimlilik sağlar. Ayrıca, ekipmanların performansını optimum seviyede tutarak kaynak kalitesinde süreklilik ve yüksek kalite sağlamaya yardımcı olur. Düzenli bakım işlemleri, iş güvenliğini artırır; elektriksel arızalar, gaz kaçağı gibi tehlikelerin erken tespit edilmesine yardımcı olarak oluşabilecek kazaların önlenmesine yardımcı olur. Sonuç olarak bakım işlemleri sadece ekipmanların ömrünü uzatmakla kalmaz, maliyet yönetimi ve iş güvenliği gibi konularda önemli katkılar sağlar.

Periyodik bakımların sıklığı, ekipman türlerine, kullanım yoğunluğuna göre belirlenmelidir. Bu kontroller günlük, haftalık, aylık, altı aylık ve yıllık olmak üzere planlanması yapılmalıdır.

8.3.1. Günlük Bakım İşlemleri

- Kaynak torçu, günlük olarak kontrol edilmelidir. Kontak borusu, gaz memesi ve hortumların fiziksel durumları kontrol edilmelidir. Tel beslemede herhangi bir sorun olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Nozul düzenli olarak temizlenmelidir içerisinde bulunan sıçrantılar temizlenmelidir. Nozul içerisinde birikmiş sıçrantılar kaynak akımının iletilmesinde sorun yaşanmasına neden olabilmektedir.

- Debi ölçerler ile gaz akışı kontrol edilmelidir. Koruyucu gazın az ya da fazla olması kaynak dikişinde hatalara neden olabilmektedir. Tüp bağlantıları ve manometrelerde sızıntı olup olmadığının kontrolü yapılmalıdır.
- Kaynak makinesinin kabloları kontrol edilmelidir.

8.3.2.Haftalık Bakım İşlemleri

- Kaynak makinesinin fanları, elektrik bağlantıları kontrol edilmelidir.
- MIG-MAG kaynak yöntemleri için tel sürme mekanizmaları incelenmelidir.
- Koruyucu gaz tüplerinin basınçları ve bağlantı noktaları kontrol edilmelidir.
- Kaynak torçunun iç ekipmanlarının temizliği düzenli olarak yapılmalıdır.

8.3.3. Aylık Bakım İşlemleri

- Torç ve hortum kısmında gaz kaçağı ve deformasyon olup olmadığına dikkat edilmelidir.
- Manometrelerin basınç ayarı kontrol edilmelidir.
- Kaynak makinelerinin iç kısmı kuru hava kompresörleri kullanılarak zamanla biriken tozlar-
dan temizlenmelidir. Temizlik sırasında kullanılan hava basıncı kontrol edilmelidir.
- Makinelerin üzerinde bulunan bağlantı noktaları kontrol edilmelidir, eksik ya da paslı vida-
lar varsa eksiklikler giderilmelidir.
- Makinenin akım gerilim ayarlarının doğrulamaları pens-amperetreler ile kontrol edilme-
dir.

8.3.4. Altı Aylık Bakım İşlemleri

- Kaynak makineleri bakım işlemleri için üretici firmadan bakım hizmeti alınmalıdır.

8.3.5.Yıllık Bakım İşlemleri

- Koruyucu gaz tüplerinin periyodik testleri yapılmalıdır.
- Kaynak makinelerine yazılım güncellemeleri ve elektronik testler yapılmalıdır.

9. ELEKTRONİK KART



İlk elektronik kart (PCB - Printed Circuit Board) otomobillerde 1960'ların sonlarına doğru elektronik kontrol üniteleri (ECU) yakıt enjeksiyon sistemini kontrol eden kartlar olarak kullanılmıştır. Bu, otomotiv endüstrisinde elektronik kartların yaygınlaşmasının başlangıcı olarak kabul edilir.

9.1. Elektronik Kart, Kart Üretim Ekipmanları, Bakımı

Elektronik kartlar, modern elektronik cihazların kalbini oluşturan bileşenlerdir ve genellikle “baskılı devre kartı” (PCB - Printed Circuit Board) olarak adlandırılır. İlk örnekleri, 1900’lerin başlarında manuel olarak tel ve bağlantı noktalarıyla yapılan devrelerle görülmüştür. Ancak, bu alandaki gerçek yenilik 1936 yılında Avusturyalı mühendis Paul Eisler tarafından gerçekleştirilmiştir; Eisler, baskılı devre kartı teknolojisini geliştirerek, bakır yollarla devre elemanlarını birbirine bağlamıştır. II. Dünya Savaşı sırasında bu teknoloji, ABD ordusu tarafından radar sistemlerinde kullanılmaya başlanmış ve savaş sonrası dönemde ticari elektronik cihazlarda yaygınlaşmıştır. 1960 sonrasında otomotiv sektöründe de kullanılmaya başlandı. 1980’lerde Yüzey Montaj Teknolojisi (SMT) ile birlikte bileşenlerin kart yüzeyine montajı mümkün hale gelmiş, böylece daha yüksek yoğunlukta ve daha kompakt devreler üretilmiştir. Günümüzde çok katmanlı baskılı devre kartları, mikroçipler ve entegre devrelerin gelişimiyle daha da küçük ve güçlü hale gelmiştir. Elektronik kartlar, IoT (Nesnelerin İnterneti), yapay zeka, otomasyon ve otomotiv gibi birçok sektörde kritik bir rol oynamaya devam etmektedir. Elektronik kartlar, modern teknolojinin bel kemiğini oluşturuyor ve sürekli gelişen elektronik dünyasının bir parçası olarak önemini artırmaya devam ediyor.

İlk elektronik kart (PCB - Printed Circuit Board) otomobillerde 1960'ların sonlarına doğru elektronik kontrol üniteleri (ECU) yakıt enjeksiyon sistemini kontrol eden kartlar olarak kullanılmıştır. Bu, otomotiv endüstrisinde elektronik kartların yaygınlaşmasının başlangıcı olarak kabul edilir.

Yakıt enjeksiyon sistemleri gibi karmaşık elektronik sistemlerin devreye girmesiyle, otomobillerin verimliliği, performansı ve güvenliği önemli ölçüde arttı. Bu gelişim, günümüzde araçlardaki çok sayıda elektronik kontrol biriminin (ECU) temelini oluşturmuştur.

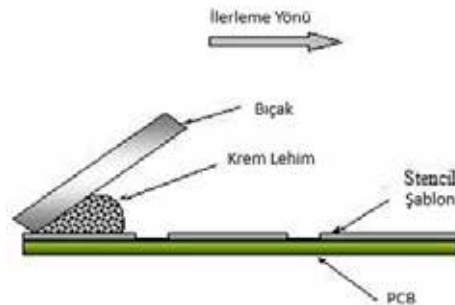
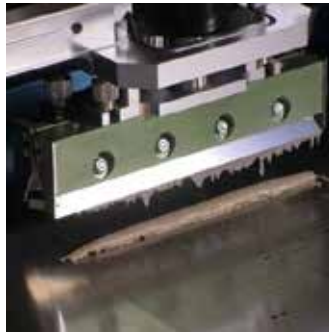
1980'lerden itibaren elektronik kartların oranı giderek artmış ve 2020'lere gelindiğinde bu oran %40'a ulaşmıştır. 2030 yılı için tahminler, bu oranın %50'ye kadar çıkabileceğini öngörmektedir. Elektrikli araçların yaygınlaşması ve otonom sürüş sistemlerinin gelişmesiyle bu oran daha da artabilir.

Elektronik kartlar (PCB'ler), otomobillerde birçok farklı aksamda önemli bir rol oynamaktadır. Öncelikle, Motor Kontrol Üniteleri (ECU) motorun performansını ve verimliliğini optimize eden ana bilgisayarlar olarak işlev görür; yakıt enjeksiyonu ve ateşleme zamanlaması gibi süreçleri yönetir. Güç aktarma organları da elektronik kartlar tarafından kontrol edilerek otomobilin şanzıman, vites kutusu ve diğer güç aktarım bileşenlerinin sorunsuz çalışmasını sağlar. Ayrıca, hava yastıkları (airbag), ABS (anti-lock braking system) ve ESP (Electronic Stability Program) gibi güvenlik sistemlerinin kontrolü de bu kartlarla gerçekleştirilir. Bilgi ve eğlence sistemleri (infotainment), radyo, dokunmatik ekranlar, navigasyon ve araç içi eğlence sistemleri aracılığıyla çalışırken, park sensörleri, adaptif hız sabitleyici ve şerit takip sistemi gibi yardımcı sürücü sistemleri de elektronik kartlarla yönetilmektedir. Aydınlatma sistemleri, farlar ve stop lambaları gibi unsurların otomatik ayarlamaları da kartlar tarafından sağlanır. İklimlendirme sistemleri, otomobilin iç mekan sıcaklığını düzenleyerek konforu artırırken, elektrikli cam ve koltuk sistemleri de yine elektronik kartlar sayesinde otomatik olarak çalışır. Son olarak, elektrikli araçlar için batarya yönetim sistemleri, şarj kontrol üniteleri ve elektrikli motorlar tamamen elektronik kartlar tarafından yönetilmektedir. Bu şekilde, elektronik kartlar otomobillerin pek çok önemli işlevini yerine getiren kritik bileşenlerdir.

Kullanım oranı artan ve kritik görevler üstlenen bu elektronik kartları üreten ekipmanlar ve prosesler özellikle otomotiv sektöründe büyük titizlikle takip edilmektedir.

Ekipman bakımı, Kalite kontrol, çevresel koşulların yönetimi elektronik kart üretiminde başarılı bir sürecin temel taşlarını oluşturur.

Elektronik kart üretiminin tüm süreçlerinde kullanılan ekipmanlar;



Şekil 9.1

9.1.1. Stencil Printer (Şablon Baskı Makinesi)

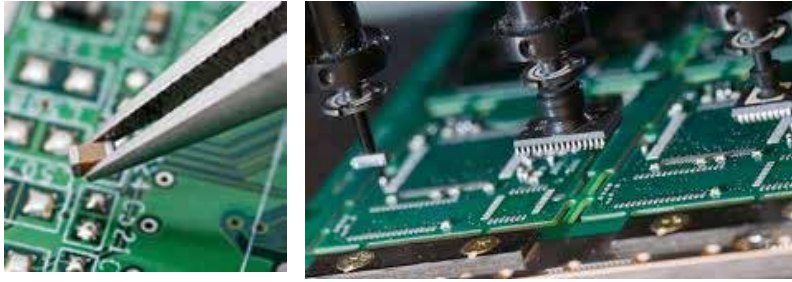
Tanım: Lehim pastasının devre kartı üzerindeki bakır pedlere uygulanması için kullanılır. Şablon (stencil), doğru yerlere lehim pastasını bırakacak şekilde tasarlanır.

İşlev: Lehimleme işlemi için kritik olan lehim pastasının doğru miktarda ve doğru yerlere uygulanmasını sağlar.

9.1.2. Dizgi (Pick and Place) Makinesi

Tanım: SMT bileşenlerinin devre kartı üzerindeki uygun pozisyonlara yerleştirilmesi için kullanılır. Bu makine, programlanmış koordinatlara göre çalışır ve bileşenleri alıp hassas bir şekilde yerleştirir.

İşlev: Yüksek hızlı ve hassas yerleştirme işlemi yaparak üretim sürecini hızlandırır ve insan hatalarını minimize eder.



Resim 9.1

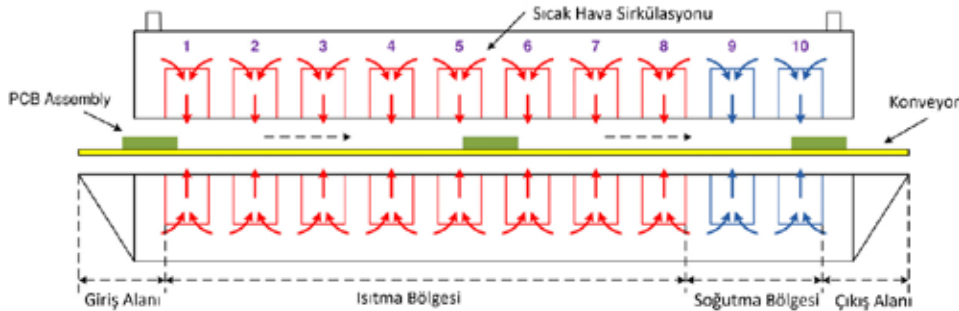
9.1.3. Lehimleme

Lehimleme üretim teknolojisine göre değişmektedir. SMT prosesi için Reflow, THT prosesi için Dalga Lehim makinaları kullanılır.

a) Reflow Fırını

Tanım: Lehim pastasının SMT bileşenlerini devre kartına kalıcı olarak bağlaması için lehim pastasını ısıtarak eritir. Belli bir sıcaklık profili ile kart üzerinden geçer.

İşlev: Lehim pastasını eritir ve bileşenlerin devre kartına güvenli bir şekilde lehimlenmesini sağlar.

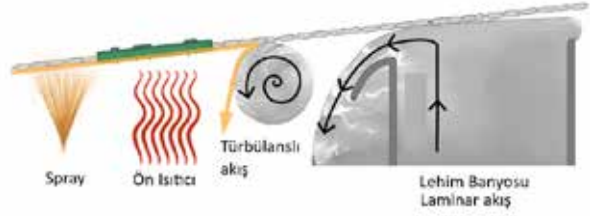


Şekil 9.2

b) Wave Soldering (Dalga Lehimleme Makinesi)

Tanım: Genellikle delik montajlı (THT) bileşenlerin lehimlenmesinde kullanılır. Devre kartı, erimiş lehim banyosundan geçirilerek bileşenlerin bacakları lehimlenir.

İşlev: Özellikle THT bileşenlerin kart üzerindeki deliklere tutturulmasını sağlar.

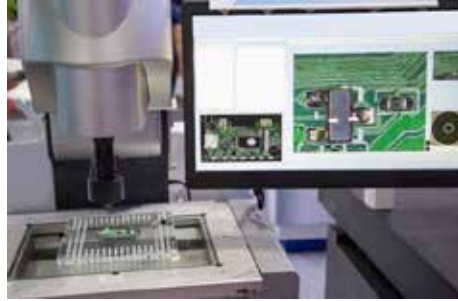


Şekil 9.3

9.1.4. Automated Optical Inspection (AOI) Makinesi

Tanım: Optik tarama ile devre kartındaki bileşenlerin doğru yerleşip yerleşmediğini ve lehim bağlantılarının kalitesini kontrol eden bir makinedir.

İşlev: Kart üzerindeki hataları tespit eder, eksik ya da yanlış yerleştirilen bileşenleri, soğuk lehim problemlerini belirler.



Resim 9.2

9.1.5. Stencil Printer Bakımı

- **Günlük Temizlik:** Lehim pastasının kalıntılarını temizlemek, baskı hassasiyetini artırır ve şablon tıkanıklıklarını önler.
- **Kalibrasyon:** Baskı doğruluğunu korumak için belirli aralıklarla makinenin kalibrasyonu yapılmalıdır.
- **Şablon Kontrolü:** Şablonlar, zamanla aşınabilir ve bu da baskı hatalarına yol açabilir. Düzenli olarak şablonlar incelenmeli ve gerekirse değiştirilmelidir.

1.2. Pick and Place Machine Bakımı

- **Hassasiyeti Koruma:** Bileşen yerleştirme doğruluğunu sağlamak için makine düzenli olarak temizlenmeli ve ayarları kontrol edilmelidir.

- **Vakum Nozulların Temizliği:** Bileşenleri alıp yerleştiren vakum nozulları zamanla toz ve kir biriktirir. Bunların temizliği, makinenin performansını doğrudan etkiler.
- **Parça Değişimi:** Hareketli mekanik parçalar aşındıkça değiştirilmelidir.

1.3. Reflow Oven Bakımı

- **Fırın Temizliği:** Lehim buharları, fırın içinde kalıntılar bırakabilir. Bu kalıntılar temizlenmezse, ısıtma işlemi etkilenir.
- **Sıcaklık Kalibrasyonu:** Fırının belirli sıcaklık profilleriyle çalışması gerektiği için kalibrasyonu düzenli olarak yapılmalıdır.
- **Fan ve Filtre Kontrolü:** Fanlar ve filtreler düzgün çalışmadığında soğutma sürecinde sorunlar yaşanabilir.

1.4. AOI Machine Bakımı

- **Kamera ve Lens Temizliği:** Görüntü netliği ve inceleme hassasiyeti için kameralar ve lensler düzenli olarak temizlenmelidir.
- **Işık Kaynağı Kontrolü:** Işık kaynaklarının parlaklığı zamanla düşebilir. İncelemelerin doğruluğu için ışık seviyesinin yeterli olduğundan emin olunmalıdır.

1.5. Wave Soldering Machine Bakımı

- **Lehim Dalga Kontrolü:** Lehim dalgasının düzgün bir şekilde oluşturulması için sıcaklık ve lehim seviyesi düzenli olarak kontrol edilmelidir.
- **Kaplama Alanlarının Temizliği:** Lehim buharları ve kalıntılar, makinenin çeşitli bölümlerinde birikebilir. Bunlar düzenli aralıklarla temizlenmelidir.

Bu başlıklar ekipmanların uzun ömürlü ve verimli bir şekilde çalışmasını sağlamak için önemli bakım rutinlerini kapsıyor. Sıradaki aşama olan Kalite Kontrol ve Test Prosedürleri bölümüne geçelim mi, yoksa bu bölümde eklemek istediğin başka detaylar var mı?

9.2. Kalite Kontrol ve Test Prosedürleri

9.2.1. Otomatik Optik İnceleme (AOI)

- **Kusur Tespiti:** AOI makinesi, baskı devre kartları üzerindeki bileşenlerin yerleştirilmesi sırasında oluşan hataları ve lehim kusurlarını otomatik olarak tespit eder. Yanlış hizalanma, eksik bileşenler, soğuk lehim gibi sorunlar tespit edilir.
- **Düzenli Kalibrasyon:** AOI makineleri, bileşen boyutlarını ve pozisyonlarını hassas bir şekilde inceleyebilmesi için belirli aralıklarla kalibre edilmelidir. Böylece inceleme hassasiyeti korunur.
- **Test Raporlaması:** AOI makinesi tarafından tespit edilen kusurlar detaylı bir şekilde raporlanır ve bu veriler kullanılarak üretim sürecinde iyileştirmeler yapılır.

9.2.2. X-Ray İnceleme

- **BGA (Ball Grid Array) İnceleme:** BGA gibi alt yüzeyi lehimlenmiş bileşenlerin lehim bağlantılarının doğru yapıldığını doğrulamak için X-Ray incelemesi kullanılır. Bu yöntem, gizli lehim kusurlarını tespit etmek için en etkili çözümlerden biridir.
- **Delik Doldurma Kontrolü:** Delik içi lehimleme işlemi sırasında yeterli lehim dolumunun sağlanıp sağlanmadığı X-Ray ile kontrol edilir.

9.2.3. Elektriksel Testler

- **Fonksiyonel Test (FCT):** Üretilen PCB'nin, nihai kullanım sırasında tüm fonksiyonlarının doğru çalışıp çalışmadığını test etmek için fonksiyonel testler yapılır. Bu testler, ürünün çalışır durumda olduğundan emin olunmasını sağlar.
- **Devre Sürekliliği Testi (ICT):** Devre üzerindeki iletim yollarının doğru olup olmadığını, kısa devre ya da açık devre gibi sorunların olup olmadığını tespit etmek için yapılan testtir. Bu testler devrenin doğru çalışıp çalışmadığını doğrular.

9.2.4. Lehim Kalitesi Testi

- **Çekme Testi:** Lehim bağlantılarının dayanıklılığını ve güvenilirliğini test etmek için çekme testleri uygulanır. Bu test, bileşenlerin mekanik kuvvetlere karşı ne kadar dayanıklı olduğunu ölçer.
- **Termal Şok Testi:** PCB'nin sıcaklık değişimlerine dayanıklılığını test etmek amacıyla termal şok testleri yapılır. Bu test, lehim bağlantılarının ani sıcaklık değişimlerine karşı dayanıklılığını kontrol eder.

9.3. Çevresel Koşulların Yönetimi

9.3.1. Sıcaklık ve Nem Kontrolü

- **Üretim Alanı Koşulları:** Elektronik kart üretiminde çevresel faktörler çok kritiktir. Özellikle sıcaklık ve nem, üretim sürecini ve kartların performansını etkileyebilir. Üretim ortamında sabit sıcaklık (genelde 22-25°C) ve düşük nem oranı (40-60%) sağlanmalıdır. Yüksek nem, lehimleme işlemi sırasında oksitlenmeye neden olabilir ve elektronik bileşenlerin zarar görmesine yol açabilir.
- **Nem Alma Sistemleri:** PCB üretim alanında kullanılan nem alıcılar, ortam neminin kontrol altında tutulmasına yardımcı olur ve kartların kalitesini korur.

9.3.2. Elektrostatik Deşarj (ESD) Koruması

- **ESD Hassasiyeti:** Elektronik bileşenler elektrostatik deşarjdan (ESD) oldukça etkilenebilir. Çok düşük seviyelerdeki elektrik yükleri bile bileşenlere zarar verebilir. Bu yüzden üretim hattında ESD koruma önlemleri alınmalıdır.
- **Antistatik Zemin Kaplaması:** Üretim alanında ESD korumalı zemin kaplaması kullanılarak çalışanların yürürken statik elektrik biriktirmesi önlenir.

- **ESD Bileklik ve Giysiler:** Üretim personelinin, statik elektrik birikimini önlemek için ESD bileklikleri ve antistatik giysiler kullanması zorunludur. Ayrıca, masalar ve ekipmanlar da antistatik malzemelerle kaplanmalıdır.

9.3.3. Hava Kalitesi

- **Lehimleme Buharlarının Kontrolü:** Lehimleme işlemi sırasında ortaya çıkan kimyasal buharlar, hem personelin sağlığına zarar verebilir hem de üretim alanındaki bileşenlere zarar verebilir. Bu nedenle hava filtreleme sistemleri ile bu zararlı gazların ortamdaki uzaklaştırılması gerekir.
- **Temiz Oda Koşulları:** Bazı hassas üretim aşamaları için temiz oda (clean room) koşullarının sağlanması gerekebilir. Bu ortamda havada dolaşan toz partikülleri ve diğer kirleticiler minimum seviyede tutulur.

9.3.4. Işık ve Aydınlatma

- **Uygun Aydınlatma:** Üretim hattında, operatörlerin bileşen yerleştirme ve inceleme süreçlerinde doğru kararlar alabilmesi için yeterli ve uygun ışıklandırma sağlanmalıdır. Özellikle optik incelemeler sırasında doğru renk sıcaklığında aydınlatma tercih edilmelidir.

9.4. Personel Eğitimi ve Güvenliği

9.4.1. ESD Koruma Eğitimi

- **Statik Elektrik Zararı:** Personel, elektrostatik deşarjın (ESD) elektronik bileşenler üzerindeki olumsuz etkileri konusunda bilgilendirilmelidir. Statik elektrikli hassas bileşenlerde geri dönüşü olmayan zararlara neden olabileceği unutulmamalıdır.
- **Koruyucu Ekipman Kullanımı:** Çalışanlar, ESD bileklikleri, antistatik giysiler ve özel ayakkabılar gibi koruyucu ekipmanların doğru kullanımı konusunda eğitilmelidir. Ayrıca, ESD koruma ekipmanlarının nasıl test edilip kalibre edileceği de anlatılmalıdır.

9.4.2. Makine Kullanım Eğitimi

- **Makinelerin Doğru Kullanımı:** Stencil Printer, Pick and Place Machine, Reflow Oven gibi makinelerin verimli ve güvenli bir şekilde çalıştırılması için personelin kapsamlı bir eğitim alması önemlidir. Her makinenin çalışma prensipleri, güvenlik önlemleri ve olası arıza durumlarında yapılması gerekenler hakkında eğitimler düzenlenmelidir.



- **Operasyon Talimatları:** Çalışanlara, makineleri kullanırken dikkat etmeleri gereken prosedürler yazılı talimatlarla verilmelidir. Acil durdurma düğmelerinin kullanımı ve beklenmedik arıza durumlarında müdahale yöntemleri öğretilmelidir.

9.4.3. İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) Önlemleri

- **Kimyasal Maddelerin Kullanımı:** Lehimleme işlemi sırasında kullanılan kimyasalların (flux, lehim dumanları) zararlı etkileri hakkında personel bilgilendirilmelidir. Kimyasallarla çalışırken uygun kişisel koruyucu donanım (maske, eldiven) kullanımı zorunlu hale getirilmelidir.
- **Yangın Güvenliği:** Lehimleme fırınları ve diğer ısıya dayalı işlemler nedeniyle yangın riski olabilir. Bu nedenle personel, yangın güvenliği prosedürleri konusunda eğitilmeli ve yangın söndürme cihazlarının kullanımı öğretilmelidir.
- **Acil Durum Planları:** Üretim hattında acil durumlar (elektrik arızaları, yangın, kimyasal sızıntı) için acil durum planları oluşturulmalı ve düzenli tatbikatlar yapılmalıdır.

9.4.2. Sürekli Eğitim ve Sertifikasyon

- **Güncel Teknoloji ve Standartlar:** Elektronik kart üretimi teknolojileri sürekli geliştiği için personelin yeni teknoloji ve yöntemler konusunda sürekli eğitim alması gereklidir. Yeni üretim teknolojileri, otomasyon sistemleri ve kalite standartları hakkında düzenli olarak seminerler düzenlenmelidir.
- **Sertifikalı Eğitim Programları:** Özellikle belirli makinelerin ve süreçlerin kullanımı için personelin yetkinlik kazandığına dair sertifikalı eğitimler verilmelidir. Bu eğitimler, uluslararası üretim standartlarına uygun olarak yapılmalıdır.

9.4.5. Ergonomi ve Çalışma Koşulları

- **Çalışma Ortamı:** Personelin rahat bir şekilde çalışabilmesi için ergonomik çalışma koşulları sağlanmalıdır. Operatörler uzun süre ayakta çalıştığında uygun destek sağlayan zemin malzemeleri kullanılmalı ve operatör koltukları ergonomik olmalıdır.
- **Dinlenme Süreleri:** Tekrarlayan işlerde çalışan personelin sağlıklarını koruyabilmeleri için düzenli dinlenme süreleri verilmelidir. Aksi takdirde, iş yükü ve yorgunluk uzun vadede fiziksel sağlık sorunlarına yol açabilir.

Bu bölümle birlikte elektronik kart üretim sürecinde çalışanların güvenliği ve verimli çalışma koşullarını sağlamak için gerekli önlemleri açıklamış olduk. Rehberi bu şekilde tamamladık! Eklemek istediğin başka bir şey var mı, ya da mevcut içeriklerde bir değişiklik yapmak ister misin?





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	3.281x10 ⁻²	1.094x10 ⁻²	6.214x10 ⁻⁶
1 metre	100	1	10 ⁻³	39.37	3.281	1.094	6.214x10 ⁻⁴
1 kilometre	10 ⁵	1000	1	3.937x10 ⁶	3281	1.094	0.621
1 inch	2.540	2.540x10 ⁻²	2.540x10 ⁻⁵	1	8.333x10 ⁻²	2.778x10 ⁻²	1.578x10 ⁻⁵
1 foot	30.48	0.304	3.048x10 ⁻⁴	12	1	0.333	1.894x10 ⁻⁴
1 yarda	91.44	0.914	9.144x10 ⁻⁴	36	3	1	5.682x10 ⁻⁴
1 kara mili	1.609x10 ⁵	1609	1.609	6.336x10 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	1.076x10 ⁻³	0.386x10 ⁻¹⁰
1 metrekare	10 ⁴	1	10 ⁻⁴	10 ⁻⁶	1550	10.76	0.386x10 ⁻⁶
1 hektar	10 ⁸	10 ⁴	1	10 ⁻²	1.550x10 ⁷	1.076x10 ⁵	0.368x10 ⁻²
1 kilometrekare	10 ¹⁰	10 ⁶	100	1	1.550x10 ⁹	1.076x10 ⁷	0.386
1 inch kare	6.452	6.452x10 ⁻⁴	6.452x10 ⁻⁸	6.452x10 ⁻¹⁰	1	6.944x10 ⁻³	0.249x10 ⁻⁹
1 foot kare	929.0	9.290x10 ⁻²	9.290x10 ⁻⁶	9.290x10 ⁻⁸	144	1	0.359x10 ⁻⁷
1 mil kare	2.589x10 ¹⁰	2.589x10 ⁶	2.589x10 ²	2.589	4.014x10 ⁹	2.788x10 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/m ² (pal)	0.068	0.07	1	-	-
1 torr (0°C de 1 mm civa)	1.32x10 ⁻³	1.36x10 ⁻³	-	1	1.33x10 ⁻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	3.527x10 ⁻²	2.205x10 ⁻³	0.984x10 ⁻⁶
1 kilogram	1000	1	10 ⁻²	10 ⁻³	35.27	2.205	0.984x10 ⁻³
1 kental	10 ⁵	100	1	0.100	3527	220.5	9.840x10 ⁻²
1 ton (metrik)	10 ⁶	1000	10	1	3.527x10 ⁴	2205	0.984
1 ons	28.35	2.835x10 ⁻²	2.835x10 ⁻⁴	2.835x10 ⁻⁵	1	6.250x10 ⁻²	2.790x10 ⁻⁵
1 libre	453.6	0.453	0.453x10 ⁻²	0.453x10 ⁻³	16	1	4.464x10 ⁻⁴
1 büyük ton	1.016x10 ⁶	1016	10.16	1.1016	3.584x10 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-kg/sn	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-kg/sn	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 imperial (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 yada	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 yada 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	2.590×10^8			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) = $TT/10^6 \text{ in}^2 = 0.7854 \times 10^6 \text{ in}^2 = 5.067 \times 10^6 \text{ cm}^2$

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 hunderedweight									
100 lb		100	1	1	0.050	0.0446		45.3592	
1 hunderedweight 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	
1 kp	35.274	2.20462					1000	1	0.001
1 t (metrik ton)	35274	2204.62	22.0462	22.0462	1.10231	0.98421		1000	1

Not: 1 onz (ağırlık) = 16 gram = 437.5 Kuyumcu greyni (0.065 gram) • 1 Kuyumcu onzu = 480 Kuyumcu greyni = 31.1 g • 1 Ston (ağırlık) = 14 libre

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/kgC	kcal/kgf C BTU/ lb F
1 J/m ³ C	1	2.77778-10 ⁻⁷	2.38846-10 ⁻⁴	8.62885-10 ⁻³	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/kg	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/kg	4.168.8	1	1.8
1 BTU/in ² sec	1.63534-10 ⁸	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

Büyükük	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

Büyükük	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	
Zaman	Dakika	min	
	Gün	d.....gün de yazılabilir (m ³ /gün gibi)	
	Yıl	ayıl da yazılabilir (m ³ /yıl gibi)	
	Saat	h	

Temel Birimlerden Üretilmiş Diğer Birimler (Devam)			
Büyüklük	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	
Sağlamaştırma	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 ışımanın (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 iletken arasında geçirdiğinde, 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	$9,108 \times 10^{-26}$ 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

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

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

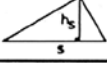
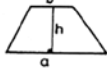
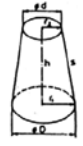
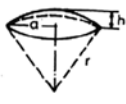
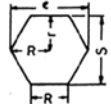
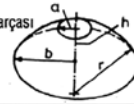
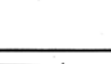
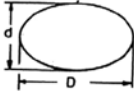
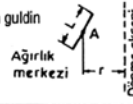
Güç Birimleri

	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	$V = G \cdot h; \quad M = U \cdot h; \quad O = M + 2G$
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 	$F = \frac{\pi d^2}{4} = 0.785 d^2 = \pi \cdot r^2$ $\text{Çevre } U = \pi d \quad d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = 1.127 \sqrt{F}$	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 	$F = \frac{\pi r^2 \varphi}{360} = 0.08727 r^2 \varphi = \frac{b \cdot r}{2}$ $\text{Yay Boyu } b = \frac{\pi r \varphi}{180} = 0.0175 r \varphi$	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 	$F = \frac{r^2}{2} \cdot \frac{\pi \varphi}{180} \sin \varphi = \frac{h}{6s} (3h^2 + 4s^2)$ $\text{Kesen boyu } s = 2r \sin \frac{\varphi}{2} = 2\sqrt{h(2r-h)}$ $\text{Yay yüksekliği } h = r \cdot \left(1 - \cos \frac{\varphi}{2} \right) = \frac{s}{2} \tan \frac{\varphi}{4}$ $= r \cdot \sqrt{1 - \frac{s^2}{4r^2}}$ $= 2r \sin^2 \frac{\varphi}{2}$	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 	$F = \frac{\sqrt{3}}{2} s^2 = 0.866 s^2; F = \frac{\sqrt{3}}{2} R^2 = 2.598 R^2$ $\text{Köşeböyü } e = \frac{2s}{\sqrt{3}} = 1.1547 s; R = 0.577 s$	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 	$F = \frac{\pi}{4} D d = 0.785 D d$ $\text{Çevre } U = \frac{\pi}{2} (D+d) = 1.5709 (D+d)$	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	-	-	6.59	2447	(0-100°C) 23.86	222	930	37.6	-
aluminum	Al	26.9815	13	f.c.c	2.69808	-	-	-	-	-	-	69.6
americium	Am	(243)	95	-	-	630.5	1637	-	19	205	5.4	54.4
antimony	Sb	121.75	51	rhombocedral	6.69	-	-	-	-	-	-	-
argon	Ar	39.94	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
arsenic	As	74.9211	33	rhombocedral	5.72	815 (56 bar)	613 (subl.)	(0-100°C) 19	-	343	2.86	-
astatine	At	(210)	85	-	-	710	1637	-	-	285	-	12.85
barium	Ba	137.34	56	b.c.c	3.61	-	-	-	-	-	-	-
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	rhombocedral	9.79	271	1560	(0-100°C) 13.5	9	142	0.94	33.8
boron	B	10.811	5	orthorhex	2.33	2030	3900	(20-750°C) 8.3	-	1294	~10 ¹⁰	-
bromine	Br	79.909	35	-	3.14	-8.25	58.2	-	-	-	-	-
cadmium	Cd	112.40	48	-	8.642	321	765	(1-100°C) 29.4	92	230	14.6	62.3
calcium	Ca	40.08	20	f.c.c	1.540	850	1487	(20-100°C) 25.2	126	624	29.2	19.5
californium	Cf	(251)	98	-	-	-	-	-	-	-	-	-
carbon	C	12.01115	9	orthohex. cubic	2.2	3800	-	-	24	720	0.03	-
cassiopeum (lutetium)	Cd (Lu)	175.0	71	-	6.768	797	3470	(0-25°C) 8.5	11	188	1.3	30
cerium	Ce	140.12	58	-	1.873	28.64	685	-	-	-	-	-
cesium	Cs	132.91	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-
chlorine	Cl	35.46	17	rhombical	1.56	-103	2642	(0-100°C) 6.6	67	468	6.7	-
chromium	Cr	51.996	24	b.c.c	8.99	1903	-	-	69	415	-	132-157
cobalt	Co	58.9332	27	hex.	8.85	-	-	(0-100°C) 12.6	394	385	16.1	209
copper	Cu	63.54	29	f.c.c.	8.99	1083	2595	(0-100°C) 16.8	-	-	60	129.4
cerium	Cm	(247)	96	-	-	-	-	-	-	-	-	-
dysprosium	Dy	162.5	66	-	8.559	1407.1500	-2330	(0-25°C) -8.6	-	-	-	63.1
einsteinium	E	(254)	99	-	-	-	-	(0-25°C) 9.2	-	-	-	-
erbium	Er	167.26	68	-	9.062	1497	2420	(-200-780°C) -26	-	-	-	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	-259.14	-252.8	-	-	14445	-	-
illium (promethium)	II (Pm)	147	61	-	-	156.17	2047	(0-100°C) 30	-	-	-	-
indium	In	114.82	49	-	7.3	-	-	-	-	-	-	10.69
iodine	I	126.9044	53	rhombical	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

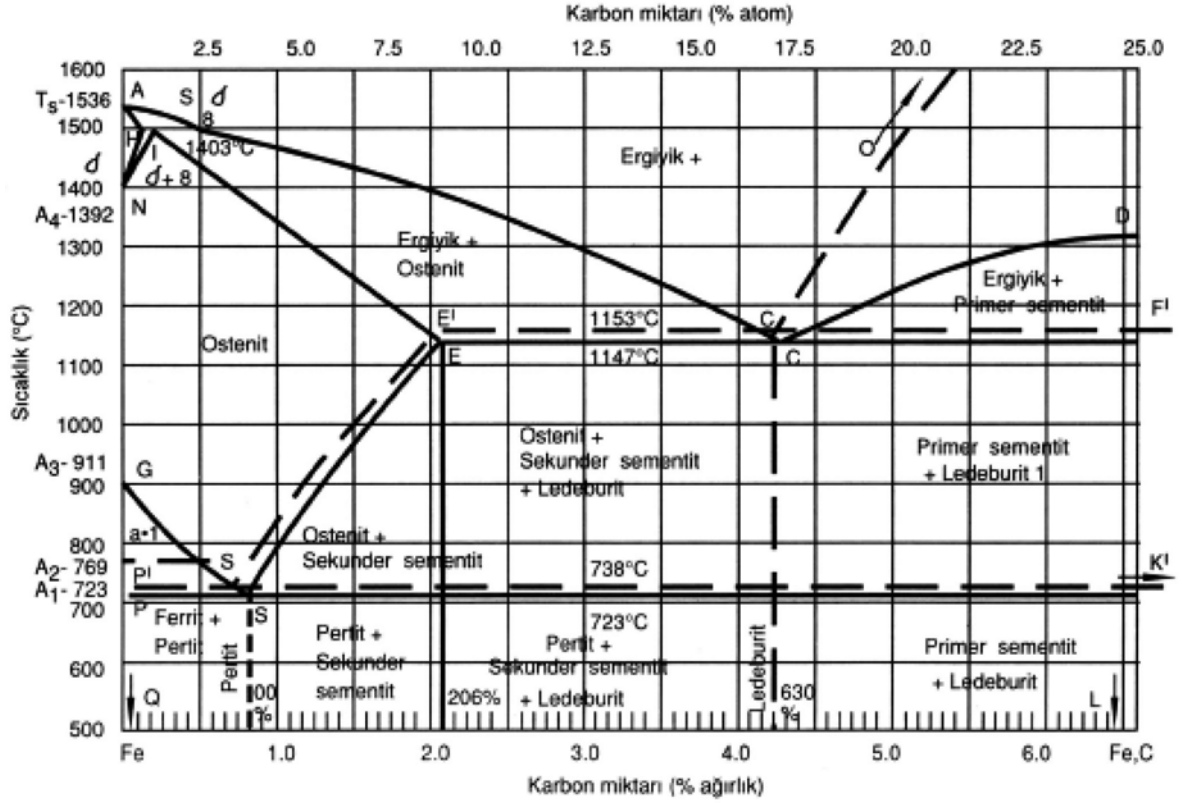
Kimyasal Elementlerin Fiziksel Özellikleri

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	3210	(0-100°C) 5.1	142	255	19.4	330
molybdenum	Mo	95.94	42	b.c.c.	7.007	1020	-	(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	-	-	-	-	-	-	-	-	-
rhenium	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	-
rubidium	Rb	85.47	37	-	1.53	38.7	701	-	-	-	-	2.35
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 um	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	-	-1500	3630	4700	-	-	-	-	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

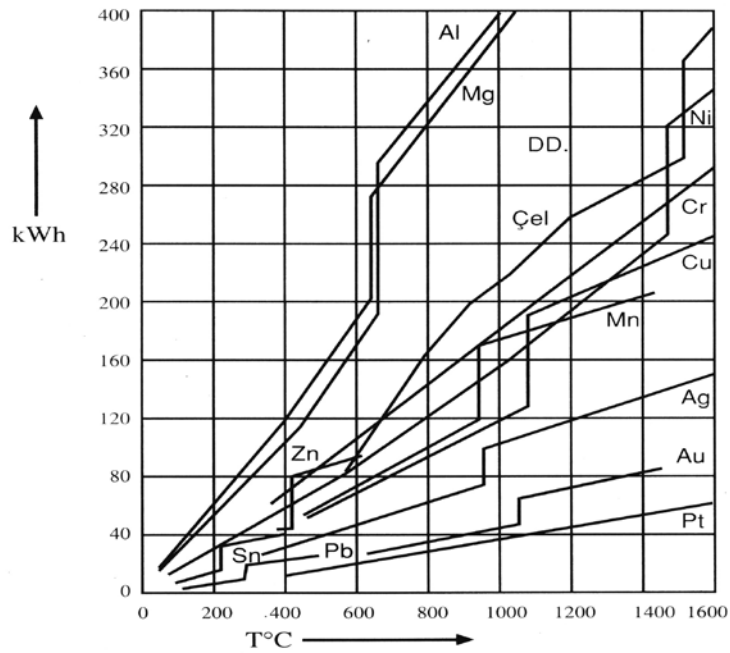
1) Paranez içerisindeki atom ağırlıkları hesaplanmıştır.

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 ± 1° C

Yoğunluk a) 25°C (katı) = 2.698 gr /cm³
b) 660°C (sıvı) = 2.368 gr / cm³

Akışkanlık, 662°C ta = 0.01378 poise

Sertlik, % 99.99,25°C= 12-16 BHN

Çekme Dayanımı, % 99.99 = 4.57 kg / mm²

İletkenlik a) Hacimsel direnç = 2. 6548 mikro-ohm-cm (20° C ta)
b) Hacimsel İletkenlik=64.94 % IACS (International Annealed Copper Standart)

Isısal Genleşme Katsayısı = 22.5 x 10⁻⁶ cm/ cm/°C

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

Açıklamalar



Yükselme



Azalma



Değişmez



Karakteristik değil veya bilinmiyor

Birçok ok : Daha kuvvetli etki

Çinko Ürünleri Spesifikasyonları

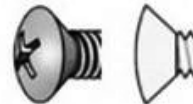
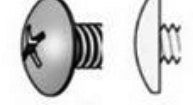
ÜRÜN CİNSİ	ÜRÜN KODU	%Zn min	%Pb max	%Fe max	%Cu max	%Cd max	%Sn max	%Al max	Safsızlıklar Toplamı max	Kullanım Alanı	
ELEKTROLİTİK KÜLÇE ÇİNKO	ÇK-1-2	99.99	0.006	0.003	0.002	0.003	0.001	0.005	0.010	Derin Çekme piring, çinko levha şerit tel galvanizleme	
ELEKTROLİTİK KÜLÇE ÇİNKO	ÇK-1-1	99.95	0.03	0.02	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	%Ti 0.003Max
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	0.0015	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	0.0015	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

[illegible]

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		

Somun Çeşitleri

					
Somun	Ahşap Somunu	Kafes Somun	Sac Vida	Traprez Diş	Dar Taçlı Somun
					
Taçlı Somun	Sac Somun	Mobilya Somunu 1	Mobilya Somunu 2	Mobilya Somunu3	Somun
					
Uzatma Somunu Altı Köşe	Somun	Fiberli Somun	Flanşlı Somun	Kör Somun	Fiberli Kör Somun
					
Çelik Kelebek Somun	Pik Kelebek Somun	Kaynak Somunu	6 Köşe Kaynak Somun	Sıkmalı Somun	İnce Kontra Somun

Cıvatanın Pratik Seçimi

Seçim statik ve dinamik kuvvet içinde aynıdır.

Kuvvet [kN]	Boyuna işletme kuvveti $F_{i\beta}$												
	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

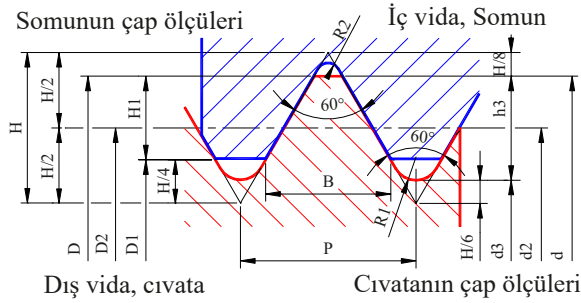
M 14

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

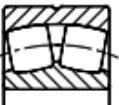


$$\begin{aligned}
 d_2 &= D_2 = d - 0,64952 P & H &= 0,86603 P \\
 D_1 &= d - 1,08253 P & H_1 &= 0,54127 P \\
 d_3 &= d - 1,22687 P & h_3 &= 0,61343 P \\
 R_1 &= H/6 = 0,14434 P & d_s &= (d_2 + d_3)/2 \\
 R_2 &= H/12 = 0,07217 P & \tan \phi &= P/(\pi \cdot d_2)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Matkap çapı } D_M &= d - P \\
 d &= M 12 = \text{Anma çapı } 12 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Anma çapı $d = D$	Hatve (Adm) 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



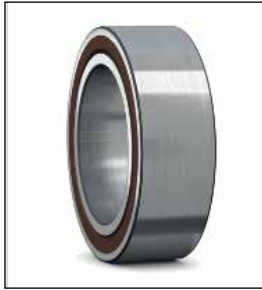
Çift Sıra Bilyalı Rulman



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



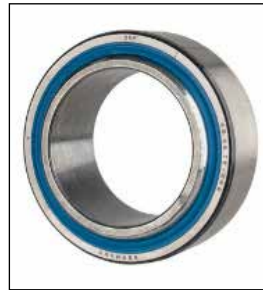
Tek Sıra Eğik Bilyalı Rulman



Mafsals Rulman



Mafsals Rulman



Mafsals Rulman



Mafsals Kafa

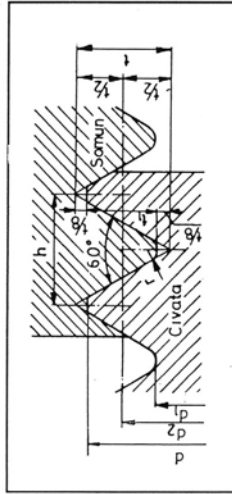
Düz Dişli Çark Formülleri

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	$\tan \beta_1 = 2 \times \sin \alpha_1 / Z_1$	$\beta_2 = \beta_1$
Esas koni açısı	γ_1	$\tan \gamma_1 = Z_1 + 2 \times \cos \alpha_1 / Z_2 - 2 \times \sin \alpha_1$	$\gamma_2 = \alpha_1 + \beta_1$
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 x Z ₁ / 6 x Sin α ₁	
Diş yüksekliği, diş üstü yüksekliği vb. değerler düz dişlilerde olduğu gibidir.		$h = h_1 + h_2$	

Metrik Normal Vida Dışları



$$t = 0.6680 \cdot h$$

$$t_1 = 0.6495 \cdot h$$

$$d_1 = d - 2 \cdot t_1$$

$$d_2 = d - t_1$$

$$r = 0.1082 \cdot h$$

Vida çapı d	Adım h	Bölüm daresi d _f	Dış dibi çapı d ₁	Dış Yükseliği t ₁	Yuvarlaklık r	Dış dibi kesiti mm ²
2.6	0.45	2.308	2.016	0.292	0.05	3.19
3	0.5	2.675	2.350	0.325	0.05	4.34
3.5	0.6	3.110	2.720	0.390	0.06	5.81
4	0.7	3.545	3.090	0.455	0.08	7.50
5	0.8	4.480	3.960	0.520	0.09	12.3
6	1	5.350	4.700	0.650	0.11	17.3
(7)	1	6.350	5.700	0.812	0.14	25.5
8	1.25	7.188	6.376	0.912	0.14	31.9
(9)	1.25	8.188	7.376	1.012	0.16	42.7
10	1.5	9.026	8.052	1.074	0.16	50.9
(11)	1.5	10.026	9.052	1.137	0.16	64.4
12	1.75	10.863	9.726	1.137	0.19	74.3
14	2	12.701	11.402	1.299	0.22	102
16	2	14.701	13.402	1.299	0.22	141
18	2.5	16.376	14.752	1.624	0.27	171
20	2.5	18.376	16.752	1.624	0.27	220
22	2.5	20.376	18.752	1.624	0.27	276
24	3	22.051	20.102	1.949	0.32	317
27	3	25.051	23.102	1.949	0.32	419
30	3.5	27.727	25.454	2.273	0.38	509
33	3.5	30.727	28.454	2.273	0.38	636
36	4	33.402	30.804	2.598	0.43	745
39	4	36.402	33.804	2.598	0.43	897
42	4.5	39.077	36.154	2.923	0.49	1027
45	4.5	42.077	39.154	2.923	0.49	1204
48	5	44.752	41.504	3.248	0.54	1353
52	5	48.752	45.504	3.248	0.54	1626
56	5.5	52.428	48.856	3.572	0.60	1875
60	5.5	56.428	52.856	3.572	0.60	2196
64	6	60.103	56.206	3.897	0.65	2481
68	6	64.103	60.206	3.897	0.65	2847

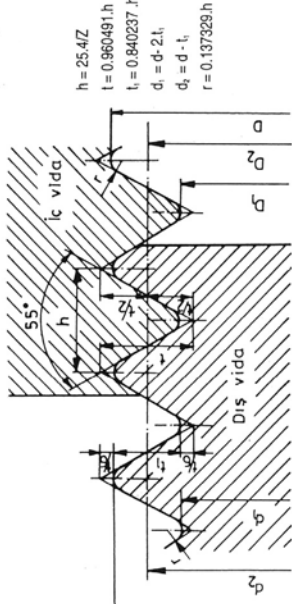
Metrik İnce ve Çok İnce Vida Dışları

Adım h=1mm			Adım h=0.75mm			Adım h=0.5mm		
Vida çapı d	Dış dibi çapı d ₁	Dış dibi kesiti mm ²	Vida çapı d	Dış dibi çapı d ₁	Dış dibi kesiti mm ²	Vida çapı d	Dış dibi çapı d ₁	Dış 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	Dış dibi çapı d ₁	Dış dibi kesiti mm ²	Vida çapı d	Dış dibi çapı d ₁	Dış dibi kesiti mm ²	Vida çapı d	Dış dibi çapı d ₁	Dış 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	21.9
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	11	7.740	45.7
			13	8.676	49.3	12	8.240	50.7
			14	9.176	53.3	13	8.740	55.7
						14	9.240	60.7

Withworth Boru Vida Dişleri

Vida çapı Parmak	Dış çap $d = D_2$	Bölüm daresi $d_2 = D_2$	Dış 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	10.662	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)		Dış dibi çapı d_1	Bölüm daresi d_1	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	x	y	$\frac{I_{xx}}{cm^4}$	$\frac{I_{yy}}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$			$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$	$\frac{I_{xy}}{cm^4}$	$\frac{I_x}{cm^4}$	$\frac{I_y}{cm^4}$

Çeşitkenar L - Profil (Topal Köşebent)

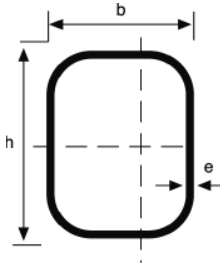
Ölçüler - mm					F cm ²	G kg/m	Ana Eksenler												Yanak Delikleri DIN 997				
a	b	s	r ₁	r ₂			$\eta-\eta$			x-x		y-y		$\zeta-\zeta$		$\eta-\eta$		d ₁	d ₂	w ₁	w ₃		
							θ_x	θ_y	$\tan \alpha$	I _x	W _x	I _y	W _y	I _z	W _z	I _η	I _η	mm	mm	mm	mm		
Yuvarlatılmış kenarlı çeşitkenar köşebent (sıcak 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	
				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					
40 x 20 x 3	4	3.5	2	1.72	1.35	1.43	0.44	0.259	2.79	1.08	1.27	0.47	0.30	0.52	2.96	1.31	0.30	0.42	11	4.3	22	12	
				2.25	1.77	1.47	0.48	0.252	3.59	1.42	1.26	0.60	0.39	0.52	3.79	1.30	0.39	0.42					
(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	3	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	
				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					
				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					
50 x 30 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	
				3.78	2.96	1.73	0.74	0.353	9.41	2.88	1.58	2.54	1.12	0.82	10.4	1.66	1.56	0.64					
50 x 40 x 4	4	4.5	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	
				4.27	3.35	1.56	1.07	0.625	10.4	3.02	1.56	5.89	2.01	1.18	13.3	1.76	3.02	0.84					
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	
				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					
(7)	7	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					
65 x 50 x 5	5	6	3	5.54	4.35	1.99	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	
				7.60	5.97	2.07	1.33	0.574	31.0	6.99	2.02	15.8	4.31	1.44	38.4	2.25	8.37	1.05					
(9)	9	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					
70 x 50 x 6	6	6	3	6.88	5.40	2.24	1.25	0.497	33.5	7.04	2.21	14.3	3.81	1.44	39.9	2.41	7.94	1.07	21	13	40	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	
				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					
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	
				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					
(9)	9	7	3.5	10.9	8.59	2.47	1.48	0.518	59.4	11.8	2.33	26.8	6.66	1.57	71.3	2.55	14.8	1.16	23	17	40	30	
80 x 40 x 6	6	7	3.5	8.89	5.41	2.85	0.98	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	
				9.01	7.07	2.94	0.95	0.253	57.6	11.4	2.53	9.68	3.18	1.04	60.9	2.60	6.41	0.84					
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	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	17	45	35	
(10)	10	8	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	17	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	21	50	35	
				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	8	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	
				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	
(10)	10	8	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	21	55	35	
				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	21	55	35	
(11)	11	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	21	55	35	
100 x 75 x 7	7	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	
				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	45	
				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	45	
(12)	12	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	45	
130 x 65 x 8	8	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	45	
				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	45	
(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	45	
(130 x 90 x 12)	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	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	50
				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	50
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	25	60	105	50
				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	25	60	105	50
(14)	14	12	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	25	60	105	50
(160 x 80 x 12)	12	13	6.5	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
				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
(12)	12	14	7	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
200 x 10																							

I Profil

F = Kesit alanı G = Birim ağırlık J = Atalet momenti W = Mukavemet momenti $J = \sqrt{\frac{J}{F}}$ $S_x = x - \text{eksenine göre yarı kesitin statik momenti}$ $S_y = y - \text{eksenine göre yarı kesitin statik momenti}$ $J_x = \frac{J}{S_x} = \text{ıç kuvvet moment kolu}$ $J_y = \frac{J}{S_y} = \text{Flanş ucundaki köşe yuvarlağının başladığı noktadaki flanş kalınlığı}$																		
Flanş iç yüzeyleri eğik. Dar Flanşlı I profilleri I serisi, sıcak haddelenmiş, DIN 1025 Bölüm 1																		
I	Ölçüler - mm										F cm ² /kg	Ana Eksenler				Flanş Delikleri DIN 997		
	h	b	s	t	r ₁	c	n-2c	t ₁	J _x cm ⁴	W _x cm ³		I _x cm ⁴	J _y cm ⁴	W _y cm ³	I _y cm ⁴		d ₁ mm	W _r mm
80	42	39	5.9	2.3	10.5	59	4.4	7.57	5.94	77.8	19.5	320	6.29	30.1	1091	6.84	6.4	22
90	50	45	6.8	2.7	12.5	75	5.0	10.6	8.34	171	34.2	401	12.2	48.8	107	8.57	6.4	28
100	58	51	7.7	3.1	14.2	92	5.7	14.2	11.1	328	54.7	481	21.5	74.1	123	10.3	8.4	32
120	66	57	8.6	3.4	15.5	109	6.3	18.2	14.3	573	81.9	561	35.2	107	140	12.0	11	34
140	74	63	9.5	3.8	17.5	125	6.9	22.8	17.9	905	117	640	54.7	148	155	13.7	11	40
160	82	69	10.4	4.1	19.4	142	7.5	27.9	21.9	1450	161	720	81.3	198	171	15.5	13	44
180	90	75	11.3	4.5	20.5	159	8.2	33.4	26.2	2140	214	800	117	260	187	17.2	13	48
200	98	81	12.2	4.9	22	176	8.8	39.5	31.1	3060	278	880	162	331	202	18.8	15	52
220	106	87	13.1	5.2	24	192	9.4	46.1	36.2	4290	354	939	221	417	226	20.6	17	56
240	114	93	14.1	5.6	26	208	10.2	53.3	41.9	5740	442	104	288	510	232	22.3	17	60
260	122	99	15.1	6.0	27.5	225	11.0	61.0	47.9	7590	542	111	384	612	240	24.0	17	64
280	130	105	16.1	6.4	29	241	11.8	69.0	54.2	9800	653	119	451	722	256	25.7	21	68
300	138	111	17.1	6.9	31	258	12.7	77.7	61.0	12510	782	127	555	847	267	27.4	21	72
320	146	117	18.1	7.3	33	274	13.5	86.7	68.0	15700	923	135	674	984	280	29.1	21	76
340	154	123	19.1	7.8	35	290	14.5	97.0	76.1	19610	1090	142	818	1141	290	30.7	23	80
360	162	129	20.1	8.3	37	306	15.3	107	84.0	24010	1260	150	975	1313	302	32.4	23	84
380	170	135	21.1	8.8	39	323	16.2	118	92.4	28210	1460	157	1160	149	313	34.1	23	88
400	178	141	22.1	9.3	41	340	17.1	129	100	32610	1670	167	1400	175	330	36.2	25	92
425	186	147	23.1	9.8	43	357	18.0	140	108	37810	1890	177	1590	200	343	38.4	25	96
450	194	153	24.1	10.3	45	374	18.9	151	116	43010	2120	187	1790	225	360	40.4	28	100
475	202	159	25.1	10.8	48	391	19.8	162	124	48210	2360	196	2000	250	380	42.4	28	104
500	210	165	26.1	11.3	50	408	20.7	173	132	53410	2610	205	2210	275	400	44.4	28	108
525	218	171	27.1	11.8	53	425	21.6	184	140	59610	2870	214	2430	300	420	46.4	28	112
550	226	177	28.1	12.3	55	442	22.5	195	148	65810	3140	223	2650	325	440	48.4	28	116
575	234	183	29.1	12.8	58	459	23.4	206	156	72010	3410	232	2870	350	460	50.4	28	120
600	242	189	30.1	13.3	60	476	24.3	217	164	78210	3690	241	3090	375	480	52.4	28	124

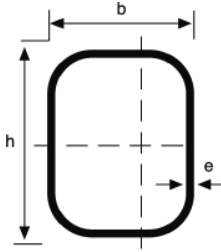
**) HV bağlantılarında kullanılan cıvatalar buracık kullanılmaz.

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	
	50				2.28	3.01	3.72	4.28	5.51	-
55	34	±0.40			2.02	2.66	3.29	3.76	4.82	-
60	20	±0.40				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	-
	60					3.64	4.50	5.22	6.76	8.13
70	40	±0.50				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

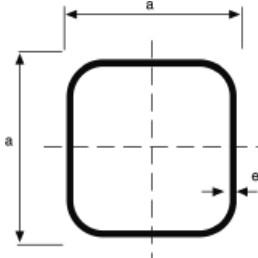
İnce Etli Kare ve Dikdörtgen Profilleri (TS 5317)



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

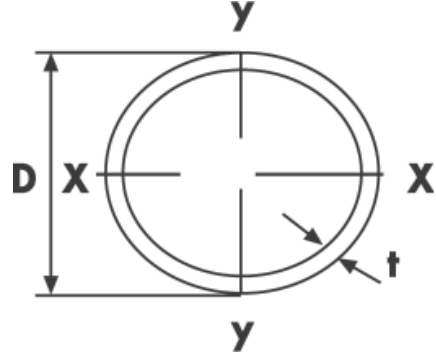
Boyutlar a x b	Et Kalınlığı e	Ağırlık	Kesit Alanı A
mm	mm	kg/m	cm ²
150x100	3.2	12.0	15.2
	4	14.8	18.8
	5	18.2	23.1
	6.3	22.4	28.5
	7.1	24.9	31.8
	8	27.7	35.2
160x80	10	33.4	42.6
	3.2	11.5	14.6
	4	14.1	18.0
	5	17.4	22.1
	6.3	21.4	27.3
	7.1	23.8	30.3
180x100	8	26.4	33.6
	10	31.8	40.6
	3.2	13.5	17.2
	4	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	Ct
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.

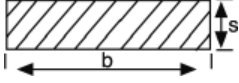
YUVARLAK ve KARE (kg/m)

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.

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 müsadesi ile bilimum 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 müsadesi 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.

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

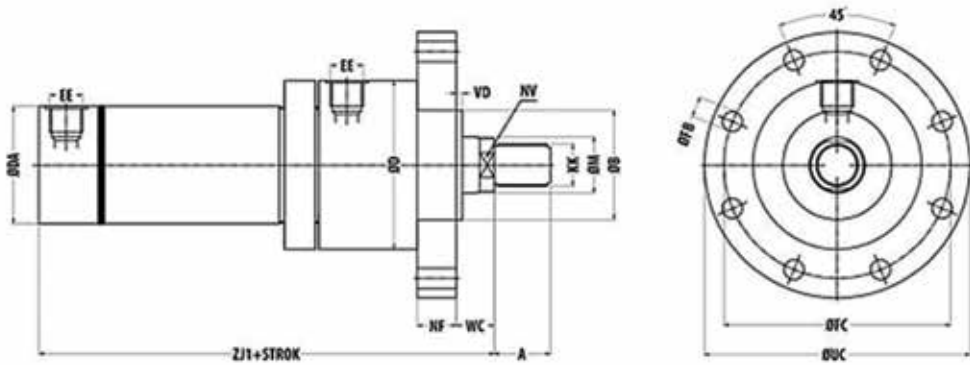
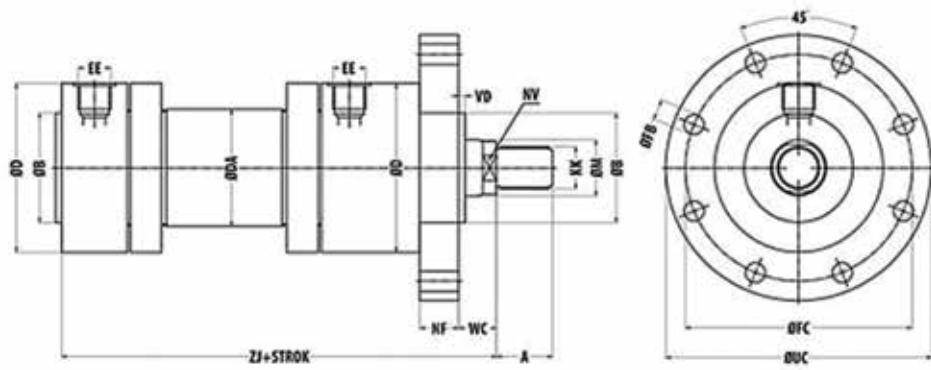
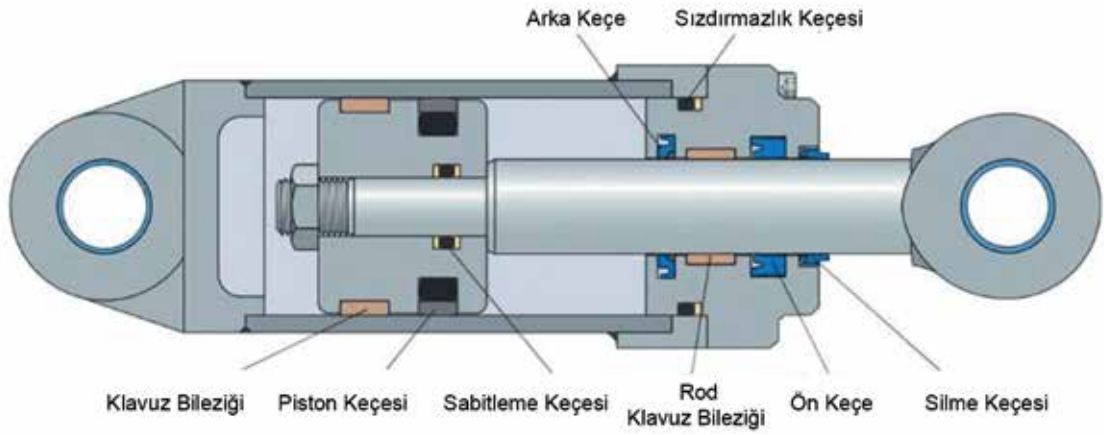
Kalınlık (mm)	Ağırlık (Kg/m ²)
0.50	1.638
0.60	1.965
0.70	2.293
0.90	2.948
1.00	3.276
1.20	3.931

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



Hidrolik Silindir Kesiti

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

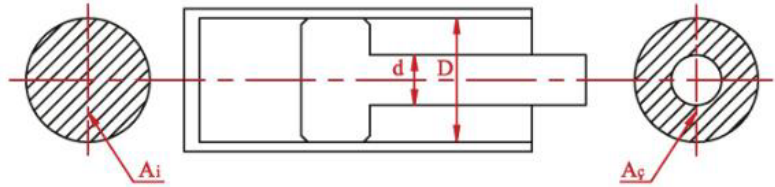
$$F_{çekme} = P(\pi (A_1^2 - A_2^2)/4)$$

Örnek Hesaplama

100 x 120 m 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



$$\begin{aligned} A_i &= \pi \times \left(\frac{D}{2}\right)^2 \\ &= \pi \times \left(\frac{10}{2}\right)^2 \\ &= 78,5 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_i &= P \times A_i \\ &= 200 \text{ bar} \times 78,5 \text{ cm}^2 \\ F_i &= 15700 \text{ kg} \\ &= 15,7 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{\bar{c}} &= P \times A_{\bar{c}} \\ &= 200 \text{ bar} \times 50,24 \text{ cm}^2 \\ &= 10480 \text{ kg} \\ &= 10,48 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\bar{c}} &= \pi \times \left[\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2\right] \\ &= \pi \times \left[5^2 - 3^2\right] \\ &= \pi \times (25 - 9) \\ A_{\bar{c}} &= 50,24 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

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 astıtkılamalı 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	
Basıncısız 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 fışkırtmalarından 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.)

IK KORUMA SINIFLARI DIŞ MEKANİK DARBELERE KARŞI ELEKTRİKLİ DONANIMIN MAHFAZASI İLE SAĞLANAN KORUMA DERECELERİ (11.11.2002 tarihli TS EN 62262 numaralı standard.)

IK	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.		
		Büro aydınlatmasını armatür sayısına göre tekrarlırsak		
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: Kirlil

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	Beyaz 0,30-0,70
Meşe,açık renk,parlatılmış	Açık gri 0,40-0,60
Meşe,koyu renk,parlatılmış	Orta gri 0,25-0,35
Sunta,krem rengi	Koyu gri 0,10-0,15
Granit	Mavi 0,15-0,20
Kireç taşı	Açık yeşil 0,45-0,55
Mermer,parlatılmış	Koyu yeşil 0,15-0,20
Harç,açık renk;kireç badana	Açık sarı 0,60-0,70
Siva(Alçı)	Kahverengi 0,20-0,30
Kum taşı	Pembe 0,45-0,55
Ahşap kaplama (Doğal)	Koyu kırmızı 0,15-0,20
Çimento,beton,çıplak	
Kiremit,kırmızı,yeni	0,10-0,15

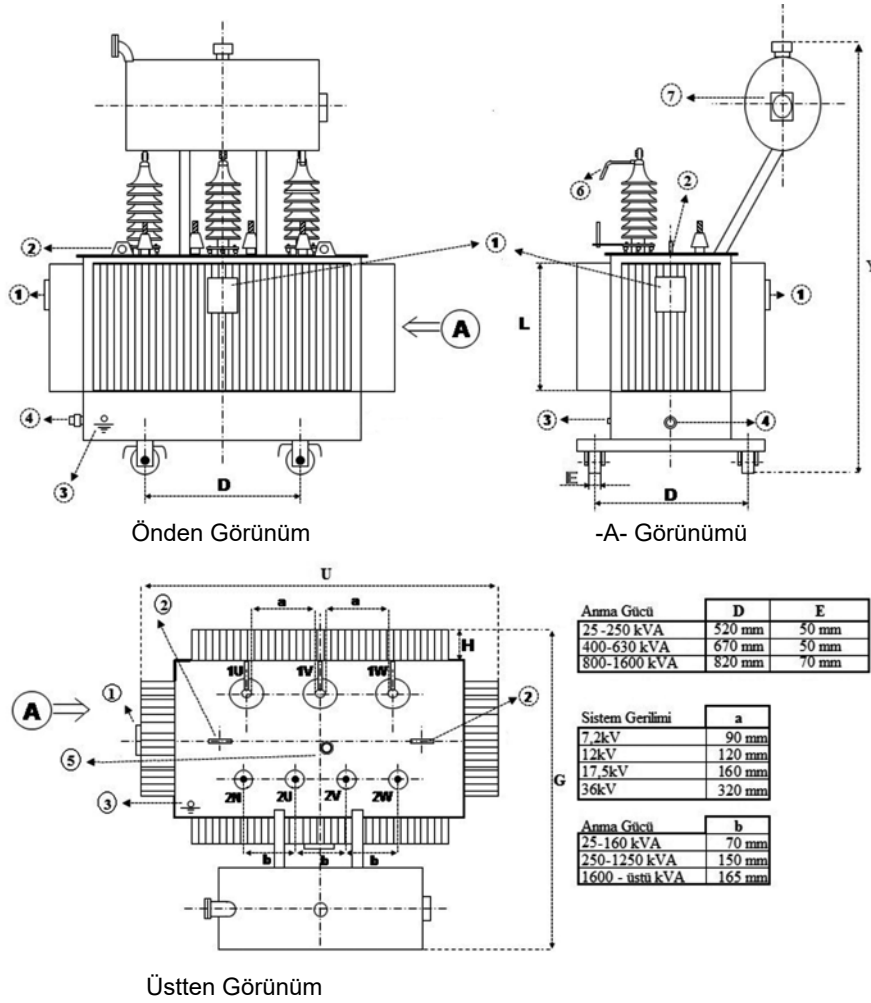
AYDINLATMA DAĞILIMINDA ETKİLİ OLAN YÜZEYLERİN YANSIMA ORANLARI (TS EN 12464)

	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



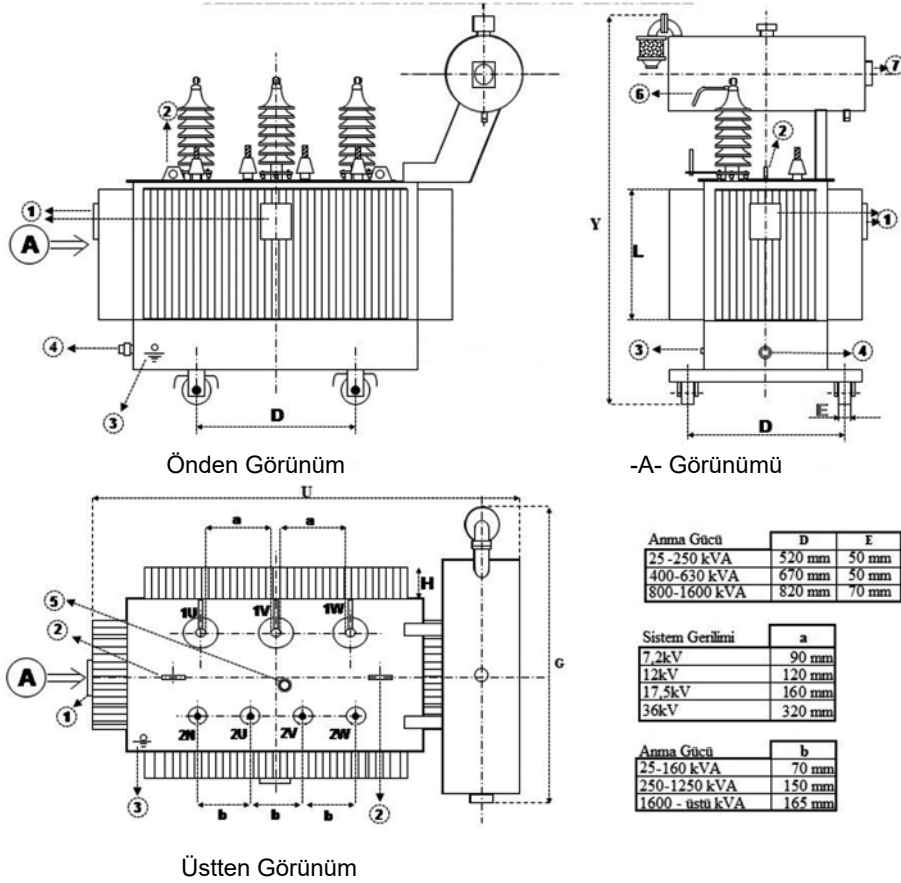
1	İşaret Plakası
2	Kaldırma Halkası
3	Topraklama Terminali
4	Yağ Boşaltma Vanası
5	Kademe Değiştiricisi
6	Ark Boynu
7	Yağ Seviye Göstergesi

D	Tekerlek Ara Mesafesi
E	Tekerlek Genişliği
L	Fin Uzunluğu
H	Fin Yüksekliği (Derinliği)
a	Minimum YG Buřing Enerjili Kısımlar Ara Mesafesi
b	Minimum AG Buřing 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
izolatör, genleşme deposu yerleşimi, bağlantı uçlarının işaretlenmesi ve
tekerlek ara mesafeleri prensip resimleri



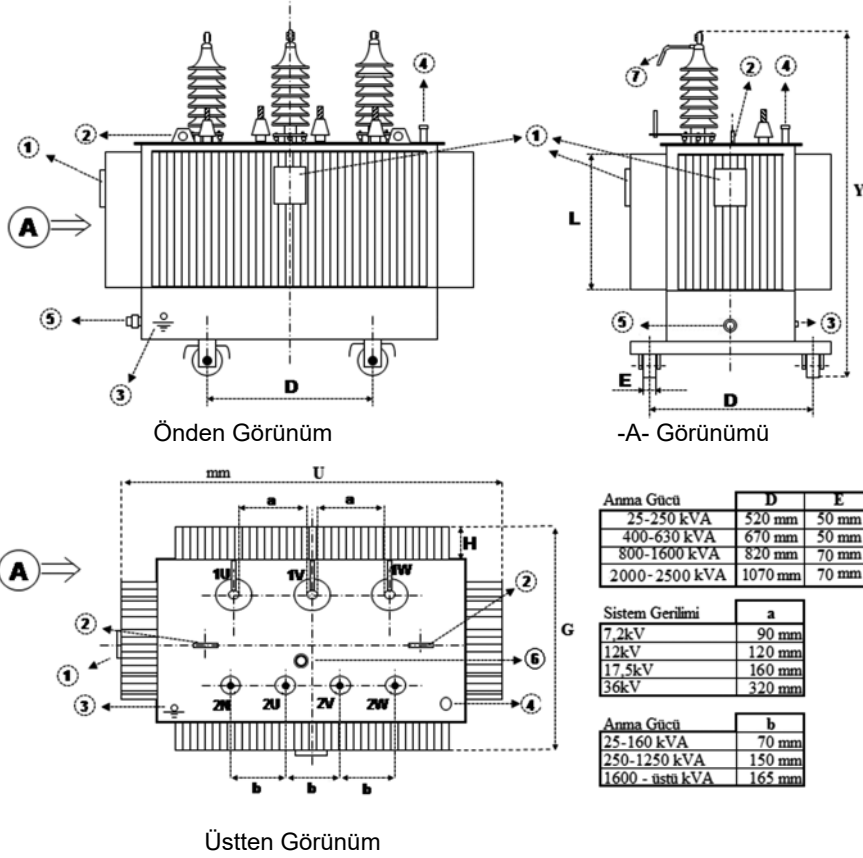
1	İşaret Plakası
2	Kaldırma Halkası
3	Topraklama Terminali
4	Yağ Boşaltma Vanası
5	Kademe Değiştiricisi
6	Ark Boynuzu
7	Yağ Seviye Göstergesi

D	Tekerlek Ara Mesafesi
E	Tekerlek Genişliği
L	Fin Uzunluğu
H	Fin Yüksekliği (Derinliği)
a	Minimum YG Buřing Enerjili Kısımlar Ara Mesafesi
b	Minimum AG Buřing 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 Buřing Enerjili Kısımlar Ara Mesafesi
b	Minimum AG Buřing 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.

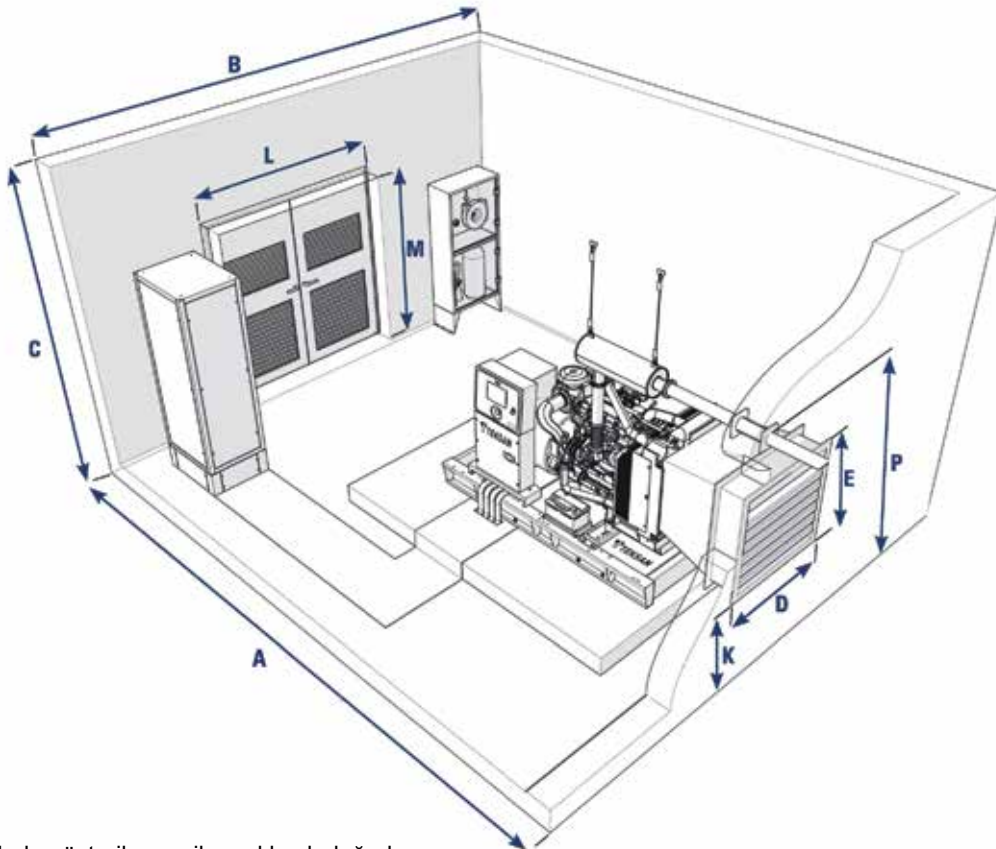
Çeşitli Güçlerdeki Transformatörlerin A.G. Sigorta Ana Kablo ve Ölçü Karakteristikleri

GÜÇ kVA	ANMA AKIMLARI						Y. G. SİGORTA				A. G. mm ²	A. G. ANAKABLO (TRAFÖ KABLOLARI)				TERMİK MANYETİK OTOMATİK ŞALTER		AKIM TRAFÖSÜ VE AMPER METRE [A]	ANA SAYAÇ [A]	SBT. KOND. kVAR
	0,4 kV	6,3 kV	10,5kV kV	15 kV	30 kV	6,3kV A	10,5kV A	15kV A	30kV A	Yeraltı mm ²		Hava mm ²	Cinsi	NOMİNAL AKIM [A]	TERMİK AYAR [A]					
50	72	4,8	2,75	1,9	0,95	10	6	6	6	20x3	4x16	4x16	NY Y	3x100	80-100	-	3x100	-		
100	144	9,16	5,5	3,85	1,9	25	16	10	6	40x3	4x50	3x50+25	NY Y	3x150	120-150	-	3x150/5	-		
160	231	14,66	8,8	6,16	3,1	30	20	16	10	40x3	3x70+35	2(3x50/25) 3x95+50	NY Y	3x250/5	200-250	-	3x250/5	-		
200	289	18,41	11	7,7	3,8	40	20	16	10	40x3	3x120+70	3x150+70	NY Y	3x300	260-300	-	3x400/5	-		
250	361	22,93	13,76	9,63	4,8	50	20	20	10	40x3	3x120+70	3(1x150)+1x70	NY Y	3x400	320-400	1,5	3x400/5	1,5		
315	455	28,9	17,32	12,13	6,07	63	30	25	16	40x3	3(1x150)+1x70	3(1x185)+1x95	NY Y	3x500	400-500	2,5	3x600/5	2,5		
400	578	36,7	22	15,41	7,7	75	40	30	16	40x5	6(1x150)+240	3(1x240)+1x120	NY Y	3x600	480-600	2,5	3x600/5	2,5		
500	723	45,87	27,5	19,26	9,63	100	50	40	16	50x10	2(3x120)+70	6(1x240)+(1x240)	NY Y	3x800	700-800	5	3x800/5	5		
630	910	58	34,6	24	12,15	125	63	50	25	50x10	6(1x150)+2(1x150)	9(1x185)+3(1x95)	NY Y	3x1000	800-1000	5	3x1000/5	5		
800	1156	73	44	30,82	15,4	160	80	63	25	60x10	9(1x150)+2(1x70)	9(1x240)+3(1x120)	NY Y	3x1200	1000-1200	7,5	3x1200/5	7,5		
1000	1445	91,8	55	38,53	19,2	200	100	80	30	80x10	15(1x120)+5(1x70)	12(1x240)+2(1x240)	NY Y	3x1600	1400-1600	10	3x1600/5	10		
1250	1806	114,6	68,73	48,08	24,08	200	125	100	40	100x10	18(1x120)+3(1x120)	15(1x240)+5(1x120)	NY Y	3x2000/5	1800-2150	12,5	3x2000/5	12,5		
1600	2312	146,7	88	61,6	30,8	250	160	125	63	2(80x10)	12(1x240)+2(1x240)	18(1x240)+3(1x240)	NY Y	3x2500	2300-2500	15	3x2500/5	15		
2000	2890	192	110	77	38,4	315	200	125	53	2(100x10)	15(1x240)+5(1x120)	24(1x240)+4(1x240)	NY Y	3x3000	2500-3000	17,5	3x3000/5	17,5		
2500	3613	240	138	96	48,16	400	250	160	80	2(100x10)	18(1x240)+3(1x240)	30(1x240)+5(1x240)		3x4000	3000-4000	20	3x4000/5	20		

*Transformatör Bağlantı Grubu: 100 kVA'ya kadar 100 kVA dahil Yzn11 160 kVA ve üstü transformatörler için Dym11'dir.
Ana kablo hesapları gerilim düşümü hesaba katılmadan hesaplanmıştır. Gerilim düşümü kablo kesitlerinde değişiklik yaratabilir. Kablo ana kablo tavası üzerinde üçgen formda ve düzleştirme 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 (XL PVC)	V4								
Cross-Linked (Vulcanized) Polyvinylchloride (XL PVC)									
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	76,50
KesitN	mm ²	3,14	3,98	6,16	12,57	47,25	76,50	27,00	76,50
Ağırlık	Kg/m	1,13	1,17	1,33	1,42	2,35	2,7	2,75	4,5
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	mm ²	150	180	240	330	480	660	750	960	1200	1320	1500	1680	1920	2400
KesitN	mm ²	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	256x150	306x150	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	264
Kısa Devre(1sn)	kA _{1sn}	24	24	40	50	60	60	80	80	100	80	100	120	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	0,006
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	0,003
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	0,007
Kesit L1,L2,L3	mm²	150	180	240	330	420	480	570	750	1200	660	840	1320	1500	1680	2400	3600
Kesit N	mm²	150	180	240	330	420	480	570	750	1200	660	840	1320	1500	1680	2400	3600
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	732x150

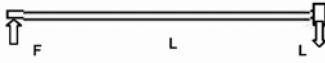
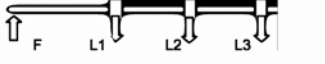
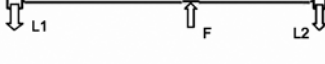
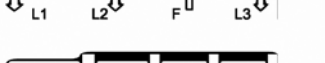
BUSBAR SİSTEMLERİNDE GERİLİM DÜŞÜMÜ HESABI

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	40	6	40	40	40	6
40		10	8				8			50	8
50		16	10				10			63	10
		20	16				16				13
		25	20				20				16
		32	25				25				20
		40	32				32				25
		50	40				40				32
		63	50				50				40
		80	63				63				50
		100	80								63
		125									80
											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			
BUŞON AKIMI (A)	GÖVDE 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
Akım (A)		Boy (mm)		
Çap (mm)				
2-20 A	45	390	390	540
25 A	45	390	390	540
30-40 A	45	390	390	540
63 A	45	390	390	540
75 A	45	390	390	540
100 A	45	390	390	540

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

Veriler Schneider Kataloğundan alınmıştır.

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		30	50	100
125	90-125				
160	120-160				
200	150-200				
250	180-250	35	70		
320	250-320				
400	320-400				
500	400-500				
630	500-630	50	70	100	
800	630-800				
1000	800-1000				
1250	1000-1250				60

* Tip kodunun sonuna; ekonomik tipler için E, standartlar tipler için S ve yüksek performans tipleri 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: $6.I_n \leq 5$ sn.

Yıldızlı üçgen yol vermede: Yol alma akımı $2.I_n \leq 15$ sn.

Motor anma gücü		Cos φ	Verim	220 V			500 V			380 V			Bağlantı Kablo su NYY NYCY mm²
				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 60292 standardı ipat edilmis olup bu tablo bağ verme amaçlıdır. N/A değeri standartta belirtilmemiştir. TS EN 60907 Standardı gelmştir.				Doğrudan Besleme: 1k (5 saniye)				Yıldız üçgen besleme:				Maksimum yol verme			
GÜÇ kW	HP	Güç Fak. Cos φ	In A	Seksiyoner Manyetik Şalter	Kısa Devre Koruması	Sigorta An	Kumanda Kontakör A(AC ⁻¹)	Aşırı Yük Termik Röle Ayar Sahası	Bakır Kablo Kesidi mm ²	Hat 1 NA	Üçgen 1 NK	Yıldız 1 NK	Aşırı Yük Termik Röle Ayar Sahası	Bakır Kablo Kesidi mm ²	(1) (2)
0.06	0.08	0.39	0.23	0.4	0.25	2	9	0.10-0.16	1.5						(1)
0.09	0.12	0.44	0.31	0.4	0.5	2	9	0.16-0.25	1.5						(1)
0.12	0.16	0.47	0.38	0.4	1	2	9	0.25-0.40	1.5						(1)
0.18	0.24	0.49	0.55	0.63	1	2	9	0.40-0.63	1.5						(1)
0.25	0.34	0.48	0.79	1	2	4	9	0.63-1.00	1.5						(1)
0.37	0.5	0.54	1.03	1.6	2	4	9	1.00-1.60	1.5						(1)
0.55	0.75	0.52	1.60	1.6	2	4	9	1.60-2.50	1.5						(1)
0.75	1.0	0.56	2.00	2.5	4	6	9	2.50-4.00	1.5						(1)
1.10	1.5	0.64	2.80	4	6	10	9	4.00-6.00	1.5						(1)
1.50	2.0	0.65	3.50	4	6	10	9	6.00-8.00	1.5						(1)
2.20	3.0	0.66	5.00	6	8	16	9	8.00-10.00	1.5						(1)
3.00	4.0	0.69	6.60	8	12	20	9	10.0-13.0	1.5						(1)
3.70	5.0	0.73	7.70	8	12	20	9	13.0-18.0	1.5						(1)
4.00	5.5	0.71	8.50	10	12	20	9	18.0-25.0	1.5						(1)
5.50	7.5	0.72	11.5	13	16	25	12	23.0-32.0	2.5						(1)
7.50	10	0.73	15.5	18	20	32	16	30.0-40.0	4						(1)
11.0	15	0.75	22.0	25	25	50	25	38.0-50.0	6						(1)
15.0	20	0.75	30.0	30	30	63	32	45.0-60.0	10						(1)
18.5	25	0.75	37.0	40	40	80	40	55.0-70.0	16						(1)
22.0	30	0.75	44.0	50	63	100	50	63.0-80.0	25						(1)
30.0	40	0.75	60.0	100	63	100	63	70.0-90.0	35						(1)
37.0	50	0.78	72.0	100	80	125	80	80.0-100.0	50						(1)
45.0	60	0.80	85.0	100	80	125	145	90.0-125.0	50						(1)
55.0	75	0.79	105	125	100	160	145	100-160	70						(1)
75.0	100	0.82	138	160	160	250	145	125-200	95						(1)
90.0	125	0.80	170	250	200	315	185	145-200	120						(1)
110	150	0.81	205	250	250	400	265	165-225	120						(1)
132	180	0.81	245	250	315	500	265	185-250	120						(1)
160	220	0.81	300	500	315	500	400	205-280	120						(1)
200	270	0.82	370	500	500	800	400	225-315	120						(1)
220	300	0.81	408	500	500	800	500	245-330	120						(1)
250	340	0.82	460	500	500	800	500	265-350	120						(1)
315	430	0.81	564		630	800	630	300-400	120						(1)
335	450	0.82	620		630	800	630	320-420	120						(1)
400	545	0.85	710		800	1000	780	360-480	120						(1)
500	680	0.84	900		1000	1250		450-600	120						(1)

**Elektrik Motorlarında Güç Faktörünün Yaklaşık 0,95'e Yükseltilmesi Halinde
Çeşitli Güç ve Devirler İçin Kondansatör Seçim Cetveli**

Motor Anma Gücü		Kompanzasyon Yapılmadan Önce			Kompanzasyon yapıldıktan sonra				Deşarj dirençleri		Motorun yol verme şekli
					Akım	Kondansatör Gücü (kVAr)					
						1500 d/d için	1000 d/d için	750 d/d için			
kW	PS	Verim %	1500 d/d Cos φ ₁	380V için Anma Akımı I ₁ (A)	I ₂ =I ₁ $\frac{\cos\phi_1}{\cos\phi_2}$	1500 d/d için	1000 d/d için	750 d/d için	KΩhm	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	Direk yol vermeli
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)

d : Yuvarlak kesitli topraklayıcı ise; iletken çapı (m)

Çubuk

$$R_E = \frac{\rho_E}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d}$$

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)

$$R_E = \frac{\rho_E}{\pi^2 D} \ln \frac{2\pi D}{d}$$

$$D = 1.13 \sqrt{A}$$

Yeni tesislerde temel topraklaması zorunludur.

TT Şebekede kaçak akım rölesi kullanılması zorunludur.

Potansiyel dengelemesi yapılacaktır.

Levha topraklayıcı tavsiye edilmez.

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 hesapla veya tablodan bulunacaktır

Temel Topraklaması

$$R_E = \frac{2\rho_E}{3D}$$

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

$$R_E = \frac{\rho_E}{\frac{1}{\sqrt{20A}} + \frac{1}{1+h\sqrt{\frac{20}{A}}}}$$

ρ_E : Toprağın özgül 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 (Buzullaş)	>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 kısıdevre akımı : 100 A

b) +%20 olarak alınan sınır toleransla kısıdevre 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)

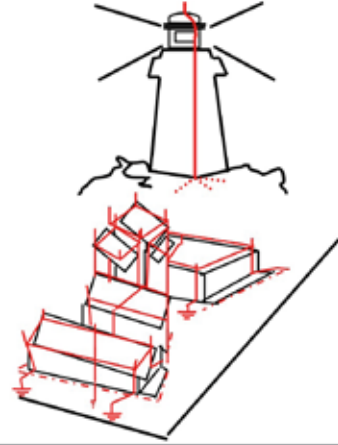
Etkinlik Değeri, E	Koruma Düzeyi
$E > 0,98$	Düzy 1+Ek önlem
$0.95 < E \leq 0,98$	Düzy 1
$0.90 < E \leq 0,95$	Düzy 2
$0.80 < E \leq 0,90$	Düzy 3
$0 < E \leq 0,80$	Düzy 4
$E \leq 0$	Koruma isteğe bağlı
Türkiye için en büyük yıllık ortalama yıldırımli gün sayısı $N_g = 2$ alınabilir.	

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.

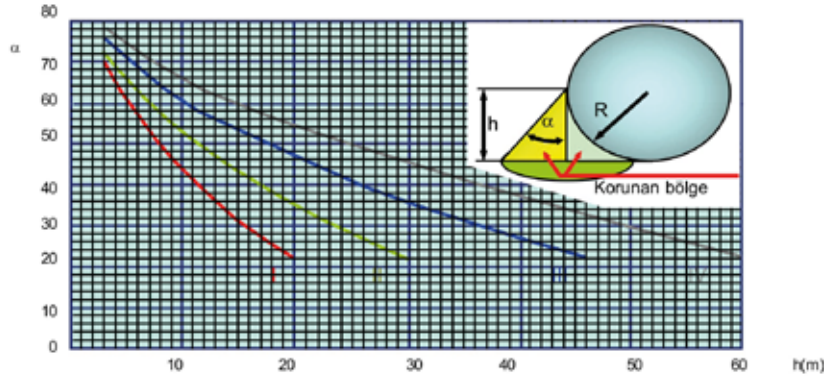


Faraday Kafesi:

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 açıları (aşağıdaki diграмма 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) parafudr 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 tesislerde ($U_{da} = 20$ kV) parafudr 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

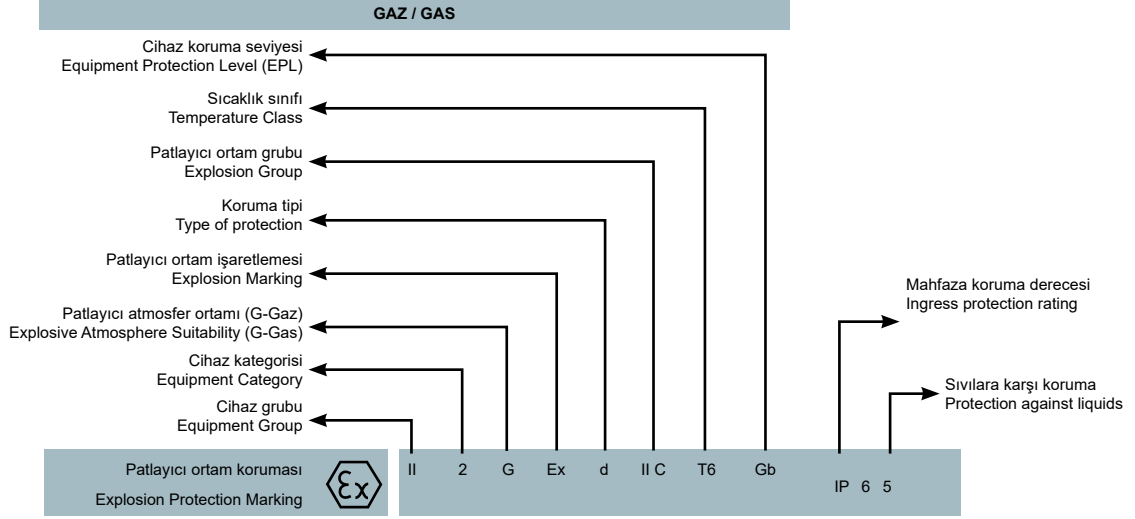
Grup	Örnek Maddeler	Ortam	Konum
I	Metan (Grizu)	Gazlar, Sıvı Buharları ve Sıvı Sisleri	Madenler
IIA	Metan, Propan, vb.		Sanayi Kolları ve Diğer Alanlar
IIB	Etilen		
IIC	Hidrojen, Asetilen vb		
IIIA	Yanıcı Uçuşanlar		
IIIB	İletken Olmayan	Yanıcı Tozlar	Sanayi Kolları ve Diğer Alanlar
IIC	İletkenler		

T Isı Grubu

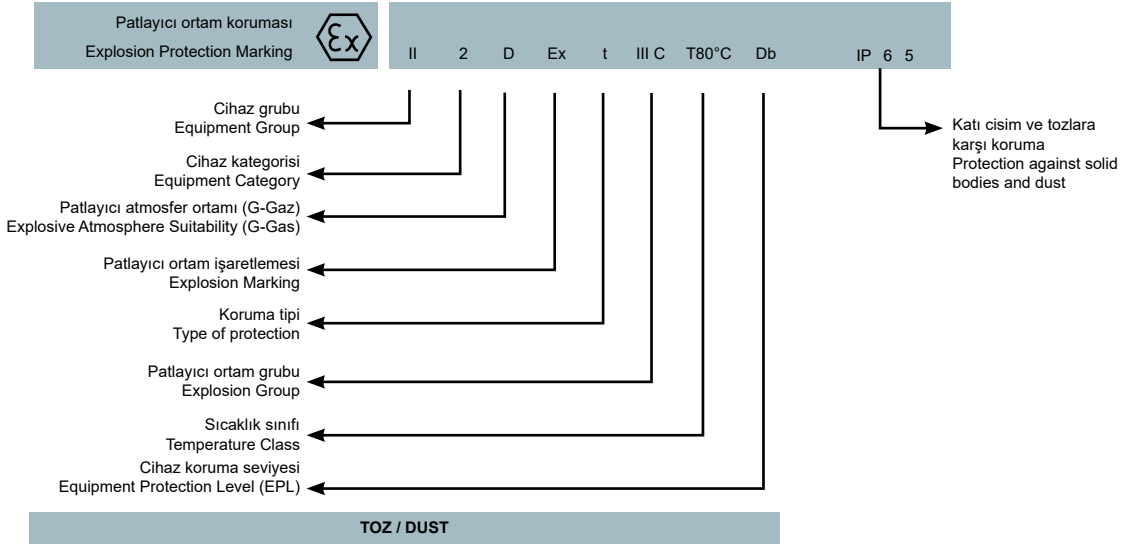
Isı Grubu IEC ve EN	Aletin Maksimum Yüzey sıcaklığı	Patlayıcı Ortamın Patlama Sıcaklığı	Isı Grubu NEC	
T1	450° C	>450° C	T1	450° C
T2	300° C	>300° C <450° C	T2	300° C
			T2A	280° C
			T2B	260° C
			T2C	230° C
			T2D	215° C
T3	200° C	>200° C <300° C	T3	200° C
			T3A	180° C
			T3B	165° C
			T3C	160° C
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	DDD 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	SHLD0
5	TXC+	15	TX0+
6	TXC-	16	TX0-
7	GND	17	NC
8	+5V	18	HPD
9	NC	19	DDC_DAT
10	NC	20	DDC_CLK

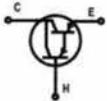
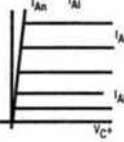
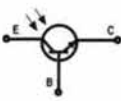
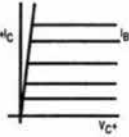
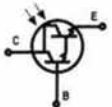
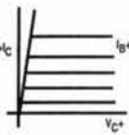
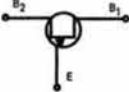
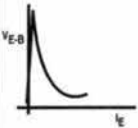
Başlıca Elektronik Elemanların Sembolleri ve Karakteristikleri

DOĞRULTUCU DİYOD		
SCHOTTKY DİYOD		
KIRILMA DİYODU (ZENER ve ÇİĞ) TEK YÖNLÜ	GENELLİKLE: BAZI YADA 	
İKİ YÖNLÜ (A.C. GERİLİM ÜSTTEN VE ALTITAN SINIRLAMAK İÇİN DE KULLANILIR)	GENELLİKLE: BAZI 	
TÜNEL DİYOD		

FOTO DİYOD		
IŞIK YAYAN DİYOD YADA YARI İLETKEN LAMPA		
TRANZİSTÖRLER	 PNP NPN	

ESLENİK UNJONKSİYON TRANSİSTÖR (P-TİP TABANLI)		
ÇİFT YÖNLÜ TETİKLEYİCİ DİYAK (NPN TİPİ)		
TRİSTÖRLER PROGRAMLANABİLEN UNJONKSİYON TRANSİSTÖR		
IŞIK ETKİLİ PROGRAMLANABİLEN UNJONKSİYON 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		

DARLINGTON TRANZISTOR 	
İŞIĞA DUYARLI TRANZİSTOR FOTO TRANZİSTÖR 	
İŞIĞA DUYARLI DARLINGTON FOTO TRANZİSTÖR 	
UJT (UNIJUNCTION TRANZİSTOR) (N - TİPİ) 	

Lojik Fonksiyon	Sembol	Doğruluk A B Y	Fonksiyon Y = A	NAND kapısı geçirgen	Dağıtık A B Y	Tip	Tüm devre k. seması
NOT NİÇT DEĞİL		$\begin{array}{cc c} A & B & Y \\ \hline 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{array}$	$Y = A$		$\begin{array}{cc c} A & B & Y \\ \hline 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{array}$	SN 7404 MC 14049	
AND ÜNÜ VE		$\begin{array}{cc c} A & B & Y \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{array}$	$Y = AB$		$\begin{array}{cc c} A & B & Y \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{array}$	SN 7408	
OR ÖR VEYA		$\begin{array}{cc c} A & B & Y \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{array}$	$Y = A+B$		$\begin{array}{cc c} A & B & Y \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{array}$	SN 7432	
NAND NAND VE DEĞİL		$\begin{array}{cc c} A & B & Y \\ \hline 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{array}$	$Y = \overline{AB}$		$\begin{array}{cc c} A & B & Y \\ \hline 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{array}$	SN 7420 MC 14011	
NOR NOR VEYA DEĞİL		$\begin{array}{cc c} A & B & Y \\ \hline 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \end{array}$	$Y = \overline{A+B}$		$\begin{array}{cc c} A & B & Y \\ \hline 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \end{array}$	SN 7402 MC 14001	
EX OR ÖZL VEYA		$\begin{array}{cc c} A & B & Y \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{array}$	$Y = A \oplus B$		$\begin{array}{cc c} A & B & Y \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{array}$	SN 7486 CO 4200A	

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

YARIİLETKEN GÜÇ ELAMANLARI		İSİM	Kontrol Edilme		Gerilim Dayanımı		Akım İletimi		Kontrol Özellikleri				Erişilebilen Nominal Değerler		Derlim Düşümleri		Anahtarlama Süreleri	
SEMBOL			Normal	Ters	Normal	Ters	Kısa	Süreklil	Akım	Sinyal Şekli	Kontrol Şekli	Gerilim(V)	Akım(A)	Sınırlar(V)	Tipik(V)	Sınırlar (µs)	Tipik (µs)	
	DIYOT	-	-	+	+	-							4000	0.5-1.2	0.9	5-40	20	
													3000	0.75-1.50	1.1	0.5-0.5	3	
													100	0.2-0.5	0.3	0.1-0.5	0.3	
	SCR	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	6000	1.5-2.5	2.0	100-500	300	
													2500	1.75-2.75	2.25	10-100	40	
	BJT	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	50-1500	300-10	0.5-1.0	0.75	05.5.0	3	
													1500	1-2	1.5	5-15	10	
	MOSFET N kanal	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	50	100	3-5	4.0	0.1-1.5	0.3	
												1000	5					
	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	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	2500	1000	1.75-2.75	2.25	10-50	30	
													3000	1.75-2.75	2.25	5-15	10	
	TRIYAK	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	1200	300	1.25-1.75	1.5	300-500	400	
	LASCR	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	4000	1500	1.5-2.5	2.0	200-400	300	

A: Anot; B:Baz; C:Kollektör; D:Kanal;
E:Emiter; G:Kanal; Kapi; K:Katot; S:Kaynak

+;Evet; -;Hayır; →:ışık Etkili; ⊥:Normalin Altında

+ :Evet; - :Hayır; → :Işık Etkili; L :Normalin Altında

A: Anot; B: Baz; C: Kolektör; D: Kanal; E: Emiter; G: Kanal; K: Katot; S: Kaynak

Çimento Çeşitleri

Tipler	Genel Çimento Tipleri		Bileşim (küttele ¹⁾) % olarak											Minör ilave Bileşenler
			Ana Bileşenler											
			K	S	D ²⁾	P	Q	V	W	T	L	LL		
CEM I	Portland Çimentosu	CEM I	95-100	-	-	-	-	-	-	-				0-5
CEM II	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								0-5
		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 III	Yüksek Fırın Çurufllu 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 IV	Puzolanik Çimento ³⁾	CEM IV/A	65-89		-	11-35							0-5	
		CEM IV/B	45-64		-	36-55							0-5	
CEM V	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'la sınırlandırılmıştır.														
3) Portland kompoze çimento CEM II/A-M ve CEM II/B-M'de, Puzolanik Çimento CEM 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 çurufu, 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 küttele %0.50 aşmayan kalker, LL: Toplam organik karbon içeriği küttele %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

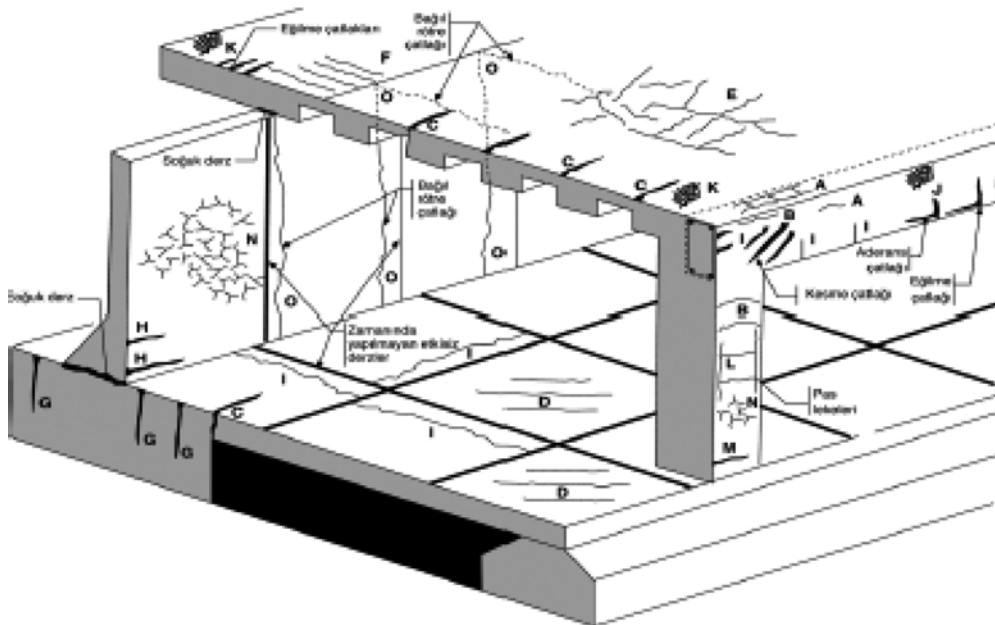
Beton Sınıflarına Göre k₁ Değerleri

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 Kaşımı yeniden düzenlemek imkansız ise (Tüm durumlarda elemanın hareketi engellenmemeli)	Görülme zamanı
Plastik Oturma	A	Donatı üstü	Derin kesitler	Aşın terleme	Erken yaşlarda hızlı kuruma koşulları	Terlemeyi azalt (hava katkısı) veya yeniden vibrasyon	10 dak - 3 saat arası
	B	Öst 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				
	F	Donatı üstü	Betonarme döşemeler				
Erken Termal Büzülme	G	Dış kısıtlama	Kalin duvarlar	Aşın ısı üretimi	Hızlı soğuma	Isıyı azalt ve/veya izolasyon yapılması	1 gün'den 2-3 haftaya kadar
	H	İç kısıtlama	Kalin döşemeler	Aşın sıcaklık farklılıkları			
Uzun Dönemli Kuruma Büzülmesi	I		İnce döşeme veya duvarlar	Yetersiz derzler	Aşın büzülme, yetersiz kür	Su miktarını azalt, kür koşullarını düzelt	Birkaç hafta veya aylar sonra
Kabuk Şeklinde Soyulma	J	Kalıp yüzeyi	Pürüzsüz görümlü 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	Aşın Perdah			
Donatı Korozyonu	L	Doğal	Kolon ve kirişler	Pas payı yetersizliği	Düşük kaliteli beton	Nedenlerin oradan kaldırılması	2 yıldan sonra
	M	Kalsiyum klorür	Prefabrik beton	Aşın kalsiyum klorür			
Alkali - Agrega Reaksiyonu	N		Nemli bölgeler	Reaktif agrega artı yüksek alkalili 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

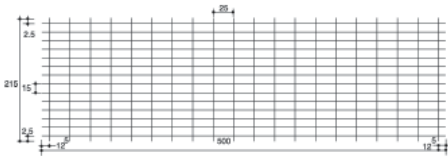
Standart Çelik Hasır Ebadı: 5.00 x 2.15 m. ebadındadır.

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.

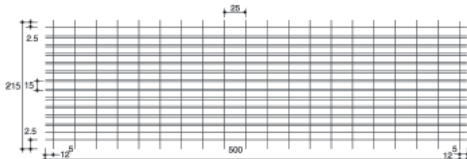
Çubuk Çapı	Çubuk Ağırlığı	Tek Çubuk Kesit Alanı	Çelik Hasır Kesit Tablosu						
			Çubuk Aralıklarına Göre DONATI KESİT ALANI (cm ² /m) Çubuk Aralıkları (mm)						
mm	kg/m	cm ²	50 100d	75 150d	100	150	200	250	300
4.0	0.099	0.126	2.52	1.68	1.26	0.84	0.63	0.50	0.42
4.5	0.125	0.159	3.19	2.12	1.59	1.06	0.80	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

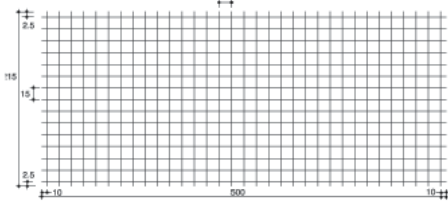


R Tipi Çelik Hasırlar

B Boy Çubukları Çift

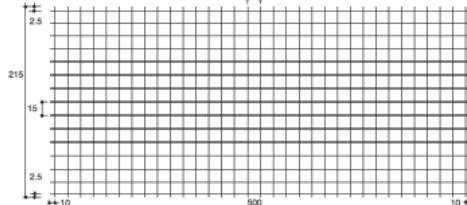


A Boy Çubukları Tek

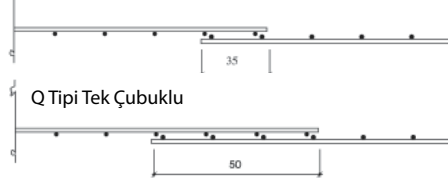


Q Tipi

B Boy Çubukları Çift

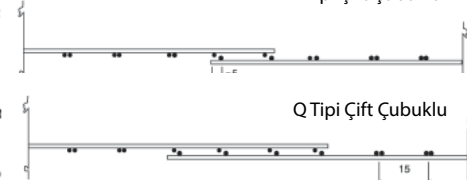


R Tipi Tek Çubuklu

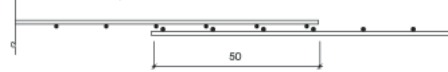


Çelik Hasır Bindirme Boyları

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 metot 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
 $Q = 0.2786 \cdot C \cdot D^{2.63} \cdot J^{0.54}$ (Williams-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)

∅ = 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.

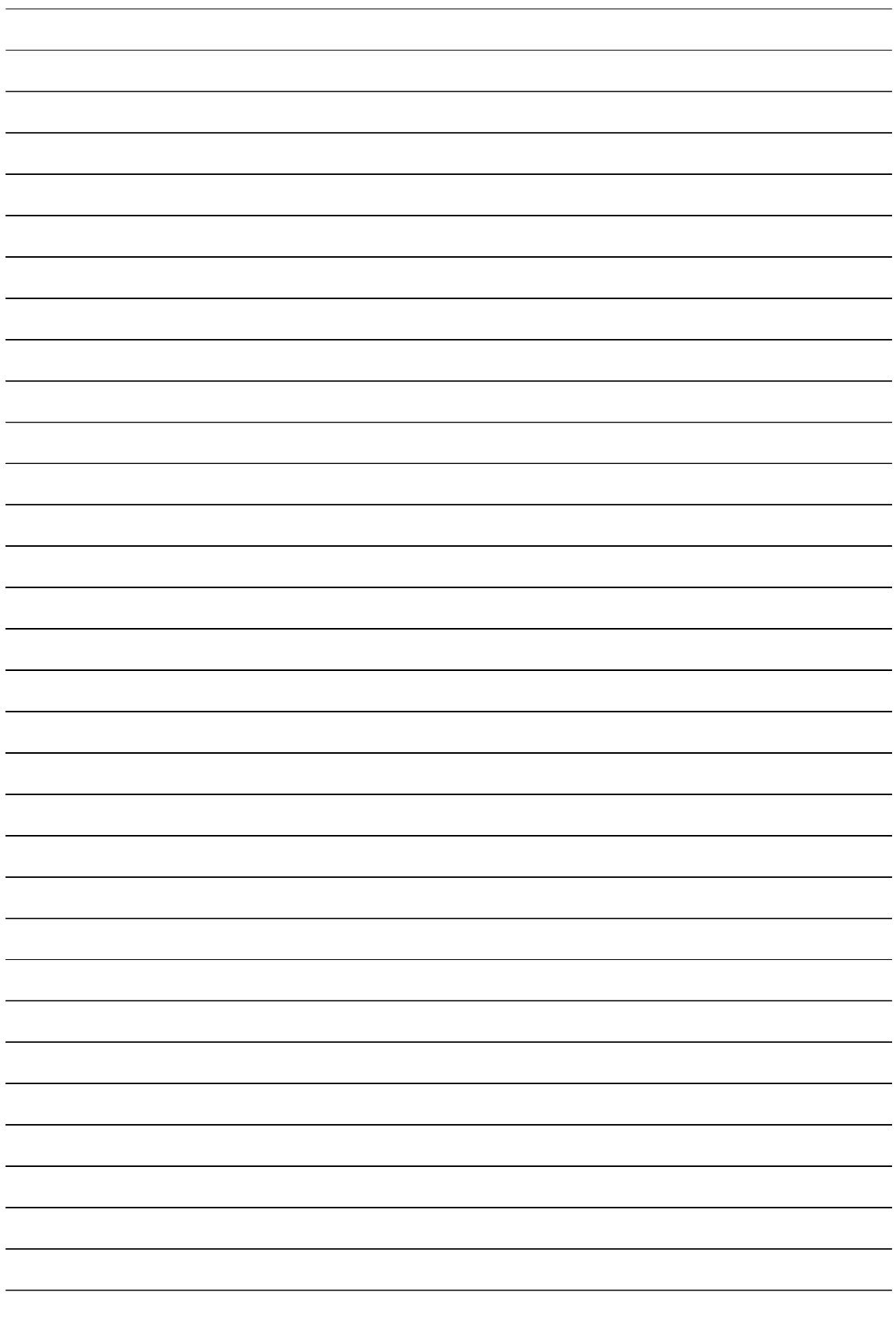
Yağmursuyu mecralarında tam dolu ve pissu mecralarında yarı dolu akış kabul edilir.

- 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
İletkenlik (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/L O 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, Barış Kütahya,
Berke Ercan, Betül Şişman, Ceren Çelik, Fırtına Arısoy,
Hakan Bahadır, Hüseyin Kılıç, İbrahim Murad, İlter Çıtak,
İrem Topal Ünal, İrem Uçan, İrfan Özhan, Ömer İnan,
Samet Gökbayrak, Samet Taşlı, Selçuk Demirok,
Sevgi Özçelik, Taner Makas, Yalçın Paslı,
Yasin Atik, Yasin Çelik*



Hidrolik pres

Bakım Rutinleri

Tezgâh

Bakım

Kestirici

Otomasyon

Kontrol

Endüstriyel robot

Plastik Enjeksiyon

Rutin Bakım

Isıl İşlem

Mekanik Pres

Elektronik Kart

Dövme Ekipmanları

Enjeksiyon Ünitesi

Onleyici Bakım



TAYSAD

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